

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo

Katedra za modeliranje
v tehniki in medicini (KmTM)

TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (3003)

PA program

gradivo za 1. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
Vili Pepel, Senad Omerović, Aleksander Novak,
Ivan Prebil

Ljubljana, november 2014

© UL - FS, KmTM, 2014

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo

Katedra za modeliranje
v tehniki in medicini (KmTM)

OPISNA GEOMETRIJA IN TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (2003)

RR program

gradivo za 1. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
Vili Pepel, Senad Omerović, Aleksander Novak,
Ivan Prebil

Ljubljana, november 2014

© UL - FS, KmTM, 2014

Prva vaja iz tehničnega risanja

SNOV:

➔ 1. Osnove tehničnega risanja

- 1.1. Formati (velikost, okvir, glava, zlaganje)
- 1.2. Merila
- 1.3. Črte
- 1.4. Tehnična pisava

2. Projekcije

- 2.1. Večpogledne projekcije
 - izbiranje in razporejanje pogledov
 - tehnika skiciranja
- 2.2. Izometrija in dimetrija

Prva vaja iz tehničnega risanja

1. Osnove tehničnega risanja

Priporočena literatura:

- Tehnična dokumentacija (I. Prebil, S. Zupan),
- Strojniški priručnik (B. Kraut).
- druga literatura



Dokumenti na spletni strani:

- Osnovni napotki za pravilno izdelovanje risb pri opisni geometriji in ...
- Predloga za risbe pri vajah iz tehničnega risanja (bloki - okvirji, glave, ...)
- Slike k predavanjem... Tehnično risanje: (Slike_pred_TR-FS-1.zip...)

1. Osnove tehničnega risanja

Literatura

- Literatura se bo prodajala v III/5 ob načeloma vsak dan v novembru od 7:00 do 8:00 ure.

•Osnovna pravila in uvod

1.1 Papir za risbe - Formati

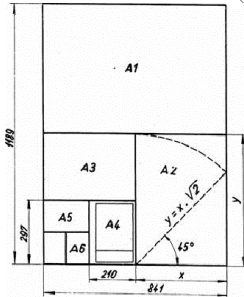
Formati: A, B, C

Uporabljamo samo formate vrste A,

- osnovni je A0 (841 x 1189 = 1 m²),

Velikost in razmerje stranic
dobimo iz dveh enačb:

$$x \times y = 1 \quad [m^2; \text{za } A0]$$

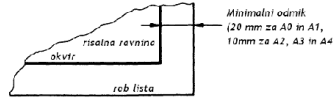
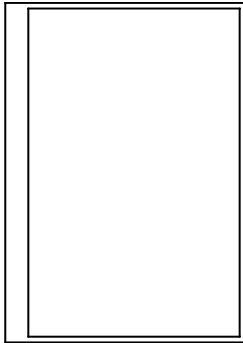
$$y = x \sqrt{2}$$


- ostale dobimo z razpolavljanjem po daljši stranici.

- Podaljšani formati (uporabljamo samo prednostno podaljšane formate in jih običajno ne zvrčamo).
- Najmanjši format, ki ga lahko uporabljamo je A4 (210 x 297 mm)!

1. Osnove tehničnega risanja

Okvirji risb



1. Osnove tehničnega risanja

Glave risb

Glave za:

- delavniške risbe (spodaj najpreprostejši primer),
- sestavne risbe,
- varjence,...

Predloga za risbe pri vajah iz tehničnega risanja (Predloga-risbe.zip).

Način projiciranja	Starje rokov:	Tolerance prostih mer:	Površinska tropostov:	Merilo:	Peč:	Masa:
			Dobota	Materijal, požadetek, surovina, model št.:		
		Datum	Ime	Naziv:		
		Uredb. Kontr. K.st.				
		Titlo		Podjetje (naziv, logotip), Izdelovalec načrta	Število risbe:	List: L
Čim. Sprememba	Dne	Ime	Osnovna risba:	Nadom.:	Nadom. Z.	

1. Osnove tehničnega risanja

Izpolnjevanje glav

- Glava se riše v **spodnji desni vogal** formata v osnovni legi (X).
- Velikost polj v glavi je prilagojena velikosti pisave, ki se je včasih pisala s pisalnimi stroji, danes pa s tiskalniki.
- Vse rubrike izpolnjujemo s **tehnično pisavo** (prostoročno, s šablonami ali tiskalniki – risalniki).
- Obvezno mora biti izpolnjeno najmanj **primek risarja, datum izdelave risbe, številka risbe, naziv risbe, merilo, masa, material, str./strani in format**.

Projekcija:	Starje rokov po: ISO 13715	Skupno letoval. prostih mer in okvir: ISO 2768-mK	Površine: v [mm] ISO 1302	Merilo: 1:1	Pažljivost: C45 C45	Masa: kg
ISO 128	h0,5	h0,5		Materijal: ISO DIN		
Geometrijske tolerance po: ISO 1101	Skupni primerek: ISO 8015	Datum	Ime	Naziv in mere:		
	Risal: 2009	J. Primemnik		Delavniška risba		
	Kontr.:	K.st.:		gabaritne dimenzije		
				Univerza v Ljubljani Fakulteta za strojništvo	Št. risbe: PAP-vp.št.-sk.-vaja	Str./Stran: 1/1
Čim. Sprememba	Datum	Ime	Dobrotek: ime_dobrotek*			Format: A3

1. Osnove tehničnega risanja

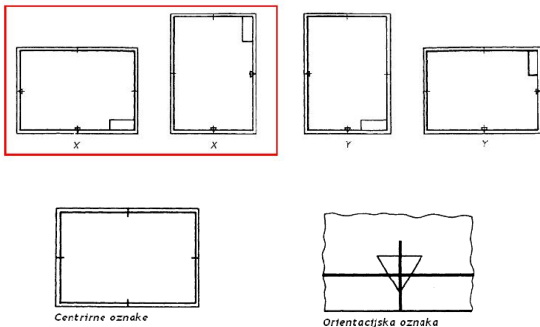
Primer glave za delavniško in sestavno risbo

Projekcija:	Starje rokov po: ISO 13715	Skupno letoval. prostih mer in okvir: ISO 2768-mK	Površine: v [mm] ISO 1302	Merilo: 1:1	Pažljivost: C45 C45	Masa: kg
ISO 128	h0,5	h0,5		Materijal: ISO DIN		
Geometrijske tolerance po: ISO 1101	Skupni primerek: ISO 8015	Datum	Ime	Naziv in mere:		
	Risal: 2009	J. Primemnik		Delavniška risba		
	Kontr.:	K.st.:		gabaritne dimenzije		
				Univerza v Ljubljani Fakulteta za strojništvo	Št. risbe: PAP-vp.št.-sk.-vaja	Str./Stran: 1/1
Čim. Sprememba	Datum	Ime	Dobrotek: ime_dobrotek*			Format: A3

1	1	Obliha, 500 x 400 x 200	xxx	Št. risbe / Standard	Fc510	50	kg
Projekcija: ISO 128	Starje rokov po: ISO 13715	Skupno letoval. prostih mer in okvir: ISO 2768-mK	Površine: v [mm] ISO 1302	Merilo: 1:1 (stranska m.)	Materijal	Masa	
ISO 128	h0,5	h0,5		Naziv in mere:			
Geometrijske tolerance po: ISO 1101	Skupni primerek: ISO 8015	Datum	Ime	Naziv in mere:			
	Risal: 2009	J. Primemnik		Sestavna risba			
	Kontr.:	K.st.:		gabaritne mere			
				Univerza v Ljubljani Fakulteta za strojništvo	Št. risbe: RRP-vp.št.-sk.-vaja	Str./Stran: 1/1	
Čim. Sprememba	Datum	Ime	Dobrotek: ime_dobrotek*			Format: A3	

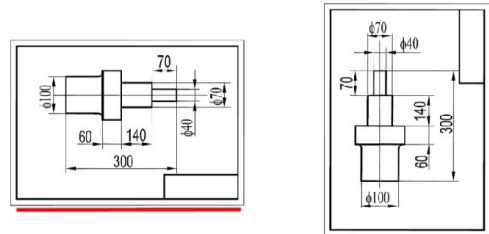
1. Osnove tehničnega risanja

Orientacija formatov



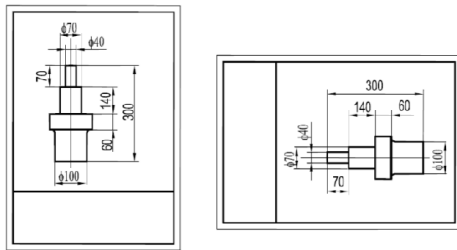
1. Osnove tehničnega risanja

Osnovna lega formata ≥ A3



1. Osnove tehničnega risanja

Osnovna lega formata A4



Pokončna in ležeča (ni priporočena) lega formata A4!

1. Osnove tehničnega risanja

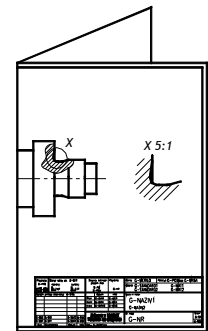
Zlaganje formatov

Dva načina zlaganja:

- Zlaganje za prosto vlaganje v mape
- Zlaganje za vpenjanje v registre

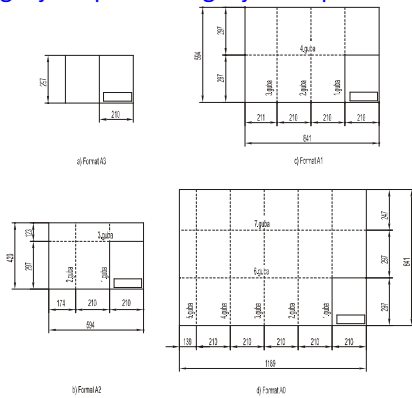
POZOR!

Risba mora biti vedno na **zunani strani** zloženega lista!



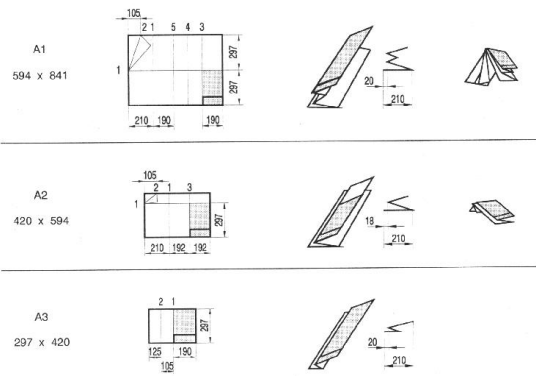
1. Osnove tehničnega risanja

Zlaganje za prosto vlaganje v mape



1. Osnove tehničnega risanja

Zlaganje za vpenjanje v registre



1. Osnove tehničnega risanja

1.2 Merila na risbah (za splošno rabo v strojništvu)

Merilo (M) = narisana mera : dejanska mera

- Naravna velikost: **1:1**
- Pomanjšano merilo: **1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100**
- Povečano merilo: **2:1, 5:1, 10:1, 20:1, 50:1, 100:1**

Merilo mora biti zapisano v glavi risbe

Glavna merilo zapišemo z večjo pisavo, stranska merila pa z manjšo pisavo (v oklepaju), pri tem moramo stransko merilo navesti tudi ob pogledu oz. podrobnosti, kjer je to uporabljen.

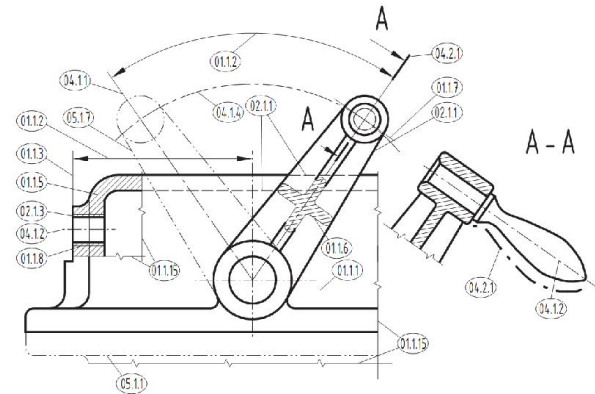
Uporaba drugih meril v strojništvu ni dovoljena oz. ni priporočena!

Enote morajo biti napisane na kotih (risbi), razen, če se dogovori o uporabi enotne enote.

V strojništvu je enota vedno mm in vse mere morajo biti podane v istih enotah! Izjema so le parametri hrapavosti površin, ki so podani v μm brez navajanja enot.

1. Osnove tehničnega risanja

1.3 Črte na risbah



1. Osnove tehničnega risanja

a) Debelina črt po ISO

Za debelino **tanke, srednje in debele črte** izbiramo vedno tri zaporedne vrednosti iz geometrijske vrste:

0,13; 0,18; **0,25; 0,35; 0,5**; 0,7; 1,0; 1,4; 2,0

- tanka: 0,25
 - srednja: 0,35
 - debela: 0,5
- najpogostejše uporabljena skupina
Uporablja se pri formatih do A2 in tudi večjih, če risbe vsebujejo veliko informacij!

Po priporočilu se izogibamo debelini 0,18 mm in manjšim (izjeme v posebnih primerih).

Uporaba črtnih skupin (**debela, tanka in srednja črta**):

- polna debela (kontura),
- polna tanka (šrafura, kote, ...),
- črtkana tanka (nevidni rob),
- tanka srednjica, tanka prostoročna (simetrija, prekinitev ...),
- srednja polna (simbol, pisava, ...).

1. Osnove tehničnega risanja

b) Tipi črt po ISO 128-24 (1999)

stare oznake	izznaka in oblika črte	vrsta in debelina črte	uporaba	
			SIST ISO 128	dodatna uporaba
A	01.2	polna debela	1. sklici in simboli	3. konture navpično
			2. konture	4. majhni sklici in simboli
B	01.1	polna tanka	1. zavesni delovi predloži - pale	8. osnovna pisava
			2. osnovne črte	9. majhna debelina
			3. pomožne črte	10. diagonalni klici raznih smeri
			4. splošne črte	11. majhni sklici
			5. kladice	12. osnovna simbolika matem.
			6. obrabi tehniških preslov	13. osnovni sklici za simbolizacijo
			7. konture svetlobe	14. merila
C	01.1	prestoročna tanka	15. osnovne projekcijske linije	opekajočih preslov, preslov,
D	01.1	črk crik tanka	16. osnovna pisava	
E	02.2	črtkana debela	1. prekriti robovi, ki ležijo na vzporedni osnovni črti	3. označevanje posebnih obdelav
			2. prekrita kontura	
F	02.1	črtkana tanka	1. prekriti robovi	
			2. prekrita kontura	
G	04.1	črta pika tanka	1. številke	3. dolžni preslov pri simbolizaciji
			2. simbole	4. tovrstne
J	04.2	črta pika debela	1. vzporedne, kolobarne in operativne črte za obdelavo	2. označevanje preslovnih razlin
			2. sklici	5. označevanje skiciranih površin
K	05.1	črta dve piki tanka	1. sklici	6. ovalni tehnološki znaki
			2. obrabi dekompozicij	7. označevanje skiciranih leg. skiciranih delov
			3. obrabi v preslovu	
			4. obrabi v preslovu	

1. Osnove tehničnega risanja

Naloga TR 1.1

Na prazen list eno pod drugo narišite naslednje črte:

- debelo polno – vidni robovi (tip 01.2.1 oz. tip A)
- tanko polno – kotirne črte (tip 01.1.2 oz. tip B)
- tanko črta pika – srednjice (tip 04.1.1 oz. tip G)
- tanko črtkana – prekriti robovi (tip 02.1.1 oz. tip F)
- debelo črtkana – prekriti robovi, ki ležijo za prozornim materialom (tip 02.2.1 oz. top E)

1. Osnove tehničnega risanja

1.4 Tehnična pisava (ISO 3089-1 in 2)

- Priporočena tehnična pisava je določena v standardih – npr. v **SIST ISO 3098**
- Poznamo tip **A** in tip **B**, ki se lahko pišeta *kurzivno* (75°) ali pokončno.
 - Tip A:** debelina črt = **1/14** višine velikih črk; ($h = 7 \rightarrow d = 0,5$)
 - Tip B:** debelina črt = **1/10** višine velikih črk; ($h = 7 \rightarrow d = 0,7$) – **se več uporablja**
- Pisava je določena po obliki in velikosti. Po ISO je **najmanjša dovoljena višina na risbi 2,5 mm** (indeksi, vpisi v glavi)!
- V praksi je osnovna pisava (velike črke in številke – kotirne št., tekstovne oznake) običajno visoka vsaj **3,5** ali 5 mm. Višina malih črk znaša 7/10 višine velikih črk.
- ISO standardi priporočajo, kakšna velikost pisave iz geometrijske vrste **2,5 – 3,5 – 5 – 7 – 10 – 14 – 20 – 25** – ... naj se uporablja v določene namene, vendar v praksi večinoma obveljajo interni dogovori v podjetjih.

1. Osnove tehničnega risanja

1.4 Tehnična pisava (ISO 3089-1 in 2)

a) Pokončna pisava

ABCČDEFGHIJKLMNO
PQRSŠTUVWXYZŽ
aabcčdefghijklmnop
qrsštuvwxyzž
[(!?;,"-+=x:√%&)]?
01234567789 IVX

b) Poševna pisava

ABCČDEFGHIJKLMNO
PQRSŠTUVWXYZŽ
aabcčdefghijklmnop
qrsštuvwxyzž
[(!?;,"-+=x:√%&)]φ
01234567789 IVX

1. Osnove tehničnega risanja

Prva vaja iz tehničnega risanja

SNOV:

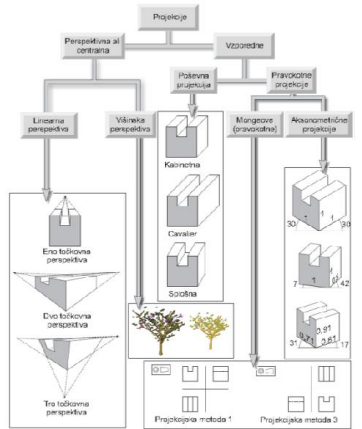
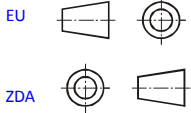
- Osnove tehničnega risanja
 - Formati (velikost, okvir, glava, zlaganje)
 - Merila
 - Črte
 - Tehnična pisava
- Projekcije
 - Večpogledne projekcije
 - izbiranje in razporejanje pogledov
 - tehnika skiciranja
 - Izometrija in dimetrija

Prva vaja iz tehničnega risanja

2. Projektije

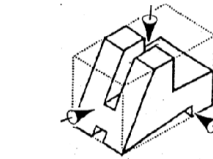
Projektije v TR po ISO standardih

Večpogledne (Monge) projektije po ISO:

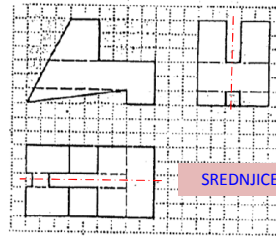


2. Projektije

2.1 Večpogledne projektije



Največja napaka – napačno razporejanje pogledov



SREDNICE !!!

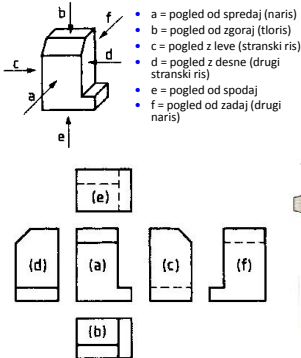
2. Projektije

Razporejanje pogledov po:

ISO - EU

(prva projekcijska metoda)

• 1. kvadrant oz. oktant



- a = pogled od spredaj (naris)
- b = pogled od zgoraj (tloris)
- c = pogled z leve (stranski ris)
- d = pogled z desne (drugi stranski ris)
- e = pogled od spodaj
- f = pogled od zadaj (drugi naris)

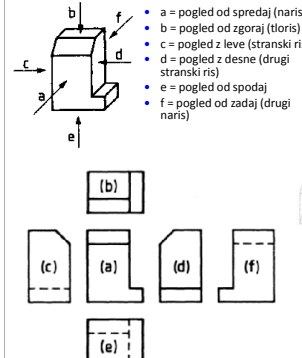
2. Projektije

Razporejanje pogledov po:

ISO - ZDA

(tretja projekcijska metoda)

• 3. kvadrant oz. 7. oktant



- a = pogled od spredaj (naris)
- b = pogled od zgoraj (tloris)
- c = pogled z leve (stranski ris)
- d = pogled z desne (drugi stranski ris)
- e = pogled od spodaj
- f = pogled od zadaj (drugi naris)

2. Projektije

Kako izbrati in razporediti poglede na delavniških in sestavnih risbah?

Kako izbrati NARIS? Najbolj reprezentativne informacije o obliki in merah izdelka:

- čim več ploskev vzporednih s projekcijskimi ravninami,
- čim več informacij o obliki in merah izdelka,
- čim manj nevidnih robov.

Orientacija NARISA? Objekt prikažemo v legi glede na sledeče prioritete:

- kot ga vidimo pri uporabi (funkcionalna lega),
- kot jo ima pri izdelavi (univerzalna funkcionalna lega),
- kot ga vidimo na sestavnih risbi.

Koliko pogledov uporabiti?

- Najmanj dva, v posebnih primerih (poenostavitve po ISO) lahko samo en.
- Največ toliko, da je objekt oblikovno in dimenzijsko lahko popolnoma definiran (minimalističen pristop k risanju, kar pomeni da ne uporabimo odvečnih pogledov).
- Pri izbiri pogledov upoštevamo tudi možnosti kotiranja in drugih definicij.
- Predvideti je potrebno tudi zadosten razmik pogledov za potrebe kotiranja in opreme risbe.

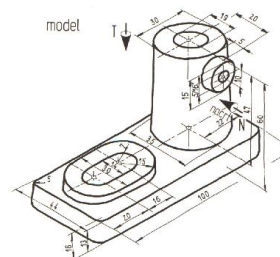
Nevidni robovi?

Nevidne robove uporabljamo čim manj, nikoli jih ne uporabimo za kotiranje ali postavljanje simboličnih informacij.

Metode opisne geometrije na končni risbi ne smejo biti vidne.

2. Projektije

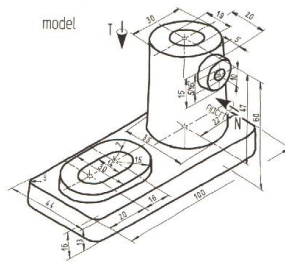
Tehnika skiciranja



1. Koliko pogledov bomo uporabili?
2. Kateri pogled bo naris?
3. Poglede na listu razporedimo.
 - rezerviramo prostor za posamezne poglede,
 - format lista moramo čim bolj zapolniti,
 - vsi pogledi morajo biti na istem listu.
4. Narišemo srednjice.
5. Z zelo rahlimi črtami izrišemo predmet.
6. Začnemo z odebeljevanjem predmeta.
 - najprej odebelimo zaokrožitve,
 - nato odebelimo še ravne črt.
7. Kotiramo.

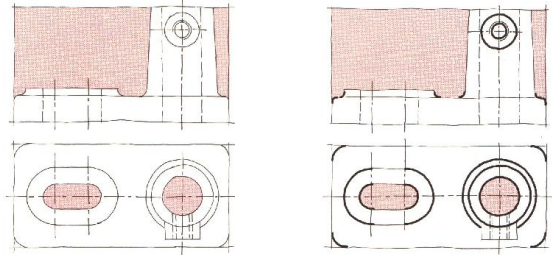
2. Projektije

Korak 1, 2, 3 in 4



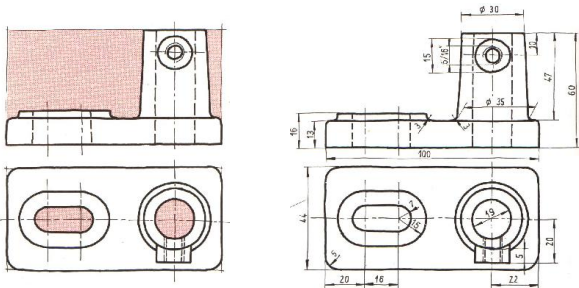
2. Projektije

Korak 5+6



2. Projektije

Korak 6+7



2. Projektije

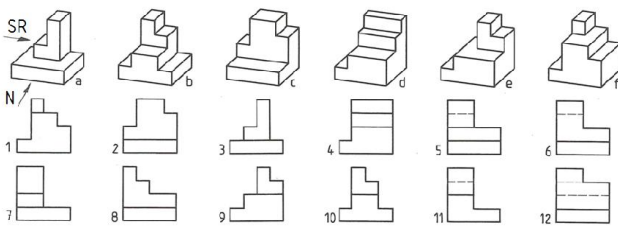
Naloga TR 1.2

Poiščite ustrezne narise (N) in stranske rise (SR), ustrezne narise (N) in tlorise (T) ter ustrezne stranske rise (SR), narise (N) in tlorise (T).

- x N-SR:
a 3-7...
- x N-T:
a 4-8...
- x SR-N-T:
a 3-9-13...

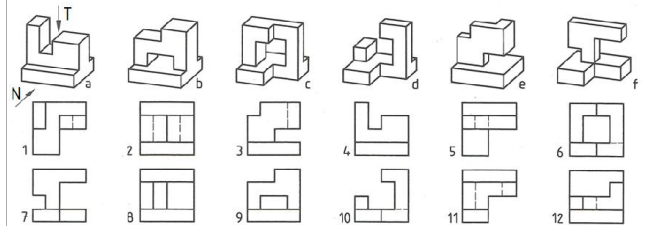
2. Projektije

Naris (N) – Stranski ris (SR)



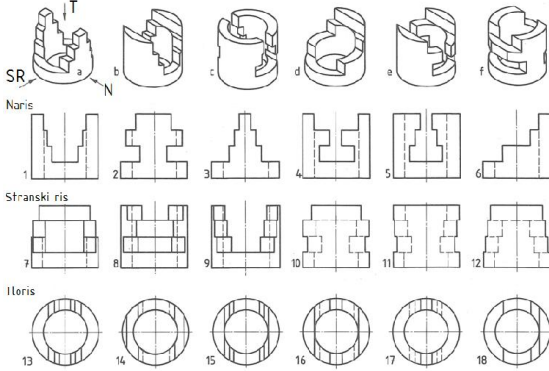
2. Projektije

Naris (N) – Tloris (T)



2. Projektije

Naris(N) – Stranski ris (SR) – Tloris(T)



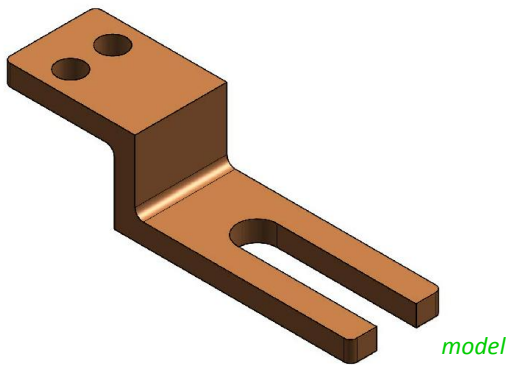
Naloga TR 1.3

Skicirajte večpogledne (ang. Multiview) oziroma Mongeove projekcije sledečih objektov!

Upoštevajte pravila skiciranja in ostala pravila TR.

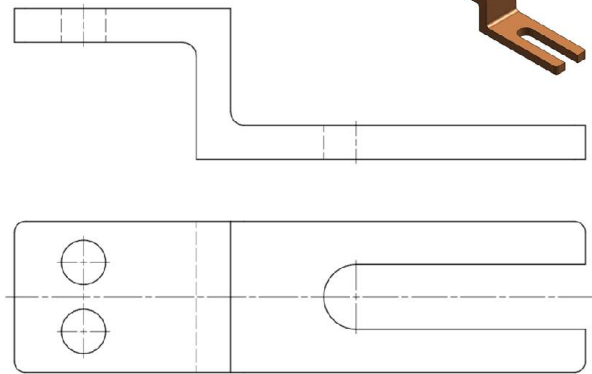
2. Projekcije

Monge TR 1.3.1



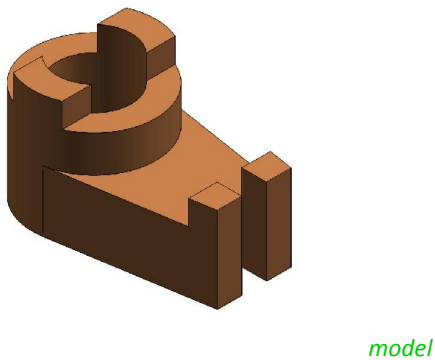
2. Projekcije

Rešitev



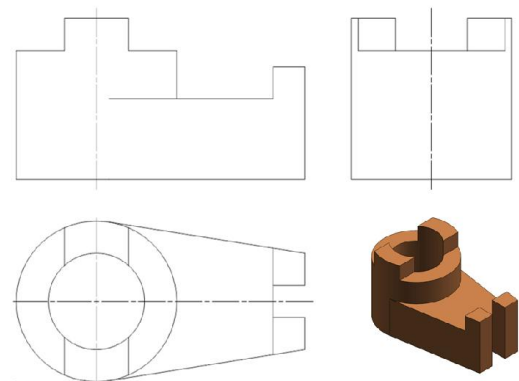
2. Projekcije

Monge TR 1.3.2



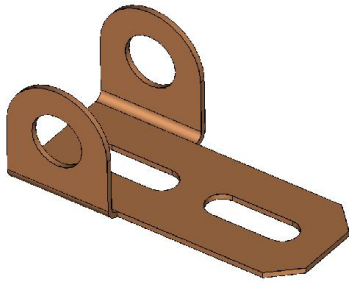
2. Projekcije

Rešitev



2. Projekcije

Monge TR 1.3.3

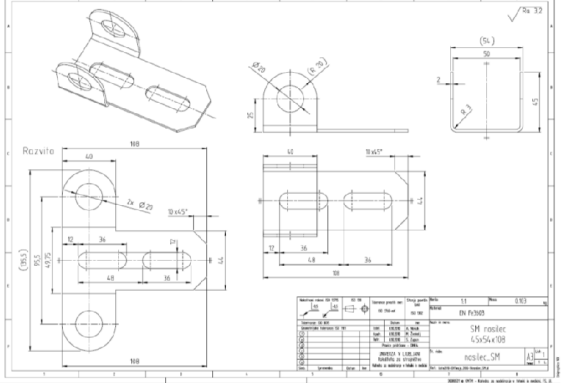


model

2. Projektije

Rešitev

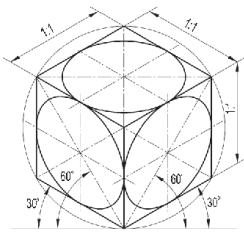
Dokumentacija



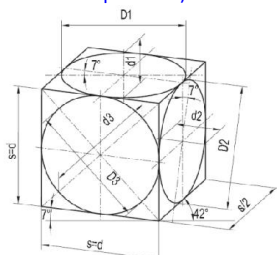
2. Projektije

2.2 Aksonometrične projekcije:

- izometrija in dimetrija (še trimetrija)
- standardizirani (merilo enako kot v prostoru)



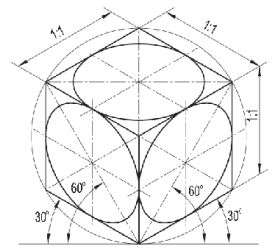
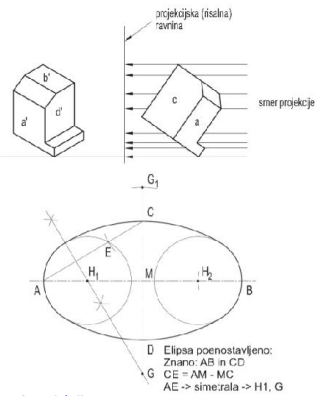
Izometrična
M = 1 - 1 - 1
2a = 1,22 d
2b = 0,71 d



Dimetrična:
M = 1 - 1 - 0,5
2a = 1,06 d
2b = 0,33 d
b : a = 1 : 3

2. Projektije

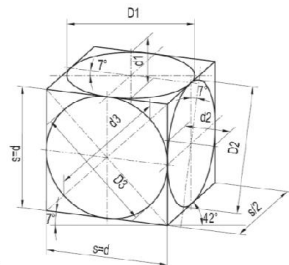
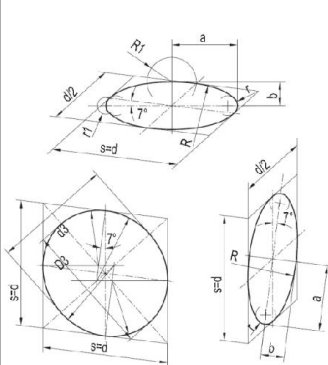
Izometrija



Izometrična
M = 1 - 1 - 1
2a = 1,22 d
2b = 0,71 d

2. Projektije

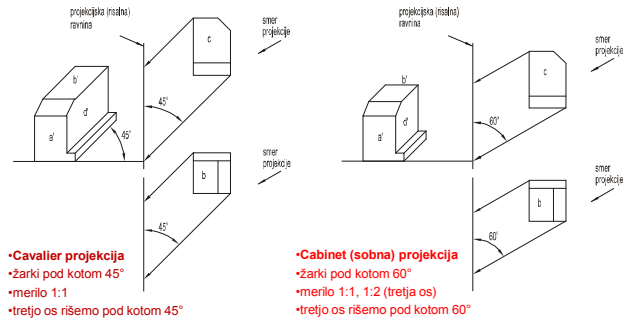
Dimetrija



Dimetrična:
M = 1 - 1 - 0,5
2a = 1,06 d
2b = 0,33 d
b : a = 1 : 3

2. Projektije

Poševne projekcije

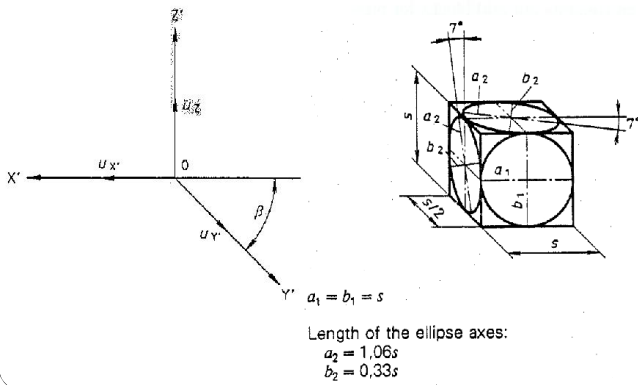


-Cavalier projekcija
-Zarki pod kotom 45°
-merilo 1:1
-tretjo os rišemo pod kotom 45°

-Cabinet (sobna) projekcija
-Zarki pod kotom 60°
-merilo 1:1, 1:2 (tretja os)
-tretjo os rišemo pod kotom 60°

- Cavalier (levo) in Cabinet oz. sobna (desno) poševna aksonometrična projekcija

Poševna projekcija - sobna



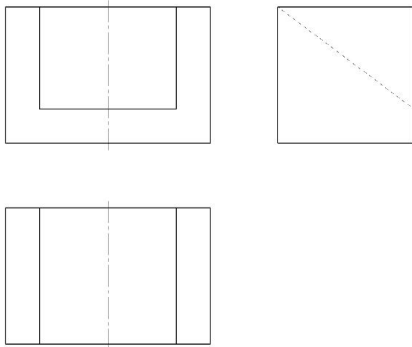
Naloga TR 1.4

Skicirajte aksonometrične projekcije (izometrična, dimetrična, sobna) objekta prikazanega v večpoglednih projekcijah.

Upoštevajte pravila skiciranja in ostala pravila TR.

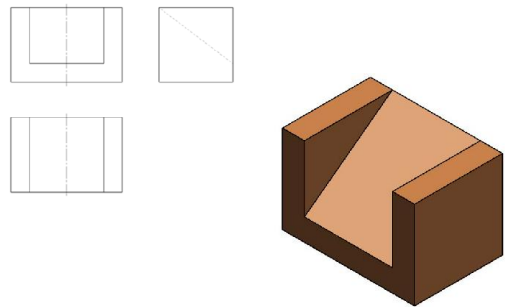
2. Projekcije

Izometrija TR 1.4.1



2. Projekcije

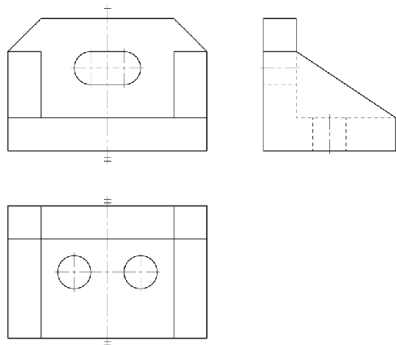
Rešitev



model

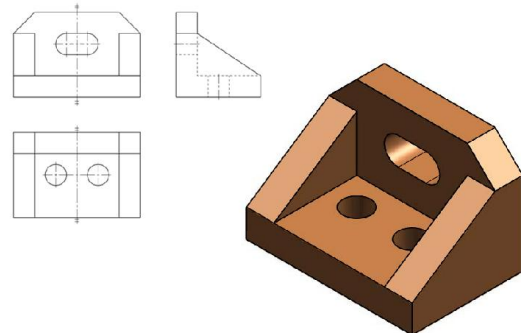
2. Projekcije

Izometrija TR 1.4.2



2. Projekcije

Rešitev



model

2. Projekcije

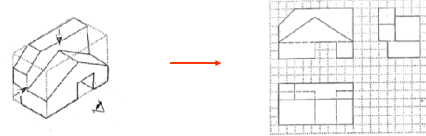
Naloga za utrjevanje znanja

Vaje za utrjevanje

Naloga TR DN - 1.1

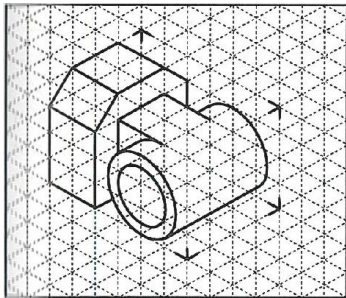
Skicirajte večpogledne (Mongeove) projekcije sledečih predmetov!

Upoštevajte pravila skiciranja in ostala pravila TR.



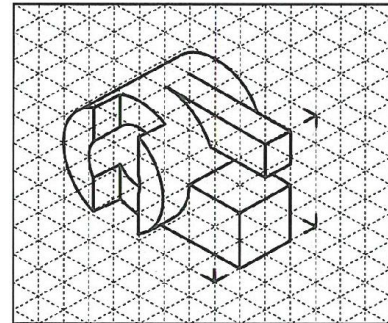
Vaje za utrjevanje

DN: Monge TR DN - 1.1.1



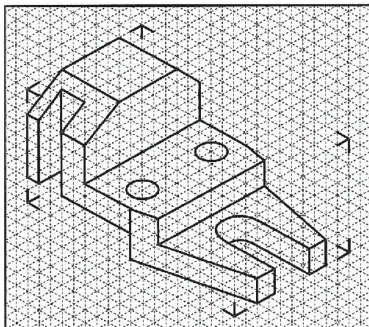
Vaje za utrjevanje

DN: Monge TR DN - 1.1.2



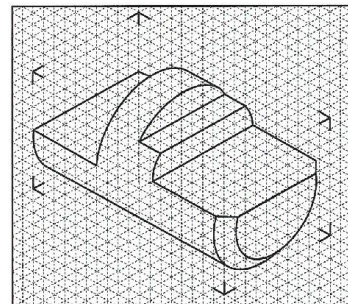
Vaje za utrjevanje

DN: Monge TR DN - 1.1.3



Vaje za utrjevanje

DN: Monge TR DN - 1.1.4

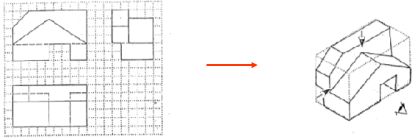


Vaje za utrjevanje

Naloga TR DN - 1.2

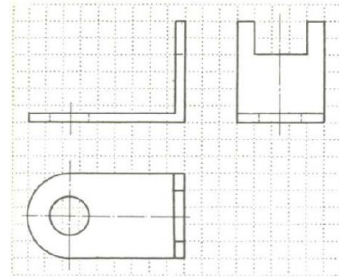
Skicirajte izometrično/dimetrično projekcijo objektov prikazanih v večpoglednih projekcijah.

Upoštevajte pravila skiciranja in ostala pravila TR.



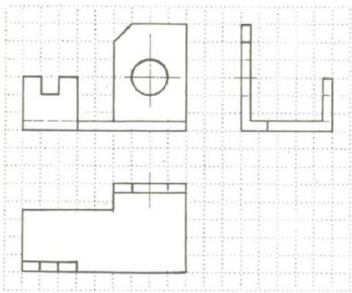
Vaje za utrjevanje

DN: IZO/DI metrija TR DN - 1.2.1



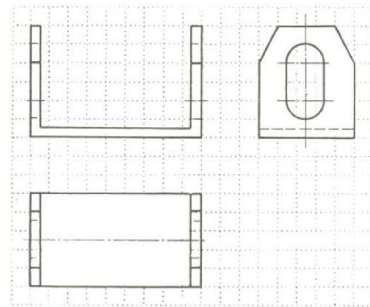
Vaje za utrjevanje

DN: IZO/DI metrija TR DN - 1.2.2



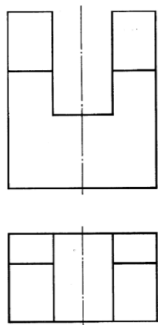
Vaje za utrjevanje

DN: IZO/DI metrija TR DN - 1.2.3



Vaje za utrjevanje

DN: IZO/DI metrija TR DN - 1.2.4



Vaje za utrjevanje

TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (3003)

PA program

gradivo za 2. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
 Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
 Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
 Vili Pepel, Jovan Trajkovski, Aleksander Novak,
 Ivan Prebil

Ljubljana, november 2014

© UL – FS, KmTM, 2014

OPISNA GEOMETRIJA IN TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (2003)

RR program

gradivo za 2. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
 Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
 Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
 Vili Pepel, Jovan Trajkovski, Aleksander Novak,
 Ivan Prebil

Ljubljana, november 2014

© UL – FS, KmTM, 2014

DRUGA VAJA iz TEHNIČNEGA RISANJA

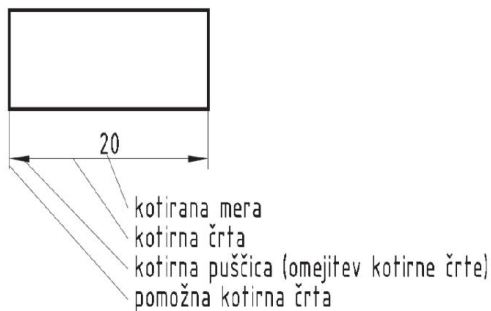
SNOV:

1. Kotiranje
 - 1.1 Pravopis kotiranja
 - 1.2 Osnovna pravila in napotki
 - 1.3 Pogoste napake
 - 1.4 Posebnosti
 - 1.5 Načini kotiranja
2. Prerezi
 - 2.1 Polni prerezi
 - 2.2 Delni prerezi
 - 2.3 Lomljeni prerezi
 - 2.4 Četrtninski prerezi
3. Detajli
4. Posebni pogledi in prerezi (poševni, polovični, četrtninski, ...)

Druga vaja iz tehničnega risanja

1.1 Pravopis kotiranja

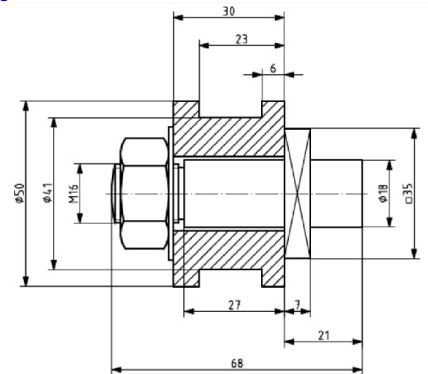
Osnovni elementi kotiranja



1. Kotiranje

1. Kotiranje

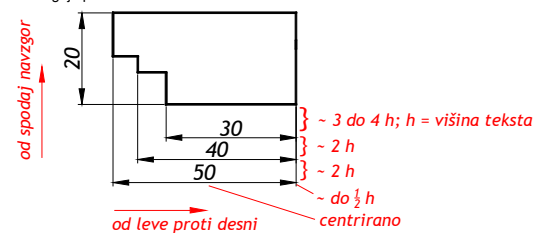
- SIST EN ISO 129, (SIST EN ISO 128)
- Je standardiziran simboličen način prikazovanja mer (linearnih in kotnih) na risbah.



1. Kotiranje

Kotirne in pomožne kotirne črte

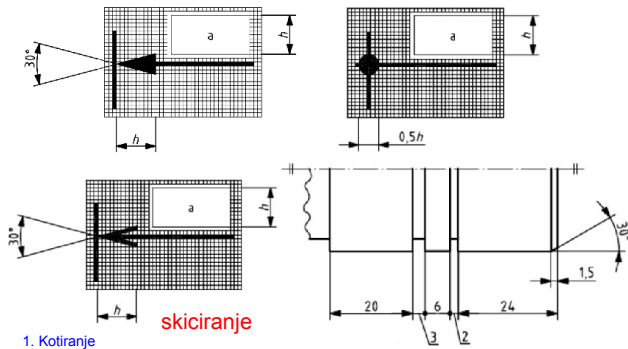
- Tako kotirne kot tudi pomožne kotirne črte so polne tanke črte (tip B).
- Oddaljenost kotirne črte od roba kotiranega predmeta ter razmik med posameznimi kotirnimi črtami sta odvisna od velikosti predmeta in naj znašata najmanj 10 oziroma 7 mm.
- Pomožne kotirne črte povlečemo pravokotno od roba kotiranega predmeta, da segajo približno 2 mm čez kotirno črto.



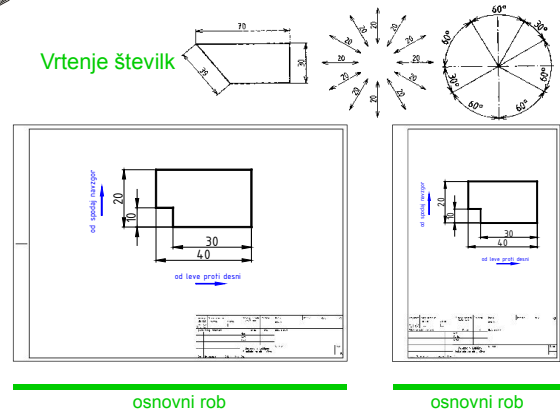
1. Kotiranje

Omejitve kotirnih črt

Določajo začetek in konec kotirne črte.



Vrtenje števil



1.2 Osnovna pravila (napotki) kotiranja

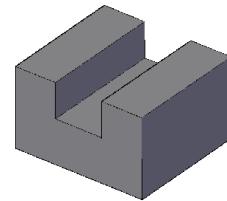
- Največ kotiramo v osnovnem pogledu (narisu).
- En "geometrijski element", oziroma oblikovno podrobnost (npr. navojno izvrtino) kotiramo čim več v istem pogledu oziroma čim bliže v sosednjih pogledih (grupiranje kot).
- Kotiramo na čim manj straneh pogleda.
- Gabaritne (zunanje) dimenzije izdelka vedno kotiramo.
- Katere mere kotirati in katere ne, je odvisno tudi od vrste tehnične risbe (delitve po namenu).

1. Kotiranje

Naloga TR 2.1

Prikažite (večpogledno) in kotirajte spodaj prikazani predmet!

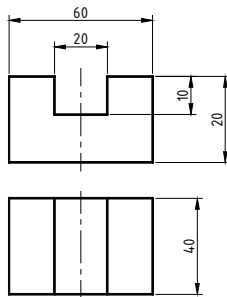
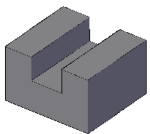
Število pogledov?
Naris?
Kotiranje!



1. Kotiranje

Pomen simetrale!

Simetričen predmet razdelimo s tanko črto 04.1 (G) (simetralo ali srednjico). Ploskev je simetrična, če sta polovici na obeh straneh simetrale enaki. Napoved o simetričnosti vpliva na način kotiranja in izdelavo.



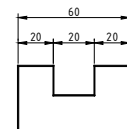
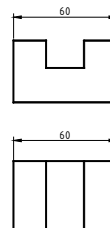
1. Kotiranje

1.3 Pogoste napake

1. Prekotiranje

Neposredno prekotiranje

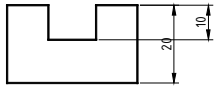
Posredno prekotiranje



1. Kotiranje

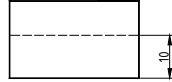


2. Križanje glavnih kotirnih črt



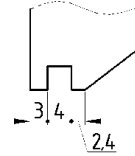
1. Kotiranje

3. Kotiranje nevidnih robov



1.4 Posebnosti

Pri majhnih razdaljah med pomožnimi kotirnimi črtami, ko ni dovolj prostora za kotirni puščici in kotirno številko, rišemo **kotirni puščici obrnjeni drugo proti drugi** na podaljšku kotirnih črt.

