

3.2 RAZSTAVLJIVE ZVEZE

Razstavljljive zveze so tiste, pri katerih veznega elementa ne uničimo, ko zvezo razstavimo in ga lahko uporabimo pri ponovnih zvezah.

Te zveze lahko naredimo:

- s silo,
- z obliko.

Zveze s silo so narejene s takšnimi veznimi elementi, ki stiskajo dotikajoče se površine in prenašajo obremenitev s trenjem (vijaki, stožčasti nasedi, zagozde itd.).

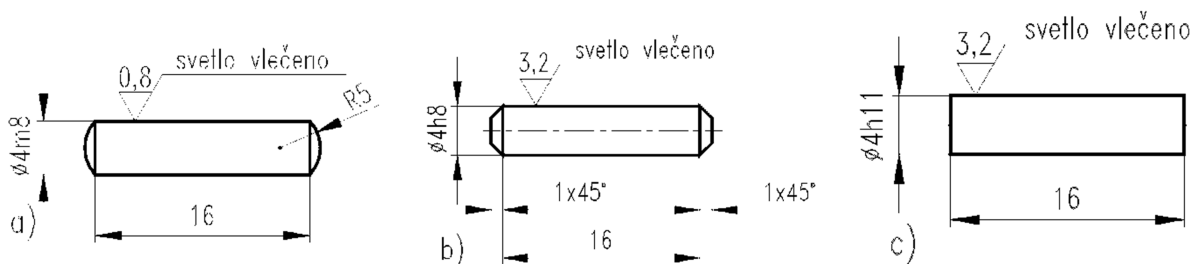
Zveze z obliko so narejene s takšnimi veznimi elementi, ki s svojo obliko vežejo sestavne dele in omogočajo prenos obremenitev oz. gibanja (mozniki, utorne gredi, vskočniki itd.).

3.2.1 Zveze z zatiči

Zatič so strojni elementi za spajanje v trdne razstavljljive zveze, za zavarovanje lege, za centriranje, za omejitev gibov itd. Večina zatičev je standardiziranih.

VRSTE IN UPORABA ZATIČEV

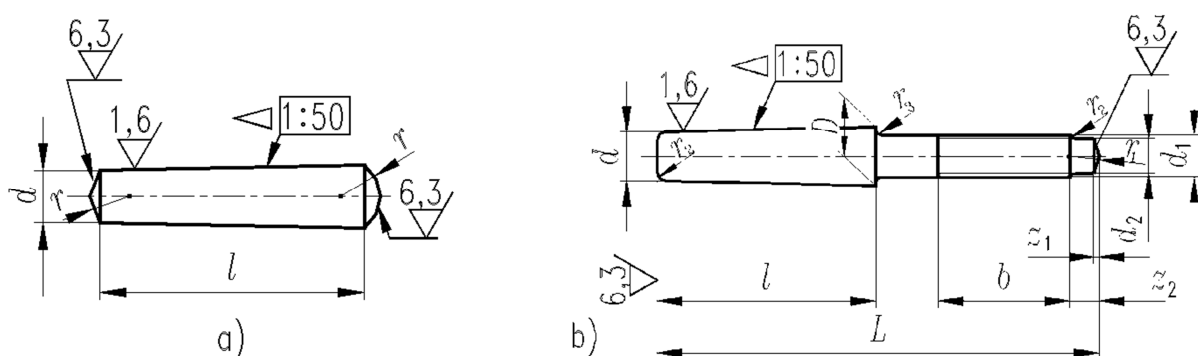
- **Cilindrični zatiči** (od 0,8 do 50 mm)



a) z zaokroženo končino, b) s konično končino, c) z ravno končino

Uporabljamo jih pri natančnem nastavljanju medsebojne lege (a), za povezovanje in pritrjevanje (b), kadar jih po vgradnji zatočkamo (c).

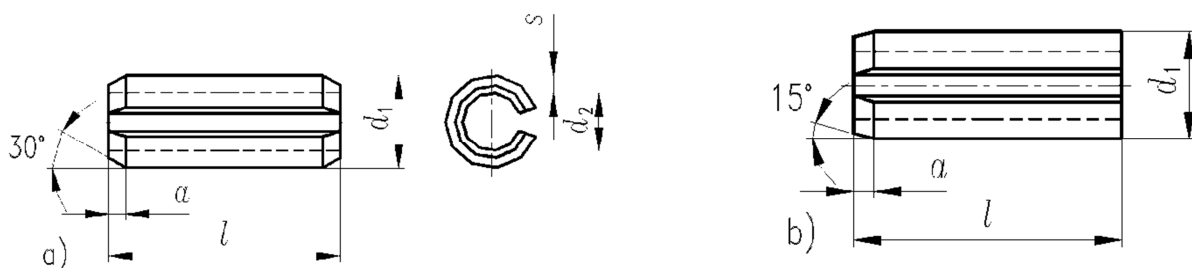
- **Konični zatiči (od 0,6 do 50 mm)**



a) konični zatič po DIN 1, b) konični zatič z navojnim stebлом po DIN 258

Uporabljamo jih za natančne nastavitve delov, ki jih moramo večkrat razstaviti.