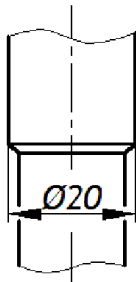


V primeru več zaporednih pa puščice nadomestimo s pikami.

1. Kotiranje



Kotirne puščice se ne smejo prekrivati z vidnimi robovi predmeta. Če se temu ne moremo izogniti, prekinemo vidni rob ob puščici.

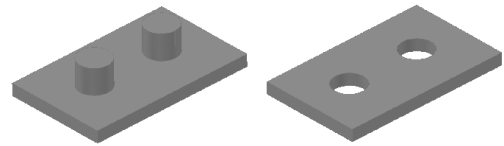


1. Kotiranje



1.5 Načini kotiranja

1. Glede na namembnost kotirnih mer



1. Kotiranje



1. Glede na namembnost kotirnih mer

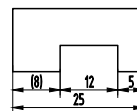


1. Kotiranje

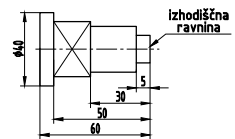


2. Glede na podajanje kotirnih mer

- zaporedno kotiranje
- vzporedno kotiranje
- poenostavljeno vzporedno kotiranje
- kotiranje s koordinatami



a) zaporedno kotiranje

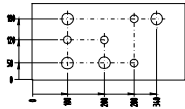


b) vzporedno kotiranje

1. Kotiranje

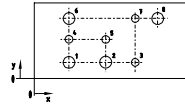
2. Glede na podajanje kotirnih mer

- a) zaporedno kotiranje
- b) vzporedno kotiranje
- c) poenostavljeno vzporedno kotiranje
- d) kotiranje s koordinatami



c) poenostavljeno vzporedno kotiranje

1. Kotiranje

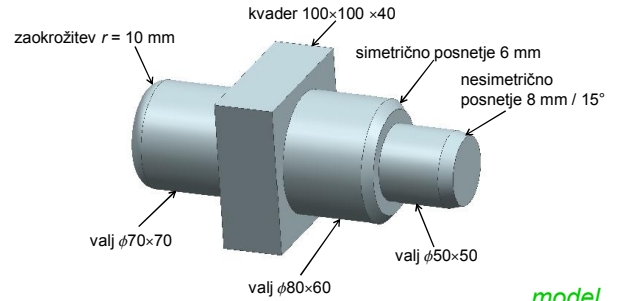


d) kotiranje s koordinatami

poz.	laga izvrtine	laga	premer
1	100	50	20
2	200	50	20
3	300	50	20
4	300	120	20
5	200	120	20
6	300	100	25
7	200	100	25
8	340	100	25

Naloga TR 2.2

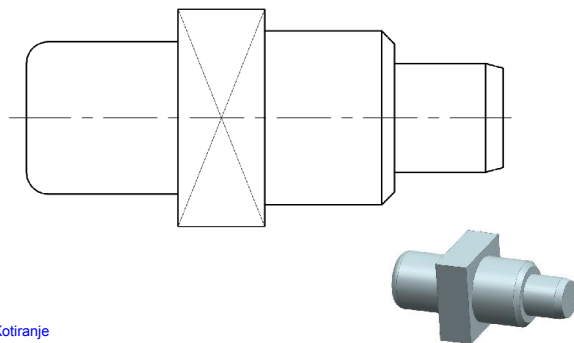
Prikažite v pravokotnih večpoglednih projekcijah in kotirajte spodaj prikazani predmet.



1. Kotiranje

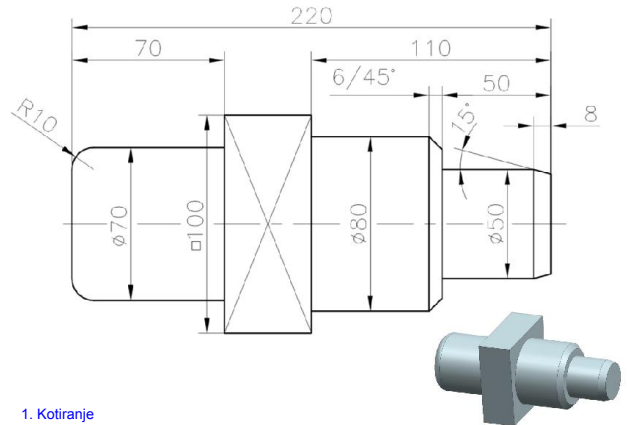
model

Prikaz



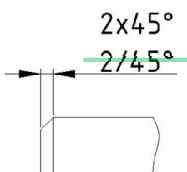
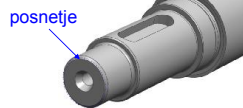
1. Kotiranje

Kotiranje



1. Kotiranje

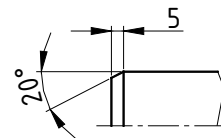
Kotiranje posnetij pod 45°



Glavna kotirna črta je običajno (priporočljivo) vzporedna z osjo!

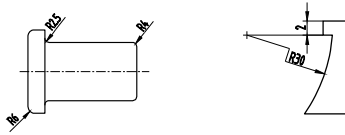
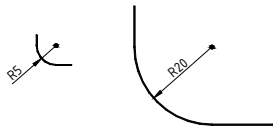
1. Kotiranje

Kotiranje posnetij, ki niso pod 45°



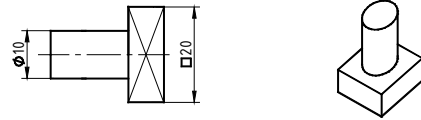
1. Kotiranje

Kotiranje krožnih lokov (radijev)

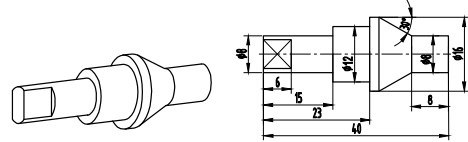


1. Kotiranje

Kotiranje krožnih in kvadratnih ploskev

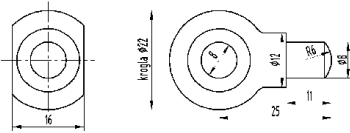
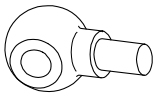


Diagonalni križ, ki ga rišemo s tanko polno črto.



1. Kotiranje

Kotiranje krogelnih površin

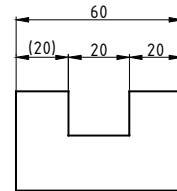


1. Kotiranje

Posebne kotirne mere

- a) kontrolne kote (nestandardno) $\overline{40}$
- b) teoretično idealne mere $\underline{40}$
- c) pomožne oz. dopolnilne kote (40)
- d) mere, ki ne ustrezajo merilu $\underline{40}$

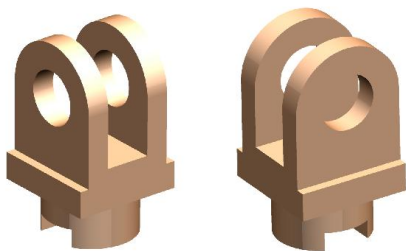
debeli črta



1. Kotiranje

Naloga TR 2.3

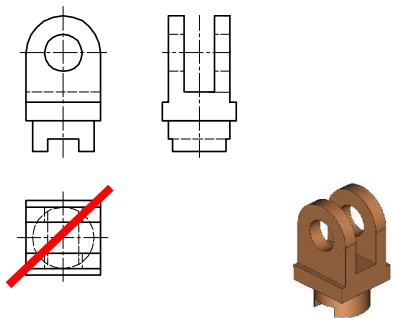
Prikažite in kotirajte spodaj prikazani predmet



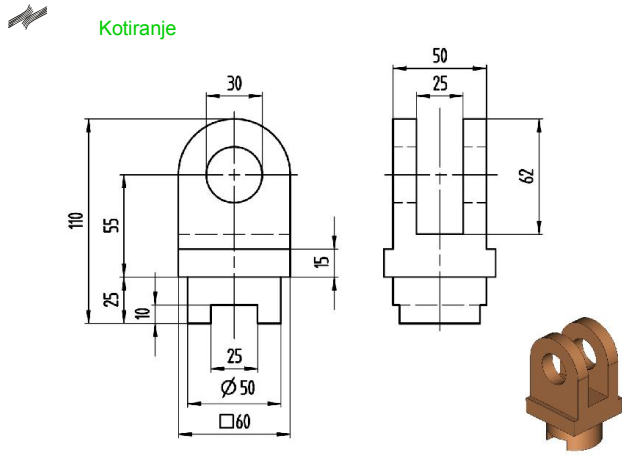
model

1. Kotiranje

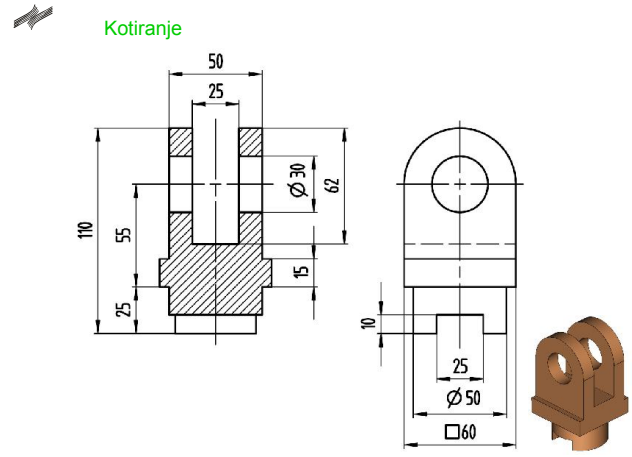
Prikaz



1. Kotiranje



1. Kotiranje



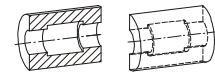
1. Kotiranje

DRUGA VAJA iz TEHNIČNEGA RISANJA

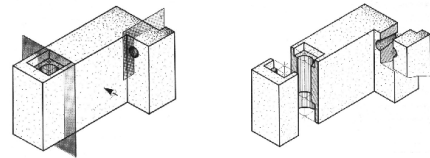
SNOV:

1. Kotiranje
 - 1.1 Pravopis kotiranja
 - 1.2 Osnovna pravila in napotki
 - 1.3 Pogoste napake
 - 1.4 Posebnosti
 - 1.5 Načini kotiranja
2. Prerezi
 - 2.1 Polni prerezi
 - 2.2 Delni prerezi
 - 2.3 Lomljeni prerezi
 - 2.4 Četrtnski prerezi
3. Detajli
4. Posebni pogledi in prerezi (poševni, polovični, četrtnski, ...)

2. Prerezi



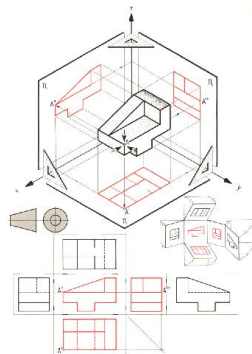
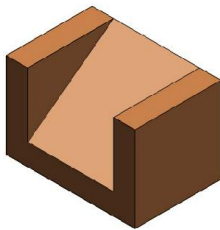
- ISO 128; Tehnična dokumentacija; poglavje 5.3, str 92.
- **Prerez** imenujemo pogled na predmet z **notranjo obliko** (votlino), ki ga navidezno prerežemo in del predmeta odstranimo tako, da sicer nevidni notranji robovi (črtkane črte) postanejo vidni.



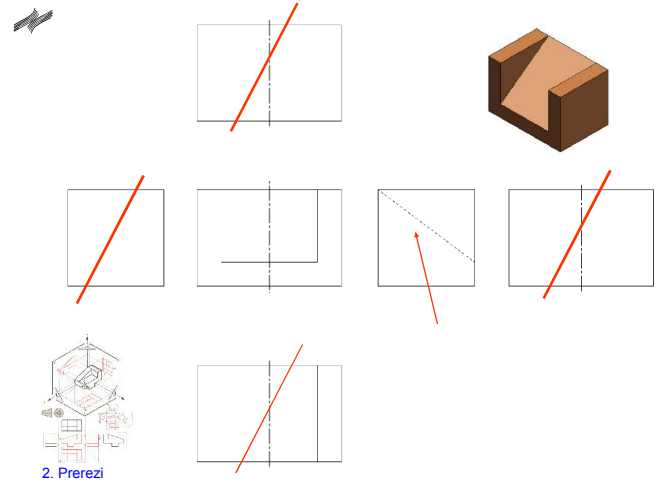
Druga vaja iz tehničnega risanja

2. Prerezi

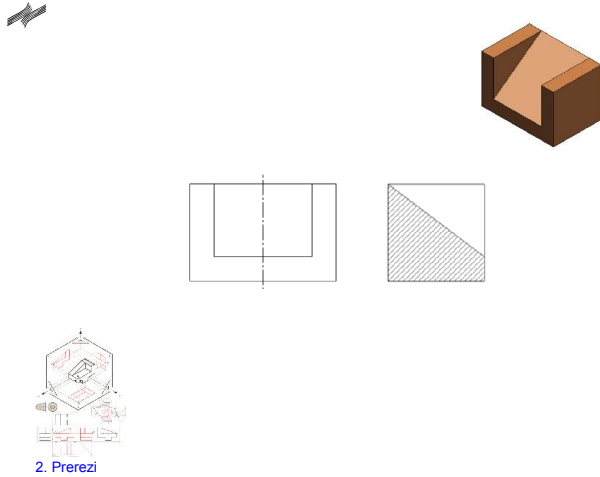
Motivacijski primer (#1)



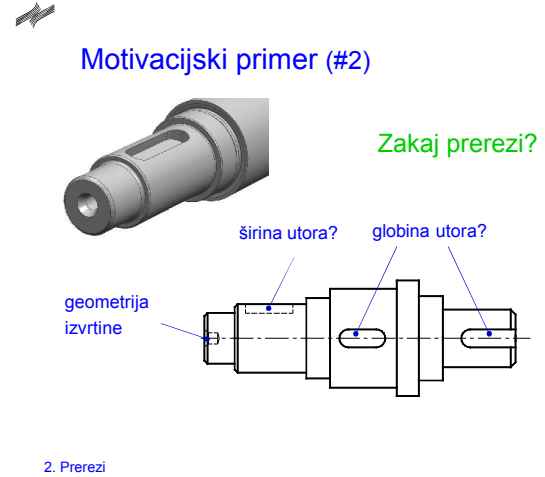
2. Prerezi



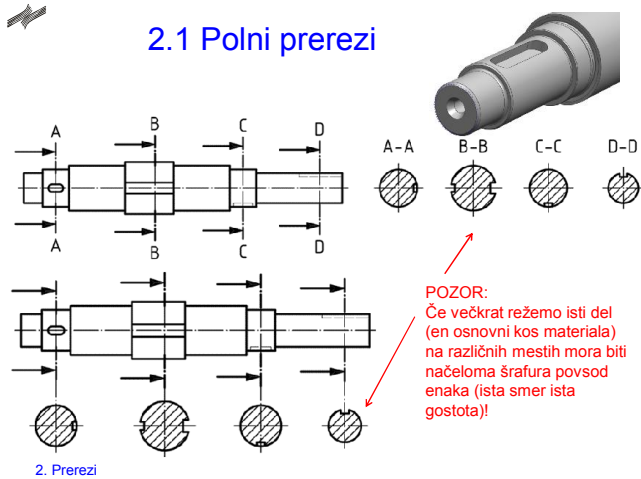
2. Prerezi



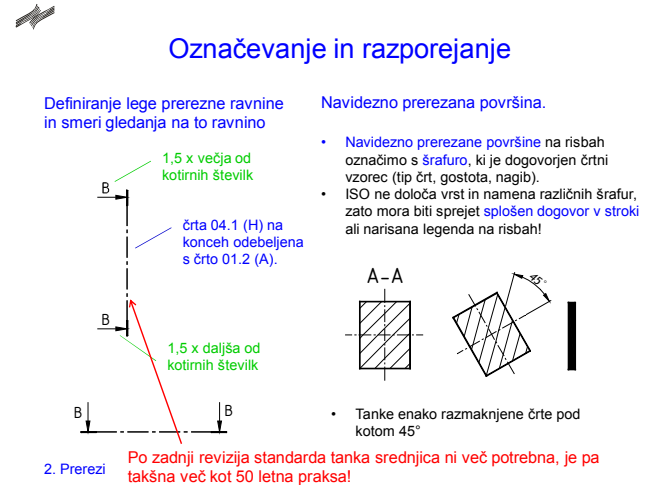
2. Prezezi



2. Prezezi

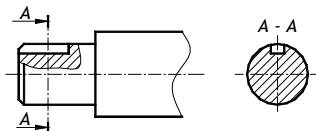


2. Prezezi



2. Prezezi

Prikaz geometrije za prerezno ravnino?



2. Prezezi

2.2 Delni prezezi



POMEMBNO!

Polnih rotacijskih teles ne smemo rezati v celoti v vzdolžni smeri! (gredi, osi, vijaki, sorniki,...)! – zato uporabljamo delne prezeze

2. Prezezi

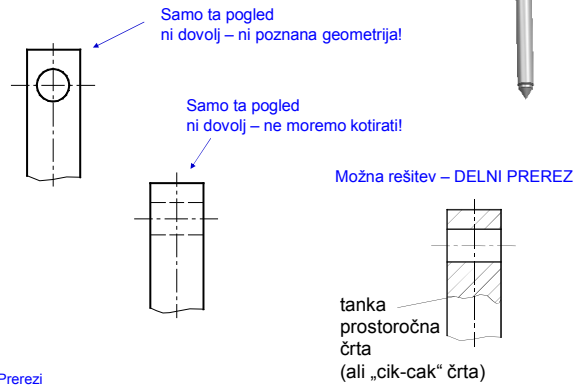
Naloga TR 2.4

S čim manj pogledi prikazite spodnji predmet, tako da bo geometrija v celoti definirana ter bo predmet mogoče kotirati!



2. Prerezi

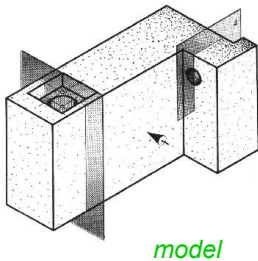
Ali je en pogled dovolj?



2. Prerezi

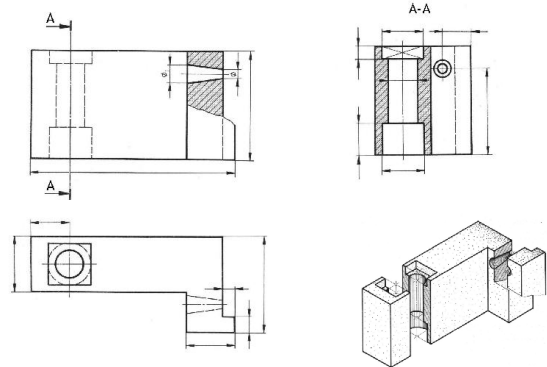
Naloga TR 2.5

Spodnji predmet prikazite s pomočjo delnega in polnega prereza ter ga kotirajte.



2. Prerezi

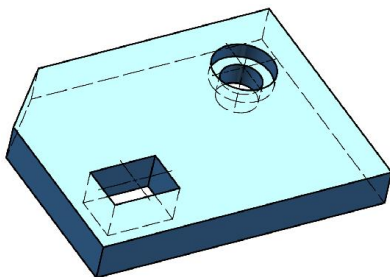
Rešitev



2. Prerezi

Naloga TR 2.6

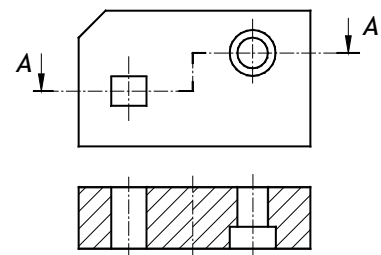
Prikažite spodnji predmet z uporabo lomljenega prereza.



2. Prerezi

2.3 Lomljeni prerezi

Ena izmed možnih rešitev:



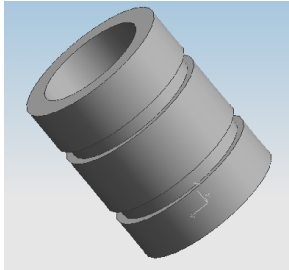
POZOR! Zamik šrafure, odebeljena srednjica na mestu preloma prerezne ravnine (črta H). Po zadnji reviziji standarda zamik šrafure ni več potreben!

2. Prerezi

2.4 Četrtnski prerezi

Naloga TR 2.7

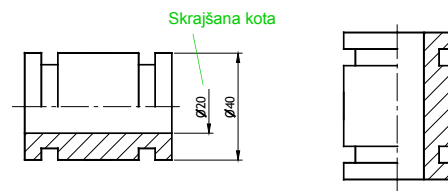
Prikažite in kotirajte spodnji predmet z uporabo četrtnskega prereza.



2. Prerezi

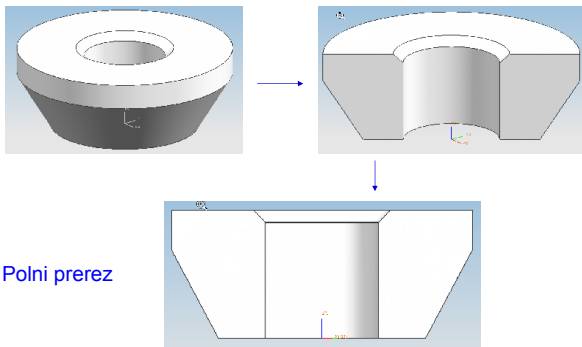
Vodoravna os
—
prerez spodaj

Navpična os
—
prerez desno

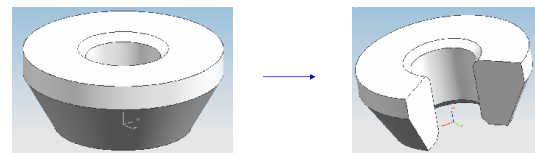


POZOR! Ločnica med pogledom in prerezom je vedno srednjica!

2. Prerezi

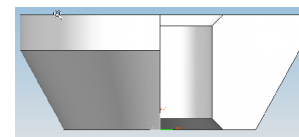


2. Prerezi



model

četrtnski prerez



POZOR! V četrtnskem prerezu praviloma rišemo samo votla (prevrtana) rotacijska telesa!

2. Prerezi

DRUGA VAJA iz TEHNIČNEGA RISANJA

SNOV:

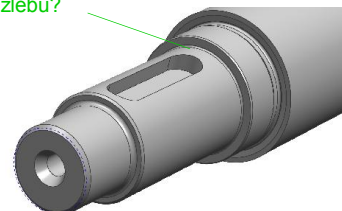
1. Kotiranje
 - 1.1 Pravopis kotiranja
 - 1.2 Osnovna pravila in napotki
 - 1.3 Pogoste napake
 - 1.4 Posebnosti
 - 1.5 Načini kotiranja
2. Prerezi
 - 2.1 Polni prerezi
 - 2.2 Delni prerezi
 - 2.3 Lomljeni prerezi
 - 2.4 Četrtnski prerezi
3. Detajli
4. Posebni pogledi in prerezi (poševni, polovični, četrtnski, ...)

Druga vaja iz tehničnega risanja

3. Detajli (podrobnosti)

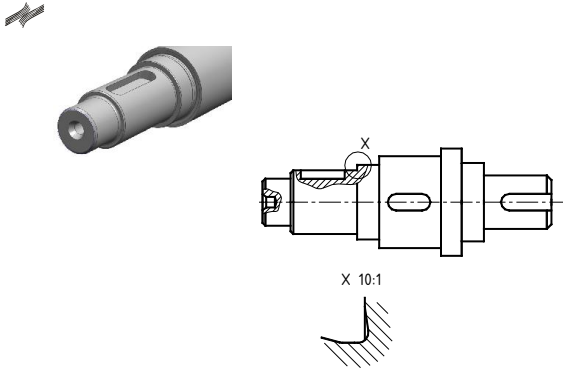
Kdaj potrebujemo detajle?

Geometrija krožnega utora oz. žlebu?



Ko ni mogoče jasno prikazati posameznih podrobnosti oziroma je oteženo natančno kotiranje, uporabimo detajl.

3. Detajli

**OZNAKA:**KROG s tanko črto in velika tiskana črka (*navadno X, Y, Z, W,...*)

3. Detajli

DRUGA VAJA iz TEHNIČNEGA RISANJA

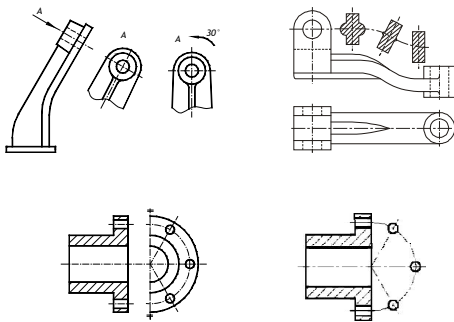
SNOV:

1. Kotiranje
 - 1.1 Pravopis kotiranja
 - 1.2 Osnovna pravila in napotki
 - 1.3 Pogoste napake
 - 1.4 Posebnosti
 - 1.5 Načini kotiranja
2. Prerezi
 - 2.1 Polni prerezi
 - 2.2 Delni prerezi
 - 2.3 Lomljeni prerezi
 - 2.4 Četrtnski prerezi
3. Detajli

4. Posebni pogledi in prerezi (*poševni, polovični, četrtinski,...*)

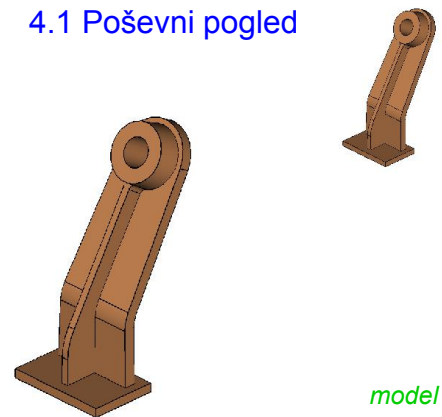
Druga vaja iz tehničnega risanja

4. Posebni pogledi in prerezi

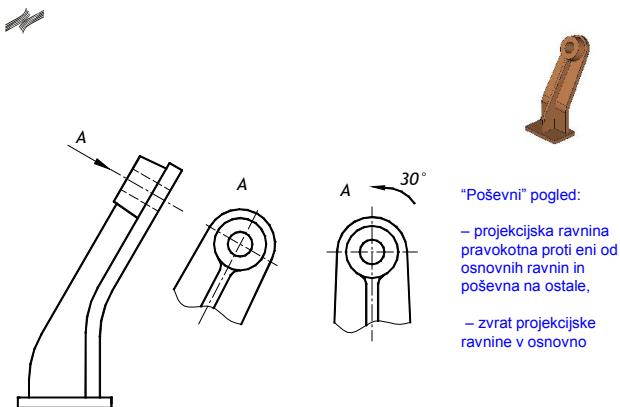


4. Posebni pogledi in prerezi

4.1 Poševni pogled



4. Posebni pogledi in prerezi

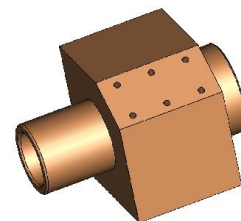
**"Poševni" pogled:**

- projekcijska ravnina pravokotna proti eni od osnovnih ravnin in poševna na ostale,
- zvrzat projekcijske ravnine v osnovno

4. Posebni pogledi in prerezi

Naloga TR 2.7

Izdelajte skico spodaj prikazane podpore. Podpora naj bo izdelana iz splošnega konstrukcijskega jekla. Predmet ustrezno prikažite in kotirajte, izpolnite tudi glavo risbe! Kotiranje prilagodite splošnim postopkom obdelave: struženju, frezanju in vrtanju. Šest manjših slepih izvrtin je pravokotnih na poševno ploskev!

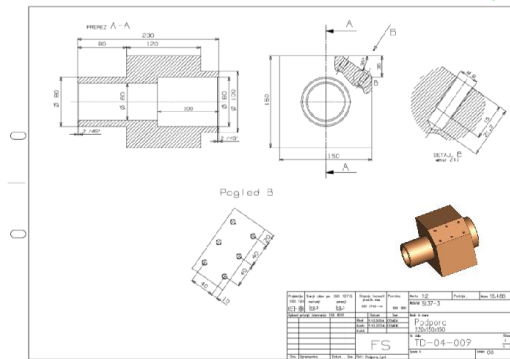


4. Posebni pogledi in prerezi

model

Rešitev

Dokumentacija

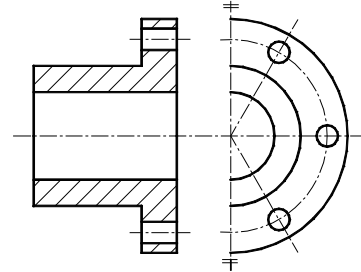


4. Posebni pogledi in prerezi

4.2 Polovični pogled

POZOR!

Dve vzporedni tanki črtici

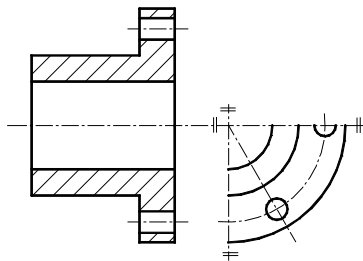


4. Posebni pogledi in prerezi

4.3 Četrtninski pogled

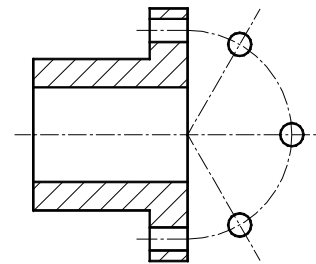
POZOR!

Dve vzporedni tanki črtici



4. Posebni pogledi in prerezi

4.4 Prikaz z delilnim krogom



4. Posebni pogledi in prerezi

Naloge za utrjevanje znanja

Izdelajte delavniški risbi vsaj dveh izmed štirih sledečih izdelkov.

Risbi narišite na **standardni format z okvirjem in z glavo za delavniško risbo.**

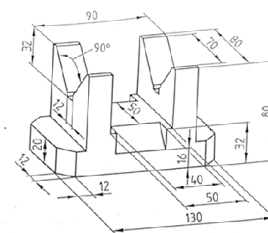
V glavo je potrebno obvezno vpisati:

- priimek študenta in datum risanja,
- naslov risbe,
- številka risbe (po vzorcu: RRP-vp.št.-sk.-vaja),
- merilo,
- standard za razporeditve projekcij (ustrezen simbol za evropski razpored projekcij in navedba ISO 128),
- list in skupno št. listov,
- material,
- masa.

Vaje za utrjevanje

DN TR 2.1

Izdelajte delavniško risbo spodaj prikazanega vodila. Vodilo naj bo izdelano iz splošnega konstrukcijskega jekla. Predmet ustrezno prikažite in kotirajte, izpolnite tudi glavo risbe! Kotiranje prilagodite splošnim postopkom obdelave. Mere, ki niso definirane, lahko izbirate prosto!



Vaje za utrjevanje

TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (3003) PA program

gradivo za 3. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
 Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
 Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
 Vili Pepel, Senad Omerović, Aleksander Novak,
 Ivan Prebil

Ljubljana, november 2014

OPISNA GEOMETRIJA IN TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (2003) RR program

gradivo za 3. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
 Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
 Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
 Vili Pepel, Senad Omerović, Aleksander Novak,
 Ivan Prebil

Ljubljana, november 2014

Tretja vaja iz tehničnega risanja

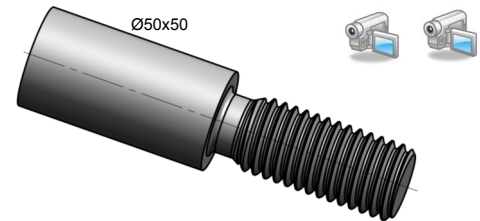
SNOV:

1. Navoji
 - 1.1 Zunanji navoji
 prikazovanje, kotiranje, izteki in žlebovi za iztek navojev, posebnosti
 - 1.2 Notranji navoji
 prikazovanje, kotiranje, izteki in žlebovi za iztek navojev
2. Vijačna zveza
 - 2.1 Vijačna zveza z navojno izvrtino
 - 2.2 Vijačna zveza s skoznjo luknjo
 - 2.3 Vijačna zveza s stebelnim vijakom
3. Primeri za utrjevanje stanja
 - 3.1 Delavniška risba opornika - Naloga TR 3.4
 - 3.2 Delavniška risba nosilca - Naloga TR 3.5

Tretja vaja iz tehničnega risanja

Naloga TR 3.1

V merilu 1:1 narišite zunanji navoj M30, uporabne dolžine 50 mm. Navoj naj se zaključi s standardnim žlebom za iztek zunanjega navoja, ki ustreza ISO ali DIN standardu. Tudi ta žleb natančno narišite in kotirajte (po potrebi v povečanem detajlu).

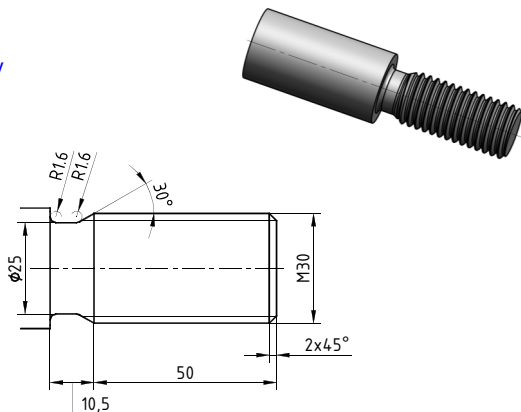


1. Navoji

Tabele

Primeri

Rešitev



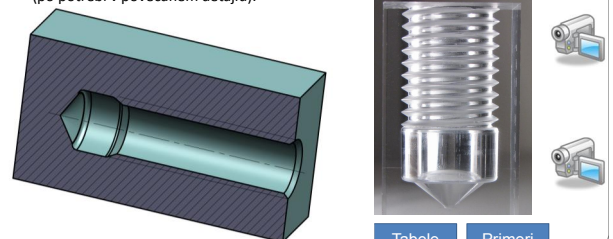
1. Navoji

Tabele

Primeri

Naloga TR 3.2

V merilu 1:1 narišite notranji navoj M30 x 2,0, uporabne dolžine 50 mm (slepa navojna izvrtina). Navoj naj se zaključi s standardnim žlebom za iztek notranjega navoja, ki ustreza ISO ali DIN standardu. Tudi ta žleb natančno narišite in kotirajte (po potrebi v povečanem detajlu).



1. Navoji

Tabele

Primeri

Rešitev

1. Navoji

Tabele Primeri

Naloga TR 3.2a

Navojno vreteno snemalne naprave - $\phi 12$, $l=125$

- Prečna izvrtina – $\phi 6.5$, 10 mm od vrha (delni prerez)
- Konica (konus) – 60° , premer 9 mm
- Zunanji navoj (fini metrični) imenskega premera 12 mm dolžine 90 mm!
- Material (bron)

model

2. Navoji

Tabele Primeri

Kaj je na tej risbi generalno napačno?

1. Navoji

Naloga TR 3.2b

Nastavitvena matica

- Notranje in zunanje oblike (četrtnski prerez):
 - Maks. premer $\phi 32$, $l = 4$
 - Min. premer $\phi 22$
 - Višina skupaj 13 mm
- Konus (funkcija), kotiranje konusov
- Notranji navoj (fini metrični) za vreteno
- Zunanje narebričenje (standardno, poenostavitev prikaza) DIN 82 RKE 1,0

model

2. Navoji

Tabele Primeri

QUICK Rändelfräser

Kreuzrändelung RKE gemäß DIN 82, jedoch Kreuzung unter 45° zur Werkstückachse

Ausführung: PM-Stahl, Zahnflanken geschliffen

Nr. 19161 15° rechts, unbeschichtet

Nr. 19162 15° links, unbeschichtet

Nr. 19163 15° rechts, UniDur-beschichtet, für Materialien ab ca. 900 N/mm²

Nr. 19164 15° links, UniDur-beschichtet, für Materialien ab ca. 900 N/mm²

Anwendung: für Rändelfräserwerkzeuge Nr. 19100 ab Seite 19/2

Teilung	mm	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	1,6	2,0
Rändelfräser-Ø	mm	21,5	21,5	14,5	21,5	14,5	21,5	21,5	21,5
Bez.-Nr.		305	306	208	308	210	310	312	315
19161	rechts	Stückpreis	€ 20,60	20,60	16,80	20,60	16,80	20,60	20,60
19162	links	Stückpreis	€ 20,60	20,60	16,80	20,60	16,80	20,60	20,60
19163	rechts, UniDur	Stückpreis	€ -	-	29,60	25,40	29,60	-	29,60
19164	links, UniDur	Stückpreis	€ -	-	29,60	25,40	29,60	-	29,60

Prod.-Gr. 192

QUICK Rändelfräser

Fischhauträndelung RGE gem. DIN 82, jedoch Kreuzung unter 30° zur Werkstückachse

Ausführung: PM-Stahl, Zahnflanken geschliffen

Nr. 19165 90°, unbeschichtet

Nr. 19166 90°, UniDur-beschichtet, für Materialien ab ca. 900 N/mm²

Anwendung: für Rändelfräserwerkzeuge Nr. 19100 ab Seite 19/2

Teilung	mm	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0
Rändelfräser-Ø	mm	14,5	21,5	14,5	21,5	14,5	21,5	21,5
Bez.-Nr.		209	306	209	309	210	310	312
19165		Stückpreis	€ (16,80)	(20,60)	16,80	20,60	16,80	20,60
19166	UniDur	Stückpreis	€ -	(29,60)	-	29,60	29,60	-

Prod.-Gr. 192

DIN 82 RGE10

1.0.9

1. Navoji

Nestandardni konus, običajno se taki ne označujejo s simbolom!

Tretja vaja iz tehničnega risanja

SNOV:

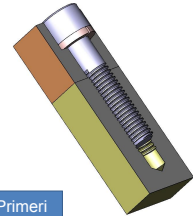
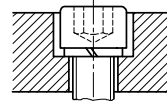
1. Navoji
 - 1.1 Zunanji navoji
prikazovanje, kotiranje, izteki in žlebovi za iztek navojev, posebnosti
 - 1.2 Notranji navoji
prikazovanje, kotiranje, izteki in žlebovi za iztek navojev
- ➔ 2. Vijačna zveza
 - 2.1 Vijačna zveza z navojno izvrtino
 - 2.2 Vijačna zveza s skožno luknjo
 - 2.3 Vijačna zveza s stebelnim vijakom
3. Primeri za utrjevanje znanja
 - 3.1 Delavniška risba opornika - Naloga TR 3.4
 - 3.2 Delavniška risba nosilca - Naloga TR 3.5

Tretja vaja iz tehničnega risanja



Naloga TR 3.3

Nariši sestav vijaka z valjasto glavo in šestrobo vgrezno po ISO 4760 (DIN 912) – M12, dolžine 40 mm z dolžino navoja 36 mm, ki je privit v slepo navojno izvrtino izdelano v ohišju. Debelina prirobe, ki jo vijak veže ob ohišje je 25 mm. Glava vijaka je popolnoma vgreznjena v prirobo! Premer glave vijaka je 18 mm, višina pa 12mm! Varovanje proti odvrtju naj bo zagotovljeno z vzmetno podložko.



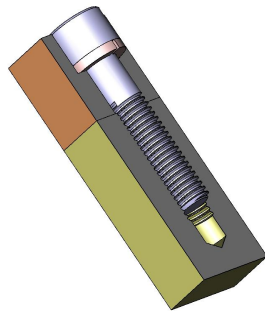
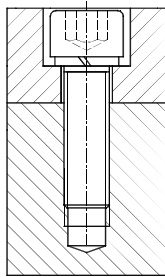
model

2. Vijačna zveza

Tabele

Primeri

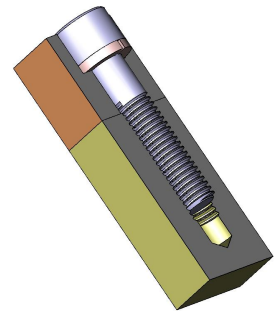
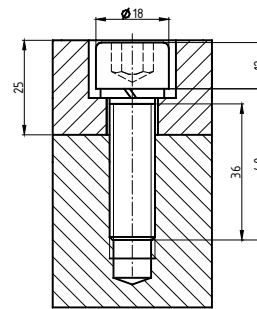
Rešitev



2. Vijačna zveza

Tabele

Rešitev



2. Vijačna zveza

Tabele

Tretja vaja iz tehničnega risanja

SNOV:

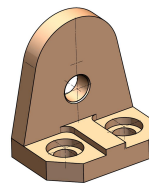
1. Navoji
 - 1.1 Zunanji navoji
prikazovanje, kotiranje, izteki in žlebovi za iztek navojev, posebnosti
 - 1.2 Notranji navoji
prikazovanje, kotiranje, izteki in žlebovi za iztek navojev
2. Vijačna zveza
 - 2.1 Vijačna zveza z navojno izvrtino
 - 2.2 Vijačna zveza s skožno luknjo
 - 2.3 Vijačna zveza s stebelnim vijakom
- ➔ 3. Primeri za utrjevanje znanja
 - 3.1 Delavniška risba opornika - Naloga TR 3.4
 - 3.2 Delavniška risba nosilca - Naloga TR 3.5

Tretja vaja iz tehničnega risanja



Naloga TR 3.4

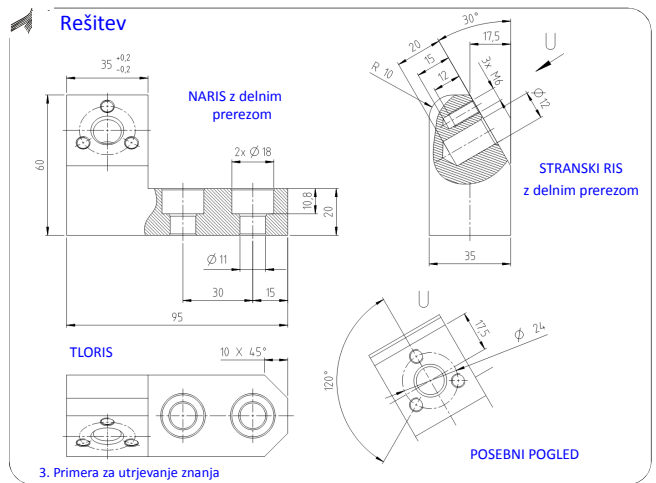
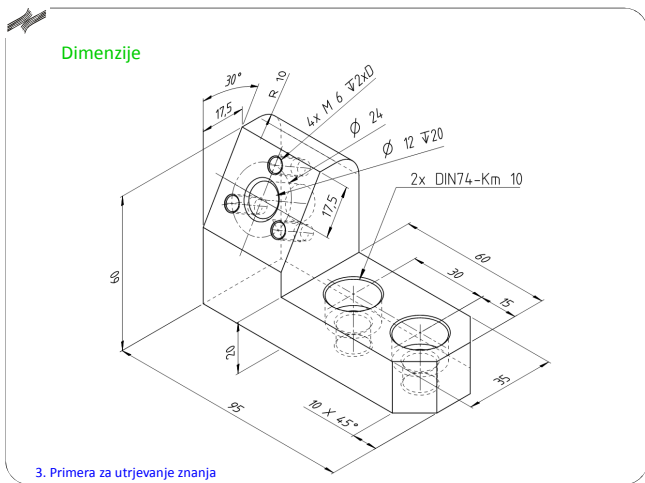
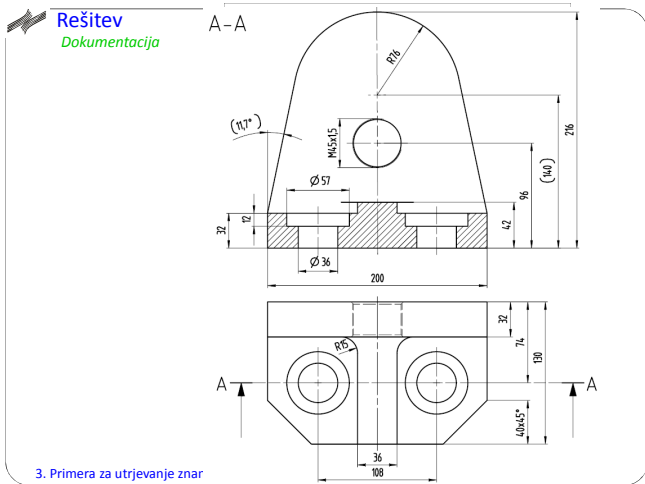
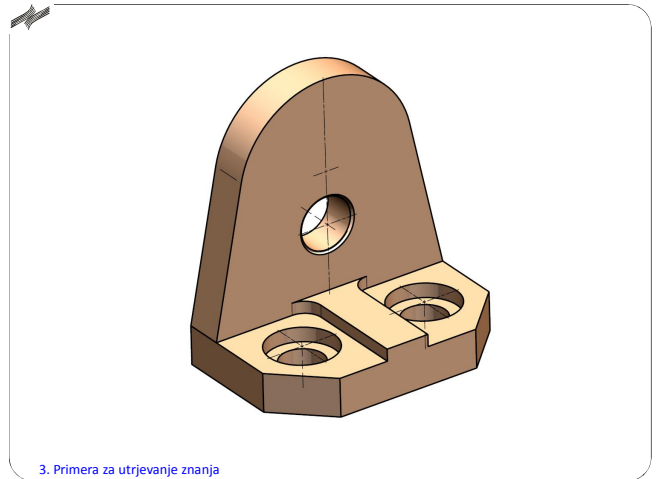
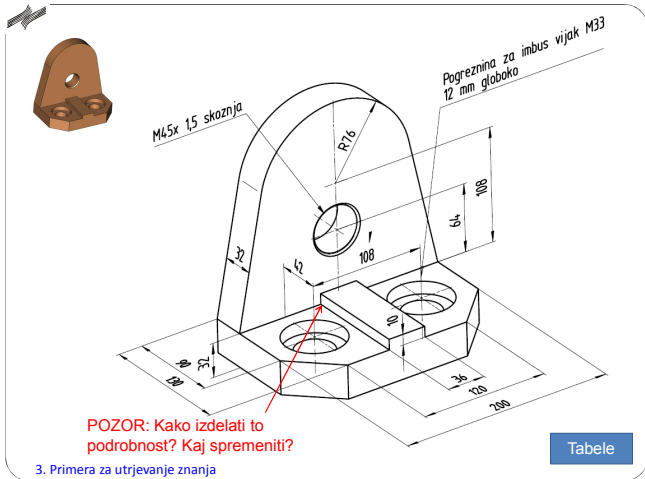
Izdelajte delavniško risbo spodaj prikazanega opornika. Opornik naj bo izdelan iz splošnega konstrukcijskega jekla. Predmet ustrezno prikažite in kotirajte, izpolnite tudi glavo risbe! Kotiranje prilagodite splošnim postopkom obdelave: struženju frezanju in vrtanju. Mere, ki niso definirane lahko zbirate prosto! Cilindrična pogreznina za glavo imbusnega vijaka M33 je globoka samo 12 mm!



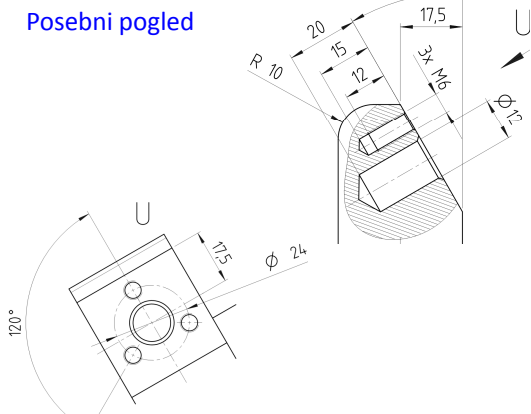
Tabele

model

3. Primeri za utrjevanje znanja



Posebni pogled



3. Primera za utrjevanje znanja

Naloga za utrjevanje znanja

Vaje za utrjevanje

Definicija

Izdelajte delavniški risbi sledečih dveh izdelkov.

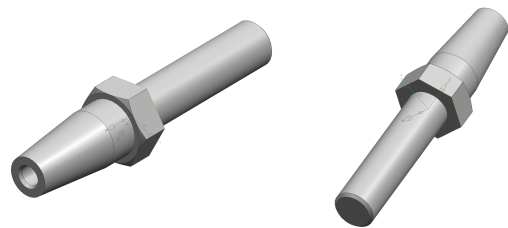
Risbi narišite na standardni format z okvirjem in z glavo za delavniško risbo. V glavo je potrebno obvezno vpisati:

- ime študenta in datum risanja,
- naslov risbe,
- številka risbe (po vzorcu: RRP-vp.št.-sk.-vaja),
- merilo,
- standard za razporeditve projekcij (ustrezen simbol za evropski razpored projekcij in navedba ISO 128),
- list in skupno št. listov,
- material,
- masa.

Vaje za utrjevanje

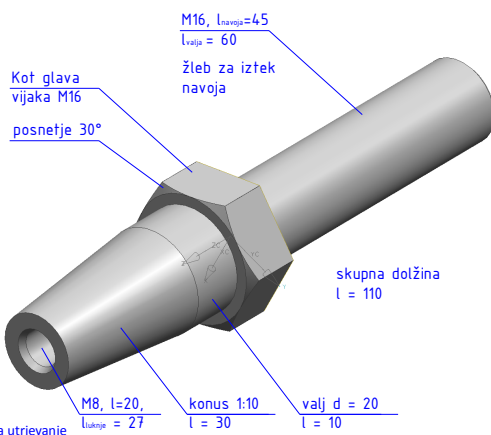
Naloga TR DN 3.1

Izdelajte delavniško risbo spodaj prikazane vrtenine. Vrtenina naj bo izdelana iz splošnega konstrukcijskega jekla. Predmet ustrezno prikažite in kotirajte, izpolnite tudi glavo risbe. Kotiranje prilagodite splošnim postopkom obdelave. Mere, ki niso definirane lahko izbirate prosto.



Vaje za utrjevanje

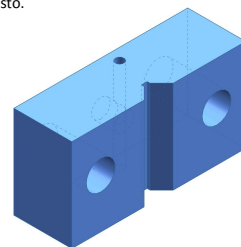
Nedoločene mere sorazmerno izberite sami!



Vaje za utrjevanje

Naloga TR DN 3.2

Izdelajte delavniško risbo spodaj prikazanega vodila. Vodilo naj bo izdelano iz splošnega konstrukcijskega jekla. Predmet ustrezno prikažite in kotirajte, izpolnite tudi glavo risbe. Kotiranje prilagodite splošnim postopkom obdelave. Mere, ki niso definirane lahko izbirate prosto.



Vaje za utrjevanje

Nedoločene mere sorazmerno izberite sami!

skožnja izvrtina, os ekscentrično 2,5 desno

slepa navojna izvrtina M6, $l_{navoja} = 6\text{mm}$, os na simetrijski ravnini

Zunanje dimenzije:
 $A = 60$
 $B = 20$
 $H = 32$

90°, širina 10 (zunaj) in 2 (pravokotna zarez) izvrtina M10x1

skožnja navojna izvrtina M10x1

Vaje za utrjevanje

Snov s predavanj

Vaje za utrjevanje

1. Navoji

glava, steblo, navoj, končna

vijak

matrica

matrica

vijak

metrski trikotni navoj

1. Navoji

1.1 Zunanji navoji

Prikazovanje

debela polna vrh navoja

tanka polna vznožje navoja

1. Navoji

tanka polna vznožje navoja

debela polna vrh navoja

debela polna konec navoja

tanka polna vznožje navoja

1. Navoji

konec navoja črta A 01.2

vrh navoja črta A 01.2

vznožje navoja črta B 01.1.8

Risanje zunanjih navojev v pogledu

konec navoja črta F 02.1

Risanje zunanjih navojev v prerezu

1. Navoji

Kotiranje

Osnovne vrste navojev

- kvadratni navoj
- metrski navoj
- cevni navoj
- trapezni navoj
- zagasti navoj
- obli navoj

Primeri

- Tr 20x4
- S 20x4
- G 1/2
- Rd 44x7
- M 12
- M 12x1,25
- trapezni navoj
- zagasti navoj
- cevni navoj
- obli navoj
- metrski navoj
- metrski fini navoj

1 cola = 25,4mm

1. Navoji

Posebnosti

Kotiranje desnega in levega navoja

Normalni in fini metrski navoji

Tanka črta do konca!

1. Navoji

Označevanje vijakov, matic in podložk (sestavi – kosovnice)

vijak **SIST ISO 4014 - M8x1,25x40 - 5.8**

- trdnostni razred
- dolžina stebra
- oznaka navoja
- standard, ki podaja obliko in mere vijaka

matica **SIST ISO 4032 - M8 - 5**

- trdnostni razred
- oznaka navoja
- standard, ki podaja obliko in mere matice

podložka **DIN125 - B8**

- imenski premer
- tip podložke
- standard, ki podaja obliko in mere podložke

1. Navoji

Izteki navojev in žlebovi za iztek navojev

Pri izdelavi navoja je potrebno predvideti iztek navoja, kateri mora biti prilagojen postopku izdelave navoja. Iztek leži vedno izven kotirane dolžine navoja in ga rišemo samo v primeru, ko je to potrebno iz funkcionalnih razlogov. Namesto izteka navoja lahko predvidimo tudi žleb za iztek navoja.

rezani navoji

premer stebra = zunanji premer navoja

valjani navoji

premer stebra = zunanji premer navoja

premer stebra = zunanji premer navoja

Izteki zunanjih metrskih navojev (SIST ISO 3508)

Žleb za iztek zunanjih metrskih navojev (SIST ISO 4755)

1. Navoji

1.2 Notranji navoji

Prikazovanje

a) skoznja navojna izvrtina

1. Navoji

b) slepa navojna izvrtina

1. Navoji

Kotiranje

1. Navoji

Izteki navojev in žlebovi za iztek navojev

Iztek (levo) in žleb za iztek (desno) notranjih metriških navojev (DIN 76-1)

1. Navoji

Kotiranje konusov

Izraz konus uporabljamo pri delih orodij, oseh, gredeh in podobnih elementih, ki imajo obliko (prisekanega) stožca. Poleg kotiranja so pomembne tudi tolerance (geometrijske) in stanje površin konusov.

a) Kotiranje konusa (brez pomembne funkcije)

b) Standardni in tipski konusi (s pomembno funkcijo)

Polovični kot konusa je predvsem tehnološka mera in se večinoma dodaja na risbe!

Enačba: $1 : x = \frac{1}{x} = \frac{D-d}{L}$

Konusi

Symbol za koničnost

PRAVILA:

1. kazalna črta \perp na površino
2. referenčna črta vzporedna z osjo konusa
3. simbol usmerjen v smeri konusa
4. velikost simbola določena s standardom glede na višino tehnične pisave h
5. polovični kot se praviloma vedno dodaja kot tehnološka mera

POZOR:

- Kratki konusi, ki se tretirajo kot posnetja robov (vizualni, varnostni ali montažni namen) se kotirajo preprosteje – tipično zadoščata 2 meri (običajno dolžina in polovični kot konusa)!

Konusi

2. Vijačna zveza

z navojno izvrtino

s stebelnim vijakom

s skoznjo luknjo

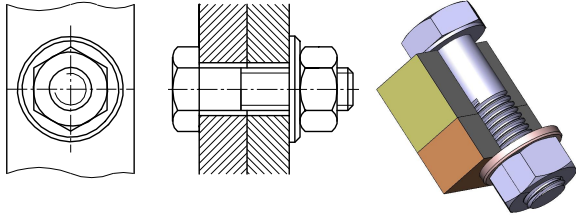
2. Vijačna zveza

2.1 Vijačna zveza z navojno izvrtino

model

2. Vijačna zveza

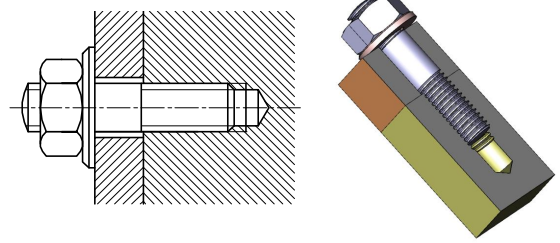
2.2 Vijačna zveza s skožno luknjo



model

2. Vijačna zveza

2.3 Vijačna zveza s stebelnim vijakom

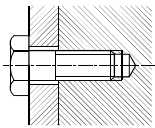


model

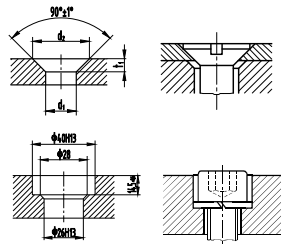
2. Vijačna zveza

Posebnosti

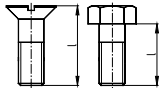
Skožnja izvrtina - d_h



Ugreznine

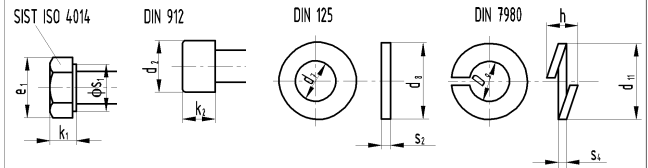


Dolžina vijaka



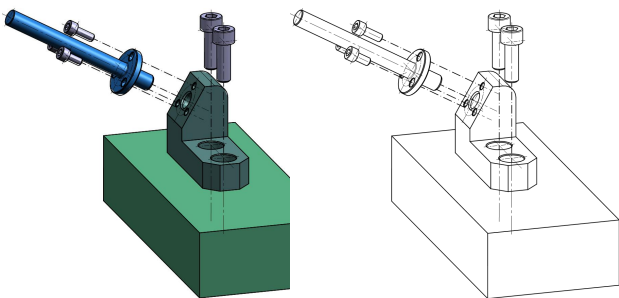
2. Vijačna zveza

Mere vijakov in podložk



	d_1	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36
šestrobri vijaki SIST ISO 4014 DIN ISO 4014	k_1	2,8	3,5	4	5,8	6,4	7,5	10	13	15	19	23
	e_1	7,66	8,79	11,05	14,38	17,77	20,03	26,75	33,53	39,98	50,85	60,79
	s_1	7	8	10	13	16	18	24	30	36	46	55
inbus vijaki SIST ISO 4762 DIN 912	k_2	4	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36
	d_2	7	8,5	10	13	16	18	24	30	36	45	54
platičate podložke DIN 125	d_3	9	10	12,5	17	21	24	30	37	44	56	66
	s_2	0,8	1	1,6	1,6	2	2,5	3	3	4	4	5
vzmetne podložke DIN 7980	d_{11}	7	8,8	9,9	12,7	16	18	24,4	30,6	35,9	44,1	52,2
	s_4	1,2	1,6	1,6	2	2,5	2,5	3,5	4,5	5	6	7

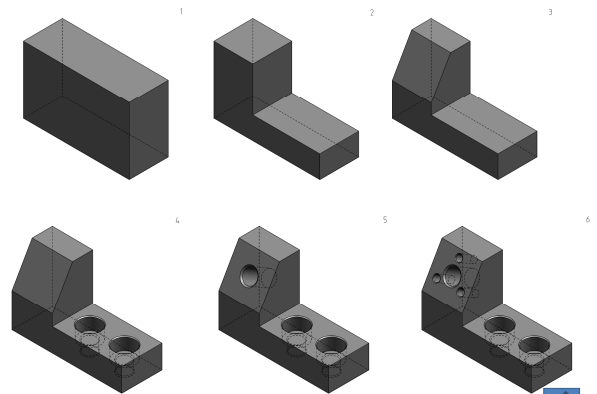
Uporaba nosilca



model sestava

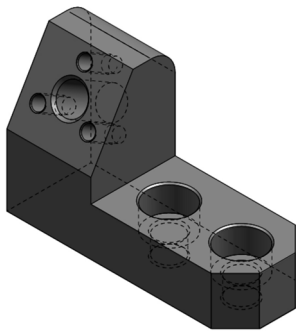
3. Primera za utrjevanje znanja

Nastanek izdelka z odrezavanjem



3. Primera za utrjevanje znanja

Končni izdelek

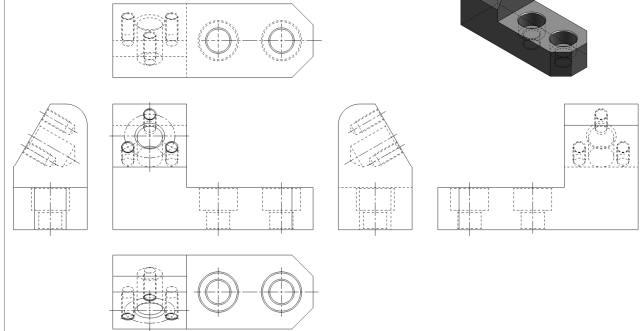


- POSTOPKI:
- Frezanje
 - Vrtanje
 - Grezenje
 - Vrezovanje navojev
 - Zokrožitev in posnetje robov

3. Primera za utrjevanje znanja



Večpogledne projekcije

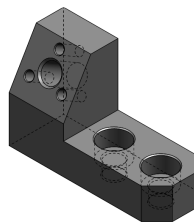


3. Primera za utrjevanje znanja



Večpogledne projekcije – končni izbor pogledov in prerezov in kotiranje

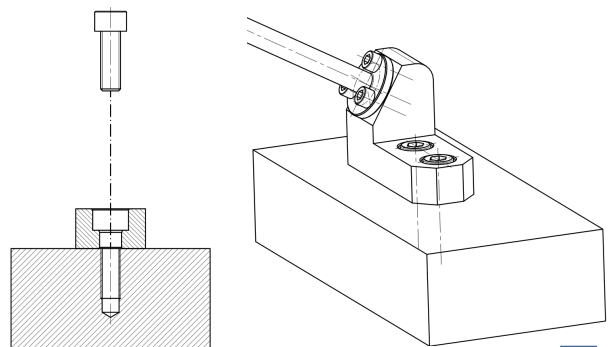
Precej možnih načinov prikaza!
Ena izmed možnih rešitev je sledeča



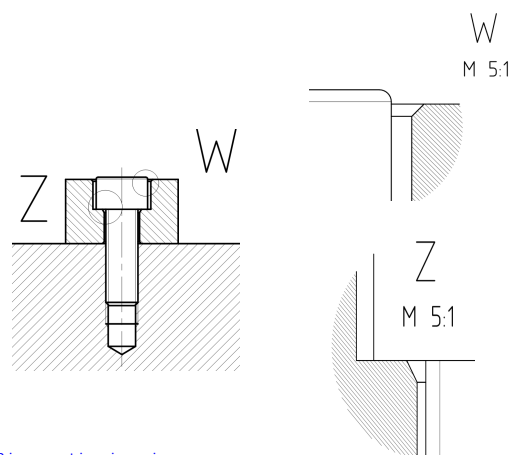
3. Primera za utrjevanje znanja



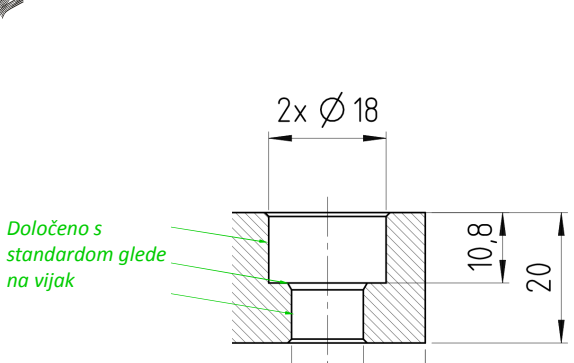
Ugreznine za vijake



3. Primera za utrjevanje znanja



3. Primera za utrjevanje znanja



3. Primera za utrjevanje znanja



TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (3003) PA program

gradivo za 4. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:

 Samo Zupan, Robert Kunc, Miha Ambrož, Simon Krašna, Andrej Žerovnik,
 Vili Pepel, Jovan Trajkovski, Ana Trajkovski

Ljubljana, november 2014

© UL - FS, KmTM, 2014

OPISNA GEOMETRIJA IN TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (2003) RR program

gradivo za 4. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:

 Samo Zupan, Robert Kunc, Miha Ambrož, Simon Krašna, Andrej Žerovnik,
 Vili Pepel, Jovan Trajkovski, Ana Trajkovski

Ljubljana, november 2014

© UL - FS, KmTM, 2014

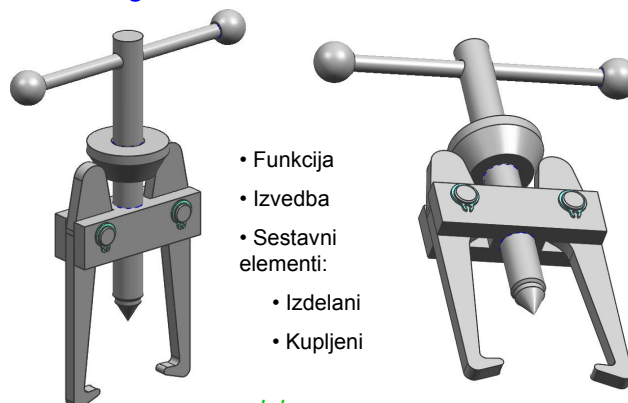
ČETRТА VAJA iz TEHNIČNEGA RISANJA

SNOV:

1. Zapis zahtev po natančnosti mer delov
 - 1.1 Definicija odstopkov in toleranc
 - 1.2 Splošne tolerance dolžinskih mer (implicitne)
 - 1.3 Neposredni zapis dovoljenih odstopkov
 - 1.4 Skladi toleranc – preprosti primeri
2. Glavne oziroma sestavne risbe
 - 2.1 Kotiranje (funkcionalne in vgradne mere)
 - 2.2 Kosovnica
 - 2.3 Pozicioniranje
 - 2.4 Izračun in tabela ujemov
 - 2.5 Šrafitiranje na sestavnih risbah
3. Stanje robov delov
 - 3.1 Uvod
 - 3.2 Splošni simbol
 - 3.3 Pomen predznaka
 - 3.4 Pomen pozicije številke
 - 3.5 Zbirnik in standardne vrednosti stanja robov

Četrta vaja iz tehničnega risanja

Naloga TR 4.0 - SNEMALNA NAPRAVA (3D model)

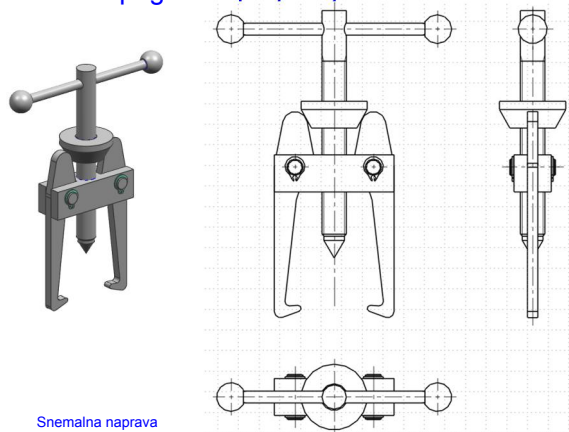


Snemalna naprava

model

- Funkcija
- Izvedba
- Sestavni elementi:
 - Izdelani
 - Kupljeni

Večpogledne projekcije



Snemalna naprava

Naloga TR 4.0 - SNEMALNA NAPRAVA

Na osnovi 3D modelov in razlage o namenu in funkcionalnosti naprave ter njenih posameznih delov dopolnite sestavno risbo v vseh potrebnih elementih!

Risba mora vsebovati:

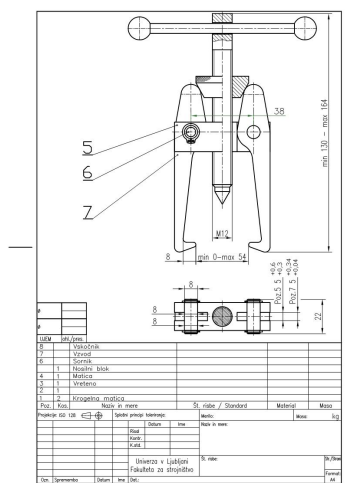
- **PRIKAZ** naprave za namen razumevanja funkcije in montaže (uveljavite možne poenostavitve risanja),
- **KOTIRANJE** (funkcionalne, vgradne oz. montažne in gabaritne mere),
- **KOSOVNICO** in **POZICIJSKE** oznake na risbi, (bodite pozorni na pravilno:
 - grupiranje delov – izdelava in „kupljeni“,
 - vpisovanje pozicij v kosovnico,
 - razporejanje pozicij na risbi
 - izpolnjevanje polj v kosovnic),
- **TABELE UJEMOV**

model

Snemalna naprava

Sestavna risba s kosovnico - za dopolnjevanje

[Povezava na PDF dokument](#)



Snemalna naprava

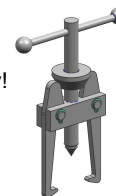


Naloga TR 4.1 - Delavniške risbe (vse potrebne)

Na osnovi 3D modelov in sestavne risbe ter razlage o namenu in funkcionalnosti naprave in njenih posameznih delov narišite vse potrebne delavniške risbe!

- Na risbah zahtevajte splošno natančnost mer!
 - Vsi deli naj ustrezajo **srednjemu razredu (stopnji točnosti) splošnih toleranc po ISO 2768**
 - Naredite **toleranco analizo kritičnih delov naprave!**
- Na risbah določite dovoljeno stanje ostrih robov!
 - Zunanji robovi naj bodo **ustrezno zaokroženi ali posneti**,
 - Notranji naj imajo **ustrezne prehode (radiji konic rezalnih orodij)**

model



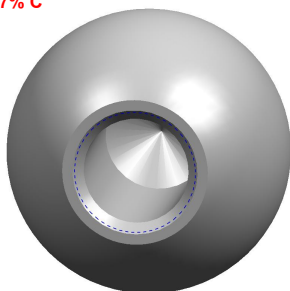
Snemalna naprava



Delavniška risba krogelne matice - skica, dokončati DN

Rotacijski deli, kroglja premera 14

- Material – konstrukcijsko jeklo **z 0,27% C**
- Notranje oblike (prerez)
- Risanje in kotiranje slepe izvrtine z notranjim navojem M6
- Notranje posnetje

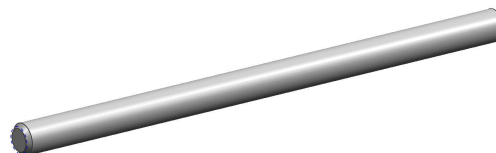


[Snemalna naprava – risbe \(PDF\)](#)

Delavniška risba prečnega vzvoda - skica, dokončati DN

Valjasti (rotacijski deli)

- Material – konstrukcijsko jeklo **z 0,27% C**
- Zunanja oblika – premer 6 mm
- Zunanji navoj – M6, l = 5
- Posnetje robu
- Kotiranje navoja
- Tolerančna analiza – zagotovitev montaže in funkcije**



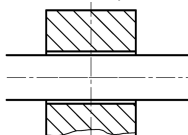
[Snemalna naprava – risbe \(PDF\)](#)



Delavniška risba prečnega vzvoda - funkcija v sestavu, ujemanje, tolerančna analiza

Funkcija vzvoda:

- Zagotavljanje navora, trdnost, dovolj dolg → premičen levo in desno, dober vprijem na koncu (matica)
- Vedno premičen v vretenu → vedno ohlapen ujem



Premer luknje v vretenu: 6,5 mm

• Odstopanje luknje (ISO 2768-m):

• ZMML =

• SMML =

• T =

Premer vzvoda (čepa): 6 mm

• Odstopanje vzvoda (ISO 2768-m):

• ZMMč =

• SMMč =

• T =

UJEM: (nestandardni z različnimi IM)

• Min ohlap = SMML – ZMMč =

• Max ohlap = ZMML – SMMč =

POZOR:

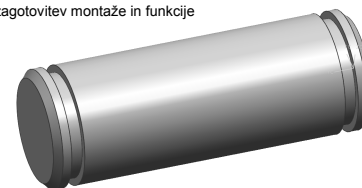
- Nestandardni ujem z različnimi IM!
- Navoji imajo posebne tolerance, ki vedno zmanjšajo količino materiala (premer tu)



Delavniška risba sornika

Valjasti (rotacijski deli)

- Material – ogljikovo jeklo za poboljšanje **z 0,45% C**
- Zunanja oblika:
 - Iz brušenega okroglega jekla premera 8 mm, tolerance ISO h8
- Utor za **zunanji vskočnik po DIN 471** - tolerance
- Posnetje robu
- Kotiranje premerov, kotiranje lege in širine utora (**funkcija**)
 - Tolerančna analiza – zagotovitev montaže in funkcije



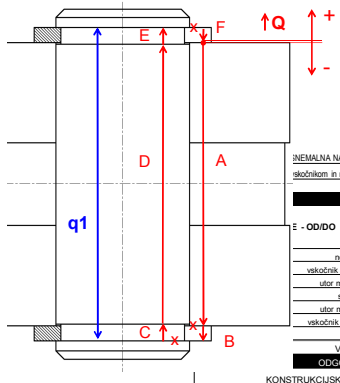
[Snemalna naprava – risbe \(PDF\)](#)



Odstopki pri ISO tolerancah – M in N

Basic size mm		M										N									
Above	Up to and including	3	4	5	6	7	8	9	10	3	4	5	6	7	8	9 ¹⁾	10 ¹⁾	11 ¹⁾			
—	3 ¹⁾	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4	-4			
3	6	-3	-2.5	-3	-1	0	2	-4	-4	-7	-6.5	-7	-5	-4	-2	0	0	0			
6	10	-5	-4.5	-4	-3	0	1	-6	-6	-9	-8.5	-9	-7	-4	-3	0	0	0			
10	18	-6	-5	-4	-4	0	2	-7	-7	-11	-10	-9	-9	-5	-3	0	0	0			
18	30	-6.5	-6	-5	-4	0	4	-8	-8	-13.5	-13	-12	-11	-7	-3	0	0	0			
30	50	-7.5	-6	-5	-4	0	5	-9	-9	-16.5	-14	-13	-12	-8	-3	0	0	0			
50	80	-8	-6	-5	-4	0	5	-10	-10	-18	-14	-14	-12	-8	-4	0	0	0			
80	120	-8	-6	-5	-4	0	6	-10	-10	-18	-16	-16	-14	-9	-5	0	0	0			
120	180	-9	-8	-7	-6	0	6	-11	-11	-21	-20	-20	-18	-11	-6	0	0	0			
180	250	-11	-8	-7	-6	0	8	-12	-12	-25	-22	-22	-20	-12	-6	0	0	0			
250	315	-13	-9	-8	-7	0	9	-13	-13	-27	-25	-25	-22	-14	-5	0	0	0			
315	400	-14	-10	-9	-8	0	11	-14	-14	-30	-26	-26	-24	-16	-5	0	0	0			
400	500	-16	-10	-9	-8	0	11	-16	-16	-33	-27	-27	-24	-17	-6	0	0	0			

Tolerančni sklad sestava



Kakšna je najmanjša razdalja (REŽA) med vskočnikom in nosilcem Q?

- Za montažo mora biti minimalna reža večja od 0! Maksimalna reža naj ne bo prevelika!
- Dotikanje delov – oznaka x
- Predznaki glede na smer sklada, predznak rezultata odvisen od smeri sklada!

SNEMALNA NAPRAVA		Vnos IM + odstotki		Izračun mejnih mer		TOLER.
skočnikom in nosilec		MAKSIMUM	MINIMUM	+ MAX - min	- MAX	
E - OD/DO	SMER	IM (risba - abs) / linska mera	ZO (risba)	SO (risba)		
nosilec A	-1	18,000	0,100	-0,100	-17,900	-18,100 0,200
vskočnik s h12 B	-1	0,800	0,000	-0,100	-0,700	-0,800 0,100
utor m H13 C	1	0,900	0,140	0,000	1,040	0,900 0,140
sornik D	1	18,000	0,100	-0,100	18,100	17,900 0,200
utor m H13 E	1	0,900	0,140	0,000	1,040	0,900 0,140
vskočnik s h12 F	-1	0,800	0,000	-0,100	-0,700	-0,800 0,100
VSOTA:	Q	0,200	0,680	-0,200	0,880	0,000 0,880
ODGOVOR:						0,000 TOLER. OPTIMIRANE

Tolerančni sklad sestava

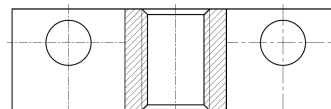
SNEMALNA NAPRAVA		Vnos IM + odstotki		Izračun mejnih mer		TOLER.
Reža med vskočnikom in nosilec		MAKSIMUM	MINIMUM	+ MAX - min	- MAX	
KOMENTAR ŠT.	SMER	IM (risba - abs) / linska mera	ZO (risba)	SO (risba)		
OPIS RAZDALJE - OD/DO						
nosilec A	-1	18,000	0,100	-0,100	-17,900	-18,100 0,200
vskočnik s h12 B	-1	0,800	0,000	-0,100	-0,700	-0,800 0,100
utor m H13 C	1	0,900	0,140	0,000	1,040	0,900 0,140
sornik D	1	18,000	0,100	-0,100	18,100	17,900 0,200
utor m H13 E	1	0,900	0,140	0,000	1,040	0,900 0,140
vskočnik s h12 F	-1	0,800	0,000	-0,100	-0,700	-0,800 0,100
VSOTA:	Q	0,200	0,680	-0,200	0,880	0,000 0,880
ODGOVOR:						0,000 TOLER. OPTIMIRANE

POZOR:

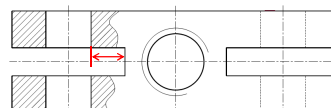
- Toleranci za prosti meri 18 na sorniku in nosilcu sta veliki: ±0,2
- Potrebno jih je zmanjšati, da se zagotovi sestavljenost – možnost montaže vskočnikov!
- Neposredni odstopki: 18 ±0,1

Reža mora biti večja od 0, da je možna montaža vskočnika!

Delavniška risba nosilnega bloka - analiza toleranc - DN



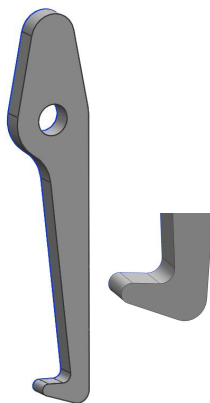
Kakšna je največja in najmanjša razdalja med notranjima linijama lukenj za sornik in notranjo steno utora za vzvod Q?



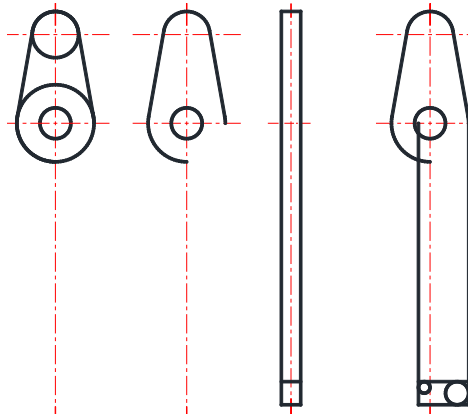
Delavniška risba vzvoda

Ploščati deli (konstantna debelina)

- Mere 100 x 20 x 5
- Material – konstrukcijsko jeklo z 0,27% C
- Risanje in kotiranje kontur za izdelavo na NC frezalnem stroju
- Tangencialni prehodi
- Oblika, velikost, lega
- Srednjice pri krožnicah
- Kotiranje radijev
- Dopustni odstopki debeline: +0,04; +0,34
- Surovec je hladno valjana jeklena pločevina (debelina in tolerance valjane), obdelajo se samo konture, spodnja in zgornja površina ostaneta neobdelani

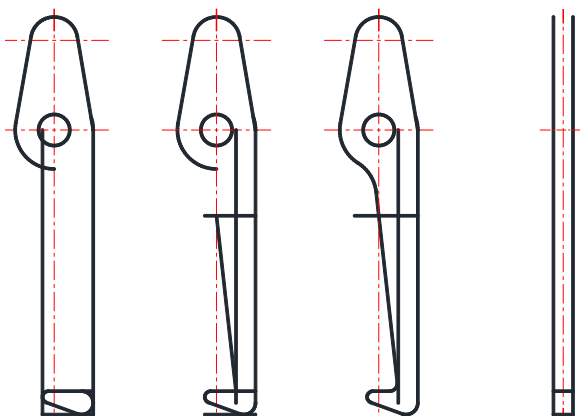


Delavniška risba vzvoda

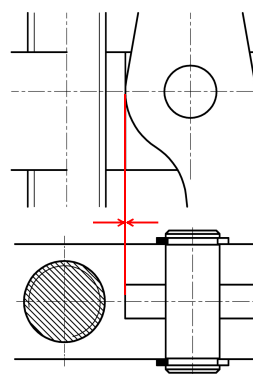


[Snemalna naprava – risbe \(PDF\)](#)

Delavniška risba vzvoda



Sestavna risba Snemalne Naprave - analiza toleranc - DN

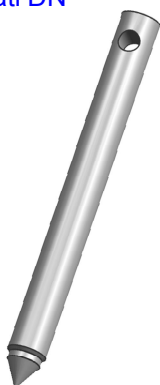


Kakšen je najmanjši ohlap med vzvodom in nosilcem SN?

Delavniška risba vretena - preveriti, dopolniti – dokončati DN

Rotacijski deli

- Vreteno premera 12, dolžine 120
- Material (bron EN DIN Cu Sn6)
- Notranje oblike (delni prerez)
- Konica (konus) za središčna gnezda
- Zunanji navoj (fini metrični premera 12 x ?)

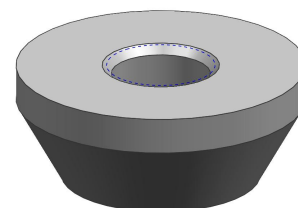


[Snemalna naprava – risbe \(PDF\)](#)

Delavniška risba konične matice - preveriti, dopolniti – dokončati DN

Rotacijski deli

- Material – konstrukcijsko jeklo **z 0,27% C**
- Notranje in zunanje oblike (četrtinski prerez) – $\phi 32 \times 13$
- Konus (funkcija), kotiranje konusov
- Notranji navoj (fini metrični) – ustreza vretenu
- Zunanje narebričenje (standardno, poenostavitev prikaza)



[Snemalna naprava – risbe \(PDF\)](#)

Naloge za utrjevanje znanja

Dokončajte sestavno in vse delavniške risbe snemalne naprave!
Preverite tolerance in stanje robov!
Dokončajte tolerančne analize!

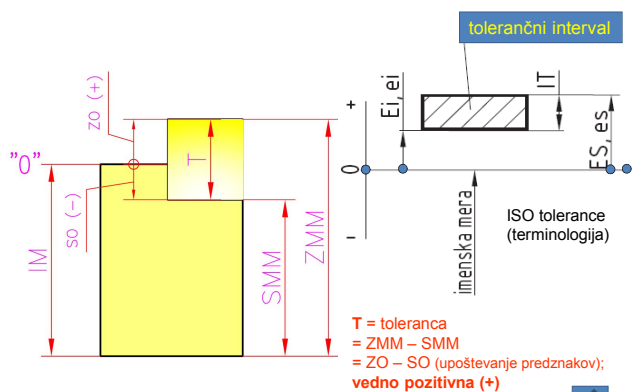
Teoretične osnove

1. Osnove toleranc

1. Tolerance mer
 - a) Tolerance dolžinskih mer (velikosti, položaj)
 - b) Tolerance kotov (orientacije, položaj)
2. Tolerance geometrijskih lastnosti
 - a) Tolerance oblike
 - b) Tolerance orientacije
 - c) Tolerance namestitve
 - d) *Tolerance profila*
 - e) *Tolerance teka*
3. NAVAJANJE toleranc mer
 - A. Implicitno (stopnja točnosti prostih mer)
 - B. Eksplicitno (odstopki, ISO tolerance)

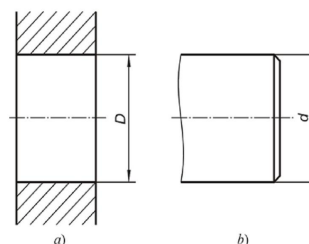
Kontrola natančnosti geometrije – tolerance mer in oblik

1. Osnove toleranc dolžinskih mer

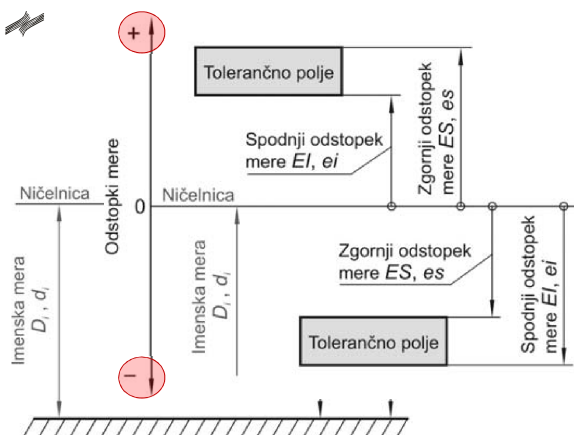


Imenska mera, mejni meri, odstopki in tolerančni interval

Osnovna elementa po tolerančnem sistemu ISO
 a) premer luknje D (notranja mera), b) premer čepa d (zunanja mera)



Notranje in zunanje mere – velikosti oblik



Imenska mera, mejni meri, odstopki in tolerančni interval

1.1 Natančnosti dolžinskih mer

1. Želena natančnost je potrebno enolično **definirati** (zapisati) **na delavniških risbah** delov sestavov!
2. Potrebna natančnost se določi **na osnovi funkcionalne analize** sestavov, v okviru katere izvajamo tudi tolerančne analize!
3. Dovoljeno odstopanje (tolerance) dolžinskih mer na risbah določamo:
 - a) Z navedbo **razreda splošne točnosti** (implicitne tolerance) mer:
 - po **ISO 2768 za mehansko obdelane dele**
 - po ISO 8062 za ulitke
 - po ISO 13920 za varjence
 - po drugem predpisu ali
 - po nestandardni uporabniški definiciji (nepriporočeno)
 - b) Z navedbo **neposrednih odstopkov mer ali mejnih mer** (eksplicitne navedbe na kotah)
 - c) Z navedbo **ISO toleranc (luknje in čepi)** pri dolžinskih merah (funkcionalno pomembni ujemi, mere standardnih ali tipiziranih elementov...)

Vrste toleranc dolžinskih mer

1.2 Splošne točnosti mer po ISO 2768

- Za dele obdelane z odrezavanjem in drugimi podobnimi postopki v splošnem strojništvu: dolžinske mere, posnetja in zaokrožitve, kotne mere
- Do 4 točnostni razredi: fine (f), medium (m), coarse (c), very coarse (v)
- Odstopki so vedno simetrični glede na ničelnico (+ = -)
- Velikost odstopkov se veča z velikostjo imenske mere po intervalih mer!

Odstopki prostih dolžinskih mer ter prostih radijev in posnetij po ISO 2768

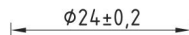
PROSTE MERE	nad 0,5 do 3	nad 3 do 6	nad 6 do 30	nad 30 do 120	nad 120 do 400	nad 400 do 1000	nad 1000 do 2000	nad 2000 do 4000
ISO 2768-v	-	±0,5	±1	±1,5	±2,5	±4	±6	±8
ISO 2768-c	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2	±3	±4
ISO 2768-m	±0,1	±0,1	±0,2	±0,3	±0,5	±0,8	±1,2	±2
ISO 2768-f	±0,05	±0,05	±0,1	±0,15	±0,2	±0,3	±0,5	-
ISO 2768-cv	±0,4	±1	±2	zunanj radiji in posnetja				
ISO 2768-fm	±0,2	±0,5	±1	zunanj radiji in posnetja				

Odstopki prostih kotov = kot krajše stranice proti daljši po ISO 2768

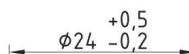
KRAJŠE STRANICE	do 10	nad 10 do 50	nad 50 do 120	nad 120 do 400
ISO 2768-h	±3°	±2°	±1°	±0'30"
ISO 2768-c	±1'30"	±1°	±0'30"	±0'15"
ISO 2768-m,f	±1°	±0'30"	±0'20"	±0'10"

1.3 Neposredni zapis odstopkov (ISO 129-1)

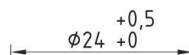
Mejne odstopke mere zapišemo z enako pisavo neposredno za imensko mero (pisava ne sme biti manjša od 2,5 mm, priporočljiva 3,5 mm).



Odstopka enakih velikosti in simetrična na ničelnico



Zgornji odstopke je zapisan nad spodnjim odstopkom



Prikaz ničelnega odstopka

Odstopek 0 (nič) lahko zapišemo ali izpustimo, če je pri tem izključena pomota. (po zadnji verziji standarda 2004 mora biti zapisan)

Neposredni (eksplicitni) zapis odstopkov

1.4 Sistematična analiza linearnih tolerančnih skladov

Osnovna načela:

- Vsaka dolžinska mera na ribi mora imeti določeno toleranco – bodisi **implicitno** (proste mere), **eksplicitno** (navedeni odstopki) ali z **ISO toleranco**!
- Mere, ki niso neposredno kotirane, morajo biti **izračunljive!**
 - Tolerance teh mer se prav tako izračunajo (linearni skladi).
 - Pri tem ima pomemben vpliv način kotiranja (funkcionalne mere imajo prednost – čim več neposredno kotirane)!
- Na izračun linearnega sklada toleranc vplivajo tudi geometrijske tolerance (kasneje).
- Pri izračunu sklada toleranc je smiselno uporabiti **sistematičen postopek** na osnovi risb (skic) in tabelaričnega izračuna!

Skladi toleranc

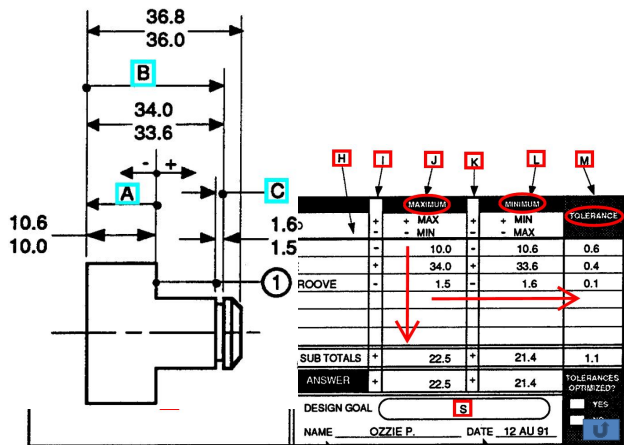
1.4 Sistematična analiza linearnih tolerančnih skladov

Izračun linearnega sklada toleranc:

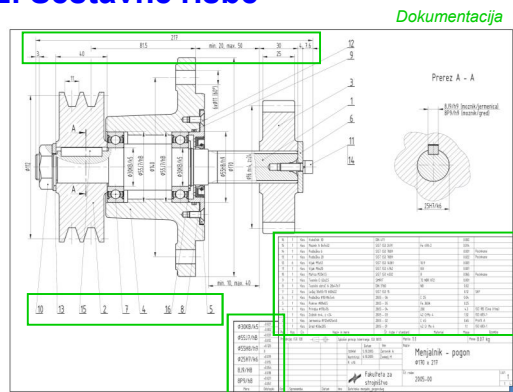
- Pri izračunu sklada toleranc se uporablja čim krajše zaporedje neposredno kotiranih mer od začetne točke do končne točke.
 - Izračun običajno izvajamo z mejnimi merami (SMM, ZMM), lahko pa tudi z imenskimi merami (IM) in odstopki (ZO, SO)!
- V začetni točki določimo indikator sklada, ki označuje pozitivno (+, običajno v desno oz. navzgor) in negativno (-) smer sklada.
- Mere zapisujemo zaporedno od začetne do končne točke sklada:
 - Meram predpišemo ustrezen predznak, odstopke pomnožimo s (+1) ali (-1) glede na indikator sklada.
- Seštejemo stolpce in dobimo odgovore na postavljena vprašanja:
 - Pri skladih na komponentah je to običajno min. in maks. mera.
 - Pri skladih na sestavih poleg tega pogosto tudi min. in maks. ohlap ali presežek! Paziti je treba na različne možne razporeditve delov oz. na dotikanje površin (označimo z X)

Skladi toleranc

1.4 Sistematična analiza linearnih tolerančnih skladov



2. Sestavne risbe



1. Sestavne risbe

2.1 Kotiranje

1. gabaritne mere
2. funkcionalne mere
3. priključne oziroma montažne mere
4. ujem

1. Sestavne risbe

2.2 Kosovnica

1. grupiranje izdelkov (standardni, nestandardni)
2. pozicije vpisujemo od spodaj navzgor!

№	1	Kos	Ime izdelka	Šifra izdelka	Šifra materiala	Šifra opreme	Opomba
15	1	Kos	Podoba A (A1A2)	SST 150 2A11	Fa 48-2	0,001	0,001
16	1	Kos	Podoba B	SST 150 2B11	Fa 48-2	0,001	0,001
17	1	Kos	Podoba C	SST 150 2C11	Fa 48-2	0,001	0,001
18	1	Kos	Podoba D	SST 150 2D11	Fa 48-2	0,001	0,001
19	1	Kos	Podoba E	SST 150 2E11	Fa 48-2	0,001	0,001
20	1	Kos	Podoba F	SST 150 2F11	Fa 48-2	0,001	0,001
21	1	Kos	Podoba G	SST 150 2G11	Fa 48-2	0,001	0,001
22	1	Kos	Podoba H	SST 150 2H11	Fa 48-2	0,001	0,001
23	1	Kos	Podoba I	SST 150 2I11	Fa 48-2	0,001	0,001
24	1	Kos	Podoba J	SST 150 2J11	Fa 48-2	0,001	0,001
25	1	Kos	Podoba K	SST 150 2K11	Fa 48-2	0,001	0,001
26	1	Kos	Podoba L	SST 150 2L11	Fa 48-2	0,001	0,001
27	1	Kos	Podoba M	SST 150 2M11	Fa 48-2	0,001	0,001
28	1	Kos	Podoba N	SST 150 2N11	Fa 48-2	0,001	0,001
29	1	Kos	Podoba O	SST 150 2O11	Fa 48-2	0,001	0,001
30	1	Kos	Podoba P	SST 150 2P11	Fa 48-2	0,001	0,001
31	1	Kos	Podoba Q	SST 150 2Q11	Fa 48-2	0,001	0,001
32	1	Kos	Podoba R	SST 150 2R11	Fa 48-2	0,001	0,001
33	1	Kos	Podoba S	SST 150 2S11	Fa 48-2	0,001	0,001
34	1	Kos	Podoba T	SST 150 2T11	Fa 48-2	0,001	0,001
35	1	Kos	Podoba U	SST 150 2U11	Fa 48-2	0,001	0,001
36	1	Kos	Podoba V	SST 150 2V11	Fa 48-2	0,001	0,001
37	1	Kos	Podoba W	SST 150 2W11	Fa 48-2	0,001	0,001
38	1	Kos	Podoba X	SST 150 2X11	Fa 48-2	0,001	0,001
39	1	Kos	Podoba Y	SST 150 2Y11	Fa 48-2	0,001	0,001
40	1	Kos	Podoba Z	SST 150 2Z11	Fa 48-2	0,001	0,001

1. Sestavne risbe

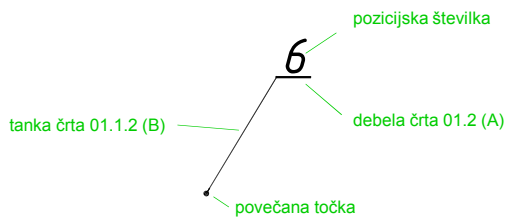
2.2 Kosovnica

1. grupiranje izdelkov (standardni, nestandardni)
2. pozicije vpisujemo od spodaj navzgor!