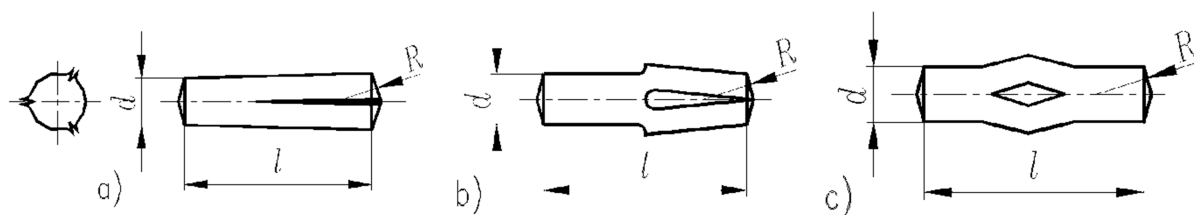
- **Prožni zatiči**



a) do 6 mm premera,

b) nad 6 mm premera

- **Zasekani zatiči (do 25 mm)**



a) konusni DIN EN 28744, b) paličasti DIN EN 28741, c) klinasti DIN EN 28742 in 28743

OZNAČEVANJE ZATIČEV

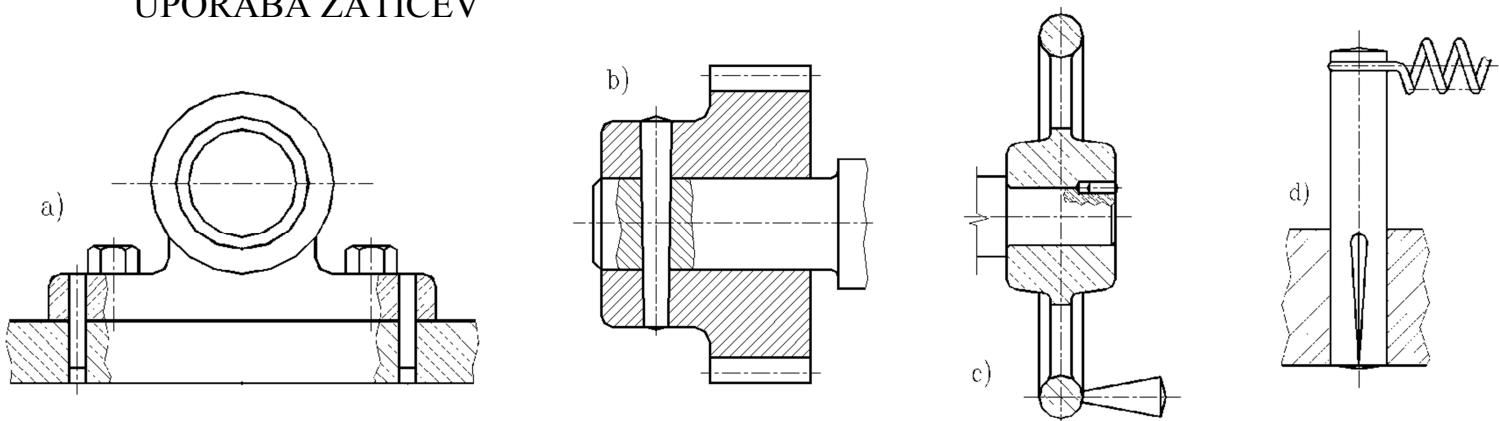
Za zatiče ne rišemo delavniških risb, ampak jih v kosovnicah sestavnih risb navedemo, kot določa standard.

Primer: zatič 10m6 x 40 DIN EN 22338.

MATERIALI ZATIČEV

- Za zatiče uporabljamo žilava jekla z dovolj veliko trdnostjo (nelegirana osnovna in kakovostna jekla).
- S27SJR, S3S5JR, E29SGF in E335, redkeje E360.
- V posebnih primerih uporabljamo za zatiče tudi jekla za poboljšanje in jekla za cementiranje.