№	1	Kos	Ime izdelka	Šifra izdelka	Šifra materiala	Šifra opreme	Opomba
15	1	Kos	Podoba A (A1A2)	SST 150 2A11	Fa 48-2	0,001	0,001
16	1	Kos	Podoba B	SST 150 2B11	Fa 48-2	0,001	0,001
17	1	Kos	Podoba C	SST 150 2C11	Fa 48-2	0,001	0,001
18	1	Kos	Podoba D	SST 150 2D11	Fa 48-2	0,001	0,001
19	1	Kos	Podoba E	SST 150 2E11	Fa 48-2	0,001	0,001
20	1	Kos	Podoba F	SST 150 2F11	Fa 48-2	0,001	0,001
21	1	Kos	Podoba G	SST 150 2G11	Fa 48-2	0,001	0,001
22	1	Kos	Podoba H	SST 150 2H11	Fa 48-2	0,001	0,001
23	1	Kos	Podoba I	SST 150 2I11	Fa 48-2	0,001	0,001
24	1	Kos	Podoba J	SST 150 2J11	Fa 48-2	0,001	0,001
25	1	Kos	Podoba K	SST 150 2K11	Fa 48-2	0,001	0,001
26	1	Kos	Podoba L	SST 150 2L11	Fa 48-2	0,001	0,001
27	1	Kos	Podoba M	SST 150 2M11	Fa 48-2	0,001	0,001
28	1	Kos	Podoba N	SST 150 2N11	Fa 48-2	0,001	0,001
29	1	Kos	Podoba O	SST 150 2O11	Fa 48-2	0,001	0,001
30	1	Kos	Podoba P	SST 150 2P11	Fa 48-2	0,001	0,001
31	1	Kos	Podoba Q	SST 150 2Q11	Fa 48-2	0,001	0,001
32	1	Kos	Podoba R	SST 150 2R11	Fa 48-2	0,001	0,001
33	1	Kos	Podoba S	SST 150 2S11	Fa 48-2	0,001	0,001
34	1	Kos	Podoba T	SST 150 2T11	Fa 48-2	0,001	0,001
35	1	Kos	Podoba U	SST 150 2U11	Fa 48-2	0,001	0,001
36	1	Kos	Podoba V	SST 150 2V11	Fa 48-2	0,001	0,001
37	1	Kos	Podoba W	SST 150 2W11	Fa 48-2	0,001	0,001
38	1	Kos	Podoba X	SST 150 2X11	Fa 48-2	0,001	0,001
39	1	Kos	Podoba Y	SST 150 2Y11	Fa 48-2	0,001	0,001
40	1	Kos	Podoba Z	SST 150 2Z11	Fa 48-2	0,001	0,001

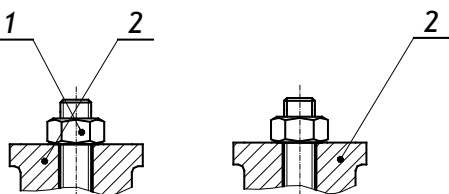
1. Sestavne risbe

2.3 Pozicijske oznake



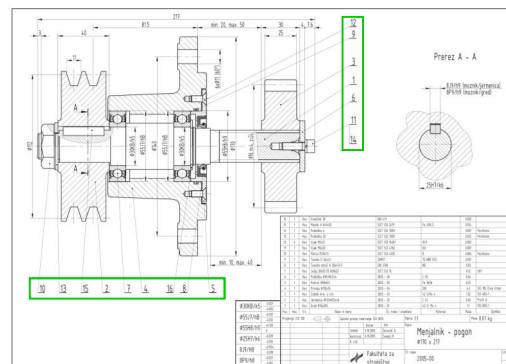
Pozicijske številke so zapisane s pisavo, ki je vsaj enkrat višja od številke na kotirnih črtah, nikakor pa niso nižje od 5 mm in stojijo na debeli črti 01.2 (A). Pozicijo in del povežemo s tanko črto 01.1.2 (B), ki se na strojnjem delu konča s povečano točko.

1. Sestavne risbe



1. Sestavne risbe

Razporedimo jih v vrstico(e) in stolpec(e)



1. Sestavne risbe

2.4 Tabela ujemov

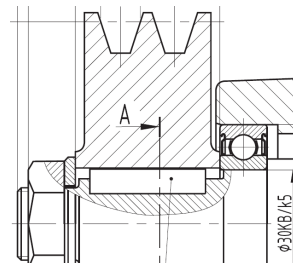
4	1	Kos	Piraba Ø17x16	2005 - 04	200	4.3	ISO 95 (Siva žilna)
1	1	Kos	Zobnik hel. z = 24	2005 - 03	42 Cnc 4	130	ISO 483-1
1	1	Kos	Imenik Ø12xØ15x10	2005 - 02	1c 45	840	ISO 483-1
1	1	Kos	Grad Ø36x25	2005 - 01	42 Cnc 4	13	ISO 483-1
Ø30x8/k5	-0.021						
Ø55j7/h8	-0.012						
Ø55H8/h9	-0.012						
Ø25H7/k6	-0.019						
Ø19/h8	-0.015						
Ø9/h8	-0.014						
Ø9/h8	-0.018						
Ø9/h8	-0.021						
Ø9/h8	-0.021						

Najvišji in najnižji standard		Materijal		Masa		Oprema	
Splošni standard		ISO 8185		Merilo 1:1		Masa 0.07 kg	
Ime		Naziv		Ime		Ime	
Menjalnik - pogon		Ø170 x 217		Fakulteta za strojništvo		2005-00	
Št. risbe		2005-00		Lp		1	
T		1		T		1	

1. Sestavne risbe

2.5 Šrafiranje na sestavnih risbah

1. večja površina - bolj redka šrafura
2. šrafura se na mestu stika dveh strojnih delov obrne

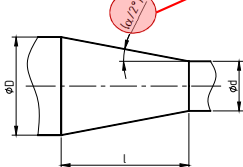


1. Sestavne risbe

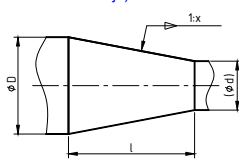
Kotiranje konusov

Izraz konus uporabljamo pri delih orodij, oseh, gredeh in podobnih elementih, ki imajo obliko (prisekanega) stožca. Poleg kotiranja so pomembne tudi tolerance (geometrijske) in stanje površin konusov.

a) Kotiranje konusa (brez pomembne funkcije)



b) Standardni in tipski konusi (s pomembno funkcijo)

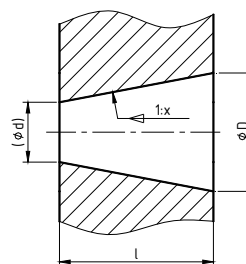


Polovični kot konusa je predvsem tehnološka mera in se večinoma dodaja na risbi!

$$\text{Enačba: } 1 : x = \frac{1}{x} = \frac{D-d}{L}$$

Konusi

Symbol za koničnost



PRAVILA:

1. kazalna črta ⊥ na površino
2. referenčna črta vzporedna z osjo konusa
3. simbol usmerjen v smeri konusa
4. velikost simbola določena s standardom glede na višino tehnične pisave *h*
5. polovični kot se praviloma vedno dodaja kot tehnološka mera

POZOR:

- Kratki konusi, ki se tretirajo kot posnetja robov (vizualni, varnostni ali montažni namen) se kotirajo preprosteje – tipično zadoščata 2 meri (običajno dolžina in polovični kot konusa)!

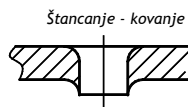
Konusi

3. Stanje robov



Različna stanja robov so posledica tehnologije izdelave:

- zunanji robovi: običajno nastane "iglica", ki je neželena
- notranji robovi: običajno nek preostanek materiala, ki ga dopustimo (če ni moteč) – zaokrožitev konic rezalnih nožev

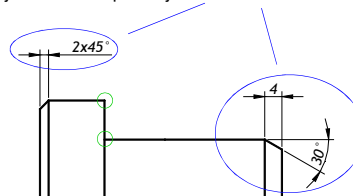


2. Stanje robov

3.1 Uvod



Večja namenska posnetja – SIST ISO 128 in 129



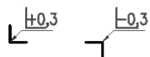
VSI OSTALI (nekotirani) ROBOVI:
SIST ISO 13715 - "zbičnik" stanja robov v glavi risbe!
Opomba: Lahko tudi neposredno na kakšnem robu!



2. Stanje robov

“zbirnik” stanja robov v glavi risbe po ISO 13715

Primer: Stanje robov po: ISO 13715



Velja za vse neoznačene oz. nekotirane robove, ki so narisani kot “ostri”.

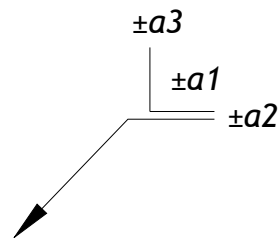
Projekcija: Stanje robov po: ISO 13715	Stanje točnosti površine: ISO 2768-mK	Površina: V (lani)	Merilo: 1:1	Področje: Mase: Kg
ISO 128	ISO 1302	ISO 1302	Materij: ISO C45 DIN C45	
Složitveni načrti: ISO 8015	Datum: 2009	Ime: KONTI	Naziv in mesto: Delavniška risba	
Geometrijske tolerance po: ISO 1101	Risal: 2009	Priloge: KONTI	gabaritne dimenzije	
	Kontir.:		St. risbe: PAP-vp.št.-sk.-vaja	
	K.stid.:		Univerza v Ljubljani Fakulteta za strojništvo	
			St. risbe: 1/1 Format: A3	
Dok. Sprememba:	Datum:	Ime:	Dodatki: Ime, datumske *	

Torej, če so zaokrožitve ali posnetja narisana in kotirana, prevladajo nad standardom ISO 13715!

V tem primeru mere prednostno izbiramo (posebej za zaokrožitve) iz sledeče vrste: 1 - 1,2 - 1,6 - 2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - 16 - 18 - 20 - 22 ... (debelo = 1. prioriteta)

2. Stanje robov

3.2 Splošni simbol (ISO 13715)



2. Stanje robov

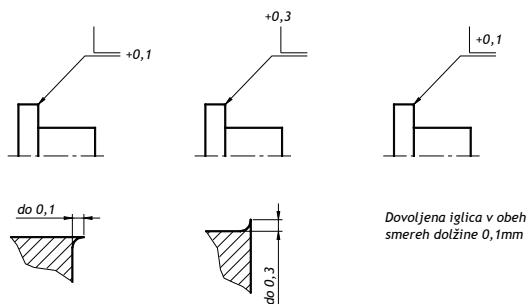
3.3 Pomen predznaka

+ (plus) material je potrebno na robu v označni smeri "dodati"
- (minus) material je potrebno na robu v označni smeri "odvzeti"

POZITIVEN predznak		NEGATIVEN predznak	
ZUNANJI rob	NOTRANJI rob	ZUNANJI rob	NOTRANJI rob

2. Stanje robov

3.4 Pomen pozicije številke



Neposredno označevanje stanja robov.

2. Stanje robov

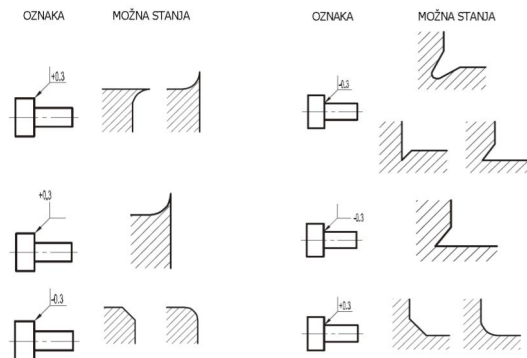
3.5 Standardne vrednosti posnetij

+2,5	robovi z dovoljeno iglico ali	+0,05	za ostre robove	- 0,1	robovi z dovoljenim izrezom ali posnetjem, ali iglica ali prehod ni dovoljen ¹⁾
+1		+0,02		- 0,3	
+0,5	dovoljenim posnetjem ¹⁾	- 0,02		- 0,5	
+0,3		- 0,05		- 1	
+0,1				- 2,5	

¹⁾ posnetja lahko po potrebi tudi prilagodimo

2. Stanje robov

Nekaj primerov



2. Stanje robov

Univerza v Ljubljani
fakulteta za strojništvo

Katedra za modeliranje
v tehniki in medicini (KmTM)

TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (3003)

PA program

gradivo za 5. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
Vili Pepel, Senad Omerović, Aleksander Novak,
Ivan Prebil

Ljubljana, november 2014

© UL - FS, KmTM, 2011

Univerza v Ljubljani
fakulteta za strojništvo

Katedra za modeliranje
v tehniki in medicini (KmTM)

OPISNA GEOMETRIJA IN TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (2003)

RR program

gradivo za 5. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
Vili Pepel, Senad Omerović, Aleksander Novak,
Ivan Prebil

Ljubljana, november 2014

© UL - FS, KmTM, 2011

Peta vaja iz tehničnega risanja

SNOV:

- Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)
 - Središčne izvrtine oz. središčna gnezda
 - Posnetje za navoj
 - Utor za zob varovalne podložke ležajne matice
 - Žlebovi za iztek navoja
 - Utori za mozničke
 - Posnetje za montažo tesnega ujema
 - Žlebovi za iztek orodja pri brušenju
 - Utori za vskočnike
 - Utorne gredne vezi
 - Posnetje za montažo radialnega grednega tesnila
 - Središčna izvrtina podaljšana v slepo navojno izvrtino
 - Kotiranje struženih izdelkov
- Informacija o projektni nalogi

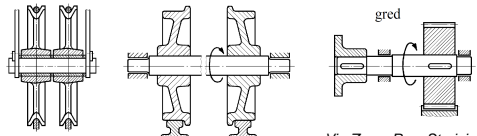
Peta vaja iz tehničnega risanja

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Osi in gredi so strojni elementi, ki omogočajo vrtilno gibanje strojev in naprav. Njihove geometrijske osi so običajno tudi geometrijske osi elementov, ki so na njih nameščeni.

Osi – omogočajo vrtenje, vendar se preko njih ne prenaša moč, obremenjene so samo s prečnimi in vzdolžnimi silami, ki povzročajo pretežno upogibne napetosti (obremenitve); ločimo mirujoče in vrteče se osi.

Gredi – podobno kot osi omogočajo vrtenje, vendar se preko njih prenaša moč (transmisije) in so zato poleg pretežno upogibnih obremenjene tudi s torzijskimi (vzvojnimi) napetostmi; vedno se vrtiljo

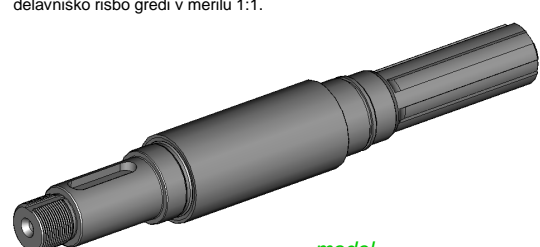


Vir: Zoran Ren; Strojni elementi 1

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Naloga TR 5.1 – DELAVNIŠKA RISBA GREDI

Na vajah skiciranje, za **2. obvezno ocenjeno domačo nalogo** dopolniti delavniško risbo gredi v merilu 1:1.

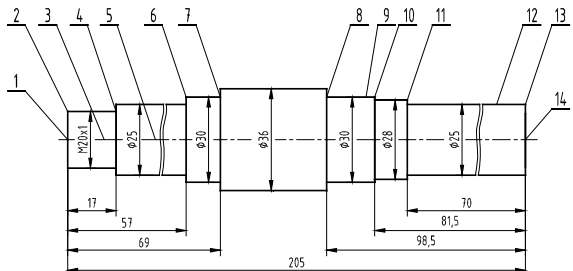


model
uporaba prikazane gredi

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Naloga TR 5.1 – DELAVNIŠKA RISBA GREDI

Na vajah skiciranje, za **2. obvezno ocenjeno domačo nalogo** dopolniti delavniško risbo gredi v merilu 1:1.



1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

ZAHTEVE:

- središčna izvrtina
- posnetje navoja
- utor za zob varovalne podložke ležajne matice
- žleb za iztek navoja
- utor za mozničnik
- posnetje za montažo tesnega ujema
- žleb za brušenje valjaste in čelne ploskve
- žleb za brušenje valjaste ploskve (v detajlu)
- utor za vskočnik
- posnetje za tesni ujem
- posnetje za montažo grednega tesnila
- utorna gredna vez (ravni boki)
- posnetje robu gredne vezi
- središčna izvrtina povečana v navojno stepto izvrtino (levi navoj)

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

TOČKA 1.: Središčna izvrtina oz. središčno gnezdo

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Središčna gnezda oz. izvrtine

STRUŽNICA

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Poenostavljeno kotiranje

SIST ISO 6411 – B4/12,5

premer d_3
premer d_1
tip gnezda

SIST ISO 6411 – B4/12,5

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Kotiranje v detajlu

tip A tip B tip C tip R

središčna izvrtina **sme** ostati na izdelku središčna izvrtina se na končnem izdelku **zahteva** središčna izvrtina **ne sme** ostati na končnem izdelku

ISO 6411 - B4/8,5 ISO 6411 - B4/8,5 ISO 6411 - B4/8,5

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Mere središčnih izvrtin

Središčne izvrtine: SIST ISO 2540, SIST ISO 2541 in SIST ISO 866

tip A						tip B						
Wellendurchm. D1 in mm	d1	d2	t min	a		Wellendurchm. D1 in mm	d1	d2	d3	b	t min	a
über 4 bis 10	1	2,12	1,9	3		über 4 bis 10	1	2,12	3,15	0,2	2,2	3,5
über 10 bis 15	1,6	3,35	2,9	5		über 10 bis 15	1,6	3,35	5	0,5	3,4	5,5
über 15 bis 22	2,5	5,3	4,6	7		über 15 bis 22	2,5	5,3	8	0,8	5,4	8,3
über 22 bis 40	4	8,5	7,4	11		über 22 bis 40	4	8,5	12,5	1,2	8,6	12,7
über 40 bis 63	6,3	13,2	11,5	18		über 40 bis 63	6,3	13,2	18	1,4	12,9	20
über 63 bis 100	10	21,2	18,4	28		über 63 bis 100	10	21,2	28	2	20,4	31

d1	d2	a1	a2	a3	b1	b2	d3	d4	d5	t1	t2	t3
1	2,12	3	3,5	3,5	0,3	0,4	3,15	4,5	5	1,9	2,2	1,9
1,6	3,35	5	5,5	5,5	0,5	0,7	5	6,3	7,1	2,9	3,4	2,9
2,5	5,3	7	8,3	8,3	0,8	0,9	8	9	10	4,6	5,4	4,6
4	8,5	11	12,7	12,7	1,2	1,7	12,5	14	16	7,4	8,6	7,4
6	13,2	18	20	20	1,4	2,3	18	22,4	25	11,4	12,9	11,5
10	21,2	28	31	31	2	3,9	28	35,5	40	18,3	20,4	18,4

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

TOČKA 2.: Posnetje za navoj

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Metrski profil navoja (SIST ISO 68)

matrica		vijak			
P	korak navoja	d	imenski premer vijaka	D	imenski premer matice
H	višina trikotnega profila ($u = \sqrt{3}/2 \cdot P$)	d ₁	srednji premer vijaka d ₁ premer jedra vijaka	D ₂	srednji premer matice
				D ₁	notranji premer matice

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Osnovne dimenzije finih metrskih navojev (SIST ISO 724)

oznaka d×P [mm]	D ₂ , d ₂ [mm]	D ₁ , d ₁ [mm]	oznaka d×P [mm]	D ₂ , d ₂ [mm]	D ₁ , d ₁ [mm]
M1×0,2	0,870	0,783	M17×1	16,350	15,917
M1,1×0,2	0,970	0,883	M18×2	16,701	15,835
M1,2×0,2	1,070	0,983	M18×1,5	17,026	16,376
M1,4×0,2	1,270	1,183	M18×1	17,350	16,917
M1,6×0,2	1,470	1,383	M20×2	18,701	17,835
M1,8×0,2	1,670	1,583	M20×1,5	19,026	18,376
M2×0,25	1,838	1,729	M20×1	19,350	18,917
M2,2×0,25	2,038	1,929	M22×2	20,701	19,835
M2,5×0,35	2,273	2,121	M22×1,5	21,026	20,376
M3×0,35	2,773	2,621	M22×1	21,350	20,917
M3,5×0,35	3,273	3,121	M24×2	22,701	21,835

Posnetje za navoj izberemo glede na notranji premer navoja

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

TOČKA 3.: Utor za zob varovalne podložke ležajne matice

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Ležajna matica z varovalno podložko

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

KM(L) lock nuts with locking washer
M 10x0,75 – M 200x3

Ležajna matica

Dimensions		Axial load carrying capacity static	Mass	Designations	
G	d ₁ d ₂ B b h			Lock nut	Appropriate locking washer
mm		kN	kg	-	-
M 10-0,75	13,5 18 4 3 2	9,8	0,004	KM 0	MB 0
M 12-1	17 22 4 3 2	11,8	0,006	KM 1	MB 1
M 15-1	21 26 5 4 2	14,6	0,009	KM 2	MB 2
M 17-1	24 28 5 4 2	19,6	0,012	KM 3	MB 3
M 20-1	26 32 6 4 2	24	0,015	KM 4	MB 4
M 25-1,5	32 38 7 5 2	31,5	0,028	KM 5	MB 5
M 30-1,5	38 45 7 5 2	36,5	0,039	KM 6	MB 6

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

MB(L) locking washers
d 10 – 200 mm

Varovalna podložka

Na gredi je potrebno zagotoviti primeren utor za zob varovalne podložke.

Dimensions		Mass	Designation	Dimensions		Mass	Designation
d	d ₁ d ₂ B f M			mm	mm		
mm		kg	-	mm		kg	-
10	13,5 21 1 3 8,5	0,001	MB 0	70	85 98 1,5 8 66,5	0,032	MB 14
12	17 25 1 3 10,5	0,002	MB 1	85	98 2,5 8 66,5	0,053	MB 14 A
15	21 28 1,2 4 13,5	0,003	MB 2	90	104 2,5 8 71,5	0,058	MB 15
17	24 28 1,2 4 15,5	0,003	MB 3	95	112 2,5 10 76,5	0,066	MB 15 A
20	26 32 1,2 4 18,5	0,005	MB 4	100	119 2,5 10 81,5	0,076	MB 16
25	32 42 1,8 5 23	0,009	MB 5	108	126 2,5 10 86,5	0,087	MB 16 A
30	42 52 2,5 6 28	0,016	MB 6	118	133 2,5 10 91,5	0,096	MB 17
35	52 62 3,5 7 33	0,026	MB 7	128	140 2,5 10 96,5	0,107	MB 17 A
40	62 72 4,5 8 38	0,036	MB 8	138	147 2,5 10 101,5	0,118	MB 18
45	72 82 5,5 9 43	0,046	MB 9	148	154 2,5 10 106,5	0,129	MB 18 A
50	82 92 6,5 10 48	0,056	MB 10	158	161 2,5 10 111,5	0,140	MB 19

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

TOČKA 4.: Žleb za iztek navoja

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Žleb za iztek navoja

Iztek navojev (žleb / brez žleba):

- širina žleba ⇔ korak navoja
- notranji premer žleba
- velikosti določimo glede na navoj

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Iztek in žlebovi zunanjih metrskih navojev (vir: TD – druga izdaja)

korak navoja P	iztek navojev po SIST ISO 3508				žlebovi za iztek zunanega navoja po SIST ISO 4755			
	x ¹ (max)	a ² (max)	normalni kratki (2P)	dolgi (4P)	d _e	g ₁ ³	g ₂ ⁴	r
0,2	0,5	0,25	0,6	0,4	0,8			
0,25	0,6	0,3	0,75	0,5	1	d - 0,4	0,4	0,75
0,3	0,75	0,4	0,9	0,6	1,2	d - 0,5	0,5	0,9
0,35	0,9	0,45	1,05	0,7	1,4	d - 0,6	0,6	1,05
0,4	1	0,5	1,2	0,8	1,6	d - 0,7	0,6	1,2
0,45	1,1	0,6	1,35	0,9	1,8	d - 0,7	0,7	1,35
0,5	1,25	0,7	1,5	1	2	d - 0,8	0,8	1,5
0,6	1,5	0,75	1,8	1,2	2,4	d - 1	0,9	1,8
0,7	1,75	0,9	2,1	1,4	2,8	d - 1,1	1,1	2,1
0,75	1,9	1	2,25	1,5	3	d - 1,2	1,2	2,25
0,8	2	1	2,4	1,6	3,2	d - 1,3	1,3	2,4
1	2,5	1,25	3	2	4	d - 1,6	1,6	3
1,25	3,2	1,6	4	2,5	5	d - 2	2	3,75
1,5	3,8	1,9	4,5	3	6	d - 2,3	2,5	4,5

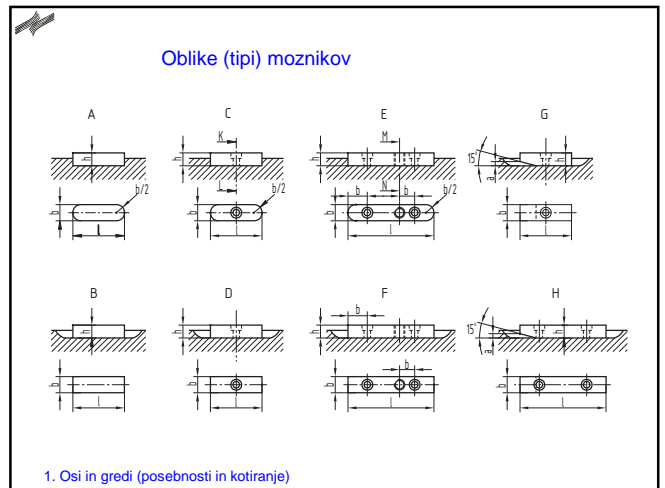
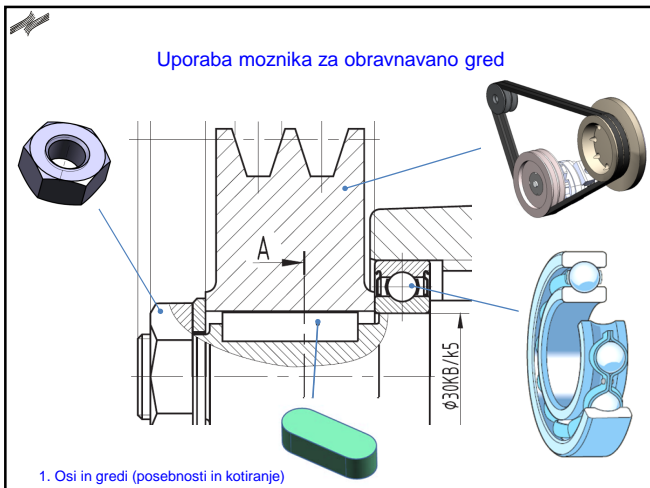
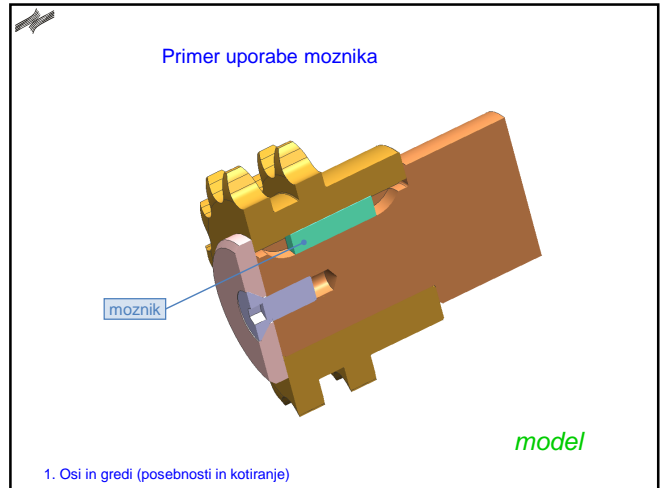
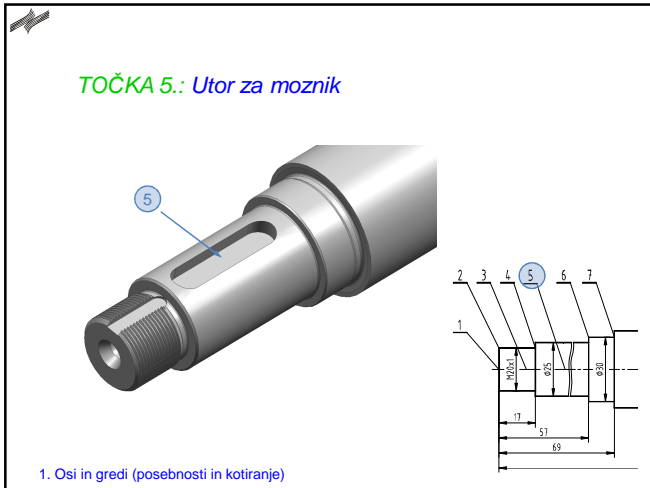
1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Iztek in žlebovi zunanjih metrskih navojev (vir: TD – prva izdaja)

Preglednica 10.7: Podatki za iztek zunanjih in notranjih navojev (SIST ISO 3508, SIST ISO 4755, DIN 76 T1¹)

d	P	Zunanji navoji						Notranji navoji			
		x ₁ maks.	a ₁ maks.	d _e h1/3	g ₁ min.	g ₂ min.	r	e ₁	d _g H1/3	g ₁ min.	g ₂ maks.
3	0,5	1,25	1,5	2,2	1,1	1,75	0,2	2,8	3,3	2	2,7
4	0,7	1,75	2,1	2,9	1,5	2,45	0,4	3,8	4,3	2,8	3,8
5	0,8	2	2,4	3,7	1,7	2,8	0,4	4,2	5,3	3,2	4,2
6	1	2,5	3	4,4	2,1	3,5	0,6	5,1	6,5	4	5,2
8	1,25	3,2	4	6	2,7	4,4	0,6	6,2	8,5	5	6,7
10	1,5	3,8	4,5	7,7	3,2	5,2	0,8	7,3	10,5	6	7,8
12	1,75	4,3	5,3	9,4	3,9	6,1	1	8,3	12,5	7	9,1
16	2	5	6	13	4,5	7	1	9,3	16,5	8	10,3
20	2,5	6,3	7,5	16,4	5,6	8,7	1,2	11,2	20,5	10	13
24	3	7,5	9	19,6	6,7	10,5	1,6	13,1	24,5	12	15,2

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

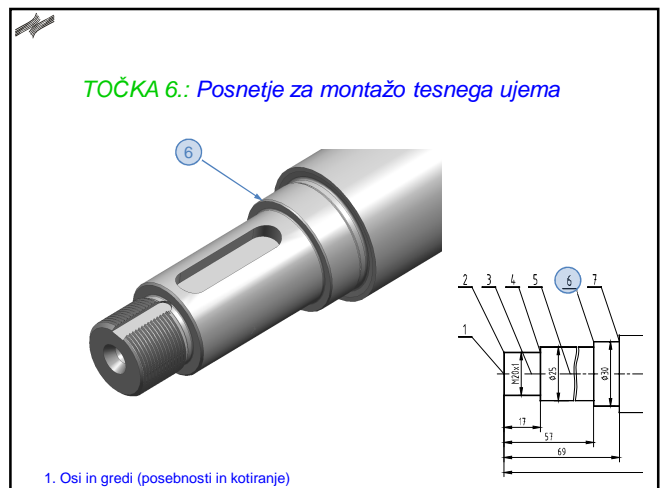


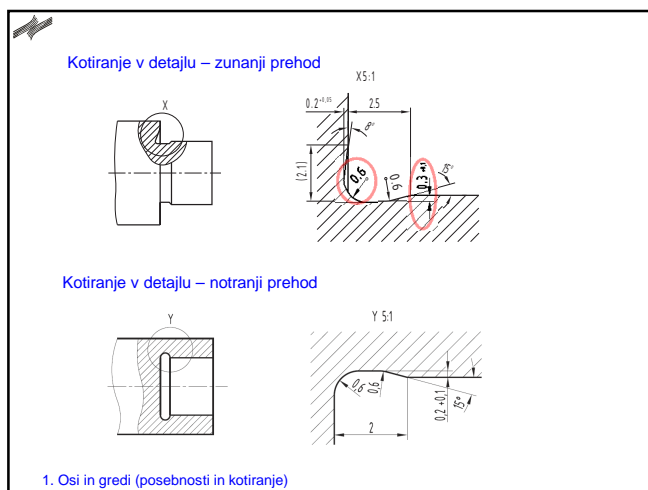
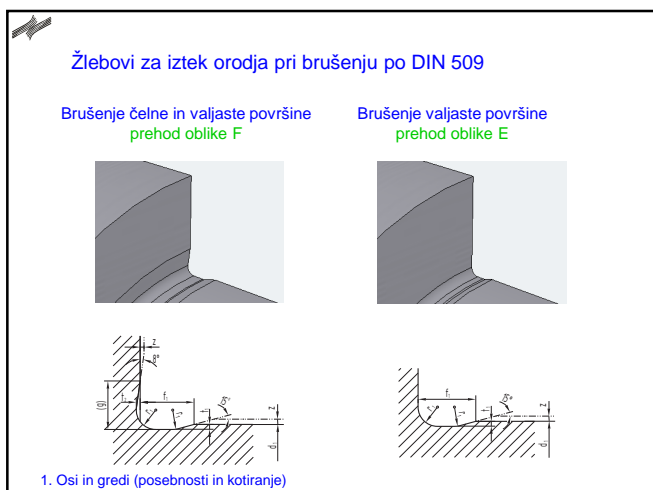
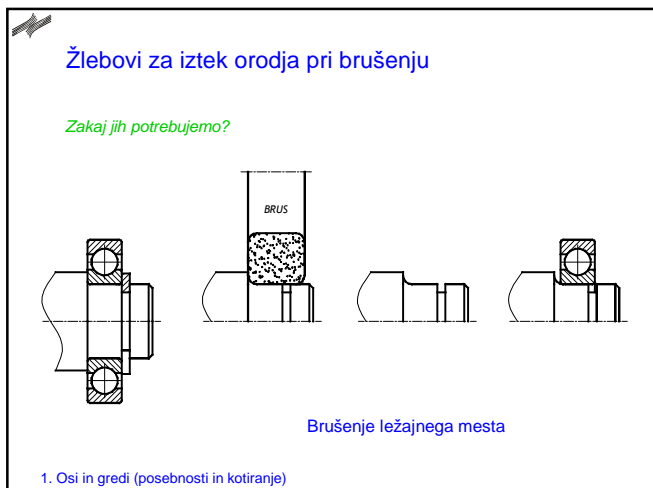
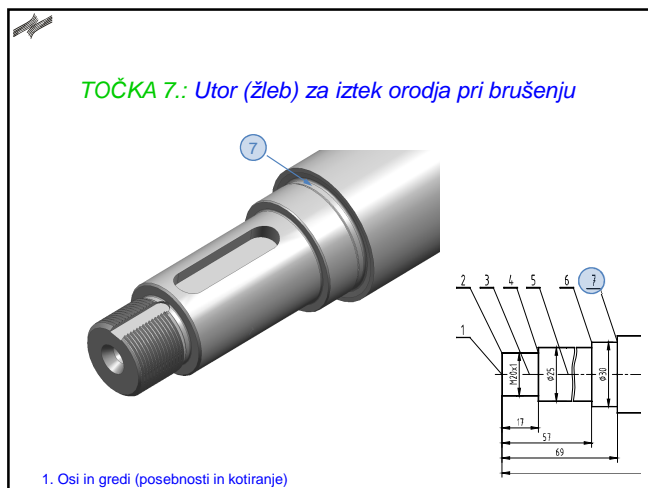
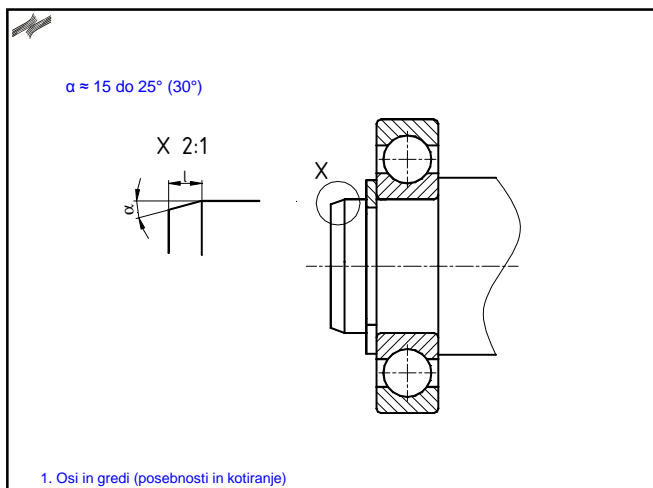
Mere visokih moznikov ter utorov v gredi in pestu po SIST ISO 773

(vir: TD – druga izdaja)

premer gredi	moznik	širina utora v gredi in pestu		globina utora v gredi	globina utora v pestu	zadržitev utora v gredi in pestu	
		max	min			max	min
6	2 × 2	2	1,2	1		0,16	0,08
8	3 × 3	0,25	1,8	1,4			
10	4 × 4	4	2,5	+0,1	1,8	+0,1	
12	5 × 5	5	3	2,3			
17	6 × 6	0,40	3,5	2,8		0,25	0,16
22	8 × 7	8	4	3,3			
30	10 × 8	10	5	3,3			
38	12 × 8	12	5,5	3,8		0,40	0,25
44	14 × 9	0,60	14	4,3			
50	16 × 10	16	6	4,4			
58	18 × 11	18	7	+0,2	4,9	+0,2	
65	20 × 12	20	7,5	5,4			
75	22 × 14	22	9	5,4		0,60	0,40
85	25 × 14	0,80	25	5,4			
95	28 × 16	28	10	6,4			
110	32 × 18	32	11	7,4			
130	36 × 20	36	12	8,4		0,70	
150	40 × 22	1,20	13	9,4			
170	45 × 25	45	15	10,4		1	
200	50 × 28	50	17	11,4			
230	56 × 32	56	20	12,4			
260	63 × 32	2	63	12,4	+0,3	1,60	1,20
290	70 × 36	70	22	14,4			
330	80 × 40	80	25	15,4			
380	90 × 45	3	90	17,4		2,50	2
440	100 × 50	100	31	19,5			
standardne dolžine moznikov l		6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70,					
standardne dolžine gredi b		80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320, 360, 400					
*povprečne ostrine robov moznika							
informativni razred tesne utora b v gredi in pestu		občajno		nepomilno pesto		pomilno pesto	
		gredi		pesto		D10	
		N9		P9		H9	
		J89		P9		D10	

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)





Poenostavljeno kotiranje

Žleb DIN 509 – F1x0,2

- globina utora
- polmeri zaokrožitev
- tip utora

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Dimenzije žlebov za iztek orodja po DIN 509

oblika prehoda E in F							posnetje nasprotnega predmeta			
d ₁		r ₁	t ₁ +0.1	f ₁	g	t ₂ +0.05	poznejše posnemanje	mere r ₁ x t ₁	E	F
običajne obremenitve	visoke izmenične obremenitve						ne	0.01x.1	0	0
1.6	0.1	0.1	0.5	0.8	0.1			0.2x.1	0.2	0
1.6-3	0.2	0.1	1	0.9	0.1			0.4x2	0.4	0
3-10	0.4	0.2	2	1.1	0.1			0.6x2	0.8	0.2
10-18	0.6	0.2	2	1.4	0.1		da	0.6x3	0.6	0
18-80	0.6	0.3	2.5	2.1	0.2			1x.4	1.6	0.8
> 80	1	0.4	4	3.2	0.3			1x.2	1.2	0
18-50	1	0.2	2.5	1.8	0.1		da	1.6x.3	2.6	1.1
50-80	1.6	0.3	4	3.1	0.2			2.5x.4	4.2	1.9
80-125	2.5	0.4	5	4.8	0.3			4x.5	7	4.0
> 125	4	0.5	7	6.4	0.3					

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

TOČKA 8.: Utor (žleb) za iztek orodja pri brušenju

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

TOČKA 9.: Utor za vskočnik

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Primer uporabe vskočnikov

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Zunanji vskočnik, utor za vskočnik in postavitve vskočnika v gred

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Notranji vskočnik, utor za vskočnik in postavitve vskočnika v utor

notranji vskočnik utor v ohišju vskočnik v ohišju

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Kotiranje utora za vskočnik

na gredi v ohišju

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Dimenzije utorov za vskočnike (vir: TD – druga izdaja)

premer gredi d ¹	vskočnik			utor v gredi			premer gredi d ¹	vskočnik			utor v gredi		
	d ₂	s	d ₃	m (H13)	n _{max}	t		d ₂	s	d ₃	m (H13)	n _{max}	t
3	2,7	0,4	2,8	0,5	0,3	0,1	52	47,8	49				
4	3,7	0,4	3,8	0,5	0,3	0,1	55	50,8	52				
5	4,7	0,6	4,8	0,7	0,3	0,1	56	51,8	53				
6	5,6	0,7	5,7	0,8	0,5	0,15	58	53,8	2	55	2,15		
7	6,5	0,7	6,7	0,7	0,5	0,15	60	55,8	57				
8	7,4	0,8	7,6	0,8	0,5	0,15	62	57,8	59				
9	8,4	0,8	8,6	0,6	0,2	0,3	63	58,8	60		4,5	1,5	
10	9,3	0,9	9,6	0,7	0,3	0,3	65	60,8	62				
11	10,2	1,0	10,5	0,8	0,25	0,3	68	63,5	65				
12	11	1,1	11,5	0,8	0,25	0,3	70	65,5	67	h12			
13	11,9	1	12,4	1,1	0,9	0,3	72	67,5	69	2,65			
14	12,9	1,1	13,4	1,1	0,9	0,3	75	70,5	72				
15	13,8	1,2	14,3	1,1	0,9	0,3	78	73,5	75				
16	14,7	1,2	15,2	1,2	1,0	0,4	80	74,5	76,5				
17	15,7	1,2	16,2	1,2	1,0	0,4	82	76,5	78,5				
18	16,5	1,3	17	1,2	1,0	0,4	85	79,5	81,5				
19	17,5	1,3	18	1,5	1,5	0,5	88	82,5	84,5	5,3	1,75		
20	18,5	1,4	19	1,5	1,5	0,5	90	84,5	86,5	3,15			
21	19,5	1,4	20	1,5	1,5	0,5	95	89,5	91,5				
22	20,5	1,5	21	1,3	1,3	0,5	100	94,5	96,5				
24	22,2	1,6	22,9	1,7	1,7	0,55	105	99	101				
25	23,2	1,6	23,9	1,7	1,7	0,55	110	103	106				
26	24,2	1,6	24,9	1,7	1,7	0,55	115	108	111				
28	25,9	1,7	26,6	2,1	2,1	0,7	120	113	116				
29	26,9	1,7	27,6	2,1	2,1	0,7	125	118	121	6	2		
30	27,9	1,8	28,6	2,1	2,1	0,7	130	123	126				
32	29,6	1,8	30,3	2,6	2,6	0,85	135	128	131				
34	31,5	1,9	32,3	2,6	2,6	0,85	140	133	136				
35	32,2	1,9	33	2,6	2,6	0,85	145	138	4	141	h13	4,15	

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

TOČKA 10.: Posnetje za tesni ujem

X 2:1

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

TOČKA 11.: Posnetje za montažo radialnega grednega tesnila

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Radialna gredna tesnilka

Detajlno risanje

guma vzmet jeklo zaradi togosti

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Oblika radialnih grednih tesnil po DIN 3760

(vir: TD – druga izdaja)

Izvedba A

Izvedba AS

d_1 notranji premer tesnila
 d_2 zunanji premer tesnila
 b širina tesnila

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Poenostavljen simbol

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Zahteve za montažo in obratovanje – definira proizvajalec tesnila

Primer zahtev

1. Posnetje za montažo $15 - 25^\circ$
2. Polirana površina ($R_a = 0,2 \dots 0,8 \mu m$)
3. Toplotno obdelana – površinsko kaljena $45 - 60 HRC$
4. Primerna toleranca:
 - $h11$ na gredi
 - $H8$ v ohišju oziroma pokrovcu

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

d_N [mm]	d_3 [mm]
up to 10	dN - 1,5
10 ... 20	dN - 2,0
20 ... 30	dN - 2,5
30 ... 40	dN - 3,0
40 ... 50	dN - 3,5
50 ... 70	dN - 4,0
70 ... 90	dN - 4,5
90 ... 140	dN - 5,0
140 ... 250	dN - 7,0
>250	dN - 11,0

Tbl. 6 Diameter for the chamfering of shaft

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Mere radialnih grednih tesnil po DIN 3760

(vir: TD – druga izdaja)

d_1	d_2	b	d_1	d_2	b	d_1	d_2	b	d_1	d_2	b	d_1	d_2	b	d_1	d_2	b
6	16	7	30	28	47	7	45	65	65	100	10	125	160	12			
7	22	7	35	40	52	7	48	62	68	90	10	130	160	12			
8	24	7	40	42	52	7	48	62	68	100	10	140	170	15			
9	24	7	32	42	52	7	50	72	68	80	10	145	175	15			
10	24	7	32	47	52	7	52	68	75	95	10	160	190	15			
11	26	7	40	47	52	7	52	72	78	100	10	180	210	15			
12	22	7	35	47	52	7	55	80	80	110	10	200	230	15			
13	24	7	40	47	52	7	55	80	85	110	12	220	250	15			
14	28	7	40	47	52	7	58	80	85	120	12	240	270	15			
15	30	7	45	52	52	7	60	85	85	130	12	260	280	15			
16	35	7	45	52	52	7	60	85	85	140	12	300	320	20			
17	38	7	47	52	52	7	60	85	85	150	12	320	340	20			
18	40	7	47	52	52	7	60	85	85	160	12	340	360	20			
19	42	7	47	52	52	7	60	85	85	170	12	360	380	20			
20	42	7	47	52	52	7	60	85	85	180	12	380	400	20			
21	45	7	47	52	52	7	60	85	85	190	12	400	420	20			
22	45	7	47	52	52	7	60	85	85	200	12	420	440	20			
23	45	7	47	52	52	7	60	85	85	210	12	440	460	20			
24	45	7	47	52	52	7	60	85	85	220	12	460	480	20			
25	45	7	47	52	52	7	60	85	85	230	12	480	500	20			
26	45	7	47	52	52	7	60	85	85	240	12	500	520	20			
27	45	7	47	52	52	7	60	85	85	250	12	520	540	20			

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

TOČKA 12.: Utorna gredna vez

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Utorna gredna vez

Zobje oz. utori na gredi po DIN 5481 T1

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Kotiranje utorne gredne vezi

ISO 14 - 6x23x26

36

6 ... število zob
23 ... notranji premer
26 ... zunanji premer

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Mere utornih grednih vezi s pravokotnim profilom in notranjim centriranjem po SIST ISO 14 (vir: TD – druga izdaja)

Slika 12.29: Utorna zveza s pravokotnim profilom

Preglednica 12.5: Mere utornih zvez s pravokotnim profilom in notranjim centriranjem po SIST ISO 14 v mm

d	lahka izvedba			srednja izvedba			
	oznaka $N \times d \times D$	N	D	oznaka $N \times d \times D$	N	D	B
11				6 × 11 × 14	6	14	3
13				6 × 13 × 16	6	16	3,5
16				6 × 16 × 20	6	20	4
18				6 × 18 × 22	6	22	5
21				6 × 21 × 25	6	25	5
23	6 × 23 × 26	6	26	6 × 23 × 28	6	28	6
26	6 × 26 × 30	6	30	6 × 26 × 32	6	32	6
28	6 × 28 × 32	6	32	6 × 28 × 34	6	34	7

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

TOČKA 13.: Posnetje robu gredne vezi

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

TOČKA 14.: Središčna izvrtina podaljšana v navojno slepo izvrtino

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Središčna izvrtina podaljšana v navojno izvrtino (DIN 332 T2)

oblika D oblika DR oblika DS

Zentrierspitze

primer poenostavljenega označevanja:
DIN 332-DR M8

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

Središčna izvrtina podaljšana v navojno izvrtino (DIN 332 T2)

Sevinda d_1	d_2 ¹⁾	d_3	d_4	d_5	r	f_1 $+ \frac{f_1}{3}$	f_2 min.	f_3 $+ \frac{f_3}{3}$	f_4 \approx	f_5 \approx	Zugeordneter Durchmesserbereich der Wellenenden (d_6) ²⁾
M 3	2,5	3,2	5,3	5,8	4	9	12	2,6	1,8	0,2	7 bis 10 ³⁾
M 4	3,3	4,3	6,7	7,4	5	10	14	3,2	2,1	0,3	über 10 bis 13 ³⁾
M 5	4,2	5,3	8,1	8,8	6,3	12,5	17	4	2,4	0,3	über 13 bis 16 ³⁾
M 6	5	6,4	9,8	10,5	8	16	21	5	2,8	0,4	über 16 bis 21
M 8	6,8	8,4	12,2	13,2	10	19	25	6	3,3	0,4	über 21 bis 24
M 10	8,5	10,5	14,9	16,3	16	22	30	7,5	3,8	0,6	über 24 bis 30
M 12	10,2	13	18,1	19,8	20	26	37	9,5	4,4	0,7	über 30 bis 38
M 16	14	17	23	25,3	25	36	45	12	5,2	1,0	über 38 bis 50
M 20	17,5	21	28,4	31,3	31,5	42	53	15	6,4	1,3	über 50 bis 85
M 24	21	25	34,2	38	40	50	63	18	8	1,6	über 85 bis 130

¹⁾ Richtwert für Bohrerdurchmesser nach DIN 336 Teil 1.

²⁾ d_6 gilt für die Fertigmaß des Wellenendes. Bei Wellenenden von nicht kreisförmigem Querschnitt gilt das kleinste Maß als d_6 . Bei Außengewinden der Kerndurchmesser. Für Wellenenden von Durchmesser $d_6 \geq 38$ und darunter sind nach DIN 748 Teil 3 Zentrierbohrungen mit Gewinde nicht bindend vorgeschrieben; in diesem Bereich gelten die den Wellenenden zugeordneten Gewinde als Richtwerte.

³⁾ Für Wellenenden mit durchgehender Paßfedernut muß der Durchmesser des Wellenendes bei Zentrierbohrung M 3 mindestens 10 mm, bei M 4 mindestens 12 mm, bei M 5 mindestens 16 mm sein. Für kleinere Durchmesser der Wellenenden ist die jeweils zugeordnete Zentrierbohrung nur anwendbar, wenn keine durchgehende oder gar keine Paßfedernut angebracht wird.

1. Osi in gredi (posebnosti in kotiranje)

OBVEZNA DOMAČA NALOGA (ODN)

Skicirajte glavno (sestavno) risbo projektne naloge s kosovnico z vsemi pomembnimi funkcionalnimi detajli. Upoštevajoč definicijo PN je potrebno določiti vse geometrijske rešitve podrobnosti glede na dodeljene zahteve oz. podatke.

Skica mora ustrezati vsem splošnim zahtevam tehničnega risanja!

Rok in zahteve za oddajo:

V dogovoru z asistenti oddate v pregled in oceno **kopijo skice s kosovnico** najkasneje na zadnji avditorni vaji v decembru (pred prazniki)!

Vaje za utrjevanje

Naloge za utrjevanje znanja

Vaje za utrjevanje

Definicija

Kotirajte naslednja dva izdelka. Mere sorazmerno izberite sami.

Risbi narišite na **standardni format z okvirjem in z glavo za delavniško risbo**. V glavo je potrebno obvezno vpisati:

- ime študenta in datum risanja,
- naslov risbe,
- številka risbe (po vzorcu: RRP-vp.št.-sk.-vaja),
- merilo,
- standard za razporeditve projekcij (ustrezen simbol za evropski razpored projekcij in navedba ISO 128),
- list in skupno št. listov,
- material,
- masa.

Vaje za utrjevanje

Naloga TR DN - 5.1

Reducirka:

Narišite (mere sorazmerno) in kotirajte!

Zunanja oblika

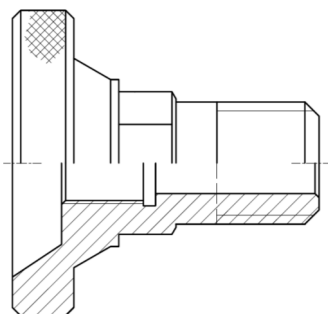
- Narebren obod DIN 82, RKE 1,0, premer 75
- Konični prehod
- Šestkotna prizma (vijak - $e = -\phi 35$)
- Navoj - cevni 7/8 cole, $l = 25$

Notranja oblika

- Konus
- Navoj - drobnji metrični premer 20, korak 1,5, $l = 23$ (do stene)
- Žleb za iztek navoja - kratek

Kotiranje

- Funkcija
- Izdelava
- Dopustni odstopki netoleriranih mer - srednji, stanje robov - ostri



Vaje za utrjevanje

Naloga TR DN - 5.2

Dušilni vijak:

Narišite (mere sorazmerno) in kotirajte!

Zunanja oblika

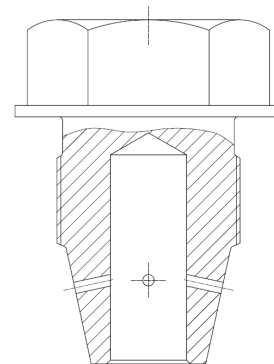
- Lega v narisu
- Šestkotna prizma (glava vijaka), $s = 55$
- Navoj, M drobnji 48, $P = 2$
- Konus (funkcija) 1:23, $d_{min} = 30$,
- Žleb za iztek navoja, srednji

Notranja oblika

- Slepca izvrtina, premer 20
- Prečne izvrtine (število 4), premer 3

Kotiranje

- Funkcija
- Izdelava
- Dopustni odstopki netoleriranih mer - fini, stanje robov!



Vaje za utrjevanje

TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (3003)

PA program

gradivo za 6. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
 Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
 Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
 Vili Pepel, Senad Omerović, Aleksander Novak,
 Ivan Prebil

Ljubljana, december 2013

OPISNA GEOMETRIJA IN TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (2003)

RR program

gradivo za 6. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
 Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
 Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
 Vili Pepel, Senad Omerović, Aleksander Novak,
 Ivan Prebil

Ljubljana, december 2013

Šesta vaja iz tehničnega risanja

SNOV:

1. Tolerance in ujemi
 - 1.1 Delitev toleranc
 - 1.2 Tolerance dolžin in kotov
 - 1.3 Tolerance prostih mer oz. splošne tolerance
 - 1.4 Ujemi
 - 1.5 Ležajni ujemi
2. Označevanje kakovosti površin
 - 2.1 Uvod
 - 2.2 Podajanje kakovosti površin na tehniški risbi
 - 2.3 Usklajevanje hrapavosti površine s toleranco
 - 2.4 Splošna obdelava in zbornik obdelav
 - 2.5 Obračanje simbolov
 - 2.6 Obdelovalni postopki in stopnje hrapavosti
3. Prikazovanje zvarjenecv na sestavnih (glavnih) risbah

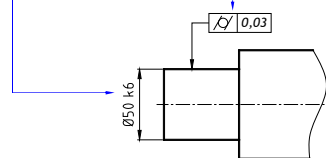
Šesta vaja iz tehničnega risanja

1. Tolerance in ujemi

1.1 Delitev toleranc

V splošnem ločimo:

- Tolerance **dolžin** (splošne, neposredne, ISO) in **kotov** (splošne in neposredne)
- Geometrijske tolerance (GDT) – splošne (delno), posebne *tema prihodnjih vaj!*

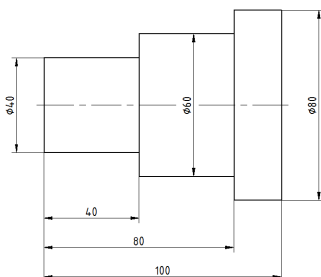


1. Tolerance in ujemi

1.2 Tolerance dolžin in kotov

a) Zakaj tolerance?

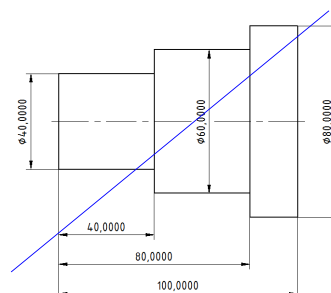
Želimo imeti sledeč izdelek in ga narišemo (delavniška risba).



1. Tolerance in ujemi

Ali je realno pričakovati, da bodo mere izdelanega strojnega dela imele absolutno točne mere?

NE. Nepopolnost elementov, ki sodelujejo v proizvodnem procesu, povzroči, da dejanske mere izdelkov bolj ali manj odstopajo od zelenih mer.

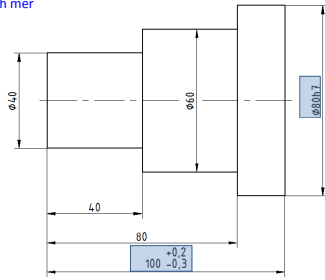


Koliko lahko izdelek odstopa od idealnega definiramo na delavniški risbi s pomočjo toleranc!

1. Tolerance in ujemi

b) Zapis toleranc na delavniških risbah

VSE OSTALE:
Tolerance prostih mer
ISO 2768 – mK
- v glavo risbe



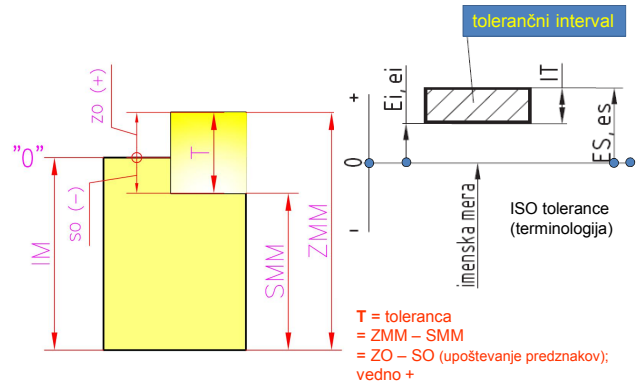
Zapis tolerance po ISO tolerančnem sistemu + tabela toleranc (SIST ISO 406 in SIST ISO 286)

MERA	ODSTOPKI

Zapis z navedbo mejnih odstopkov (ali mejnih mer) (SIST ISO 129-1)

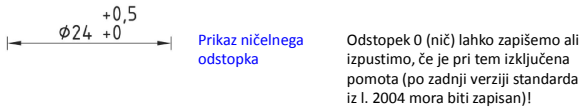
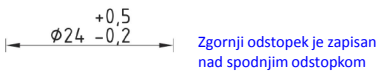
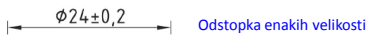
1. Tolerance in ujemi

Imenska mera, mejni meri, odstopki in toleranca



c) Zapis odstopkov (SIST ISO 129-1)

Mejne odstopke mere zapišemo z enako pisavo neposredno za imensko mero (pisava ne sme biti manjša od 2,5 mm).



1. Tolerance in ujemi

d) ISO tolerančni sistem (SIST ISO 406 in SIST ISO 286)

$\varnothing 70 \text{ n}6$

velikost tolerančnega intervala - številka
 lega tolerančnega intervala - črka
 imenska mera (teoretična mera)

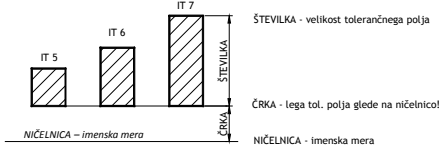
Tabele prednostnih in posebnih ISO [toleranc za luknje](#) (ISO 286-2)
Tabele prednostnih in posebnih ISO [toleranc za čepi](#) (ISO 286-2)

1. Tolerance in ujemi

Stopnja oz. razred (velikost) tolerančnega intervala (številke)

Majhne tolerančne stopnje pomenijo veliko kakovost izdelave oz. „ozke“ tolerance, medtem ko velike tolerančne stopnje pomenijo manjšo kakovost izdelave oz. širše tolerance.

IT01, IT0, IT1, ..., IT18 (IT = „International Tolerance“)



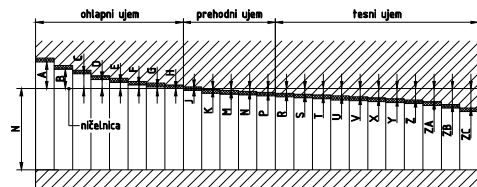
Lega tolerančnega intervala (črke) glede na ničelnico

Lega tolerančnega intervala glede na ničelnico je podana s črkovno oznako, pri čemer uporabljamo za:

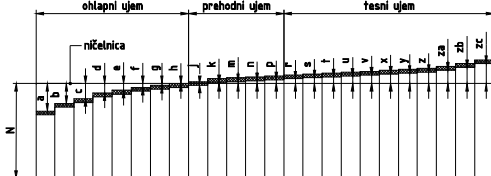
- notranje mere (LUKNJE) – VELIKE tiskane črke
- zunanje mere (čepi) – male tiskane črke

1. Tolerance in ujemi

Legge tolerančnih intervalov za notranje mere (LUKNJE)



Legge tolerančnih intervalov za zunanje mere (čepi)



1. Tolerance in ujemi

Naloga TR 6.1 - TOLERANCE

Izvrtnina v pestu premera $\varnothing 80$ naj bo izdelana v tolerančnem razredu IT7, njen spodnji dopustni odstopek pa naj bo enak 0. Tabelirajte ISO toleranco.

Mera	Odstopki

Tabele prednostnih in posebnih ISO [toleranc za luknje](#) (ISO 286-2)

1. Tolerance in ujem

Naloga TR 6.2 - TOLERANCE

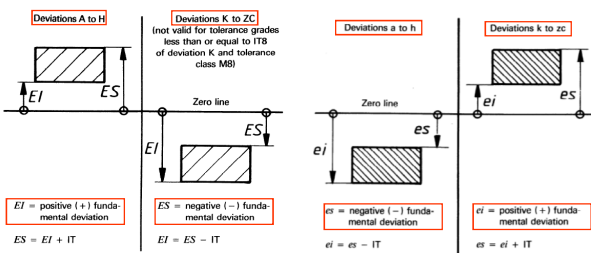
Gred premera $\varnothing 80$ naj bo izdelana v tolerančnem razredu IT9, lega tolerančnega polja pa naj ustreza črki p. Tabelirajte ISO toleranco.

Mera	Odstopki

Tabele prednostnih in posebnih ISO [toleranc za cepe](#) (ISO 286-2)

1. Tolerance in ujem

Osnovni odstopki (od ničelnice)



1.3 Tolerance prostih mer in oblik oz. splošne tolerance

ISO 2768 – mK

Projekcija: ISO 128	Stanje nabor po: ISO 15715	Skupnih ločenskih prostih mer in oblik: ISO 2768-mK	Povzhišje: V (Lini) ISO 1302	Merilo: 1:1	Postojke: Masa: kg
Skupni principi tolerancije: ISO 8015	Datum: ISO 1101	Ime: J. Pibernik	Ime: Delavniška risba	ISO DIN	C45 C45
Geometrijske tolerance po: ISO 1101	Leto: 2009	Kraj: KmTM	Ime: gabaritne dimenzije	ISO DIN	
Univerza v Ljubljani Fakulteta za strojništvo			Ime: PAP-vp.št.-sk.-vaja	ISO DIN	1/1
Dok. Sprememba	Datum	Ime	Določila: line., dotokanje?	ISO DIN	Formet: AS

PRVA ČRKA (1. del): tolerance prostih mer dolžin, posnetij, zaokrožitev in kotov (razredi: **f** - fini, **m** - srednji, **c** - grobi, **v** - zelo grobi)

DRUGA ČRKA (2. del): splošne geometrijske tolerance (razredi: **H** - fini, **K** - srednji, **L** - grobi)

1. Tolerance in ujem

Splošne tolerance po SIST ISO 2768 ne veljajo:

- za mere, kjer so odstopki oz. tolerance že **neposredno (eksplicitno)** dodane,
- če so splošne tolerance na risbi določene s katerim **drugim standardom**, ki ima prednost (temeljni pogoji za uporabo ISO 2867),
- mere katerih vrednosti so zapisane v **oklepajih** (redundančne mere katerih tolerance se izračunajo s tolerančno analizo),
- mere, ki so zapisane kot **teoretične mere** (uporaba vedno samo v povezavi s pravili GDT) v pravokotnih okvirjih in
- mere, ki so posledica **sestava** dveh ali več delov.

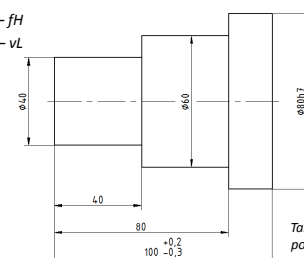
Tabele ISO 2768 [odstopkov prostih mer](#), posnetij, zaokrožitev in kotov

1. Tolerance in ujem

Naloga TR 6.3 – TOLERANCE PROSTIH MER

Koliko lahko od svoje imenske mere odstopata premera $\varnothing 60$ in $\varnothing 80$ spodnjega izdelka, če je v glavi risbe zapisano:

- a) ISO 2768 – fH
- b) ISO 2768 – vL



Tabele [odstopkov prostih mer](#), posnetij in kotov (ISO 2768)

1. Tolerance in ujem

1.4 Ujemi

a) Osnovni zapis

Ujemanje dveh strojnih delov (ohlapno, tesno ali vmesno), kjer ima en notranjo obliko (LUKNJO) in drugi zunanjo obliko (čep) je pogosto odločujoče za delovanje (funkcija) sklopov strojev in naprav.

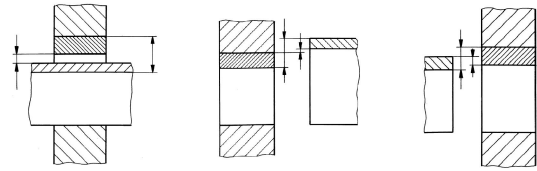
Ujem je kombinacija dveh toleranc (luknje in čepa) zapišemo ga na sestavno risbo.

$\varnothing 80 H7/k6$

toleranca čepa – *majhna črka*
 toleranca luknje – *velika črka*
 imenska mera

1. Tolerance in ujemi

b) Delitev ujemov glede na presežek/ohlap



ohlapni ujem
(vedno ohlap)

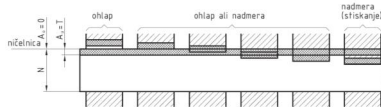
tesni ujem
(vedno presežek)

prehodni ujem
(ohlap/presežek)

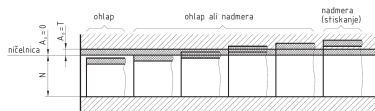
1. Tolerance in ujemi

c) Delitev ujemov glede na sistem ujema

sistem enotnega čepa: je ujemni sistem, pri katerem dosežemo zahtevani ohlap ali nadmero tako, da čepom z enotnim tolerančnim intervalom (poljem h) priradimo luknje z različnimi tolerančnimi intervali.



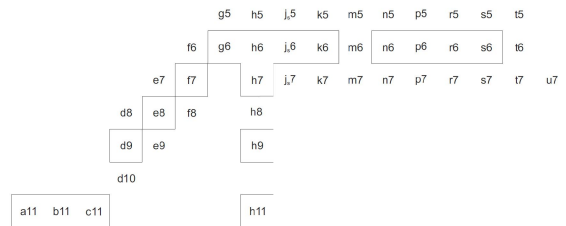
sistem enotne luknje: je ujemni sistem, pri katerem dosežemo zahtevani ohlap ali nadmero tako, da luknjam z enotnim tolerančnim intervalom (poljem H) priradimo čepa z različnimi tolerančnimi intervali.



1. Tolerance in ujemi

d) Izbira prednostnih toleranc po SIST ISO 286-1

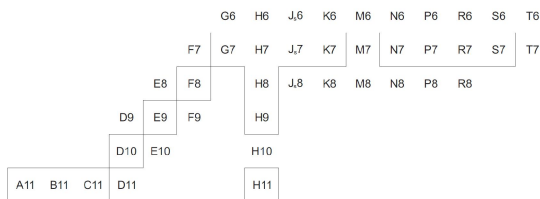
SIST ISO 286-1 predlaga prednostno uporabo toleranc za čepa in luknje. Pri določanju ujemov za primere sistemov ujemov prednostno uporabljamo tolerance, podane v okvirjih – za sisteme enotnega čepa jih prikazuje spodnja slika, za sisteme enotne luknje pa slika na naslednjem diapozitivu.



Priporočeni ISO tolerančni razredi za čepa

1. Tolerance in ujemi

Prednostno uporabljamo sistem enotne luknje, saj je izdelava različnih toleranc luknje praviloma zahtevnejši in dražji postopek kot izdelava različnih toleranc čepa. Sistem enotnega čepa se tako uporablja samo v primeru, ko je pomembna zagotovitev ustreznega ujema med čepom in luknjami različnih toleranc in so stroški izdelave manj pomembni.



Priporočeni ISO tolerančni razredi za luknje

1. Tolerance in ujemi

e) Prednostno izbiranje ujemov po DIN 7157

I	H8 u8	H7 f6	H7 n6	H7 h6	H8 h9			H7 f6	H8 h6	H8 f7	H8 h9	E9	D10 h9	C11 h9		
II		H7 s6	H7 k6	H7 j6	H11 h9	G7 h6	H7 g6					H8 e8	H8 d9	D10 h11	C11 h11	
III					H11 h11								H11 d9	H11 c11	A11 h11	H11 a11

Izbirani ujemi po DIN 7157, nanašajo se na številčno vrsto od 50 do 80 mm

1. Tolerance in ujemi

ISO ujemi po			zaznamek	primeri uporabe	
DIN 7154 enotna lukaja	DIN 7155 enotni čep	DIN 7157 ležbna ujema			
tlačni ujemi	H7/s6 H7/h6	R7/h6 S7/h6	H8/s8, u8 H7/h6	deli, sestavljeni pod visokim tlakom, visoko ali nizko temperaturo, dodatno varovanje proti zasuku ni potrebno	sklopke na koncu gredi, puše v kolesih, zveza s čepom, benastni otroci na polzu
	H7/u6 N7/h6	N7/h6	H7/u6	deli, sestavljeni pod visokim tlakom, varovanje proti zasuku je potrebno	polni in polna kolesa, ležajne puše, otroci na kolesih, pogonska kolesa
preobratni ujemi	H7/m6 M7/h6	M7/h6	M7/h6	pozorni deli, sestavljeni pri zmanjšani uporabi sile, ročno kladivo, varovanje proti zasuku je potrebno	deli v obdelovalnih strojih, ki jih moramo zamenjati (zobniki, jermenice, sklopke, zatiči, prilagodni vijaki, notranji obroči krogičnih ležajev)
	H7/k6 K7/h6	K7/h6	H7/k6	deli, sestavljeni z uporabo majhne sile, varovanje proti zasuku je potrebno	jermenice, zobniki in sklopke, notranji obroči ležajev na gredih za srednje obremenitve, zavorni kolni
obratni ujemi	H7/j6 J7/h6	J7/h6	H7/j6	ujemi za pomik pri dobrem mazanju, sestavimo in pomikamo ga lahko ročno, varovanje proti pomiku ni zasuku ni obvezno	počisto razstavljive gredne zveze, varovane z mozikoma (kolni, kolesa, ročna kolesa, puše, ležajne obloge, bati na baticni in menjalnih kolesih)
	H7/h6 H8/h9	H7/h6 H8/h9	H7/h6 H8/h9	dvosci deli, dobro mazani, pomikamo jih lahko ročno	pinole, vodila za frezala, vodila, tesnilni obroči kolni, kolesa, sklopke, nastavniki, vzvodi, utone gredi
	H7/g6 G7/h6	G7/h6	H7/g6	oči pomikni deli, ki dovoljujejo nasprotni pomik brez opaznega ohlapa	pomikna kolesa, menjalniki, pomikne sklopke, uležanje vreten brusilnih strojev

1. Tolerance in ujemi

ISO ujemi po			zaznamek	primeri uporabe
DIN 7154 enotna lukaja	DIN 7155 enotni čep	DIN 7157 ležbna ujema		
H7/f7	F7/h6	H7/f7	pomikni ujemi z zadostnim ohlapom, ki omogoča lahko mazanje	počisto uporabljeni ujemi drugih ležajev v strojih, pri uležanju gredi z dvema ležajema (uležanje vreten, ročnih gredi, drsna vodila)
H8/f8	F8/h9	F8/h9	pomikni deli z utori, ki imajo opazen ohlap, tako da so med seboj dobro pomikni	večkrat uležane gredi, bati v valjih, ventilne stojne v pasti, ležaji za zobniške in rotacijske črpalke
H8/e8	E8/h6		lahko pomikni deli z zadovoljivim ohlapom	večkrat uležana gred, pri kateri postavitve in tek nista popolna
H8/d9	D9/h8		ujemi z dolgim tasedom, ki ima zadovoljiv ohlap	natančno uležanje transmisivskih gredi in strojnih elementov z visjo vrtilno hitrostjo
H9/d10	D10/h9	D10/h9	daljše zveze z utori, ki imajo velik ohlap	vođenje pri osi za orodja in delovne stroje, ločitve kolne
H11/h11	H11/h11	H11/h11	ujemi, ki imajo velike tolerance pri majhnih ohlapih	deli, ki so kovčeni, priviti, zvarjeni
H11/d11	D11/h11		ujemi, ki imajo velike tolerance za določen majhen ohlap	ležaji na delovnih in gradbenih strojih, vodila žičnih vrvi in deli iz vlečnih materialov
H11/c11	C11/h11	C11/h11	ujemi, ki imajo velike tolerance in velike ohlape	ležaji na kmetijskih strojih
H11/a11	A11/h11	A11/h11	ujemi, ki imajo zelo velike tolerance	tečaji za vsta, preklonni zatiči, držala za vzmeti pri zavornih

1. Tolerance in ujemi

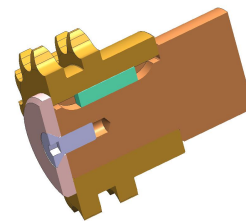
f) Primer

DELAVNIŠKA RISBA JERMENICE	DELAVNIŠKA RISBA ČEPA	SESTAVNA RISBA ujem																		
toleranca (velika črka)	toleranca (mala črka)																			
<table border="1"> <tr> <td>φ60H7</td> <td>0,030</td> <td>A_s</td> </tr> <tr> <td>Mera</td> <td>0</td> <td>A_d</td> </tr> </table>	φ60H7	0,030	A _s	Mera	0	A _d	<table border="1"> <tr> <td>φ60k6</td> <td>0,021</td> <td>a_s</td> </tr> <tr> <td>Mera</td> <td>0,002</td> <td>a_d</td> </tr> </table>	φ60k6	0,021	a _s	Mera	0,002	a _d	<table border="1"> <tr> <td>φ60H7/k6</td> <td>0,028</td> <td>Z_{max}</td> </tr> <tr> <td>Mera</td> <td>-0,021</td> <td>Z_{min}</td> </tr> </table>	φ60H7/k6	0,028	Z _{max}	Mera	-0,021	Z _{min}
φ60H7	0,030	A _s																		
Mera	0	A _d																		
φ60k6	0,021	a _s																		
Mera	0,002	a _d																		
φ60H7/k6	0,028	Z _{max}																		
Mera	-0,021	Z _{min}																		
Enačbi za izračun ujema: $Z_{max} = A_g - a_d$ $Z_{min} = A_d - a_g$																				

1. Tolerance in ujemi

Naloga TR 6.4 – UJEMI IN TOLERANCE

Za sestav dvorednega verižnika na gredi, premera 25 mm, izberite ISO ujem v sistemu enotne izvrtine tako, da bo za sestavo potrebna uporaba majhne sile, pri obratovanju pa bo potrebno varovanje proti zasuku.



model

1. Tolerance in ujemi

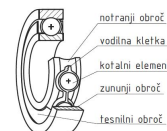
Naloga TR 6.6 – UJEMI IN TOLERANCE

Tabelirajte ujem in toleranci : **Ø65R7/h6**

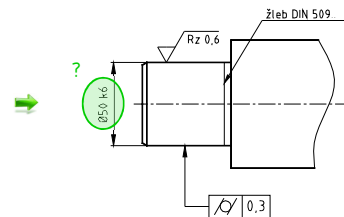
Ø65 R7/h6	
Ø65 R7	
Ø65 h6	

1. Tolerance in ujemi

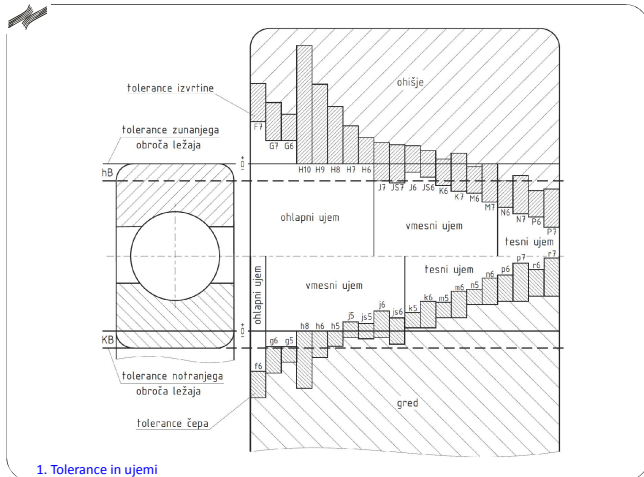
1.5 Ležajni ujemi



Model

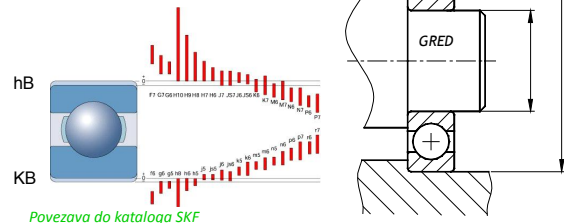


1. Tolerance in ujemi

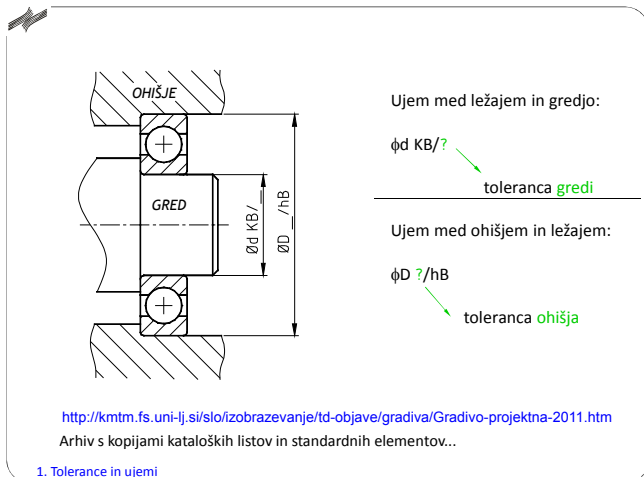


Izbiranje in zapis ujemov na sestavni risbi

Ujeme ležajev izbiramo na podlagi priporočil proizvajalca ležajev in sicer glede na obremenitev in način vpetja ležaja!



1. Tolerance in ujem



Naloga TR 6.7 – LEŽAJNI UJEMI

Izberite in tabelirajte ujem med notranjim obročem ležaja in gredjo, če imamo sledeče pogoje: radialni kroglični ležaj, pri katerem se vrtil notranji obroč, obremenitve so lahke, premer gredi je $\phi 55$.

$\phi 55$	
$\phi 55_{KB/}$	

Tabela iz katere odčitujemo:

1.vrstica: odstopki oz. toleranca gredi (del. risba gredi)

2.vrstica: ujem, ki ga vpišemo na sest. risbo (POZOR! Obrni predznak!)

Povezava do kataloga SKF

1. Tolerance in ujem

Naloga TR 6.8 – LEŽAJNI UJEMI

Izberite in tabelirajte ujem med zunanjim obročem ležaja in ohišjem, če imamo sledeče pogoje: radialni ležaj, rotirajoča obremenitev zunanjega obroča; normalne in velike obremenitve; premer gredi: $\phi 100$

Povezava do kataloga SKF

1. Tolerance in ujem

Šesta vaja iz tehničnega risanja

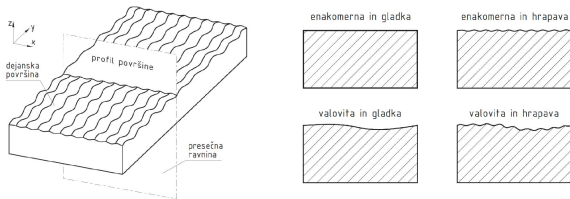
SNOV:

1. Tolerance in ujem
 - 1.1 Delitev toleranc
 - 1.2 Tolerance dolžin in kotov
 - 1.3 Tolerance prostih mer oz. splošne tolerance
 - 1.4 Ujemi
 - 1.5 Ležajni ujem
2. Označevanje kakovosti površin
 - 2.1 Uvod
 - 2.2 Podajanje kakovosti površin na tehniški risbi
 - 2.3 Usklajevanje hrapavosti površine s toleranco
 - 2.4 Splošna obdelava in zbornik obdelav
 - 2.5 Obračanje simbolov
 - 2.6 Obdelovalni postopki in stopnje hrapavosti
3. Prikazovanje zvarjenec na sestavnih (glavnih) risbah

Šesta vaja iz tehničnega risanja

2. Označevanje kakovosti površin

2.1 Uvod

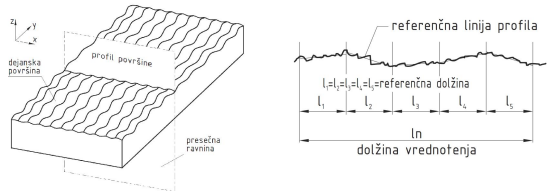


2. Označevanje kakovosti površin

Dolžina vrednotenja in referenčna dolžina

Dolžina vrednotenja l_n je dolžina v smeri osi x , na kateri vrednotimo hrapavost površine. Dolžina vrednotenja vsebuje eno ali več referenčnih dolžin l_r . **Običajno (standardno) je $l_n = 5 l_r$.**

Referenčna dolžina l_r je dolžina v smeri osi x , na kateri določimo parametre hrapavosti. Referenčno dolžino izbiramo v odvisnosti od merilne metode in vrste ter hrapavosti površine.

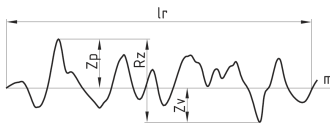


2. Označevanje kakovosti površin

Definicija parametrov R_c , R_a in R_z

① **Srednja višina neravnine profila R_c** je srednja vrednost absolutnih ustrezno filtriranih vrednosti višine petih najvišjih izbočin in globine petih najglobljih vbočin v mejah referenčne dolžine l_r .

$$R_c = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m=5} (Z_{p_i} - Z_{v_i}) = \frac{((Z_{p_1} + Z_{p_2} + \dots + Z_{p_5}) - (Z_{v_1} + Z_{v_2} + \dots + Z_{v_5}))}{5}$$



Največja globina profila Z_v je razdalja najnižje točke profila od srednje linije profila m znotraj referenčne dolžine l_r .

Največja izbočina profila Z_p je razdalja najvišje točke profila od srednje linije profila m znotraj referenčne dolžine l_r .

2. Označevanje kakovosti površin

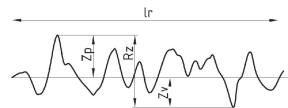
② Srednji aritmetični odstopok profila R_a

je srednja aritmetična vrednost oddaljenosti vseh točk efektivnega profila od srednje linije m , znotraj referenčne dolžine l_r .

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |Z(x)| dx \quad \text{pri čemer je dolžina } l = l_r$$

③ Največja višina profila R_z

je razdalja med dvema črtama, ki sta vzporedni s srednjo linijo m in sta narisani tako, da se dotikata najvišje oziroma najnižje točke profila (izbočinska in vbočinska mejnica) v mejah referenčne dolžine.



POZOR: Med različnimi parametri hrapavosti ni determinističnih povezav – samo ocene, ki temeljijo na teoriji verjetnosti in statističnih cenikah!

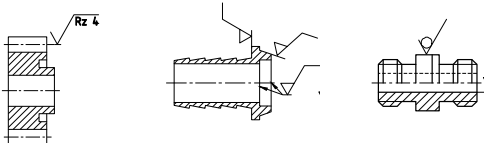
$$R_z \approx 1,6 R_c \approx 6,4 R_a$$

2. Označevanje kakovosti površin

2.2 Podajanje kakovosti površine na tehniški risbi

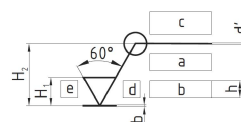
V splošnem ločimo tri simbole:

- ✓ Osnovni znak z vrisanim krogom pomeni, da na označeni površini ni dovoljeno odvzemanje materiala.
- ✓ Odprta kljukica pomeni, da je označena površina obdelana s poljubnim postopkom obdelave, sama zase brez številčnih vrednosti le opozarja, da je treba na risbi iskati podatke za glavne in dodatne oznake.
- ✓ Osnovni znak, zaprt s prečno črto, pove, da je zahtevana obdelava z odvzemanjem materiala.



2. Označevanje kakovosti površin

Dimenzije simbola in način podajanja posameznih veličin, pri definiranju kakovosti površine



Dodatne oznake poleg znaka za obdelavo pomenijo:

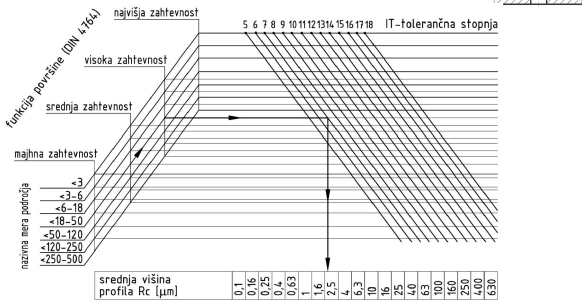
- a – osnovni parameter hrapavosti
- b – drugi parameter hrapavosti,
- c – postopki obdelave ali prevleka,
- d – orientacija hrapavosti,
- e – dodatek za obdelavo.

debelina črt za konture (d' -črta 01.2)	0,35	0,5	0,7	1
velikost številčk in velikih črk	2,5	3,5	5	7
debelina črt za oznake (d') in zapis	0,25	0,35	0,5	0,7
višina $H1$ za oznake	3,5	5	7	10
višina $H2$ za oznake (najmanjša višina)	7,5	10,5	15	21

2. Označevanje kakovosti površin

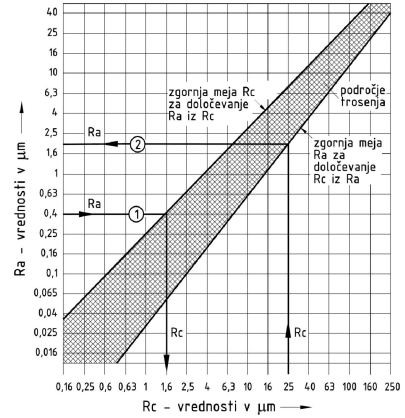
2.3 Usklajevanje hrapavosti površine s toleranco

Povezava med funkcijo površine (DIN 4764), IT-tolerančno stopnjo in srednjo višino neravnine profila Rc



2. Označevanje kakovosti površin

Povezava med parametroma hrapavosti površine Rc in Ra



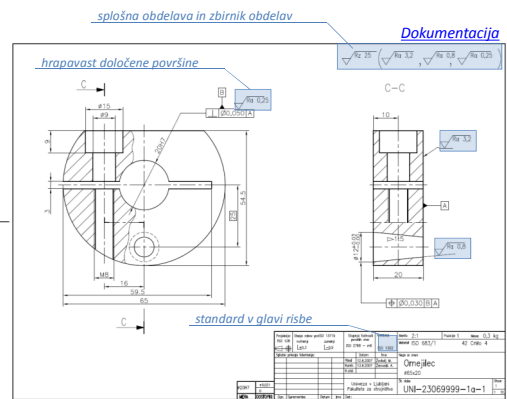
2. Označevanje

2.4 Splošna obdelava in zbirnik obdelav

1. V desni zgornji vogal delavniške risbe (A4) – zbirnik obdelav
2. V glavo risbe standard ISO 1302

Projekcija: ISO 128	Skupna toleranca po ISO 13715	Skupna točnost površine in glave ISO 2768-mK	Površina: Ra [µm] ISO 1302	Merilo: 1:1	Področje: Maza: kg
Skupni principi toleriranja: ISO 8015	Datum: 2009	Ime: K. Prilimek	Material: ISO DIN C45	Delavniška risba	
Geometrijske tolerance po ISO 1101	Kontr.: K. Pril.	Knjižnica: K. Pril.	Material: ISO DIN C45	gabaritne dimenzije	
	Univerza v Ljubljani	Fakulteta za strojništvo	Sl. risba: PAP-vp.št.-sk.-vaja	Str.: 5/6	1/1
Opis: Sprememba	Datum: 2009	Ime: K. Pril.	Dodatni info: ime_dodatne	Format: A3	

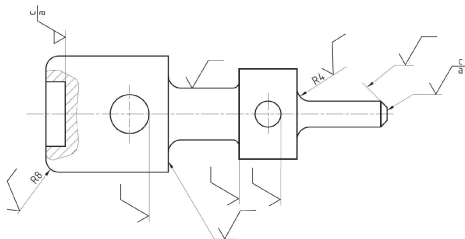
2. Označevanje kakovosti površin



2. Označevanje kakovosti površin

2.5 Obračanje simbolov

ISO 1302-2001 predvideva uporabo simbolov samo v dveh legah – vodoravni "od leve proti desni" in vertikalni "od spodaj navzgor". Zvračanje simbolov ni več dovoljeno – uporablja se kazalna puščica!



Oznako ali puščico moramo povezati z robom predmeta ali s podaljšano pomožno črto. Puščica mora nedvoumno pokazati, katera površina je obdelana.

2. Označevanje kakovosti površin

2.6 Obdelovalni postopki – stopnje hrapavosti

Priporočene vrednosti parametra hrapavosti Ra pri različnih postopkih obdelave

(vir: TD druga izdaja)

postopek obdelave	Ra [µm]	postopek obdelave	Ra [µm]		
ročna obdelava	grob	6,3-100	frezanje	grob	3,2-50
	fino piljenje	0,8-6,3	fino	0,4-3,2	
litje	v pesku	50-100	vrtanje		6,3-100
	v kokile	6,3-50	povrtavanje		0,2-6,3
kovanje	toplo, prosto	nad 100	brušenje	grob	1,6-25
	toplo v utopu	6,3-100	fino	0,1-1,6	
	hladno v utopu	1,6-6,3	poliranje	mehansko	0,1-0,8
valjanje	toplo	6,3-100	elektro		0,025-0,4
	hladno	0,4-6,3	honanje, lepanje		0,025-1,6
peskanje		12,5-100	superfinaš		0,012-0,1
	grob	1,6-100	obdelava	rezanje	0,8-25
struženje	fino	0,4-3,2	navojev	brušenje	0,2-1,6
	grob	12,5-100	pehanje		1,6-3,2
skoblanje	fino	1,6-12,5	obdelava zobnikov	frezanje	0,8-3,2
	grob	12,5-100	brušenje		0,2-1,6
pehanje	grob	12,5-100			
	fino	1,6-12,5			

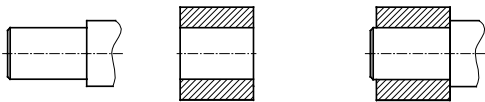
2. Označevanje kakovosti površin

Naloga TR 6.9 – UJEMI, TOLERANCE in HRPAVOST

Tabelirajte neprednostni ISO ujem med pestom in gredjo v sistemu enotne izvrtine H8/r8 ter tabelirajte odstopke mer pesta in gredi. Premer pesta in gredi je $\varnothing 120$ mm. Zapišite za kakšen ujem gre.

Za pesto in gred določite parameter hrapavosti Ra glede na njuni toleranci, če gre za strojna dela majhne zahtevnosti. Splošna obdelava površin pa naj ustreza kvaliteti, ki se doseže z grobim struženjem.

Skicirajte "delavniško risbo" gredi, "delavniško risbo" pesta ter "sestavno risbo".



Nomogram za povezavo ISO IT kvalitete in površinske hrapavosti

2. Označevanje kakovosti površin

Šesta vaja iz tehničnega risanja

SNOV:

1. Tolerance in ujemi
 - 1.1 Delitev toleranc
 - 1.2 Tolerance dolžin in kotov
 - 1.3 Tolerance prostih mer oz. splošne tolerance
 - 1.4 Ujemi
 - 1.5 Ležajni ujemi
2. Označevanje kakovosti površin
 - 2.1 Uvod
 - 2.2 Podajanje kakovosti površin na tehniški risbi
 - 2.3 Usklajevanje hrapavosti površine s toleranco
 - 2.4 Splošna obdelava in zbornik obdelav
 - 2.5 Obračanje simbolov
 - 2.6 Obdelovalni postopki in stopnje hrapavosti

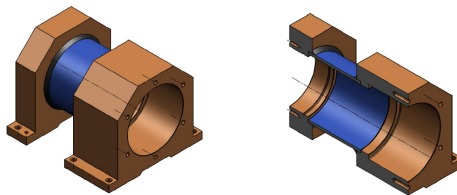
→ 3. Prikazovanje zvarjenec na sestavnih (glavnih) risbah

Šesta vaja iz tehničnega risanja

3. Varjenci

Kaj je varjenec?

Je izdelek narejen iz najmanj dveh sestavnih delov, ki jih spojimo z enim od podstopkov varjenja (plamensko, oblačno, lasersko ...). Podobni so (s stališča TD) tudi izdelki narejeni z drugimi postopki spajanja – lotanje, lepljenje, kovičenje.



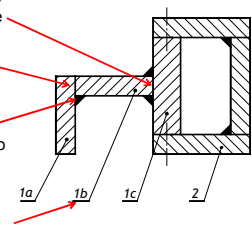
3. Varjenci

3.1 Prikazovanje varjenec na sestavni risbi

V končnem sestavu (glavna risba) varjenec obravnavamo kot en del (sestavni deli varjenca so že spojeni v nerazstavljivo celoto):

- Sestavni deli varjenca so prikazani tako, da se vidijo meje (teoretične glede na pripravo delov pred varjenjem) in je jasno, da ne gre za npr. ulitek!
- Vsi prerežani deli varjenca so šrafirani z enako šrafuro!
- Zvare večinoma ne prikazujemo na sestavnih risbah. Izjeme so predvsem pri velikih merilih in kjer zvari igrajo pomembno vlogo (funkcija, omejitve za montažo, ...)
- Celoten varjenec ima samo eno pozicijsko oznako glavne kosovnice, v posebnih primerih se uporabi nivojsko pozicioniranje!

Če imamo varjenje pri sestavi, tipično uporabimo nivojske pozicije.



3. Varjenci

3.2 Delavniška risba varjenca

Veljajo vsa pravila kot za druge delavniške risbe – risba mora vsebovati vse podatke o geometriji, merah, tolerancah, GDT, stanje površin in robov za končno stanje izdelka!

Riše se podobno – večpogledni prikazi (pogledi in prerezi) v končnem stanju (zavarjeno in po potrebi obdelano). **Podrobneje naslednji teden!**

POSEBNOSTI:

1. Prikazuje končno stanje (pred montažo) varjenca z vsemi obdelavami = **skupinska delavniška risba**:
 - vsebuje vse, kar je značilno za posamične delavniške risbe +
 - pozicijske oznake in kosovnico sestavnih delov varjenca.
2. Prikaz sestavnih delov v stanju pred varjenjem (po potrebi tudi na posebnih pogledih in prerezih).
3. Prikaz zvarnih žlebov (oblike in mere).
4. Simboli za definicijo zvarov (oblika, lastnosti, kvaliteta, način varjenja, dodatni material)
5. Glava za delavniško risbo varjenca ima dodano kosovnico!

3. Varjenci

Naloge za utrjevanje znanja

Vaje za utrjevanje

Definicija

Izdelajte delavniško risbo spodaj prikazanega ušesa batnice.

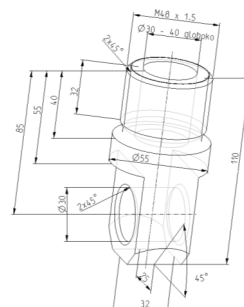
Risbo narišite na **standardni format z okvirjem in z glavo za delavniško risbo**. V glavo je potrebno obvezno vpisati:

- ime študenta in datum risanja,
- naslov risbe,
- številka risbe (po vzorcu: RRP-vp.št.-sk.-vaja),
- merilo,
- standard za razporeditve projekcij (ustrezen simbol za evropski razpored projekcij in navedba ISO 128),
- list in skupno št. listov,
- material,
- masa,
- hrapavost površin,
- stopnjo točnosti prostih mer,
- stanje robov.

Vaje za utrjevanje

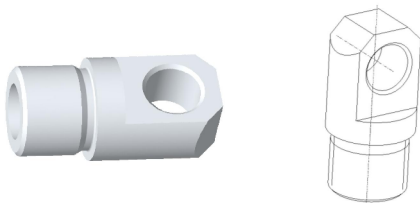
Naloga TR DN 6.1

Izdelajte delavniško risbo spodaj prikazanega ušesa batnice. Uho naj bo izdelano iz ogljikovega jekla za poboljšanje. Predmet ustrezno prikažite in kotirajte, izpolnite tudi glavo risbe! Kotiranje prilagodite splošnim postopkom obdelave: struženju in frezanju. Mere, ki niso definirane lahko izbirate prosto!



Vaje za utrjevanje

Na koncu navoja M48x1.5 predvidite ustrezen žleb za iztek orodja pri izdelavi navoja! Dno izvrtine $\varnothing 30$ je lahko tudi stožčaste oblike (izdelano s svedrom). V izvrtini na ušesu nalega sornik s prehodnim ujemom v sistemu enotnega čepa. Ujem naj bo sestavljen ob znatni uporabi sile in naj bo primeren za dele v obdelovalnih strojih, ki jih moramo pogosto zamenjati. Funkcija valjaste površine je srednje zahtevnosti. Širina ušesa (mera 32) naj bo primerna za ujemanje z vilicami z ohlapnim ujemom v sistemu enotne izvrtine, ki ima velike tolerance ob majhnih ohlapih. Funkcija površin je majhne zahtevnosti. Proste mere naj bodo izdelane v fini stopnji točnosti. Obdelave prilagodite zahtevanim tolerancam in splošnim postopkom obdelave z odvzemanjem materiala!



Vaje za utrjevanje

TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (3003) PA program

gradivo za 7. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
 Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
 Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
 Vili Pepel, Senad Omerović, Aleksander Novak,
 Ivan Prebil

Ljubljana, december 2013

OPISNA GEOMETRIJA IN TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (2003)

RR program

gradivo za 7. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
 Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
 Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
 Vili Pepel, Senad Omerović, Aleksander Novak,
 Ivan Prebil

Ljubljana, december 2013

Sedma vaja iz tehničnega risanja

SNOV:

- ➔ 1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT
 - 1.1 Podajanje geometrijskih toleranc (GT) na tehniški risbi
 - 1.2 Pregled geometrijskih toleranc
 - 1.3 Primeri uporabe geometrijskih toleranc
 - 1.4 GT na ležajnih mestih
- 2. Varjenci
 - 2.1 Prikazovanje varjenca na sestavni risbi
 - 2.2 Delavniška risba varjenca
 - 2.3 Tolerance prostih mer varjenih konstrukcij
 - 2.4 Prikazovanje zvara
 - 2.5 Označevanje zvara

Sedma vaja iz tehničnega risanja

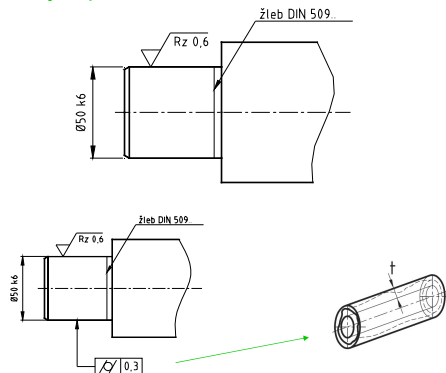
1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Strojni elementi so večinoma sestavljeni iz več geometrijskih elementov, katerih oblika in lega glede na druge bolj ali manj odstopa od idealnih vrednosti. Za pravilno delovanje in doseg želene funkcionalnosti strojnih delov morajo biti tudi ta odstopanja v dopustnih mejah. ⇨ GDT

Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT
 (ang. Geometric Dimensioning and Tolerancing) je v literaturi pogost izraz (in kratica) za uporabo konceptov ter pravil uporabe toleranc oblike, orientacije, namestitve, profila in teka na tehničnih risbah.

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Motivacijski primer



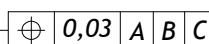
1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

1.1 Podajanje geometrijskih toleranc na tehniški risbi

Geometrijske tolerance podajamo na tehniških risbah z ustreznimi simboli, ki so standardizirani po SIST EN ISO 7063.

Osnovna elementa pri navajanju geometrijskih toleranc

Tolerančni (kontrolni) okvir z referenčno puščico

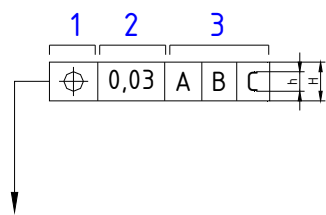


Referenčni element ali baza



1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

a) Tolerančni oz. „kontrolni“ okvir z referenčno puščico



Velikost kontrolnega okvirja in simbolov je vezana na velikost pisave (splošen princip)!

Za formate < A1
H = 7 mm
h = 3,5 mm

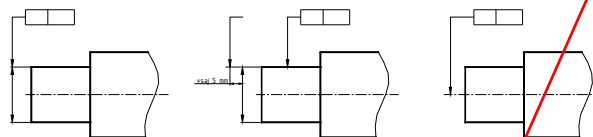
Debelina črt simbolov in pisave = 0,35 mm za formate < A1
Okvir in kazalne črte so tanke!

1. Simbol
2. Dopustni odstopok oz. toleranca
3. Baze oz. referenčni elementi

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Pravila postavljanja referenčne puščice

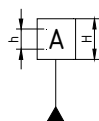
Po zadnjih revizijah standardov ni več predvideno!



- Če postavimo referenčno puščico na podaljšek kotirne črte, se tolerirana lastnost nanaša *na os oz. srednjo ravnino kotirane značilnosti* strojnega dela.
- Če postavimo referenčno puščico neposredno na konturo strojnega dela ali na pomožno kotirno črto najmanj 5 mm stran od glavne kotirne črte se tolerirana lastnost nanaša *na površino oz. konturo strojnega dela*.
- Če postavimo referenčno puščico na srednico, se tolerirana lastnost nanaša *na celotno os oziroma srednjo ravnino* toleriranega strojnega dela.

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

b) Referenčni element oz. baza



Za formate < A1
H = 7 mm
h = 3,5 mm

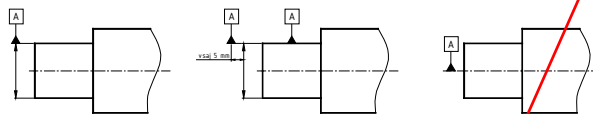
Enakostraničen poln ali prazen trikotnik višine enake dolžini kotirnih puščic.

Debelina črt simbolov in pisave = 0,35 mm za formate < A1
Okvir in kazalne črte so tanke!

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Pravila postavljanja referenčnega elementa

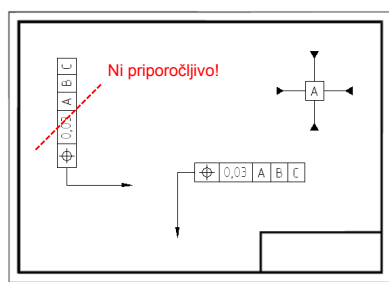
Po zadnjih revizijah standardov ni več predvideno!



- Če postavimo referenčni element na podaljšek kotirne črte, se referenčni element nanaša *na os oz. srednjo ravnino kotirane značilnosti* strojnega dela.
- Če postavimo referenčni element neposredno na konturo strojnega dela ali na pomožno kotirno črto najmanj 5 mm stran od glavne kotirne črte se referenčni element nanaša *na površino oz. konturo strojnega dela*.
- Če postavimo referenčni element na srednico, se referenčni element nanaša *na celotno os oziroma srednjo ravnino* toleriranega strojnega dela.

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

c) Obračanje kontrolnih okvirjev in referenčnih elementov



1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

1.2 Pregled geometrijskih toleranc

tolerancijska lastnost		simbol	
neodvisna lastnost	tolerance oblike	premost	—
		ploskost	▭
		krožnost	○
	tolerance profila	oblika valja	∩
		profil linije	⤿
		profil ploskve	∪
odvisna lastnost	tolerance orientacije	vzporednost	//
		pravokotnost	⊥
		kotnost	∠
	tolerance lege	položaj	⊕
		sosrednost oz. soosnost	⊙
		simetričnost	≡
tolerance telesa	optletanje krožnice	↻	
	optletanje ploskve	↻	

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

1.3 Primeri uporabe geometrijskih toleranc

a) Tolerance oblike

tolerančna lastnost	simbol
premost	—
ploskost oz. ravnost	
krožnost	○
oblika valja	

Tolerance oblike so neodvisne od drugih linij in površin izdelka in jih praviloma predpisujemo tistim linijam in površinam, ki služijo kot referenčni element za kontrolo odvisnih toleranc ⇒ **nimajo baze**

Predpisujejo dovoljeno vrednost za odstopke od referenčne geometrijsko idealne oblike, ne kontrolirajo pa velikosti.

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

premost —

Tolerirani rob predmeta mora ležati med dvema vzporednima vodoravnima ravninama, ki sta vzporedni z robom, razmik $t = 0,05$ mm.



ploskost oz. ravnost

Tolerirana površina mora ležati med dvema vzporednima ravninama, ki sta razmaknjeni za $t = 0,02$ mm.



1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

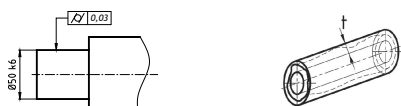
krožnost ○

V vsakem prečnem prerezu elementa mora obseg tolerirane površine ležati znotraj koncentričnih krogov, ki sta razmaknjena za $t = 0,03$ mm.



oblika valja

Tolerirana površina mora ležati znotraj dveh koaksialnih valjev, ki sta razmaknjena za $t = 0,03$ mm.



1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

b) Tolerance orientacije

toleranca orientacije	vzporednost	//
	pravokotnost	⊥
	kotnost oz. nagib	∠

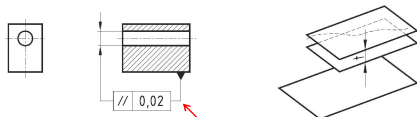
Toleranca orientacije (vzporednost, pravokotnost, kotnost oziroma nagib) zajema dovoljene odstopke od referenčne geometrijsko idealne orientacije enega ali več elementov glede na referenčni element (bazo) in določa področje tolerance, znotraj katere mora ležati tolerirani oziroma kontrolirani element.

baza je **OBVEZNA**

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

vzporednost //

Tolerirana os luknje mora ležati med dvema ravninama, ki sta vzporedni z referenčno ravnino in razmaknjeni za razdaljo $t = 0,02$ mm.



pravokotnost ⊥

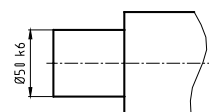
Tolerirana površina mora ležati med dvema vzporednima ravninama, ki sta pravokotni na referenčno ravnino A in razmaknjeni za $t = 0,05$ mm.



1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Naloga TR 7.1

Čelna naležna ploskev ležaja naj bo pravokotna glede na os valja premera $\varnothing 50$ mm. Dopustni odstopki naj ne bodo večji od 0,03 mm.

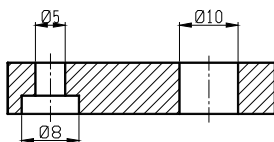


pravokotnost

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Naloga TR 7.2

Os izvrtine $\varnothing 10$ naj bo vzporedna z osjo izvrtine $\varnothing 5$. Dopustni odstopki naj ležijo znotraj valjaste tolerančne cone premera 0,4 mm.



vzporednost

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

c) Tolerance lege (namestitve)

toleranca lege	položaj	\oplus
	sosrednost in soosnost	\odot
	simetričnost	\equiv

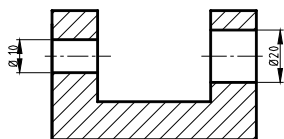
Toleranca lege zajema dovoljene odstopke od referenčne geometrijsko idealne lege enega ali več elementov in določa področje tolerance, znotraj katere mora ležati element. Če ob tem ne določimo tolerance oblike, sme imeti element znotraj tolerančnega področja poljubno obliko.

baza je OBVEZNA

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Naloga TR 7.3

Os izvrtine $\varnothing 20$ naj leži znotraj tolerančnega valja s premerom 0,3 mm, ki je soosen (koaksialen) z osjo izvrtine premera $\varnothing 10$.

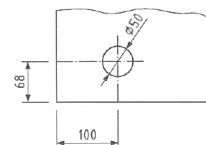


sosrednost oz. soosnost

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Naloga TR 7.4 - GDT

Os izvrtine $\varnothing 50$ naj leži znotraj tolerančnega valja s premerom 0,08 mm, katerega srednjica je od leve ploskve (roba) izdelka oddaljena za 100 mm in od spodnje ploskve (roba) izdelka za 68 mm.



lega oz. položaj

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

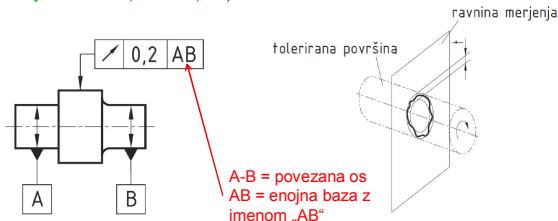
d) Tolerance opletanja oz. teka

toleranca teka	opletanje krožnice	\nearrow
	opletanje ploskve	\nearrow

Toleranca teka določa največjo dovoljeno vrednost za odstopke od idealnega krožnega teka oziroma velikost dovoljenega opletanja površine v radialni ali aksialni smeri pri zavrtitvi okrog referenčne osi za polni krog.

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Opletanje krožnice (radialno)



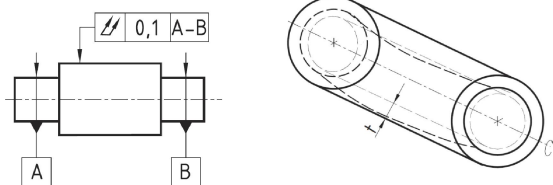
A-B = povezana os
AB = enojna baza z imenom „AB“

Pri enkratni zavrtitvi okrog referenčne osi A-B je lahko odstopke (opletanje) tolerirane krožnice v radialni smeri največ $t = 0,2$ mm.

Tolerančno območje je površina v določeni ravnini, pravokotni na referenčno os, med dvema sosrednjima krogoma, katerih radija se razlikujeta za t , njuni središči pa sovpadata z referenčno osjo

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Opletanje ploskve (radialno) ↗

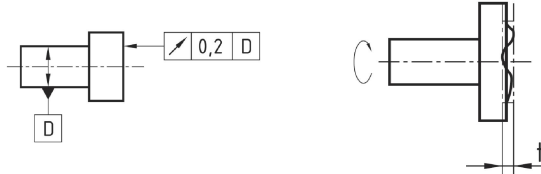


Pri enkratni zavrtitvi okrog referenčne osi A-B je lahko odstopke (opletanje) tolerirane površine po celotni dolžini v radialni smeri največ $t = 0,1$ mm.

Tolerirano območje je volumen med dvema sosednjima valjema, katerih radija se razlikujeta za t , njuni osi pa sovpadata z referenčno osjo.

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Opletanje krožnice (aksialno) ↗

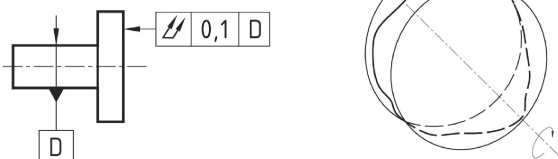


Pri enkratni zavrtitvi okrog referenčne osi D je lahko odstopke tolerirane krožnice v aksialni smeri največ $t = 0,2$ mm.

Tolerirano območje je na poljubni radialni oddaljenosti od referenčne osi površina med vzporednima krožnicama, ki sta razmaknjeni za razdaljo t , njuni središči pa sovpadata z referenčno osjo.

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Opletanje ploskve (aksialno) ↗



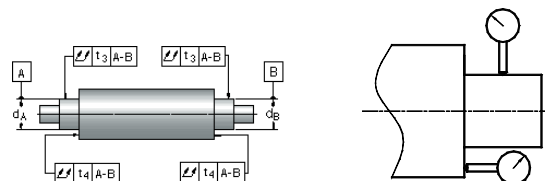
Pri enkratni zavrtitvi okrog referenčne osi D je lahko odstopke tolerirane čelne površine v aksialni smeri največ $t = 0,1$ mm.

Tolerirano območje je volumen med dvema vzporednima krogoma, razmaknjenima za razdaljo t .

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Tolerance teka

Tolerance opletanja ploskve podaja velikost dovoljenega opletanja površine v radialni ali aksialni smeri pri zavrtitvi okrog referenčne osi za poln krog.

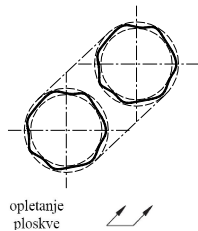


1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Tolerance teka (opletanje ploskve in opletanje krožnice)

Opletanje ploskve

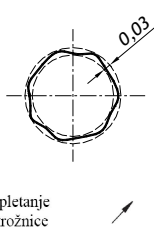
kontroliramo celoten volumen



Pri enkratni zavrtitvi okrog referenčne osi je lahko odstopke (opletanje) tolerirane površine po celotni dolžini v radialni smeri največ $t = 0,2$ mm.

Opletanje krožnice

kontroliramo vsak presek posebej



Pri enkratni zavrtitvi okrog referenčne osi je lahko odstopke tolerirane krožnice v aksialni smeri največ $t = 0,03$ mm.

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

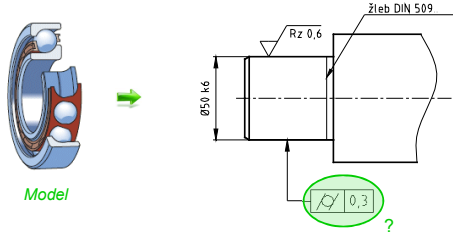
1.4 GDT na ležajnih mestih

Na gredi in v ohišju je potrebno zadostiti sledečim zahtevam

1. Posnetje za montažo $15 - 25^\circ$.
2. Izbira **tolerance** (po priporočilu proizvajalca glede na obremenitev in vpetje).
3. Izbira **hrapavosti** glede na izbrano toleranco.
4. **Žleb** za iztek orodja pri brušenju – žleb DIN 509...
5. **GT** oziroma tolerance oblike in orientacije ležajnega mesta.

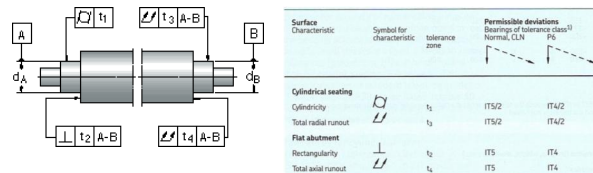
1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

1.4 GDT na ležajnih mestih



1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

a) GT na gredi



Surface Characteristic	Symbol for characteristic	tolerance zone	Permissible deviations Bearings of tolerance class ⁽¹⁾ Normal, CLN	
Cylindrical seating				
Cylindricity		t ₁	IT5/2	IT4/2
Total radial runout		t ₂	IT5/2	IT4/2
Flat abutment				
Rectangularity		t ₃	IT5	IT4
Total axial runout		t ₄	IT5	IT4

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Izbira velikosti dopustnega odstopanja

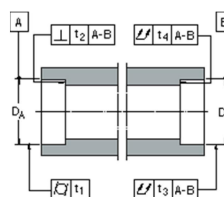
Surface Characteristic	Symbol for characteristic	tolerance zone	Permissible deviations Bearings of tolerance class ⁽¹⁾ Normal, CLN	
Cylindrical seating				
Cylindricity		t ₁	IT5/2	IT4/2
Total radial runout		t ₂	IT5/2	IT4/2
Flat abutment				
Rectangularity		t ₃	IT5	IT4
Total axial runout		t ₄	IT5	IT4

Primer, če izberemo toleranco opletanja ploskve za obe naležni površini.

Nominal dimension over	Tolerance grades													
	mm	in	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12
1	3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	20	30	40	60	100
3	6	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	50	75	110	180	300
6	10	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	54	80	120	210	360
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	63	90	150	250
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	50	75	110	180	300
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	60	90	130	210	360
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	110	160	250	400
80	120	2,5	4	6	10	15	22	36	54	87	130	190	290	450
120	180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	150	220	330	500
180	250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	110	160	230	350	520
250	315	6	9	12	16	23	32	52	81	130	210	300	450	700
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	330	500	750
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	360	530	800
500	630	-	-	-	-	32	44	70	110	175	280	400	600	900
630	800	-	-	-	-	36	50	80	120	200	320	450	700	1000

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

b) GT v ohišju



Surface Characteristic	Symbol for characteristic	tolerance zone	Permissible deviations Bearings of tolerance class ⁽¹⁾ Normal, CLN	
Cylindrical seating				
Cylindricity		t ₁	IT5/2	IT4/2
Total radial runout		t ₂	IT5/2	IT4/2
Flat abutment				
Rectangularity		t ₃	IT5	IT4
Total axial runout		t ₄	IT5	IT4

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Izbira velikosti dopustnega odstopanja

Surface Characteristic	Symbol for characteristic	tolerance zone	Permissible deviations Bearings of tolerance class ⁽¹⁾ Normal, CLN	
Cylindrical seating				
Cylindricity		t ₁	IT5/2	IT4/2
Total radial runout		t ₂	IT5/2	IT4/2
Flat abutment				
Rectangularity		t ₃	IT5	IT4
Total axial runout		t ₄	IT5	IT4

Primer, če izberemo toleranco krožnega teka in toleranco pravokotnosti.

Nominal dimension over	Tolerance grades													
	mm	in	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12
1	3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	20	30	40	60	100
3	6	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	50	75	110	180	300
6	10	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	54	80	120	210	360
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	63	90	150	250
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	50	75	110	180	300
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	60	90	130	210	360
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	110	160	250	400
80	120	2,5	4	6	10	15	22	36	54	87	130	190	290	450
120	180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	150	220	330	500
180	250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	110	160	230	350	520
250	315	6	9	12	16	23	32	52	81	130	210	300	450	700
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	330	500	750
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	360	530	800
500	630	-	-	-	-	32	44	70	110	175	280	400	600	900
630	800	-	-	-	-	36	50	80	120	200	320	450	700	1000

1. Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT

Sedma vaja iz tehničnega risanja

SNOV:

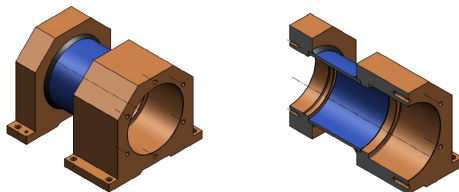
- Geometrijsko dimenzioniranje in toleriranje - GDT
 - Podajanje geometričnih toleranc na tehniški risbi
 - Pregled geometričnih toleranc
 - Primeri uporabe geometričnih toleranc
 - GDT na ležajnih mestih
- Varjenci
 - Priznavanje varjenca na sestavni risbi
 - Delavniška risba varjenca
 - Tolerance prostih mer varjenih konstrukcij
 - Priznavanje zvara
 - Označevanje zvara

Sedma vaja iz tehničnega risanja

2. Varjenci

Kaj je varjenec?

Je izdelek narejen iz najmanj dveh sestavnih delov, ki jih spojimo z enim od podstopkov varjenja (plamensko, obločno, lasersko ...). Podobni so (s stališča TD) tudi izdelki narejeni z drugimi postopki spajanja – lotanje, lepjenje, kovičenje.



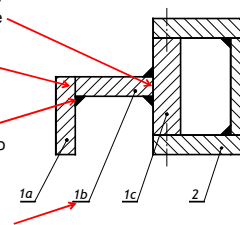
2. Varjenci

2.1 Prikazovanje varjenecv na sestavni risbi

V končnem sestavu (glavna risba) varjenec obravnavamo kot en del (sestavni deli varjenca so že spojeni v nerazstavljivo celoto):

- Sestavni deli varjenca so prikazani tako, da se vidijo meje (teoretične glede na pripravo delov pred varjenjem) in je jasno, da ne gre za npr. ulitek!
- Vsi prerežani deli varjenca so šrafirani z enako šrafuro!
- Zvare večinoma ne prikazujemo na sestavnih risbah. Izjeme so predvsem pri velikih merilih in kjer zvari igrajo pomembno vlogo (funkcija, omejitve za montažo, ...)
- Celoten varjenec ima samo eno pozicijsko oznako glavne kosovnice, v posebnih primerih se uporabi nivojsko pozicioniranje!

Če imamo varjenje pri sestavi, tipično uporabimo nivojske pozicije.



2. Varjenci

2.2 Delavniška risba varjenca

Veljajo vsa pravila kot za druge delavniške risbe – risba mora vsebovati vse podatke o geometriji, merah, tolerancah, GDT, stanje površin in robov za končno stanje izdelka!

Riše se podobno – večpogledni prikazi (pogledi in prerezi) v končnem stanju (zavarjeno in po potrebi obdelano).

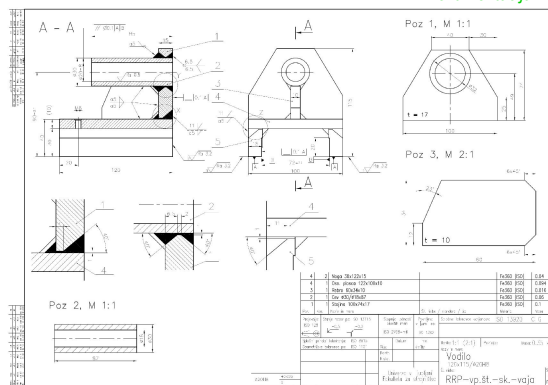
POSEBNOSTI:

- Prikazuje končno stanje (pred montažo) varjenca z vsemi obdelavami = **skupinska delavniška risba**:
 - vsebuje vse, kar je značilno za posamične delavniške risbe +
 - pozicijske oznake in kosovnico sestavnih delov varjenca.
- Prikaz sestavnih delov v stanju pred varjenjem (po potrebi tudi na posebnih pogledih in prerezih).
- Prikaz zvarnih žlebov (oblike in mere).
- Simboli za definicijo zvarov (oblika, lastnosti, kvaliteta, način varjenja, dodatni material)
- Glava za delavniško risbo varjenca ima dodano kosovnico!

2. Varjenci

Primer

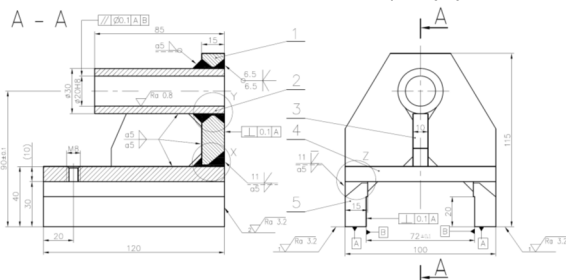
Dokumentacija



2. Varjenci

a) Končno stanje (stanje po varjenju in mehanski obdelavi)

- Kljub temu, da je risba delavniška, mora imeti **pozicijske oznake**!
- Šrafure sestavnih delov so različne (razlika v primerjavi s sestavno risbo).
- Tolerance, GDT, navedba kvalitete površine, stanje robov.
- Mere izdelka v končnem stanju:
 - gabariti, priključne, funkcijske mere,
 - mere dosežene z mehansko obdelavo po varjenju.



2. Varjenci

b) Sestavni deli in varilni žlebovi (stanje pred varjenjem)

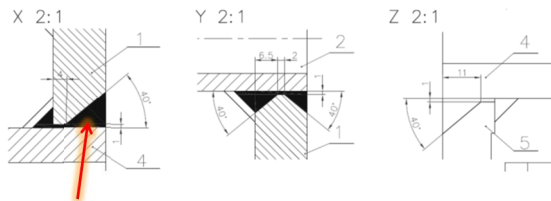
Vsi podatki potrebni za pripravo pločevin in varilnih žlebov (upoštevati dodatke za naknadno mehansko obdelavo, zmanjšanje mer in prirezi zaradi sestavitve), se lahko navedejo:

- Na sami risbi varjenca (hitro postane nepregledno).
- Z risbami priprave pločevin oz. sestavnih delov (lahko na istem listu ali na dodatnih listih),
- S prikazi detajlov spojev pločevin (lahko se kombinira s prikazom varjenca in posameznih pločevin).

2. Varjenci

Zvarni žlebovi

Oblika in dimenzije po standardih glede na vrsto spoja in vrsto zvarov!

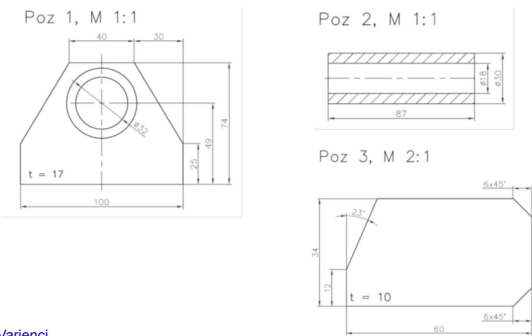


Obliko zvarnih žlebov rišemo v stanju pred varjenjem, torej niso počrtnjeni!

2. Varjenci

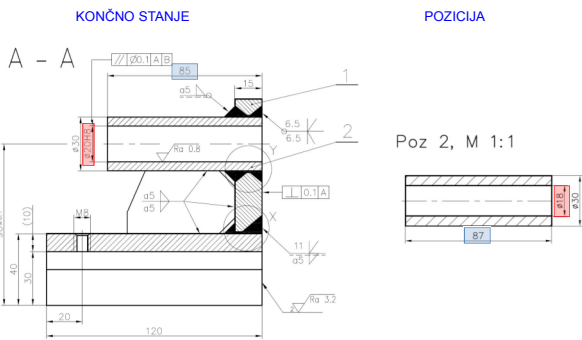
Sestavni deli

Pri oblikovanju upoštevamo potrebne nadmere za končne mehanske obdelave in za zvarne žlebove (obdelave robov in odmiki).



2. Varjenci

Kdaj in zakaj je potrebno risati posamezne pozicije?



2. Varjenci

c) Glava delavniške risbe varjenca

Kljub temu, da je risba delavniška, mora imeti kosovnico sestavnih delov!

Običajno ista kosovnica kot pri sestavni risbi, lahko pa tudi drugega tipa. Obvezno vsebuje naziv in mere, material in maso posameznega dela.

1	2	Pločevine 8 x 100 x 200		Št. ribe / standard / tip	Fe360 (ISO)	6,6 kg	kg
Pril.	Kos.	Naziv in mere			Material	Masa	
Priloge:	Stanje robov po:	ISO 13715	Slagajo ločnasti presli mer:	Površine v [µm]	Splošne tolerance varjenec: ISO 13920 C G		
ISO 128	L-0,3	L-0,3	ISO 2768-mK	ISO 1302	- vsi razsežni: po: za ali (za: 5mm) ali 1, znotraj mesta odzema.		
					- postopki MLC, znotraj gila krogel 18, dodajni material: JSC VAC 60 in 1,2mm		
					- znotraj: 10 po: EN 22817		
Splošni pogoji izdelave:		ISO 8015	Datum	line	Merilo: 1:1	Pozicija:	Masa: 120 kg
Geometrijske tolerance po:		ISO 1101	Risal:	2009	J. Prilomnik:		
			Kontr.:		KmTM		
			K.št.d.				
Univerza v Ljubljani Fakulteta za strojništvo					Varjenec		Št. ribe:
					goboritne dimenzije		1/1
					RRP-vp.št.-sk.-vaja		Format:
							A5
Ozn.	Sprememba	Datum	line	Dat.: ime_đatolcke*			

2. Varjenci

2.3 Tolerance prostih mer varjenih konstrukcij

ISO 13920 - CG

1	2	Pločevine 8 x 100 x 200		Št. ribe / standard / tip	Fe360 (ISO)	6,6 kg	kg
Pril.	Kos.	Naziv in mere			Material	Masa	
Priloge:	Stanje robov po:	ISO 13715	Slagajo ločnasti presli mer:	Površine v [µm]	Splošne tolerance varjenec: ISO 13920 C G		
ISO 128	L-0,3	L-0,3	ISO 2768-mK	ISO 1302	- vsi razsežni: po: za ali (za: 5mm) ali 1, znotraj mesta odzema.		
					- postopki MLC, znotraj gila krogel 18, dodajni material: JSC VAC 60 in 1,2mm		
					- znotraj: 10 po: EN 22817		
Splošni pogoji izdelave:		ISO 8015	Datum	line	Merilo: 1:1	Pozicija:	Masa: 120 kg
Geometrijske tolerance po:		ISO 1101	Risal:	2009	J. Prilomnik:		
			Kontr.:		KmTM		
			K.št.d.				
Univerza v Ljubljani Fakulteta za strojništvo					Varjenec		Št. ribe:
					goboritne dimenzije		1/1
					RRP-vp.št.-sk.-vaja		Format:
							A5
Ozn.	Sprememba	Datum	line	Dat.: ime_đatolcke*			

PRVA ČRKA: tolerance prostih mer dolžin in kotov (razredi: A - fini, B - srednji, C - grobi, D - zelo grobi)

DRUGA ČRKA: splošne tolerance premosti, ploskosti in vzporednosti (razredi: E - fini, F - srednji, G - grobi, H - zelo grobi)

2. Varjenci

Splošne tolerance za dolžinske mere varjenec

Tolerance class	Range of nominal sizes, L, in mm									
	2 to 30	Over 30 up to 120	Over 120 up to 400	Over 400 up to 1000	Over 1000 up to 2000	Over 2000 up to 4000	Over 4000 up to 8000	Over 8000 up to 12000	Over 12000 up to 16000	Over 16000 up to 20000
A	± 1	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5	± 6	± 7	± 8	± 9
B	± 2	± 2	± 3	± 4	± 6	± 8	± 10	± 12	± 14	± 16
C	± 3	± 4	± 6	± 8	± 11	± 14	± 18	± 21	± 24	± 27
D	± 4	± 7	± 9	± 12	± 16	± 21	± 27	± 32	± 36	± 40

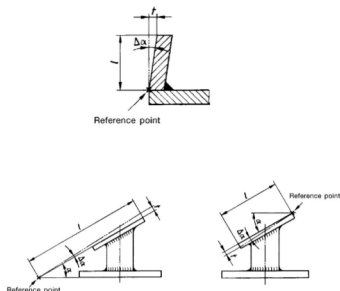
2. Varjenci

Splošne tolerance za kote na varjenjih

Table 2: Tolerances for angular dimensions

Tolerance class	Range of nominal sizes, l , in mm (length or shorter leg)		
	Up to 400	Over 400 up to 1000	Over 1000
	Tolerances, $\Delta\alpha$ (in degrees and minutes)		
A	± 20	± 15	± 10
B	± 45	± 30	± 20
C	$\pm 1^\circ$	$\pm 45'$	$\pm 30'$
D	$\pm 1'30''$	$\pm 1'15''$	$\pm 1'$
	Calculated and rounded tolerances, t , in mm ¹⁾		
A	± 6	± 4.5	± 3
B	± 13	± 9	± 6
C	± 18	± 13	± 9
D	± 26	± 22	± 18

¹⁾ The value indicated in mm/m corresponds to the tangent value of the general tolerance. It is to be multiplied by the length, in m, of the shorter leg

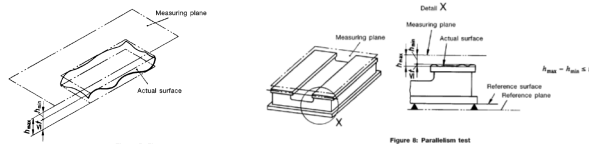
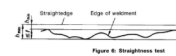


2. Varjenci

Splošne tolerance premosti, ploskosti in vzporednosti varjenjev

Table 3: Straightness, flatness and parallelism tolerances

Tolerance class	Range of nominal sizes, l , in mm (width to longer side of the surface)									
	Over 20 up to 120	Over 120 up to 400	Over 400 up to 1000	Over 1000 up to 2000	Over 2000 up to 4000	Over 4000 up to 8000	Over 8000 up to 12000	Over 12000 up to 16000	Over 16000 up to 20000	Over 20000
	Tolerances, t , in mm									
E	0.5	1	1.5	2	3	4	5	6	7	8
F	1	1.5	3	4.5	6	8	10	12	14	16
G	1.5	3	5.5	9	11	16	20	22	25	25
H	2.5	5	9	14	18	26	32	36	40	40



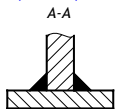
2. Varjenci

2.4 Prikazovanje zvara

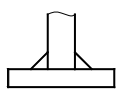
Pri prikazu zvara veija:

- var se prikaže samo prečno in ne vzdolžno,
- v prečnem pogledu prikažemo obliko in ne šrafiramo,
- v prečnem prerezu var gosto šrafiramo ali črnimo.

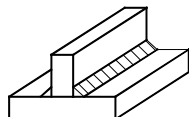
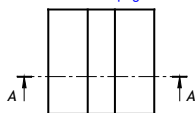
v prečnem prerezu



v prečnem pogledu



v vzdolžnem pogledu



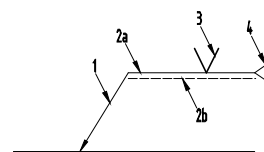
2. Varjenci

2.5 Označevanje zvara

Po ISO standardu simbolične oznake zadoščajo – enolično popišejo obliko in dimenzijo vara v prečnem pogledu ali prerezu ni potrebno risati; ga pa priporočamo, če to velikost risbe dopušča!

Osnovna oznaka zvarnega spoja

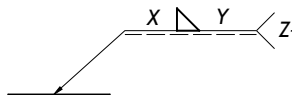
- 1 kazalna črta s puščico
- 2a polna referenčna črta
- 2b črtkana identifikacijska črta
- 3 simbol za vrsto zvara
- 4 vilice



2. Varjenci

Kaj pišemo na te oznake?

- X - debelina oz. višina zvara
- Y - dolžina zvara
- Z - dodatne oznake in pojasnila
 - postopki varjenja
 - kakovostni razred zvara
 - dodatni material, ...



2. Varjenci

Položaj X – podatek o debelini oz. višini zvara

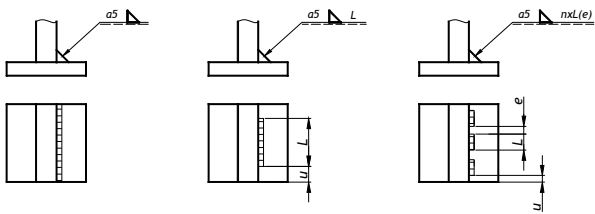
Posebnost: Kotni zvar



Pri vseh ostalih zvarih črke spredaj ne pišemo!

2. Varjenci

Položaj Y – dolžina zvara



Če podatka o dolžini zvara ne navedemo, je zvar izveden po celotni dolžini stika varjenцев.

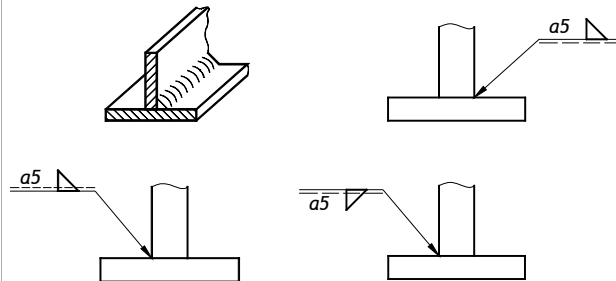
Zvar dolžine L.

Prekinjeni zvar

2. Varjenci

Pomen identifikacijske črte

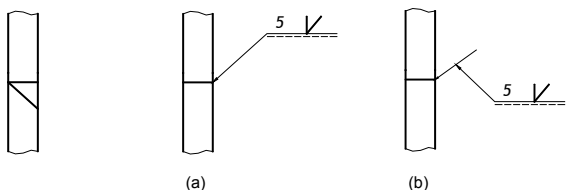
Spodaj prikazan T - spoj s kotnim zvarom na eni strani po vsej dolžini, lahko kotiramo na več različnih načinov.



2. Varjenci

Pomen kazalne črte s puščico

Kazalno črto s puščico lahko pri simetričnih zvarih poljubno usmerimo. Pri nesimetričnih zvarih pa mora kazalna črta s puščico kazati na del, ki ga moramo pred varjenjem obdelati (a). Če želimo obdelani del nedvoumno pokazati, lahko kazalno črto s puščico tudi lomimo (b).



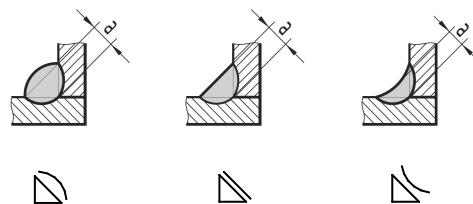
(a)

(b)

2. Varjenci

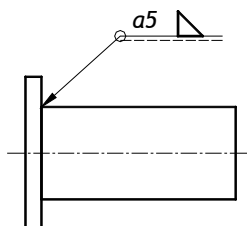
Dodatne oznake pri poenostavljenem prikazovanju zvarnih spojev

- oblika temena zvara



2. Varjenci

- varjeno po celotnem obodu varjenca



2. Varjenci

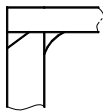
Simboli varov

	Kotni var	
	Y var	
	V var	
	polovični V var	
	dvojni polovični Y var	

2. Varjenci

Naloga TR 7.5

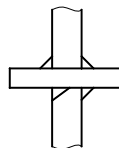
Kotiraj spodaj prikazani zvarni spoj.



2. Varjenci

Naloga TR 7.6

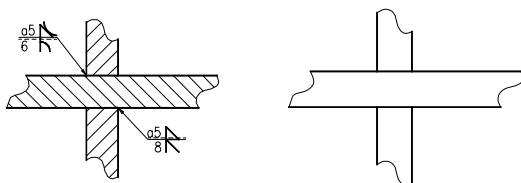
Kotiraj spodaj prikazani zvarni spoj.



2. Varjenci

Naloga TR 7.7

Na sliki desno spodaj skicirajte detajl prereza spoja treh pločevin (prikaz varov). Oblike in lege varov so v skladu z ISO standardom z oznakami definirane na sliki spodaj levo. Priprave varilnih žlebov ni potrebno kotirati!

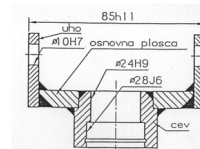


2. Varjenci

Naloga TR 7.8

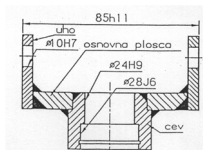
Dopolnite risbo križnega spoja po pravilih tehničnega risanja, tako, da bo varjenec oblikovno, mersko in obdelovalno popolnoma definiran, ter da bo risba ustrezala vsem pravilom tehničnega risanja.

Cev je na zgornji strani privarjena na osnovno ploščo po celotnem obodu s polovičnim Y varom, spodaj pa je po celotnem obodu privarjena s kotnim varom. V cevi je s spodnje strani po varjenju izdelano ležajno mesto s premerom $\varnothing 28J6$. Proti aksialnim pomikom je ležaj na spodnji strani varovan z ustreznim vskočnikom. Pred izdelavo ležajnega mesta naj se cev s spodnje čelne strani poravna, zato naj bo pred varjenjem daljša.



2. Varjenci

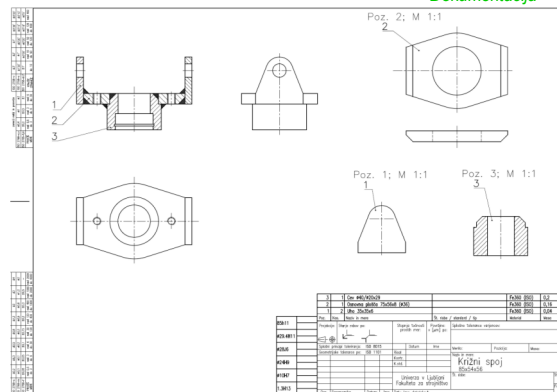
- Ušesa so na osnovno ploščo privarjena s polovičnim Y varom, ki je na nasprotni strani ojačan s kotnim varom. Po varjenju so ušesa z zunanje strani obdelana na mero 85h11, tako da zunanji ploskvi odstopata od vzporednosti za največ 0,1 mm! Izvrtine v ušesih sta povrtani na mero $\varnothing 10H7$ in morata biti medsebojno soosni, dopustni odstopki naj ležijo znotraj valjaste tolerančne cone s premerom 0,05 mm. Hkrati morata biti obe osi izvrtin v ušesih pravokotni na os izvrtine skozi cev $\varnothing 24H9$, dopustni odstopki naj ležijo znotraj valjaste tolerančne cone s premerom 0,1 mm. Izdelani osi navojnih izvrtin M6 morata ležati znotraj valjaste tolerančne cone s premerom 0,4 mm. Lego preverjamo glede na os izvrtine $\varnothing 24H9$ in zunanjo ploskev enega od ušes.
- Temena varov so plosko obdelana, kotni vari ostanejo neobdelani. Izvrtine so na končno mero obdelane šele po varenju. Varjenec naj bo izdelan iz splošnega konstrukcijskega jekla z nižjo vsebnostjo ogljika!
- Dopolnite priloženo risbo, tako da bodo izpolnjene zgornje zahteve! Priprava cevi je že prikazana na priloženem listu, pripravo pločevin za ušesi in osnovno ploščo pa narišite na svoj dodatni list.



2. Varjenci

Delna rešitev

Dokumentacija



2. Varjenci

Naloge za utrjevanje znanja

Vaje za utrjevanje

Definicija

Izdelajte delavniško risbo spodaj prikazanega vodila.

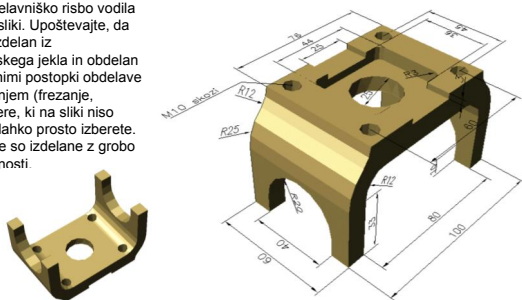
Risbo narišite na **standardni format z okvirjem in z glavo za delavniško risbo**. V glavo je potrebno obvezno vpisati:

- ime študenta in datum risanja,
- naslov risbe,
- številko risbe (po vzorcu: RRP-vp.št.-sk.-vaja),
- merilo,
- standard za razporeditev projekcij (ustrezen simbol za evropski razpored projekcij in navedba ISO 128),
- list in skupno št. listov,
- material,
- maso,
- hrapavost površin,
- stopnjo točnosti prostih mer,
- stanje robov.

Vaje za utrjevanje

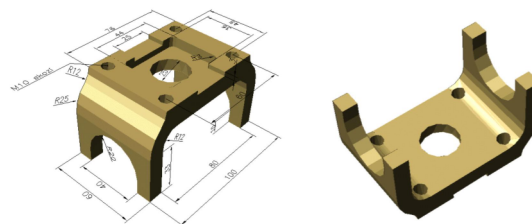
Naloga TR DN 7.1

Skicirajte delavniško risbo vodila na spodnji sliki. Upoštevajte, da je izdelek izdelan iz konstrukcijskega jekla in obdelan s standardnimi postopki obdelave z odrezavanjem (frezanje, vrtanje). Mere, ki na sliki niso podane, si lahko prosto izberete. Proste mere so izdelane z grobo stopnjo točnosti.



Vaje za utrjevanje

Izdelek je vzdolžno in prečno simetričen. Navojne izvrtine M10 služijo pritrditvi na osnovno konstrukcijo s pritrilnimi vijaki. Globina vgreznine okoli izvrtine $\varnothing 25$ je 7 mm. V izvrtini $\varnothing 25$ je nameščena puša tako, da tvorita prehodni ujem v sistemu enotne izvrtine. Ujem naj bo sestavljen pod visokim tlakom in primeren za ležajne puše (funkcija površin srednje zahtevnosti). Ovalna izvrtina $\varnothing 25$ sme od idealne oblike odstopati za največ 0,02 mm. V prečnem utoru (širina 25 mm) drsi jeklen trak. Ujem med trakom in utorom naj bo ohlapen in primeren za pomične dele z utori, ki imajo opazen ohlap, tako da so med seboj dobro pomični. Funkcija vodenja traku je manj zahtevna. Osi navojnih izvrtin M10 smejo od svojih teoretičnih mer (45 mm in 60 mm) odstopati le toliko, da ležijo znotraj valjastih tolerančnih con premera 0,25 mm. Lego osi preverjamo glede na zgornjo vodoravno ploskev in dve notranji bočni površini vgreznine (36 × 44 mm).



Vaje za utrjevanje



TEHNIČNA DOKUMENTACIJA
in
OPISNA GEOMETRIJA IN TEHNIČNA DOKUMENTACIJA

-

8. Vaja iz tehničnega risanja

Avtorji:

Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
Vili Pepel, Senad Omerović, Aleksander Novak,
Ivan Prebil

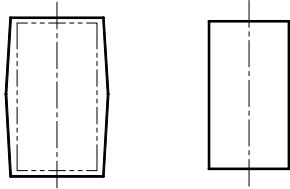
Ljubljana, januar 2012

1. ULITKI IN ODKOVKI

1.1 Delavniške risbe ulitkov in odkovkov

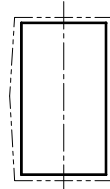
Pogosto pripravimo dve risbi:

- livarsko (stanje ulitka brez mehanskih obdelav, končno stanje po obdelavah je lahko nakazano s "fantom" (črta - dve piki) črta,
- prikaz končnega stanja z vsemi mehanskimi obdelavami po ulivanju.



Možna je uporaba samo ene risbe (enostavni ulitki):

- končno stanje objekta po vseh mehanskih obdelavah prikazano z debelo polno črto,
- stanje ulitka pred obdelavami lahko prikazuje "fantom" črta.



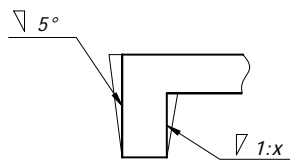
Tolerance prostih mer ulitkov in dodatek za mehansko obdelavo - ISO 8062

ISO 8062-CT10-G

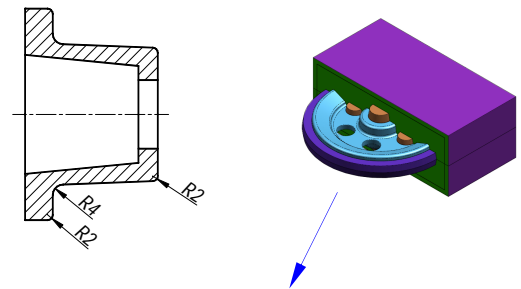
- CT - casting tolerance (tolerance prostih mer ulitkov)
CT1 - CT16 (16 livarskih razredov)
- G - dodatek za mehansko obdelavo
razredi A - K

Projekcija: ISO 128	Stanje robov po: ISO 13715	Stopnja točnosti prostih mer in oblik: ISO 2768-mk	Površine: V [µm] ISO 1302	Merilo: 1:1	Material: DIN C45	Material: ISO C45	Material: C45	Material: C45
Geometrijske tolerance po: ISO 1101	ISO 8015	Datum	Ime	Naziv in mere: Delavniška risba gabaritne dimenzije		Št. risbe: PAP-vp.št.-sk.-vaja		
Univerza v Ljubljani Fakulteta za strojništvo				Str./Stran: 1/1		Format: A3		

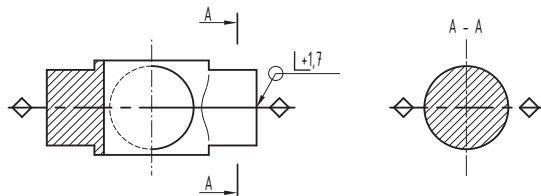
Livarski nagibi



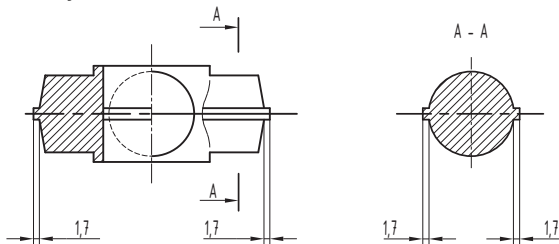
Livarske zaokrožitve



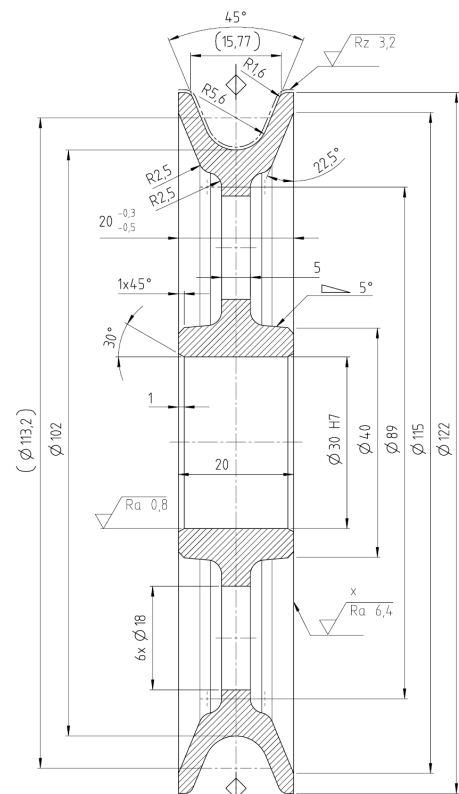
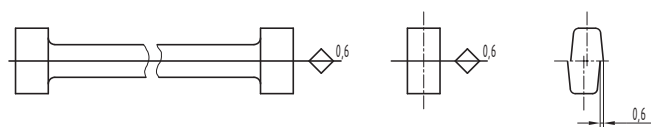
Delilna ravnina



Dovoljena brada



Dovoljeni zamik



TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (3003) PA program

gradivo za 8. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
 Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
 Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
 Vili Pepel, Senad Omerović, Aleksander Novak,
 Ivan Prebil

Ljubljana, januar 2012

OPISNA GEOMETRIJA IN TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (2003) RR program

gradivo za 8. vajo iz tehničnega risanja

Avtorji:
 Matej Žvokelj, Miha Ambrož, Samo Zupan, Robert Kunc,
 Simon Krašna, Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik,
 Vili Pepel, Senad Omerović, Aleksander Novak,
 Ivan Prebil

Ljubljana, januar 2012

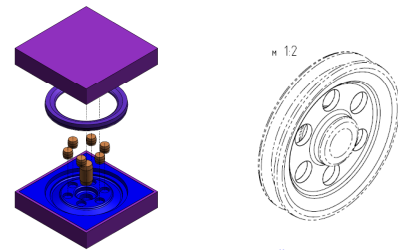
Osmo vajo iz tehničnega risanja

SNOV:

1. Ulitki in odkovki

- 1.1 Delavniške risbe ulitkov
- 1.2 Tolerance prostih mer ulitkov in dodatek za meh. obdelavo
- 1.3 Delilna ravnina
- 1.4 Dovoljena brada
- 1.5 Dovoljeni zamik
- 1.6 Livarski nagibi
- 1.7 Livarske zaokrožitve

1. Ulitki in odkovki



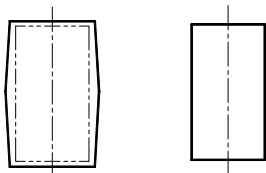
Model

Tlačno litje - primer

1.1 Delavniške risbe ulitkov

Praviloma pripravimo dve risbi

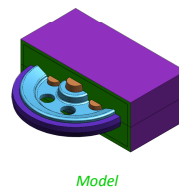
1. Livarsko (stanje ulitka brez mehanskih obdelav, končno stanje po obdelavih je lahko nakazano s "fantom" črto (črta - dve piki) - črta 05.1 oz. K črta).
2. Prikaz končnega stanja z vsemi mehanskimi obdelavami po ulivanju.



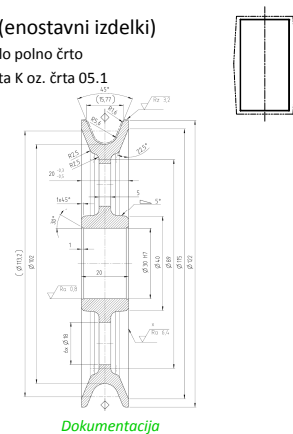
Možna je uporaba ene risbe (enostavni izdelki)

- končno stanje prikazano z debelo polno črto
- ulitek prikazuje fantom črta - črta K oz. črta 05.1

Primer



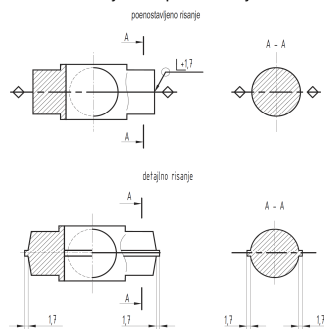
Model



Dokumentacija

1.4 Dovoljena brada

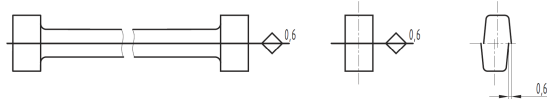
Višino dovoljene brade, ki sme ostati po končanem postopku obdelave, prikažemo in kotiramo z detajlno ali poenostavljeno risbo.



1. Uilitki in odkovki

1.5 Dovoljeni zamik

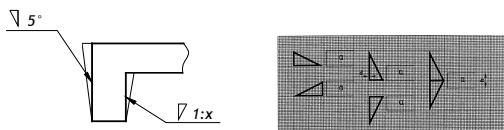
Dovoljeni zamik polovic ulitega dela na obeh straneh delilne črte kotiramo ali pa velikost zamika zapišemo ob znaku delilne ravnine.



1. Uilitki in odkovki

1.6 Livarski nagibi

Pri risanju dokumentacije, ulitih in kovanih delov, moramo posebej paziti, da imajo stene po smeri in velikosti pravilne nagibe. Nagibi omogočajo, da brez poškodb odstranimo forme ali kalupe. Na risbah jih označimo z grafičnim simbolom ali so kotirani.

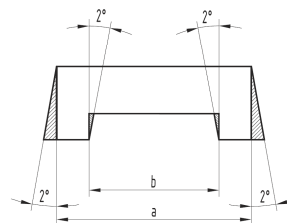


Pišemo z razmerjem ali kotom v stopinjah
Simbol mora kazati smer naklona

1. Uilitki in odkovki

Naloga TR 8.1

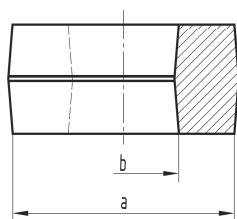
S simboli kotiraj nagibe izdelka.



1. Uilitki in odkovki

Naloga TR 8.2

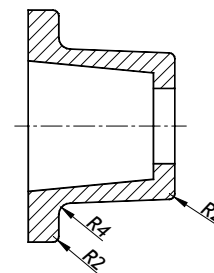
S simboli kotiraj nagibe izdelka.



1. Uilitki in odkovki

1.7 Livarske zaokrožitve

Zaokrožitve manjše od 2/3 dodatka za mehansko obdelavo.



1. Uilitki in odkovki

Naloga TR 8.3

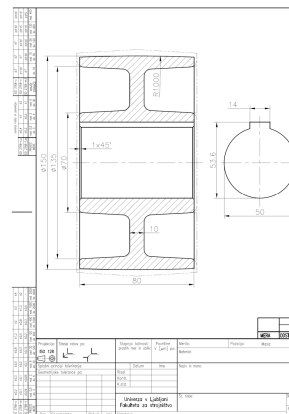
Dopolnite risbo jermenice po pravilih tehničnega risanja, tako, da bo jermenica oblikovno, mersko in obdelovalno popolnoma definirana, ter da bo risba ustrezala vsem pravilom tehničnega risanja.

1. Označite delilno ravnino ulitka.
2. Izvrtina $\varnothing 50H7$ sme od idealne oblike valja odstopati le 0.05mm.
3. Livarski nagibi naj bodo narejeni z nagibi 3° , livarske zaokrožitve pa z radiji 5mm.
4. Zunanja mera 80mm (širina jermenice) naj bo izdelana v tolerančnem razredu IT7 v ISO sistemu enotnega čepa. Površina mora biti obdelana primerno izbrani toleranci s srednjo zahtevnostjo ujemajočih površin.
5. Tolerance prostih mer neobdelanega dela ulitka naj bodo izdelane v livarskem razredu 10, medtem ko naj dodatek za mehansko obdelavo ustreza črki G.
6. Proste mere dosežene z dodatno mehansko obdelavo naj bodo izdelane s srednjo, proste oblike pa s fino stopnjo točnosti.

1. Ulitki in odkovki

Delna rešitev

Dokumentacija



1. Ulitki in odkovki

Naloga za utrjevanje znanja

Vaje za utrjevanje

Definicija

Izdelajte delavniško risbo spodaj prikazanega sedeža.

Risbo narišite na **standardni format z okvirjem** in z **glavo za delavniško risbo**. V glavo je potrebno obvezno vpisati:

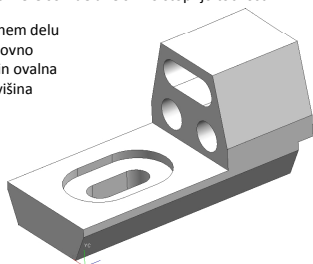
- ime študenta in datum risanja,
- naslov risbe,
- številka risbe (po vzorcu: RRP-vp.št.-sk.-vaja),
- merilo,
- standard za razporeditve projekcij (ustrezen simbol za evropski razpored projekcij in navedba ISO 128),
- list in skupno št. listov,
- material,
- masa,
- hrapavost površin,
- stopnjo točnosti prostih mer,
- stanje robov.

Vaje za utrjevanje

Naloga TR DN 8.1

Narišite delavniško risbo sedeža na spodnji sliki. Upoštevajte, da je izdelek izdelan s standardnimi postopki obdelave z odrezovanjem (frezanje, vrtanje). Mere, ki na sliki niso podane, si lahko prosto izberete. Proste mere so izdelane s fino stopnjo točnosti.

Poglobljena ovalna izvrtina na vodoravnem delu sedeža služi za pritrditev le-tega na osnovno konstrukcijo z vijakom. Navojni izvrtini in ovalna izvrtina na navpičnem delu so skoznne, višina ovalne izvrtine je 22 mm.

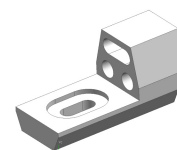


Vaje za utrjevanje

V vodoravni ovalni izvrtini širine 22 mm je nameščeno pero nasprotnega dela in tvori ohlapni ujem v sistemu enotnega čepa, ki je primeren za dolge nasede z zadovoljivim ohlapom (primerno za natančno uležajenje transmisijskih gredi). Srednje zahtevna funkcija ujemajočih površin (zgornja in spodnja ploskev ovalnega utora). Zgornja in spodnja ploskev ovalnega utora morata biti vzporedni k spodnji ploskvi sedeža, dopustno odstopanje 0.01 mm.

Sedež je s svojo širino (82 mm) nameščen v utoru osnovne konstrukcije in tvori ohlapni ujem v sistemu enotne izvrtine. Ujem mora biti primeren za lahko sestavljava utorna vodila pomična na daljši razdalji (srednja zahtevnost funkcije površin).

Osi navojnih izvrtin M22x1.5 smeta od svoje teoretične lege (preverjeno glede na vodoravno ploskev – odmik 16 mm, eno od bočnih ploskev sedeža in zadnjo ploskev sedeža) odstopati le toliko, da ležita znotraj valjastih tolerančnih con premera 0.2 mm.



Vaje za utrjevanje

Univerza v Ljubljani
Fakulteta *za strojništvo*



Avtorji

*Matej Žvokelj, Samo Zupan,
Robert Kunc, Simon Krašna, Miha Ambrož,
Gašper Šušteršič, Andrej Žerovnik
Ivan Prebil*

RISANJE IN KOTIRANJE VARJENIH IZDELKOV

*Gradivo za lažje spremljanje 13. vaje iz predmeta
Opisna geometrija in tehnična dokumentacija*

Ljubljana, januar 2012

Kazalo

Uvod	1
1. Varjenci	2
1.1 <i>Prikazovanje varjenca na sestavni risbi</i>	4
1.2 <i>Delavniška risba varjenca</i>	5
1.3 <i>Tolerance prostih mer varjenih konstrukcij</i>	13
1.4 <i>Prikazovanje zvara</i>	17
1.5 <i>Označevanje zvara</i>	18
2. Naloge za utrjevanje znanja	32
Povzetek	36
Literatura	37

Uvod

Tematika v predloženem gradivu je namenjena študentom predmeta *Tehnična dokumentacija* in predmeta *Opisna geometrija in tehnična dokumentacija* ter pokriva učno snov *devete vaje iz področja tehničnega risanja*. Gradivo predstavlja povzetek najpomembnejših diapozitivov, ki jih asistenti uporabljajo pri vodenju omenjene vaje ter tako študentom omogoča lažje spremljanje in obenem možnost aktivnejše udeležbe pri reševanju nalog. Pod vsakim diapozitivom je prostor namenjen skicam in beležkam, ki študentom omogoča, da si s sprotim dopolnjevanjem ustvarijo kvalitetne zapiske.

Glavne teme *osme vaje iz področja tehničnega risanja*, ki so obravnavane v predloženem gradivu so sledeče:

1. Varjenci



Deveta vaja iz tehničnega risanja

SNOV:

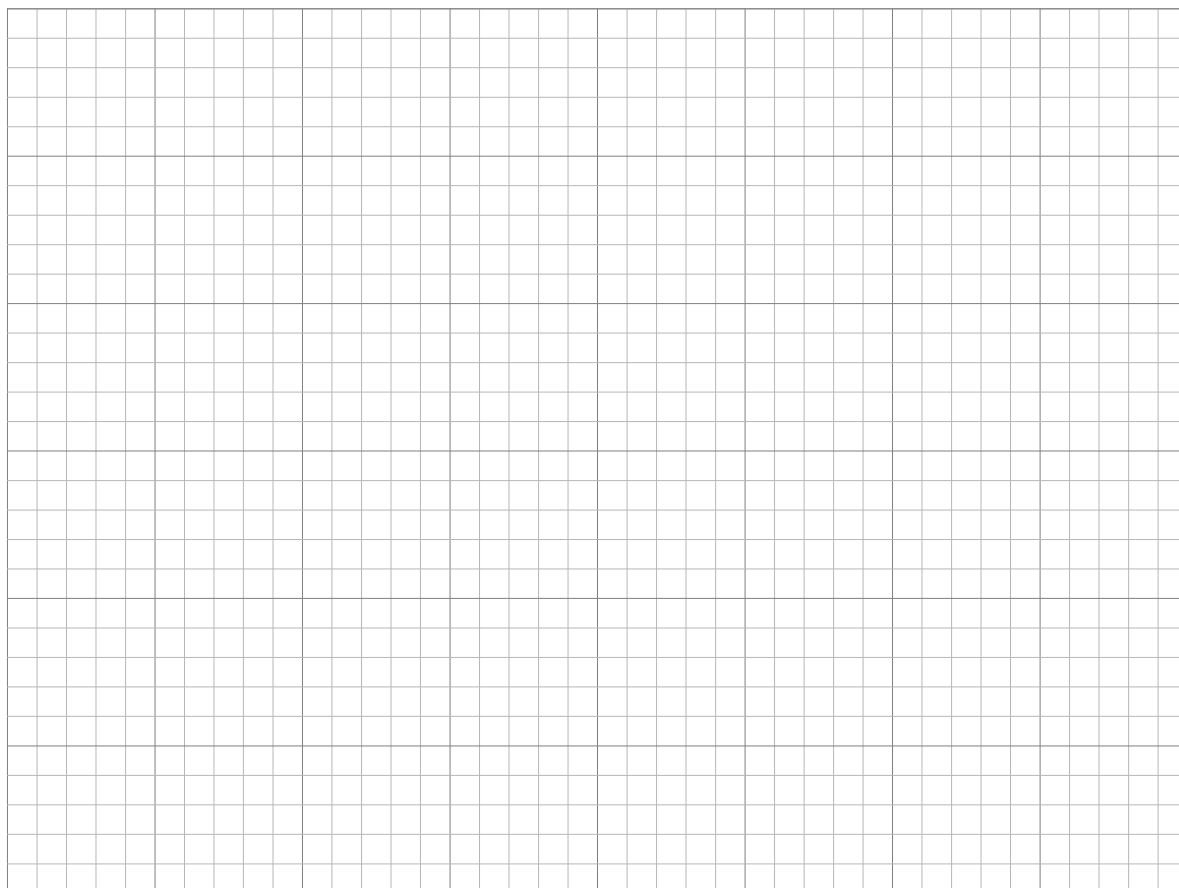


1. Varjenci

- 1.1 Prikazovanje varjenca na sestavni risbi
- 1.2 Delavniška risba varjenca
- 1.3 Tolerance prostih mer varjenih konstrukcij
- 1.4 Prikazovanje zvara
- 1.5 Označevanje zvara

Deveta vaja iz tehničnega risanja

Beležke:



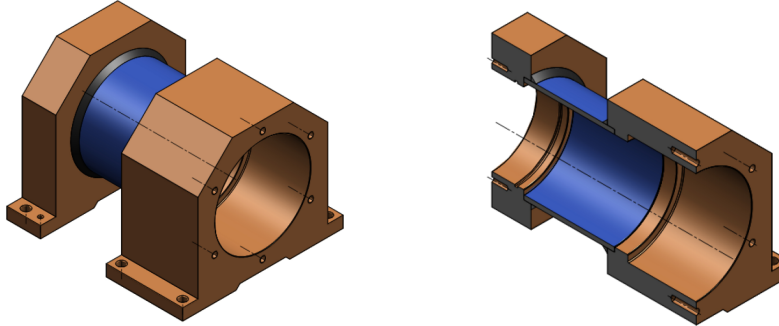


1. Varjenci

Kaj je varjenec?

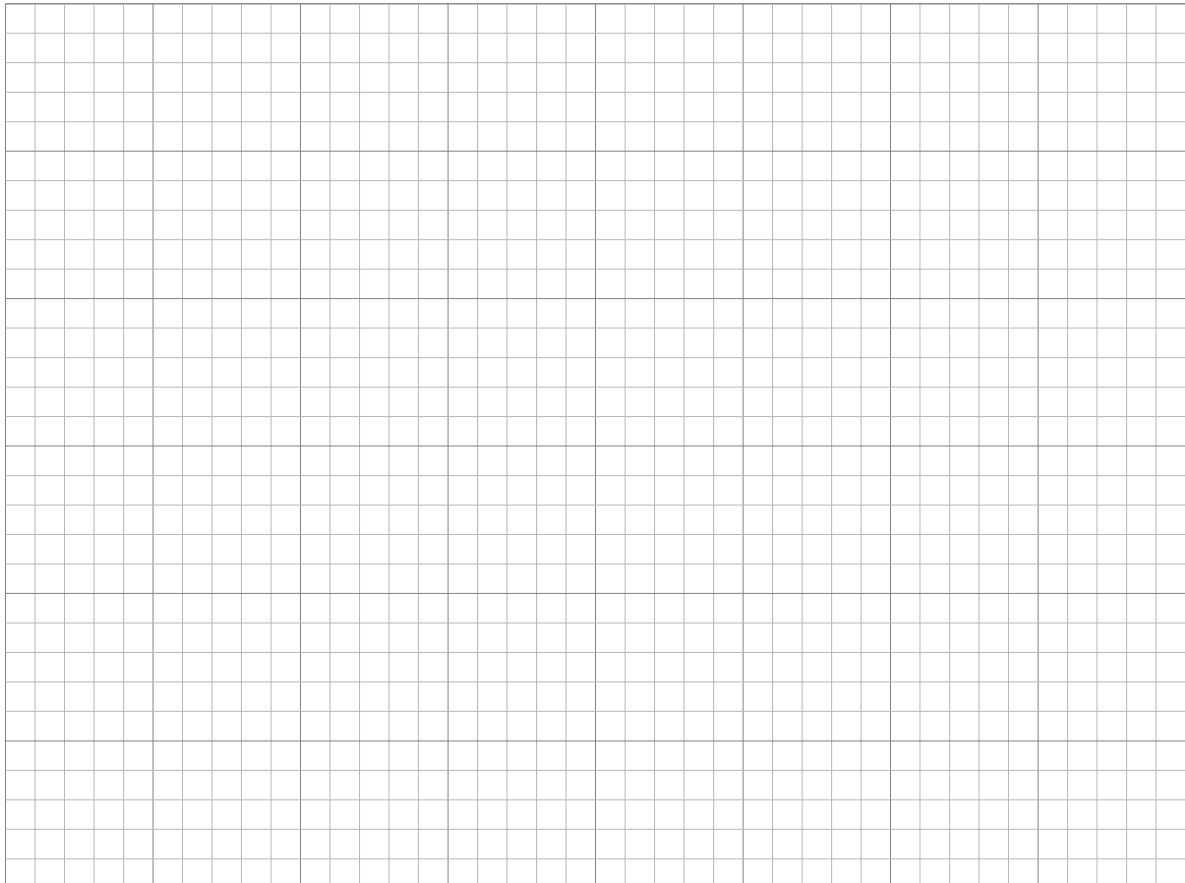
Je izdelek narejen iz najmanj dveh sestavnih delov, ki jih spojimo z enim od podstopkov varjenja (plamensko, obločno, lasersko ...).

Podobni so (s stališča TD) tudi izdelki narejeni z drugimi postopki spajanja – lotanje, lepljenje, kovičenje.



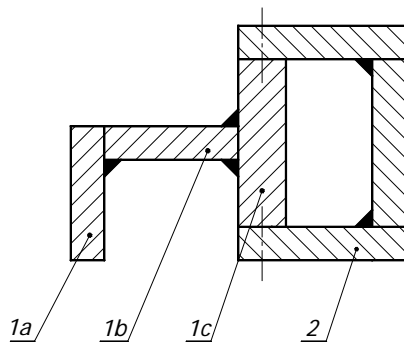
1. Varjenci

Beleške:



1.1 Prikazovanje varjencev na sestavni risbi

V višjem (končnem) sestavu varjenec obravnavamo kot en del (sestavni deli varjenca so že spojeni v nerazstavljivo celoto), vsi prerezani deli varjenca so šrafirani z enako šrafuro, celoten varjenec ima samo eno pozicijsko oznako.



Če imamo varjenje pri sestavi, uporabimo nivojske pozicije.

1. Varjenci

Beleške:





1.2 Delavniška risba varjenja

Veljajo vsa pravila kot za druge delavniške risbe – risba mora vsebovati vse podatke o geometriji, merah, tolerancah, GDT, stanje površin in robov za končno stanje izdelka! Riše se podobno – večpogledni prikazi (pogledi in prerezi) v končnem stanju (zavarjeno in po potrebi obdelano).

POSEBNOSTI:

1. *Končno stanje varjenja*
2. *Zvarni žlebovi in sestavni deli*
3. *Glava za delavniško risbo varjenja*

1. Varjenci

Beležke:



Primer

Dokumentacija

A - A

Poz 1, M 1:1

Poz 3, M 2:1

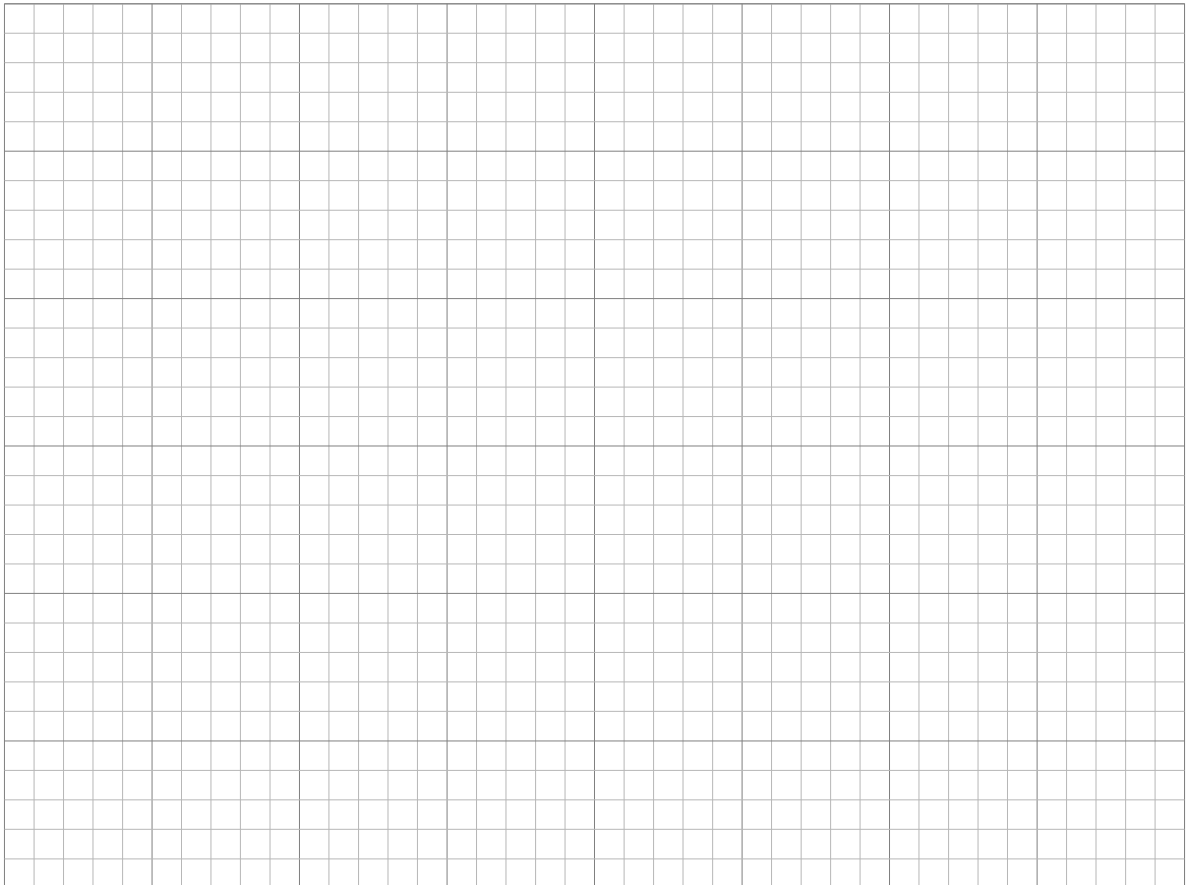
Poz 2, M 1:1

4	2	Moqa 30x122x15	Fe360 (ISO)	0.04	kg
4	1	Osni plesca 122x100x10	Fe360 (ISO)	0.084	kg
3	1	Rebrjo 60x54x10	Fe360 (ISO)	0.016	kg
2	1	Čep 430/418-67	Fe360 (ISO)	0.06	kg
1	1	Stojna 100x74x17	Fe360 (ISO)	0.1	kg

Projekcija:	Štandardni prvotni: ISO 13715	Štandardni prvotni: ISO 13715	Štandardni prvotni: ISO 13715	Štandardni prvotni: ISO 13715
ISO 158	ISO 158	ISO 2768-mK	ISO 1302	ISO 1302
Splošni predpis: toleranca:	ISO 2768-mK	Datum:	Ime:	Merilo: 1:1 (2:1)
Geometrijske toleranca po:	ISO 1101	Realiz:	Ken:Ta	Proizvaj:
				Ime in mesto:
				Vodilo
				120x115/920H8
				Št. risbe:
				RRP-vp.št.-sk.-voja

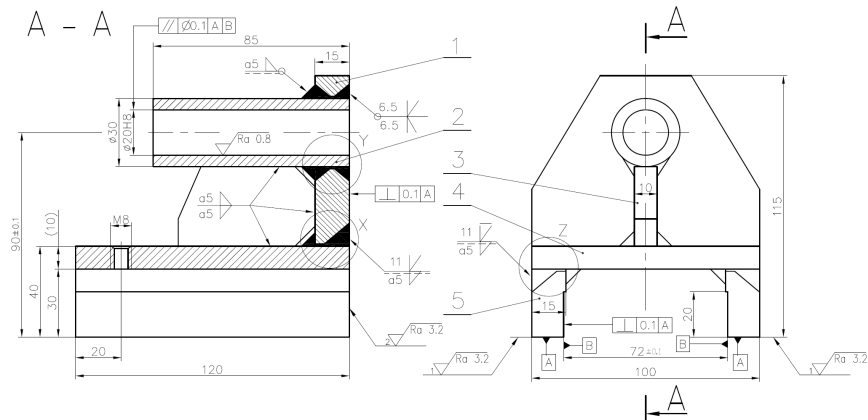
1. Varjenci

Beležke:



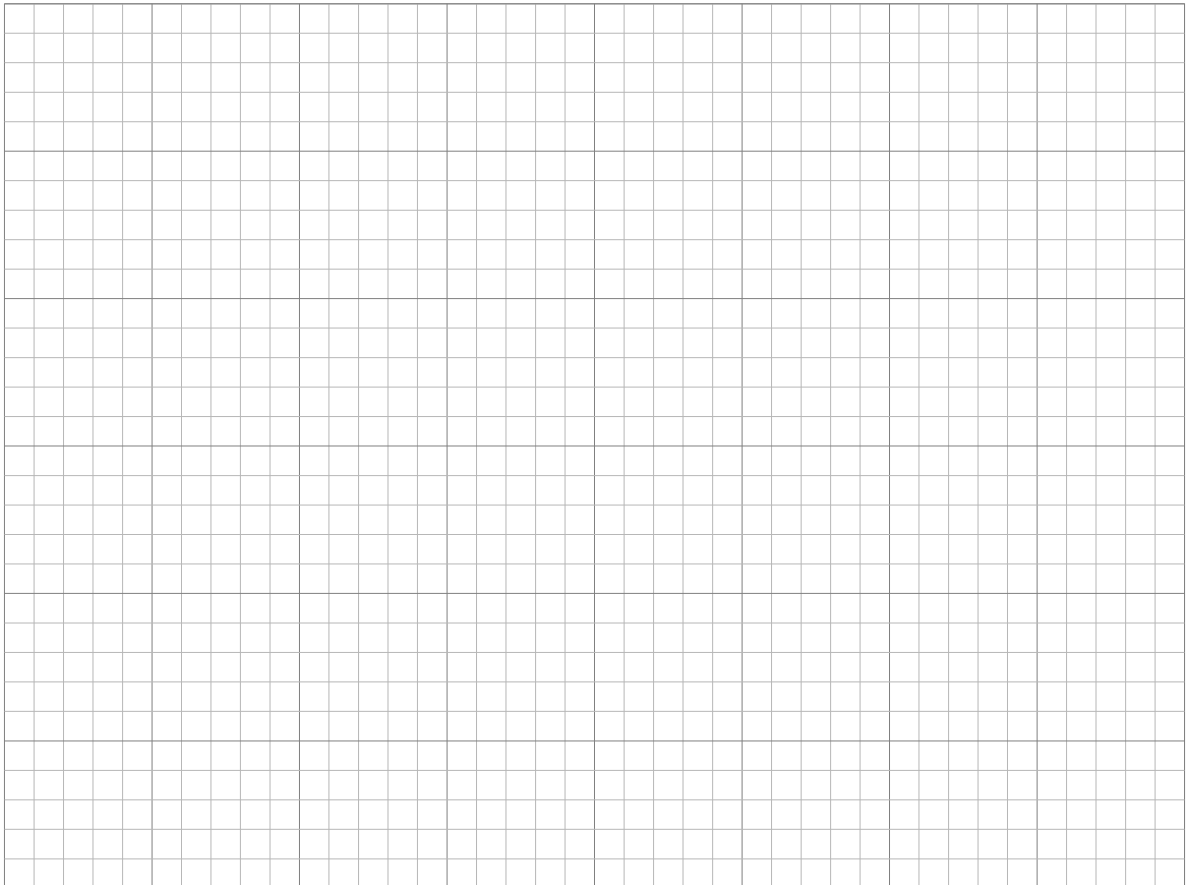
a) Končno stanje (stanje po varjenju in mehanski obdelavi)

- Kljub temu, da je risba delavniška, mora imeti **pozicijske oznake!**
- Šrafure sestavnih delov so različne (razlika v primerjavi s sestavno risbo).
- Tolerance, GDT, navedba kvalitete površine, stanje robov.
- Mere izdelka v končnem stanju:
 - gabariti, priključne, funkcijske mere,
 - mere dosežene z mehansko obdelavo po varjenju.



1. Varjenci

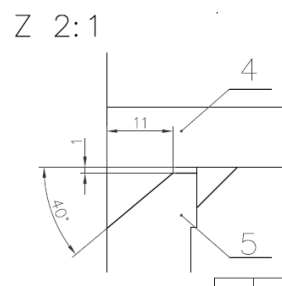
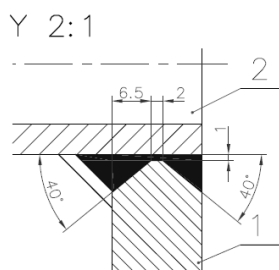
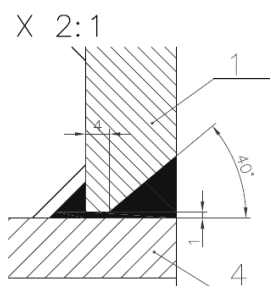
Beleške:





Zvarni žlebovi

Oblika in dimenzije po standardih glede na vrsto spoja in vrsto zvarov!



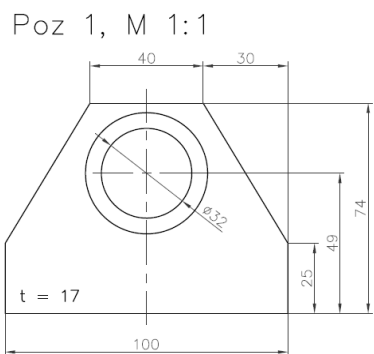
1. Varjenci

Beleške:

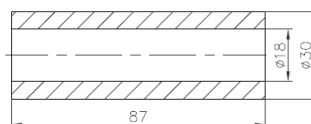


Sestavni deli

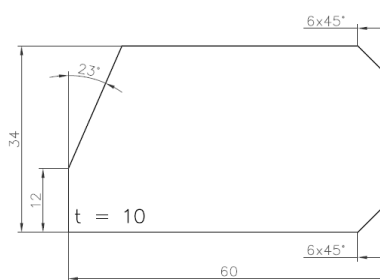
Pri oblikovanju upoštevamo potrebne nadmere za končne mehanske obdelave in za zvarne žlebove (obdelave robov in odmiki).



Poz 2, M 1:1



Poz 3, M 2:1



1. Varjenci

Beleške:



c) Glava delavniške risbe varjenca

Kljub temu, da je risba delavniška, mora imeti kosovnico sestavnih delov!

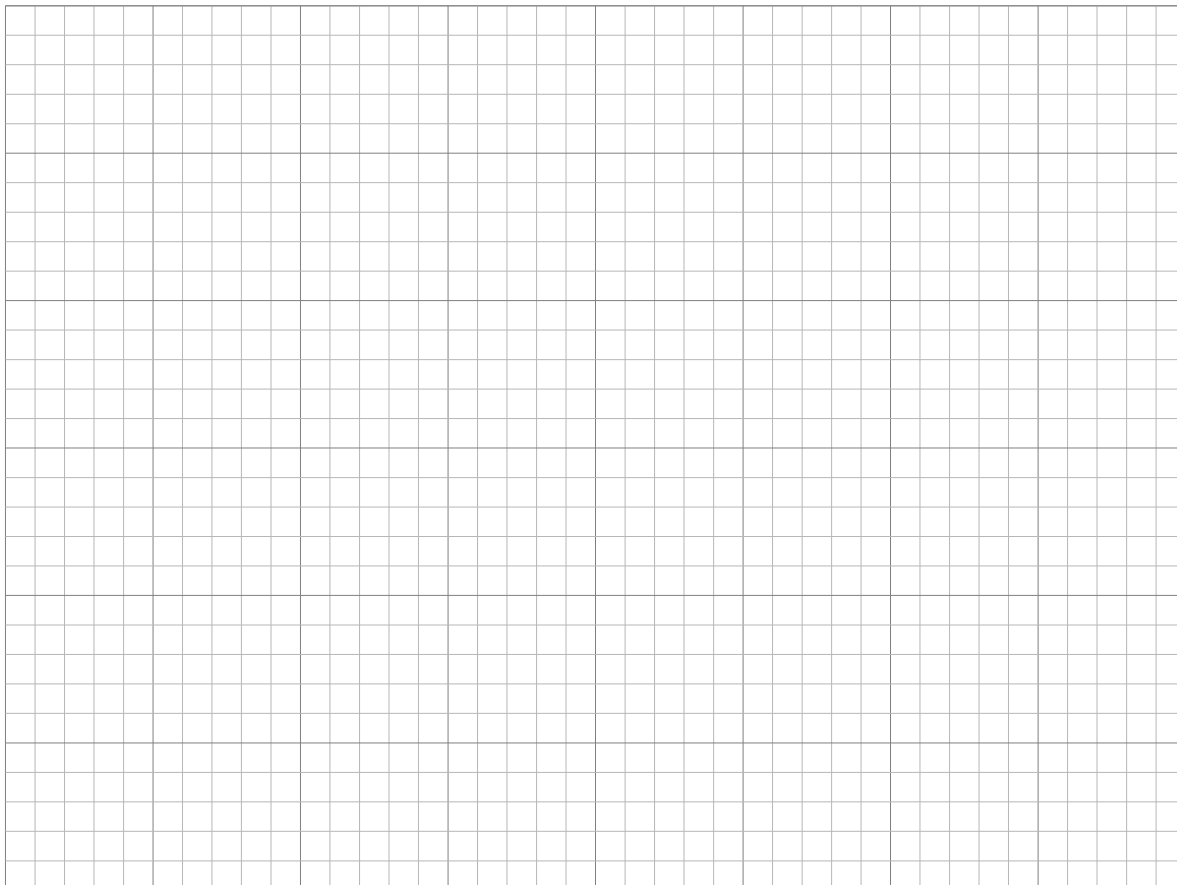
običajno ista kosovnica kot pri sestavni risbi, lahko pa tudi drugega tipa;

NUJNO: naziv in mere, material, masa, ...

1	2	Pločevina 8 x 100 x 200				Fe360 (ISO)	6,6 kg	kg
Poz.	Kos.	Naziv in mere			Št. risbe / standard / tip		Material	Masa
Projekcije: ISO 128	Stanje robov po: ISO 13715	Stopnja točnosti prostih mer: ISO 2768-mK	Površine: v [μm] ISO 1302	Splošne tolerance varjencev: ISO 13920 C G - vsi neoznačeni zvari so o4 (oz. Smin) ali K, zvarno mesto očisceno, - postopek MAG, zosilni plin Krysal 18, dodajni material zica VAC d=1,2mm - zvar razreda C po EN 25817				
Splošni principi toleriranja: ISO 8015		Datum	Ime	Merilo: 1:1	Pozicija:	Masa: 120 kg		
Geometrijske tolerance po: ISO 1101		Risal Kontr. K.std.	2009	J. Primernik KmTM	Naziv in mere: Varjenec gabaritne dimenzije			Str./Stran 1/1
		Univerza v Ljubljani Fakulteta za strojništvo			Št. risbe: RRP-vp.št.-sk.-vaja			Format: A3
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime	Dat.: ime_datoteke.*				

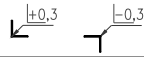
1. Varjenci

Beleške:



1.3 Tolerance prostih mer varjenih konstrukcij

ISO 13920 - CG

1	2	Pločevina 8 x 100 x 200			Fe360 (ISO)	6,6 kg	kg	
Poz.	Kos.	Naziv in mere			Št. risbe / standard / tip		Material	Masa
Projekcije: ISO 128	Stanje robov po: ISO 13715 		Stopnja točnosti prostih mer: ISO 2768-mK	Površine: v [µm] ISO 1302	Splošne tolerance varjencev: ISO 13920 C G - vsi neoznačeni zvari so o4 (oz. Smin) ali K, zvarno mesto očisceno, - postopek MAG, zosčitni plin Krysol 18, dodajni material žica VAC d=1,2mm - zvar razreda C po EN 25817			
Splošni principi toleriranja: ISO 8015		Datum	Ime		Merilo: 1:1	Pozicija:	Masa: 120 kg	
Geometrijske tolerance po: ISO 1101		Risal	2009	J. Primernik	Naziv in mere: Varjenec gabaritne dimenzije			
		Kontr.		KmTM	Št. risbe:			
		K.std.			RRP-vp.št.-sk.-vaja			
		Univerza v Ljubljani Fakulteta za strojništvo				Str./Strani 1/1		
Ozn.	Sprememba	Datum	Ime	Dat.: ime_datoteke.*		Format: A3		

PRVA ČRKA: tolerance prostih mer dolžin in kotov
(razredi: A - fini, B - srednji, C - grobi, D - zelo grobi)

DRUGA ČRKA: splošne tolerance premosti, ploskosti in vzporednosti
(razredi: E - fini, F - srednji, G – grobi, H – zelo grobi)

1. Varjenci

Beleške:



Splošne tolerance premosti, ploskosti in vzporednosti

Table 3: Straightness, flatness and parallelism tolerances

Tolerance class	Range of nominal sizes, l , in mm (relates to longer side of the surface)									
	Over 30 up to 120	Over 120 up to 400	Over 400 up to 1000	Over 1000 up to 2000	Over 2000 up to 4000	Over 4000 up to 8000	Over 8000 up to 12000	Over 12000 up to 16000	Over 16000 up to 20000	Over 20000
	Tolerances, t , in mm									
E	0,5	1	1,5	2	3	4	5	6	7	8
F	1	1,5	3	4,5	6	8	10	12	14	16
G	1,5	3	5,5	9	11	16	20	22	25	25
H	2,5	5	9	14	18	26	32	36	40	40

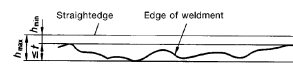


Figure 8: Straightness test

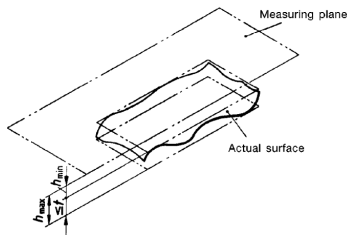


Figure 7: Flatness test

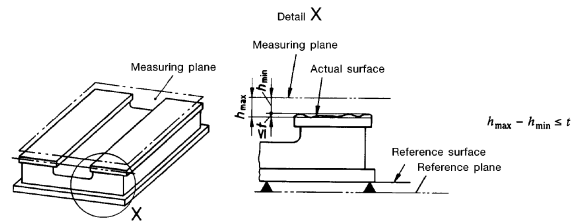


Figure 8: Parallelism test

1. Varjenci

Beleške:

A large grid of graph paper for taking notes, consisting of 20 columns and 25 rows of squares.

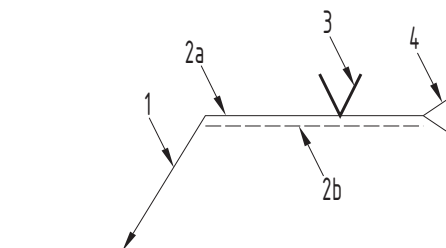


1.5 Označevanje zvara

Po ISO standardu simbolične oznake zadoščajo – enolično popišejo obliko in dimenzijo zvara ⇒ zvara v prečnem pogledu ali prerezu ni potrebno risati; ga pa priporočamo, če to velikost risbe dopušča!

Osnovna oznaka zvarnega spoja

- 1 kazalna črta s puščico
- 2a polna referenčna črta
- 2b črtkana identifikacijska črta
- 3 simbol za vrsto zvara
- 4 vilice



1. Varjenci

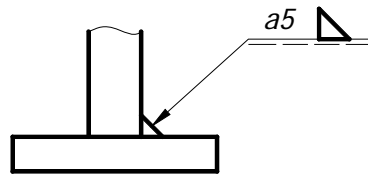
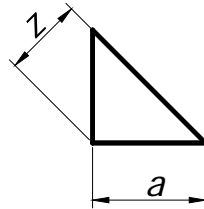
Beleške:





Položaj X – podatek o debelini oz. višini zvara

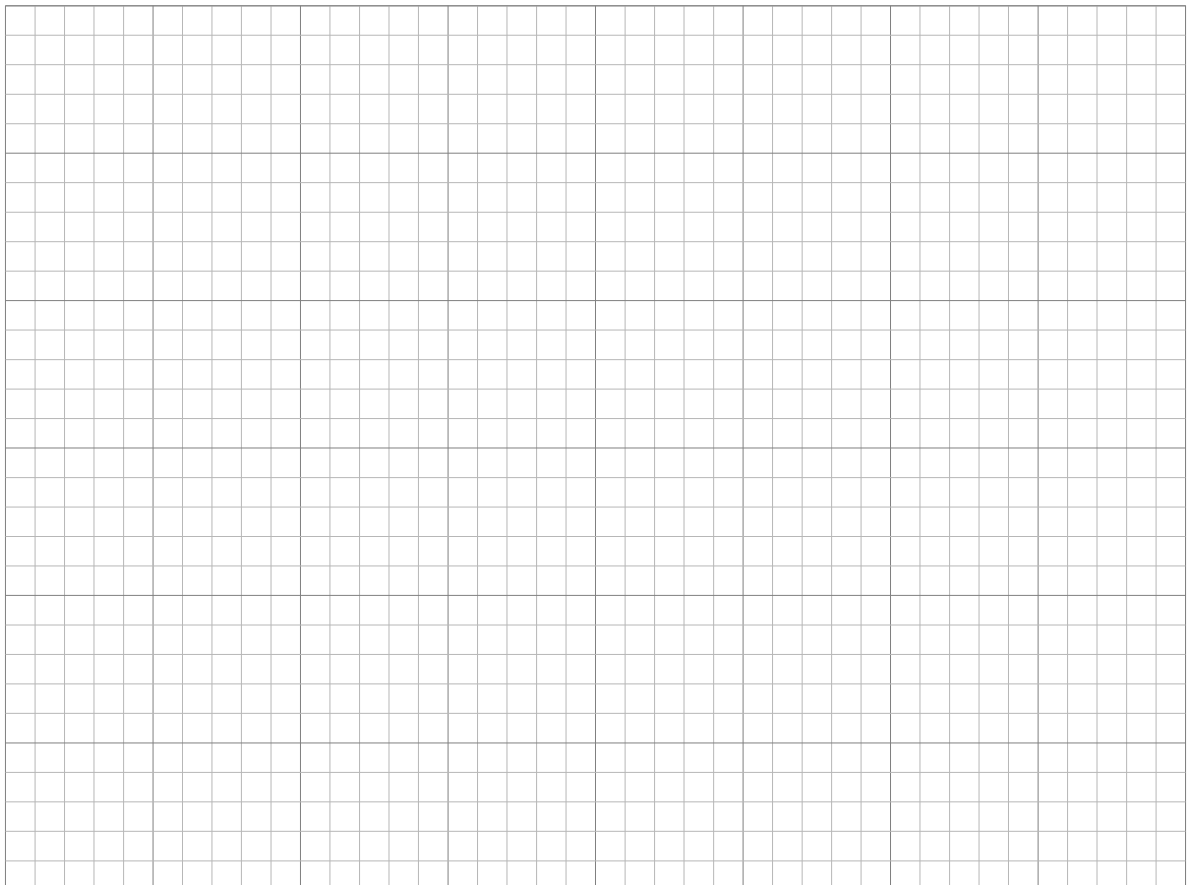
Posebnost: Kotni zvar



Pri vseh ostalih zvarih črke spredaj ne pišemo!

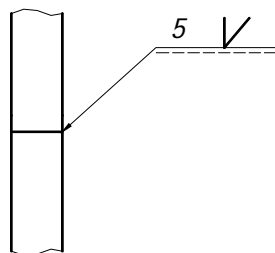
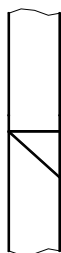
1. Varjenci

Beležke:

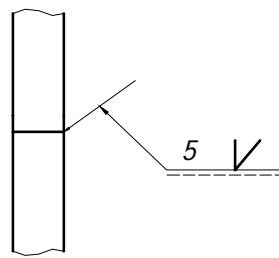


Pomen kazalne črte s puščico

Kazalno črto s puščico lahko pri simetričnih zvarih poljubno usmerimo. Pri nesimetričnih zvarih pa mora kazalna črta s puščico kazati na del, ki ga moramo pred varjenjem obdelati (a). Če želimo obdelani del nedvoumno pokazati, lahko kazalno črto s puščico tudi lomimo (b).



(a)



(b)

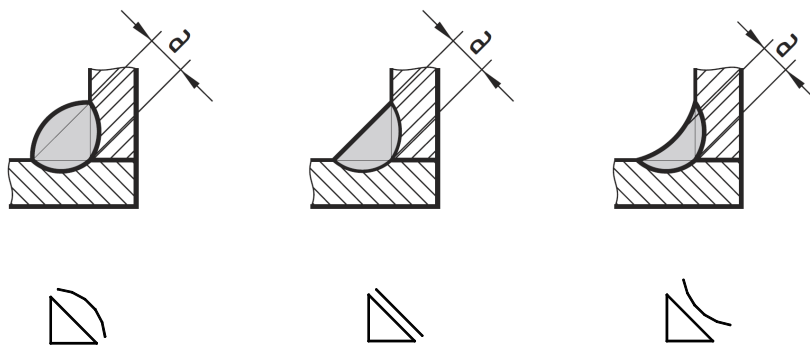
1. Varjenci

Beleške:



Dodatne oznake pri poenostavljenem prikazovanju zvarnih spojev

- oblika temena zvara



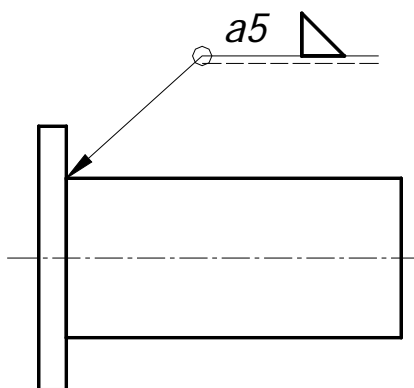
1. Varjenci

Beležke:





- varjeno po celotnem obodu varjenca



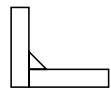
1. Varjenci

Beleške:

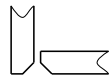




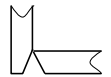
Simboli zvarov



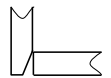
Kotni var



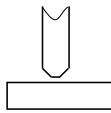
Y var



V var



polovični V var

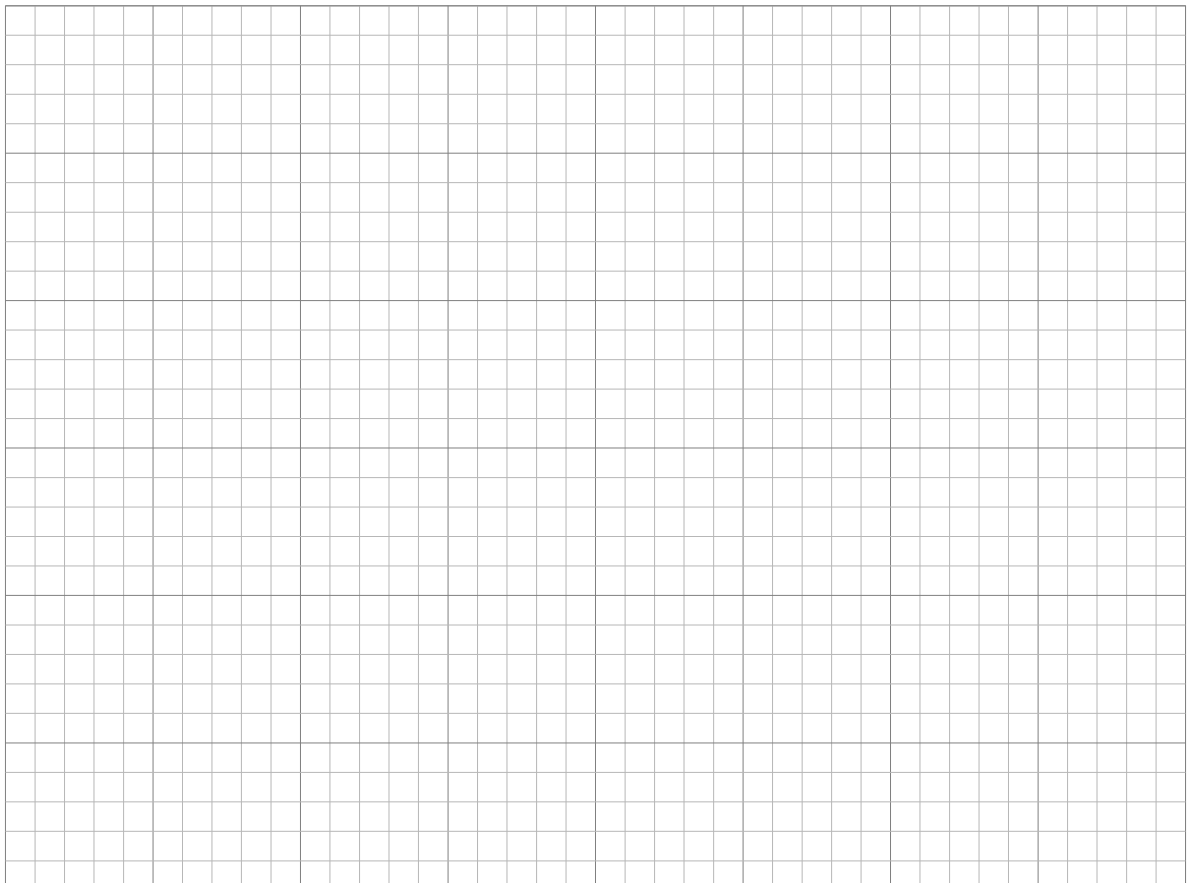


dvojni polovični Y var



1. Varjenci

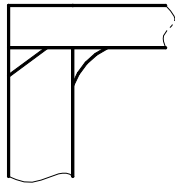
Beleške:





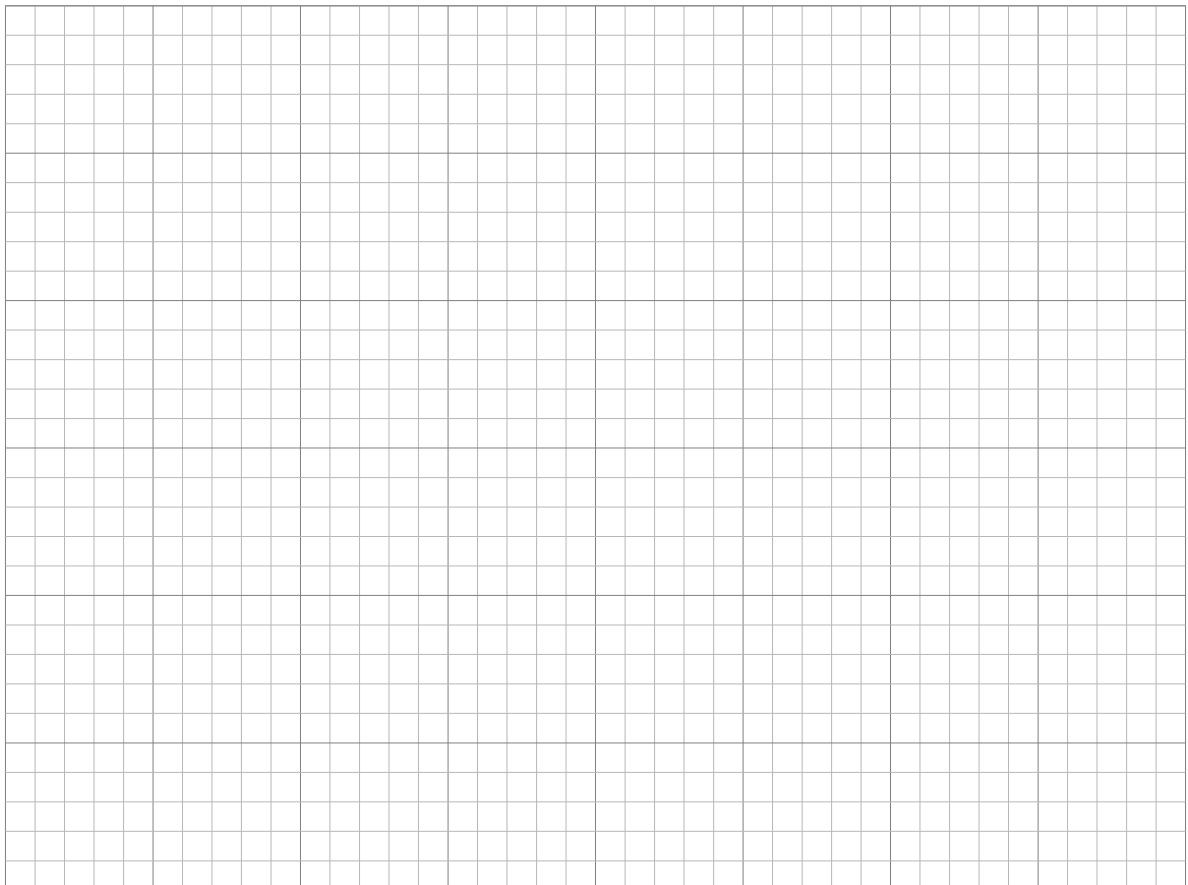
Naloga TR 9.1

Kotiraj spodaj prikazani zvarni spoji



1. Varjenci

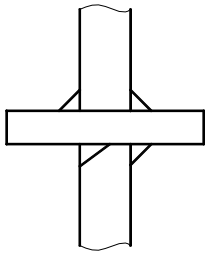
Beleške:





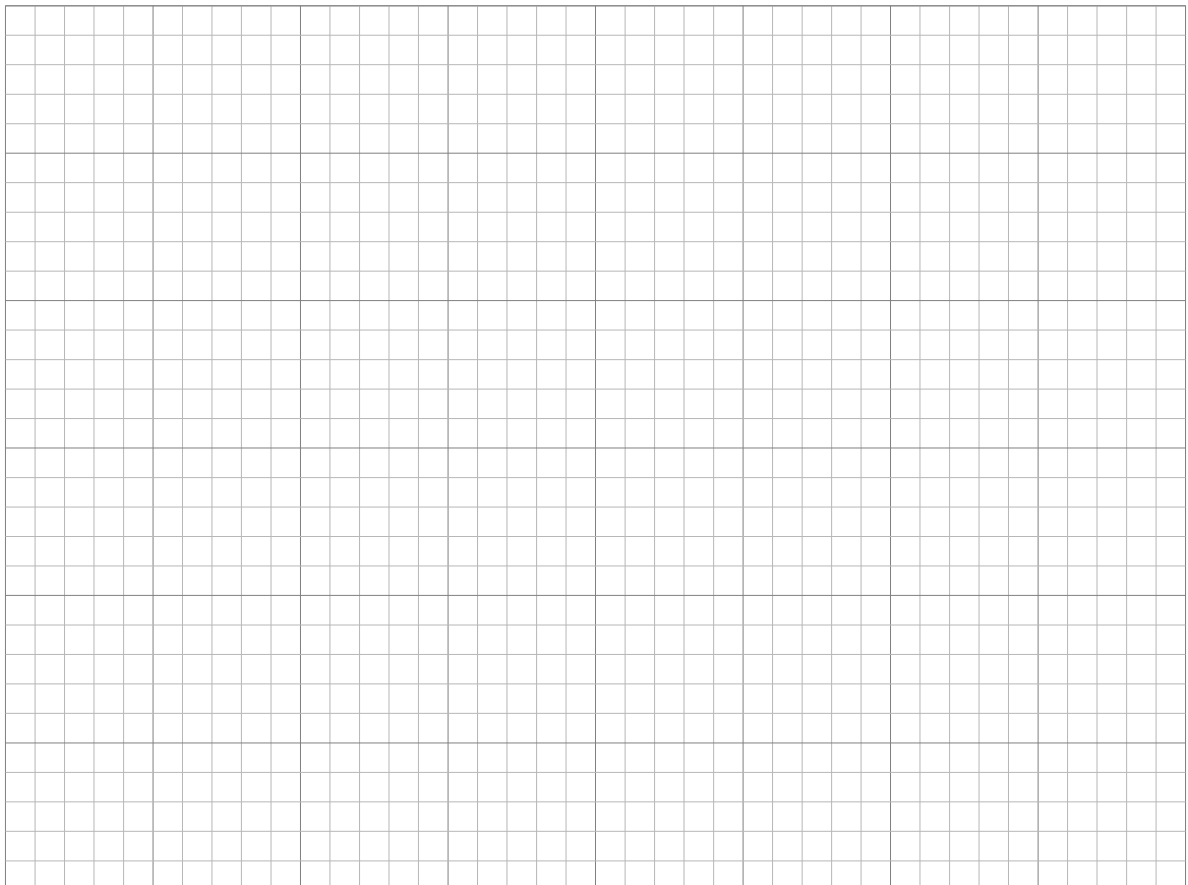
Naloga TR 9.2

Kotiraj spodaj prikazani zvarni spoj.



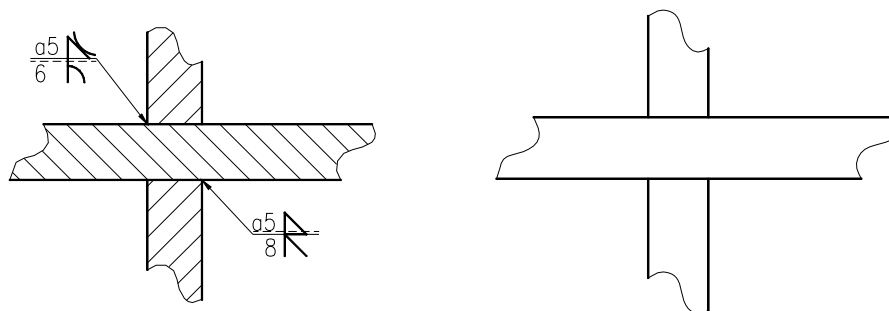
1. Varjenci

Beleške:



Naloga TR 9.3

Na sliki desno spodaj skicirajte detajl prereza spoja treh pločevin (prikaz varov).
Oblike in lege varov so v skladu z ISO standardom z oznakami definirane na sliki spodaj levo. Priprave varilnih žlebov ni potrebno kotirati!



1. Varjenci

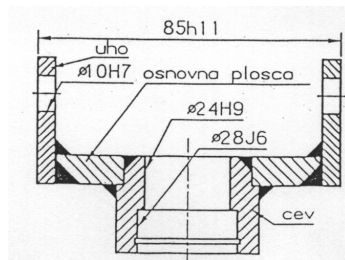
Beležke:



Naloga TR 9.4

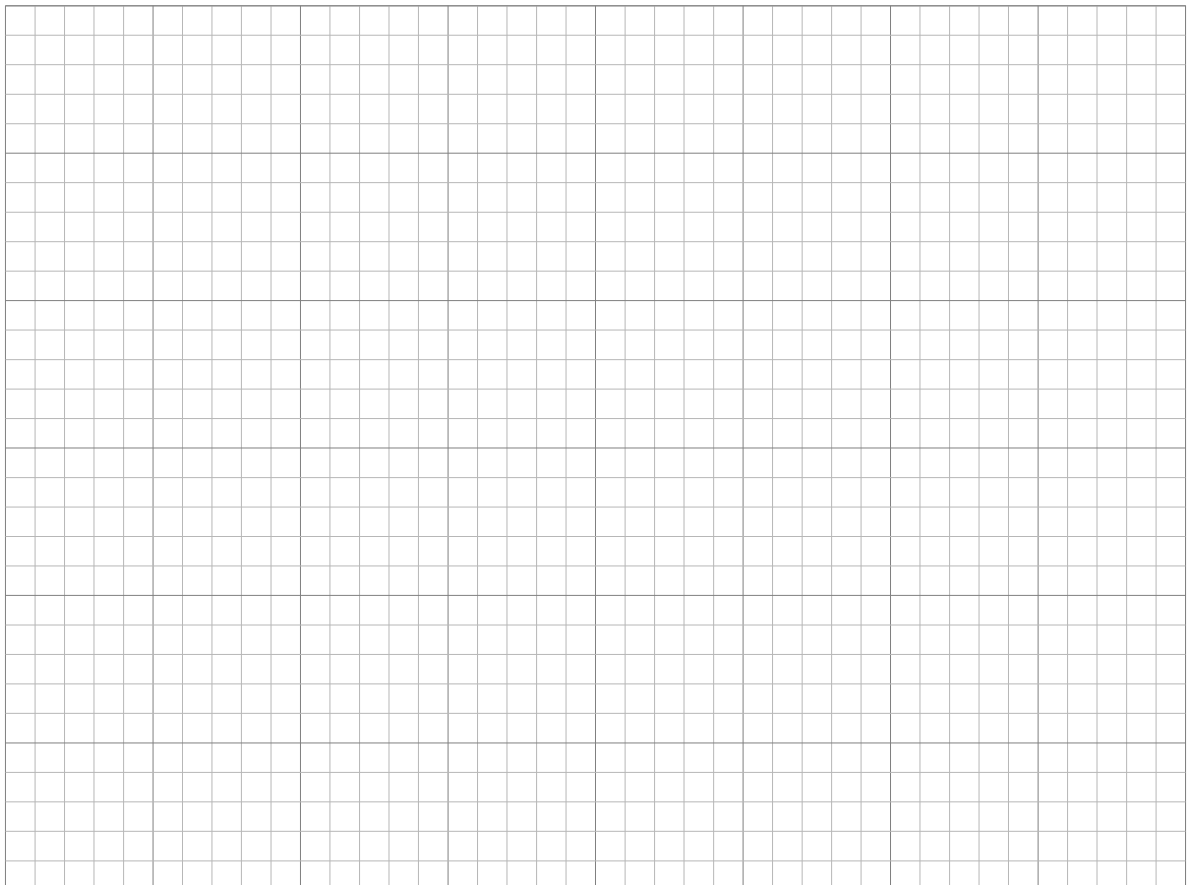
Dopolnite risbo križnega spoja po pravilih tehničnega risanja, tako, da bo varjenec oblikovno, mersko in obdelovalno popolnoma definiran, ter da bo risba ustrezala vsem pravilom tehničnega risanja.

1. Cev je na zgornji strani privarjena na osnovno ploščo po celotnem obodu s polovičnim Y varom, spodaj pa je po celotnem obodu privarjena s kotni varom. V cevi je s spodnje strani po varenju izdelano ležajno mesto s premerom $\varnothing 28J6$. Proti aksialnim pomikom je ležaj na spodnji strani varovan z ustreznim vskočnikom. Pred izdelavo ležajnega mesta naj se cev s spodnje čelne strani poravna, zato naj bo pred varenjem daljša.



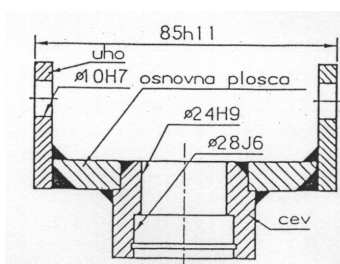
1. Varjenci

Beleške:





2. Ušesa so na osnovno ploščo privarjena s polovičnim Y varom, ki je na nasprotni strani ojačan s kotnim varom. Po varenju so ušesa z zunanje strani obdelana na mero 85h11, tako da zunanji ploskvi odstopata od vzporednosti za največ 0.1 mm! Izvrtini v ušesih sta povrtani na mero $\varnothing 10H7$ in morata biti medsebojno soosni, dopustni odstopki naj ležijo znotraj valjaste tolerančne cone s premerom 0.05 mm. Hkrati morata biti obe osi izvrtin v ušesih pravokotni na os izvrtine skozi cev $\varnothing 24H9$, dopustni odstopki naj ležijo znotraj valjaste tolerančne cone s premerom 0.1 mm. Izdelani osi navojnih izvrtin M6 morata ležati znotraj valjaste tolerančne cone s premerom 0.4 mm. Lego preverjamo glede na os izvrtine $\varnothing 24H9$ in zunanjo ploskev enega od ušes.
3. Temena varov so plosko obdelana, kotni vari ostanejo neobdelani. Izvrtine so na končno mero obdelane šele po varenju. Varjenec naj bo izdelan iz splošnega konstrukcijskega jekla z nižjo vsebnostjo ogljika!
4. Dopolnite priloženo risbo, tako da bodo izpolnjene zgornje zahteve! Priprava cevi je že prikazana na priloženem listu, pripravo pločevin za ušesi in osnovno ploščo pa narišite na svoj dodatni list.



1. Varjenci

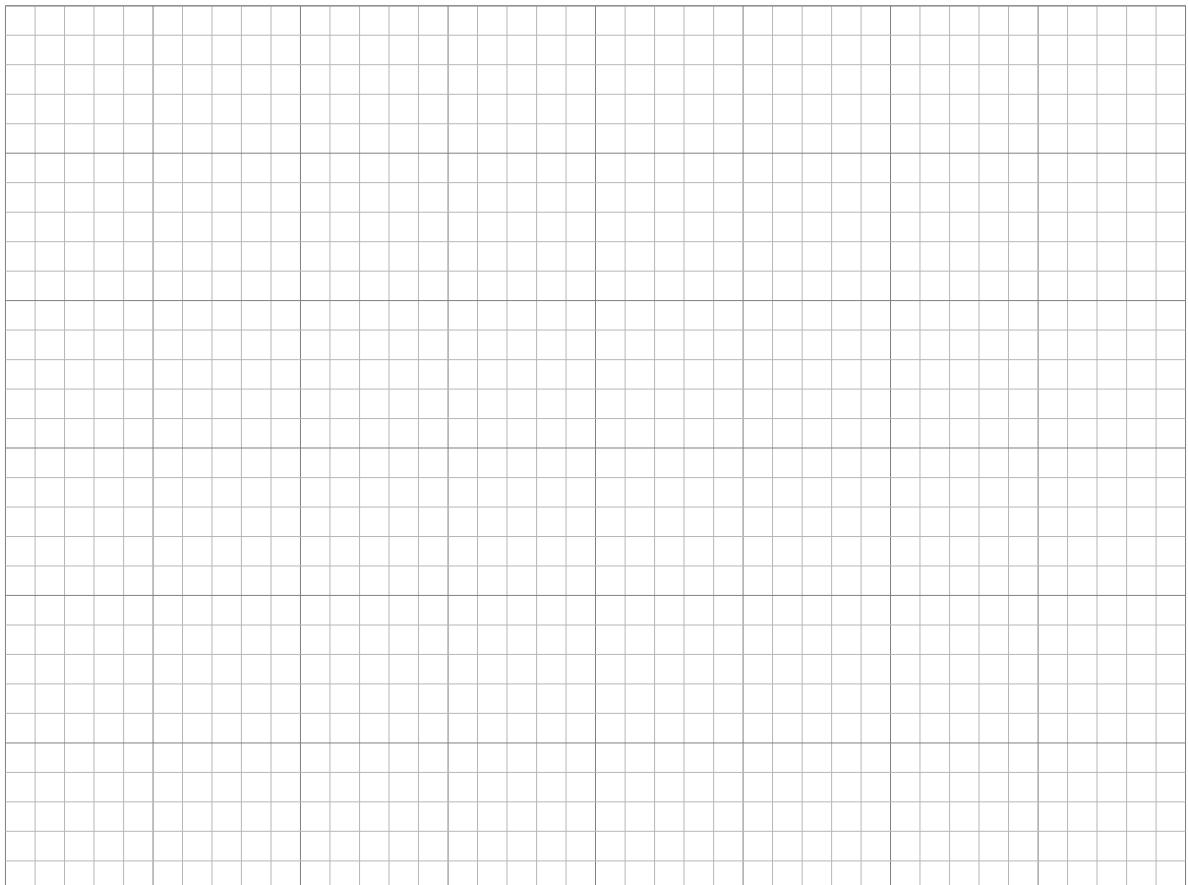
Beležke:



Naloge za utrjevanje znanja

Vaje za utrjevanje

Beleške:





Definicija

Izdelajte delavniško risbo spodaj prikazanega vodila.

Risbo narišite na **standardni format z okvirjem in z glavo za delavniško risbo**. V glavo je potrebno obvezno vpisati:

- ime študenta in datum risanja,
- naslov risbe,
- številko risbe (po vzorcu: RRP-vp.št.-sk.-vaja),
- merilo,
- standard za razporeditev projekcij (ustrezen simbol za evropski razpored projekcij in navedba ISO 128),
- list in skupno št. listov,
- material,
- maso,
- hrapavost površin,
- stopnjo točnosti prostih mer,
- stanje robov.

Vaje za utrjevanje

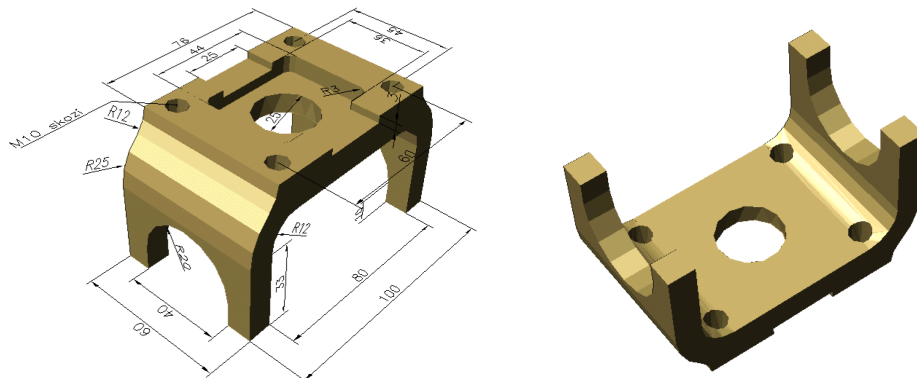
Beleške:



9. VAJA IZ TEHNIČNEGA RISANJA



Izdelek je vzdolžno in prečno simetričen. Navojne izvrtine M10 služijo pritrditvi na osnovno konstrukcijo s pritrilnimi vijaki. Globina vgreznine okoli izvrtine Ø25 je 7 mm. V izvrtini Ø25 je nameščena puša tako, da tvorita prehodni ujem v sistemu enotne izvrtine. Ujem naj bo sestavljen pod visokim tlakom in primeren za ležajne puše (funkcija površin srednje zahtevnosti). Ovalna izvrtina Ø25 sme od idealne oblike odstopati za največ 0.02 mm. V prečnem utoru (širina 25 mm) drsi jeklen trak. Ujem med trakom in utorom naj bo ohlapen in primeren za pomične dele z utori, ki imajo opazen ohlap, tako da so med seboj dobro pomični. Funkcija vodenja traku je manj zahtevna. Osi navojnih izvrtin M10 smejo od svojih teoretičnih mer (45 mm in 60 mm) odstopati le toliko, da ležijo znotraj valjastih tolerančnih con premera 0.25 mm. Lego osi preverjamo glede na zgornjo vodoravno ploskev in dve notranji bočni površini vgreznine (36x44 mm).



Vaje za utrjevanje

Beležke:



Literatura

- [1] I. Prebil, R. Kunc, Opisna geometrija: potrebna znanja za pravilno risanje - osnove tehničnega risanja, četrta izdaja, STRI svetovanje, Piran, 2011.
- [2] I. Prebil, Tehnična dokumentacija, prva izdaja, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 1995.
- [3] S. Glodež, Tehnično risanje, četrta izdaja, Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 2011.
- [4] B. Kraut, Krautov strojniški priročnik, petnajsta izdaja, Littera picta, Ljubljana, 2011.
- [5] ISO: Technical Product Specification (TPS), 2009.
- [6] ISO Standards handbook: Technical drawings, Volume 1 - Technical drawings in general, Mechanical engineering drawings, Construction drawings, 1997.
- [7] ISO Standards handbook: Technical drawings, Volume 2 - Mechanical engineering drawings, Construction drawings, Drawing equipment, 2002.

Študijski in izpitni red (napotki za uspešno delo na predavanjih in vajah)

Predavanja: prof. dr. Ivan Prebil, Fakulteta za strojništvo (FS), soba 503 in
doc. dr. Samo Zupan, lab. Jamova c. 12 in FS, soba III/5
izr. prof. dr. Robert Kunc, lab. Jamova c. 12 in FS, soba III/5

- **Prisotnost** na predavanjih se kontrolira in se upošteva tudi pri potrditvi **frekvence** v el. indeksu (VIS). **Frekvenca se potrdi** v študentski informacijski sistem (VIS) na osnovi **opravljenih vaj** (80% prisotnost in zahtevana uspešnost) na koncu semestra oz. pri vpisih ocen po pisnih/ustnih izpitih.
- Na spletni strani predmetov so na voljo **gradiva (slike) k predavanjem**, ki si jih študenti natisnejo in uporabljajo za lažje spremljanje predavanj (dopolnitev z lastnimi zapiski). Priporočamo uporabo dodatnih brezčrtnih A4 papirjev za skiciranje in dodatne zapiske.
- **Osnovna literatura:** Opisna geometrija (I. Prebil, R. Kunc), 2011, Tehnična dokumentacija (I. Prebil, S. Zupan), 2011; Strojniški priročnik (B. Kraut).

Vaje: (asistenti skupin in informacije za stik bodo določeni prvi teden vaj):

1. Splošno

- **Po pravilniku UL-FS je zahtevana minimalno 80% prisotnost** (dovoljen 2 do največ 3 kraten izostanek v semestru) **na vajah** ne glede na razlog morebitnih izostankov. Študenti morajo zato odsotnost (višja sila, bolezen, ...) takoj, ko je mogoče, **javiti v študentski referat** in o njej **obvestiti tudi svojega asistenta**. Naknadna opravičila po končanem semestru se ne upoštevajo.
- Če **ni dosežena zahtevana prisotnost**, v tem semestru ni mogoče **uspešno opraviti vaj in ni mogoče pristopiti k opravljanju izpita** - vaje je potrebno ponovno opravljati v celoti naslednje leto!
- Izostanek študenta **NI opravičilo** pri najavljenih sprotnih obveznostih (oddaja vaj, preverjanje znanja). Obveznosti je potrebno nadoknaditi po navodilih svojega asistenta čim prej, ko je to mogoče.
- Na vaje mora priti študent seznanjen s predavano snovjo, mora imeti zahtevane pripomočke in literaturo ter mora aktivno sodelovati, sicer **se šteje, kot da ni prisoten**.
- **Študenti s posebnimi statusi** (vrhunski športniki, dvojni študij, itd.), kjer se različne obveznosti na različne načine križajo, morajo svoj poseben status dokazati z ustreznim dokumentom in se morajo **takoj v začetku semestra posamično DOGOVORITI z nosilcem predmeta oz. s svojim asistentom** o načinu opravljanja svojih obveznosti in o rokih za izpolnitev svojih obveznosti.
- Starejši študenti **brez opravljenih vaj (BV)**, ki niso redno ali ponovno vpisani v prvi letnik, vaj ne morejo ponovno opravljati skupaj z rednimi študenti. Za ponovno opravljanje vaj se je potrebno prijaviti v študentskem referatu in **poravnati stroške po ceniku UL**. Vaje potekajo v posebnih terminih in skupinah.

2. Termini in prostori, v katerih bodo potekale vaje

- Vaje bodo potekale v predavalnicah in v terminih, ki so objavljeni v veljavnem urniku FS. V vsakem terminu potekajo vaje hkrati v dveh predavalnicah za dve **grupi** (A in B) iz 4 skupin študentov določenih za ta termin (v ŠR = skupine 1, 2, 3, 4...). Študente v grupi A in B razporedijo asistenti prvi teden vaj!
- Študenti lahko hodijo na vaje le v tistem terminu in v tisto grupo (predavalnico), kamor so razporejeni na začetku semestra, sicer se šteje, da niso prisotni. **Samovoljna menjava terminov oz. grup ni dovoljena**. Študent, ki želi zamenjati termin oz. grupo, se mora dogovoriti s kolegom študentom iz zelenega termina/grupe o menjavi in o tem morata oba obvestiti asistenta obeh grup.
- V računalniški učilnici III/5, velja poseben režim obnašanja, ki je določen s hišnim redom. S tem redom so se študenti dolžni seznaniti in se ga držati (objavljen na vratih in na spletni strani).

UL-FS: RR in PA program 2014 / 2015	OPISNA GEOMETRIJA IN TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (2003) TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (3003)	PREDAVANJA IN VAJE
-------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------

3. Potreben pribor in literatura za opravljanje vaj

- **Obvezen pribor na vajah je:** risalno orodje (dva trikotnika), tehnični svinčnik, radirka, šestilo, brezčrtni papir A4 in A3 (opisna geometrija), A4 in A3 formati z okvirjem in glavo po SIST-ISO (tehnično risanje – možno kupiti v kopirnici ali natisniti/narisati doma), priporočena literatura (knjige, Strojniški priročnik). **Brez potrebnega pribora in literature udeležba na vajah ni priznana.**

4. Način dela in preverjanja znanja na vajah

- Na vajah in tudi doma študenti rešujejo (rišejo) naloge za utrjevanje znanja. Na vajah se riše s tehničnim svinčnikom in risalnim orodjem (pri opisni geometriji, tehničnem risanju) oz. prostoročno (tehnično skiciranje pri vajah iz tehničnega risanja). **Domače naloge je potrebno obvezno izdelati z risalnim orodjem**, če ni določeno in dogovorjeno drugače!
- **Pri oddajanju nalog v pregled** se je potrebno **dosledno držati postavljenih formalnih zahtev** (ovitki za oddajanje, formati, način izpolnjevanja glav, zahtevana oddaja na elektronskem mediju, **roki**, itd.) sicer asistent lahko vajo zavrne oz. jo sploh ne oceni (oznaka **neoddano oz. neocenjeno = NO**).
- Naloge za preverjanje znanja se ocenjuje z ocenami **od 0 do 10, pozitivne ocene so 6 in več**. Neoddana naloga za preverjanje znanja se označi z oznako »NO«, nepopolna oz. nepravilno rešena naloga pa se oceni negativno (5 in manj, lahko tudi 0).
- **Preverjanje znanja in ocenjevanje** na vajah poteka v štirih sklopih:
 - Ocenjevanje samostojno rešenih **obveznih domačih nalog (ODN)**, pri katerih študenti nimajo časovnih omejitev za reševanje in lahko uporabljajo vso literaturo in pripomočke (**ODN: 2 do 4 naloge v semestru**). Naloge je nujno potrebno oddati v zahtevani **obliki in pravilno izpolnjenem ovitku** ter v **roku**, ki ga določi asistent (tipično 1 teden).
 - **Kratko nenapovedano testiranje pripravljenosti** (snov predavanj in vaj) v obliki nekaj vprašanj, na katera bodo študenti na vajah pisno odgovorili in jih takoj oddali (**testi – T: 2 do 5 krat v semestru!**)
 - **Do konca semestra** oziroma drugega kolokvija je vsak študent dolžan **samostojno izdelati projektno nalogo (PN: 3 do 4 značilne tehnične risbe)**, ki bo definirana v novembru oz. začetku decembra.
 - V semestru se **pišeta dva kolokvija (KOL – omejen čas in pripomočki)**. Del vsakega kolokvija (praktične nalog) predstavlja "**kolokvij za pridobitev ocene iz vaj**" (KOLV). Ocena teh kolokvijev (KOLV) se normira.
 - **Slabo ocenjene naloge** med semestrom ni mogoče popravljati. Izboljšanje ocen je mogoče doseči po zaključku vaj **z individualnim razgovorom z asistentom** na osnovi presoje kvalitete vseh opravljenih nalog in z opravljanjem dodatnih nalog ter z zagovorom vaj. Vse mora biti opravljeno v s strani asistentov določenih terminih najkasneje do konca prvega meseca naslednjega semestra.
- **Študent mora izdelati in oddati VSE ZAHTEVANE zgoraj naštete naloge, sicer NE more pridobiti pozitivne ocene vaj! Projektna naloga mora biti v celoti ocenjena pozitivno** in nobena naloga **ne sme biti** označena z oznako »NO« oz. »no«, kar pomeni neoddano, neocenjeno - ni izdelano po zahtevah, neprimerna oblika in vsebina vaje, neupravičeno zamujen rok oddaje vaje...!
 - Določen rok za oddajo naloge se lahko zaradi tehtnih razlogov in s takojšnjim obveznim ustnim dogovorom (z asistentom) posameznemu študentu podaljša samo enkrat v semestru (**bonus - B**).
- **Naloge in ovitek za oddajanje nalog v oceno morajo imeti natančno predpisano obliko (predloga):**
 - Vse naloge se lahko v celoti izdelajo s svinčnikom razen vpisne številke, imena in podpisa, ki morajo biti izpisani z neizbrisljivim pisalom (vsak list)!
 - Ves tekst na ovitku in v nalogah mora biti izpisan s tehnično pisavo (prostoročno – glej predlogo).
 - Ovitek (prepognjen A3 list) je mogoče kupiti v kopirnici ali naložiti predlogo s spletne strani predmeta (<http://kmtm.fs.uni-lj.si/slo/izobrazevanje/izobraz.htm>) v Word formatu za računalniško izpolnjevanje ali v PDF formatu za prostoročno izpolnjevanje (kopiranje na A3).
- **Vse vrnjene ocenjene naloge morajo študenti urejene hraniti do uspešno opravljenega izpita v mapi s pravilno izpolnjeno naslovno stranjo in vsemi ovitki ocenjenih vaj. Mapo OBVEZNO prinesejo ob zaključku vaj asistentu za vpis predloga ocene vaj in na ustni zagovor ob izpitu.**

	Študijski in izpitni red	2
--	--------------------------	---

UL-FS: RR in PA program 2014 / 2015	OPISNA GEOMETRIJA IN TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (2003) TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (3003)	PREDAVANJA IN VAJE
-------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------

5. Vsota pogojev za uspešno opravljene vaje na koncu semestra

- Aktivna udeležba na vajah in **skupaj največ dvakratni** (izjemoma trikratni) **izostanek** v semestru.
- **Pravočasno in pravilno** oddane vse zahtevane naloge za ocenjevanje (**nobena ne sme biti NO**).
- Udeležba na obeh kolokvijih je **obvezna**, potrebno je izdelati vsaj »**kolokvije iz vaj**« (določene naloge).
- Povprečna **ocena obveznih ocenjevanih nalog** mora znašati **6 ali več** in je izračunana in zaokrožena iz:

$$POV = u_{ODN}AVG(ODN_i) + u_TAVG(T_i) + u_{PN}AVG(PN_i) + u_{KOLV}AVG(KOLV_i)$$

- AVG = povprečje več različnih nalog iz posameznega sklopa
- ODN = ocene obveznih domačih nalog; utež $u_{ODN} = 0,15$ do $0,25$ (= 15% do 25% celotne ocene)
- T = ocene sprotnega preverjanja (testi) na vajah; utež $u_T = 0,15$ do $0,25$
- KOLV = normirane ocene določenih praktičnih nalog kolokvijev; utež $u_{KOLV} = 0,2$ do $0,3$
- PN = ocene iz samostojne projektne naloge (vse morajo biti > 5); utež $u_{PN} = 0,25$ do $0,35$
- Natančne uteži za izračun povprečne ocene vseh vaj so določena v decembru na osnovi obsega in zahtevnosti posameznih sklopov (izveden program vaj v semestru) tako, da vsota uteži znaša 1!
- **Pri povprečni oceni vaj med 5 in 6 je obvezen ustni zagovor iz vaj pri asistentu.**
- **Vsi ocenjevani izdelki študenta morajo biti rezultat lastnega samostojnega dela (unikati)!**
Vsak poizkus goljufanja (oblikovno in vsebinsko identične rešitve dveh ali več študentov) se kaznuje z oznako naloge **NO** vsem udeleženi študentom (ne ugotavljamo avtorstva in plagiatorstva)!
- Končna ocena vaj (**od 6 do 10**, negativno je 5 in manj) je določena na osnovi povprečne ocene vaj in jo zaključni nosilec predmeta (profesor) ob opravljenem izpitu (pisni izpit in ustni zagovor).
- ✓ **Za pozitivno oceno vaj morajo vse naloge biti izdelane v celoti in dovolj uspešno v postavljenih rokih v istem študijskem letu. Opravljanje vaj po delih v več letih ni mogoče!**
- ✓ **Positivno ocenjene vaje veljajo za dobo rednega trajanja študijskega programa (3 leta)!**
- ✓ **Dokler študent nima uspešno opravljenih vaj, ne more pristopiti k opravljanju izpita! Na ustni zagovor mora študent prinesiti urejeno mapo pozitivno ocenjenih vaj. Študenti morajo sami pravočasno poskrbeti, da od asistentov pridobijo pregledane in ocenjene lastne izdelke. Vse neprevzete izdelke z začetkom novega študijskega leta zavržemo!**

Izpit (glejte tudi pravilnik UL FS)

1. Pogoja za pristop k izpitu sta: **pozitivno ocenjene vaje (frekvenca)** in **pravočasna prijava** na izpitni rok.
2. Pristop in opravljanje izpita poteka po pravilniku FS. **Četrto, peto in šesto opravljanje izpita** je možno samo na komisijских izpitnih rokih (praviloma samo en komisijски izpitni rok v izpitnem obdobju), za katere je potrebno v **študentskem referatu** pravočasno oddati prošnjo in poravnati **stroške izpita**.
3. Na pisnem izpitu se ne sme uporabljati zapiskov in literature z rešenimi primeri (nalogami), lahko pa se uporablja naslednja originalna knjižna literatura: Opisna geometrija (Prebil, Kunc), Tehnična dokumentacija (Prebil, Zupan), Strojniški priročnik (Kraut), standardi, katalogi.
Ostala navodila, ki se jih je potrebno držati, so določena na razpisu izpitnega roka.
Na ustnem zagovoru niso dovoljeni nobeni pripomočki!
4. Med potekom semestra se pišeta **dva kolokvija**: iz področja opisne geometrije in iz področja tehničnega risanja. **Kolokvij je metoda ocenjevanja iz sprotnega študija, zato se lahko upoštevajo za izpit le študentom, ki so v študijskem letu na rednem seznamu opravljanja predmeta oz. vaj (prvič ali ponovno vpisani v 1. letnik ter študenti s podpisanim dovoljenjem za opravljanje predmeta v tem študijskem letu). Študenti, ki imajo vaje opravljene iz predhodnih let, ne morejo ponovno pristopati h kolokvijem!**

	Študijski in izpitni red	3
--	--------------------------	---

UL-FS: RR in PA program 2014 / 2015	OPISNA GEOMETRIJA IN TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (2003) TEHNIČNA DOKUMENTACIJA (3003)	PREDAVANJA IN VAJE
-------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------

- Študentom, ki bodo na vsakem kolokviju dosegli vsaj **35% ali več možnih točk** in bodo imeli **povprečno oceno kolokvijev 60% ali več možnih točk**, se šteje, da so uspešno opravili pisni izpit. Študent se prijavi na enega od rednih izpitnih rokov, na katerem pristopi **samo k ustnemu zagovoru**.
- Vsi študenti z zadostnim rezultatom (nad vključno 55% možnih točk) na **pisnem izpitu** pristopijo k **ustnemu zagovoru**, ki sledi razpisanim pisnim izpitnim rokom. Glede na dosežen rezultat pri pisnem izpitu študenti odgovarjajo (z razlago in skiciranjem na tablo) na enega do treh vprašanj iz priporočene literature. Na ustnem zagovoru niso dovoljeni nobeni pripomočki.
- Na ustni zagovor mora študent **OBVEZNO prinesiti urejeno mapo z ocenami** vaj in podpisi asistentov in predpisano naslovno stranjo (glejte predloge za podrobna navodila) s seznamom in ocenami vseh opravljenih vaj ter z **asistentovim predlogom ocene vaj!**
Poleg tega mora imeti s seboj tudi urejene zapiske s predavanj!
- Na vsakem preverjanju znanja se mora študent izkazati z **veljavno študentsko izkaznico** in z veljavnim osebnim dokumentom s fotografijo (osebna izkaznica, potni list, vozniško dovoljenje).

Komunikacija s profesorji, asistenti, govorilne ure, informacije ...

Odgovornost študentov je, da si sami pravočasno priskrbijo vse potrebne informacije za uspešno delo pri predmetu. Na voljo so sledeči viri in načini s **priporočeno prioriteto po zaporedju**:

- Vsa splošna obvestila, gradiva za predavanja in vaje so na:
 - o spletni strani <http://kmtm.fs.uni-lj.si/slo/index1.htm> → [Pedagoški proces!](#)
 - o uradni spletni strani FS – podstrani posameznih predmetov
 - o nekatera obvestila so tudi na oglasni deski pred učilnico III/5.
- Vprašanja profesorjem in asistentom v terminih predavanj in vaj.
- Govorilne ure bodo v predvsem sobi III/5 po razporedu, ki ga bodo sporočili asistenti in bo objavljen. Izjemoma imajo nekateri asistenti govorilne ure lahko tudi na lokaciji Jamova c. 12.
- Če je potrebno **o nujnih zadevah** (odsotnost, ...) obveščajte asistente tudi po e-pošti.
Ne pričakujte, da bodo asistenti vsakemu posebej pisno odgovarjali na ista oz. podobna temeljna vprašanja – spoštujte zgoraj navedeno prioriteto načinov pridobivanja informacij!
Vsi asistenti imajo e-naslov na fakulteti po istem vzorcu: ime.priimek@fs.uni-lj.si
Pri tem spoštujete sledeča pravila komunikacije:
 - Vedno navedite zadevo (subject) sporočila na sledeči način:
 - TD-PA: zadeva ... (za PA program študija) oziroma:
 - OG+TD-RR: zadeva ... (za RR program študija)
 - Predstavite se z:
 - Imenom in priimkom** ter vašo **vpisno številko**
 - Letnikom študija, vašim statusom (redni, vpisan v letnik BV, pavzer ...)
 - Nazivom PREDMETA (glede katerega je vaše sporočilo), skupina + grupa pri vajah
 - Jedrnat in jasen opis zadeve, ki jo želite urediti s prejemnikom sporočila
- Študijskih zadev med profesorji in asistenti ter študenti NE urejamo preko telefona**, (razen izjemoma o nujnih stvareh)! Priporočamo, da med seboj v skupinah izberete predstavnika, ki bo v imenu vseh oz. večine študentov komuniciral z asistenti, če gre za urejanje skupnih problemov!
Priporočamo, da najprej komunicirate in iščete tudi nasvet in pomoč študentov tutorjev!
- Vse formalne zadeve glede prijavljanja/odjavljanja na izpitne roke urejate najprej s študentskim referatom**, razen seveda zadev, ki se tičejo doseganja pogojev za pristop k izpitu (opravljene ali neopravljene vaje)! Asistenti in profesorji vam ob neizpolnjevanju formalnih zahtev ne morejo pomagati (npr.: zamujen rok za prijavo k izpitu, ki bi se ga radi vseeno udeležili).

	Študijski in izpitni red	4
--	---------------------------------	---