UPORABA ZATIČEV

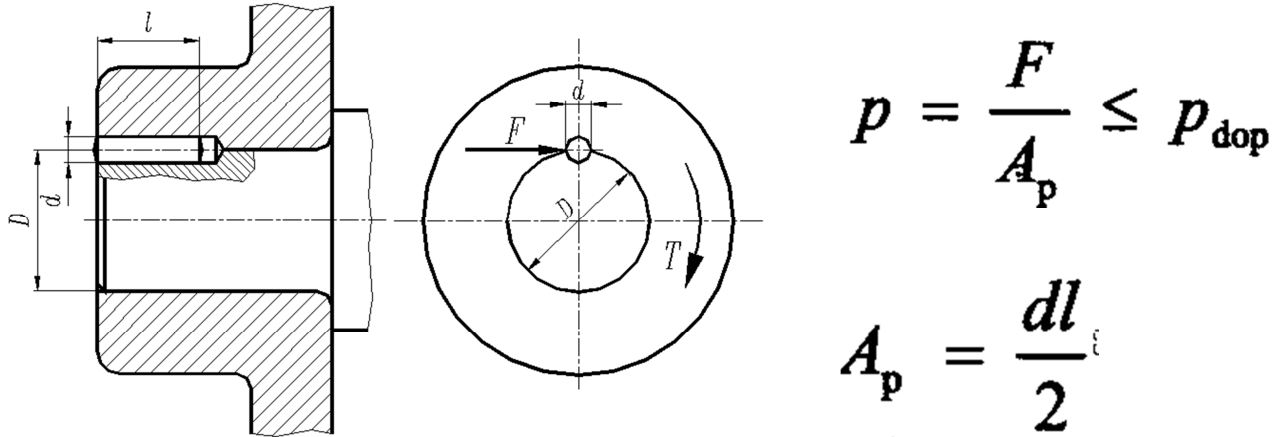


- prečna cilindrična zatiča določata lego ležajnega ohišja proti podlagi,
- konični zatič omogoča prenos vrtilnega gibanja z gredi na zobnik in centrira lego zobnika proti gredi,
- vzdolžni cilindrični zatič omogoča prenos vrtilnega gibanja z ročnega kolesa na vreteno,
- zasekani zatič je nosilec/opora vzmeti.

PRERAČUN ZATIČEV

- Preračun vzdolžnega zatiča

Vzdolžni zatič je v zvezi obremenjen na strig in površinski tlak. Pri dimenzioniranju zatiča preverjamo površinski tlak:



F [N] sila, ki obremenjuje zatič, p_{dop} [MPa] dopustni površinski tlak
 A_p [mm²] projekcija dotikajočih se površin zatiča in podlage,
 d [mm] premer zatiča, l [mm] dolžina zatiča.

Izračun najmanjše potrebne dolžine zatiča, če poznamo material zatiča in podlage ter obremenitev zatiča:

$$l_{\text{min}} = \frac{2F}{d \cdot p_{\text{dop}}}$$

Izračun najmanjše potrebne dolžine zatiča pri podanem vrtilnem momentu T [Nm] in premeru gredi D [mm]

$$l_{\text{min}} = \frac{4T}{D \cdot d \cdot p_{\text{dop}}}$$

Po določitvi zatiča, lahko kontroliramo še strižno napetost:

$$\tau_s = \frac{F}{A} \leq \tau_{sdop} \quad A = dl$$

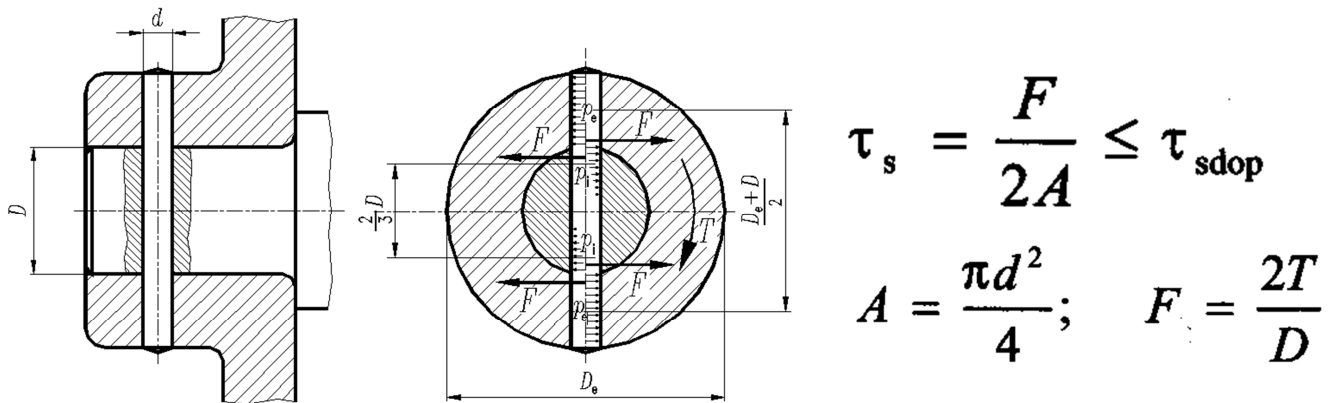
τ_s [MPa] strižna napetost v zatiču

τ_{dop} [MPa] dopustna strižna napetost materiala zatiča,

A [mm²] vzdolžni prerez zatiča.

- Preračun prečnega zatiča

Prečni zatič je zaradi vrtilnega momenta obremenjen na strig in površinski tlak. Dimenzioniramo ga na strig in kontroliramo na površinski tlak.



Izračun premera zatiča d :

$$d = \sqrt{\frac{2F}{\pi\tau_{sdop}}} = \sqrt{\frac{4T}{\pi D\tau_{sdop}}}$$

Površinski tlak med zatičem in pestom:

$$p_e = \frac{F}{A_{pe}} = \frac{2F}{d(D_e - D)} = \frac{4T}{d(D_e^2 - D^2)} \leq p_{dop}$$

Površinski tlak med zatičem in pestom:

$$p_i = \frac{F}{A_{pi}} = \frac{6T}{dD^2} \leq p_{dop}$$

A_{pe} [mm²] naležna površina zatiča na pesto,

A_{pi} [mm²] naležna površina zatiča na gred,

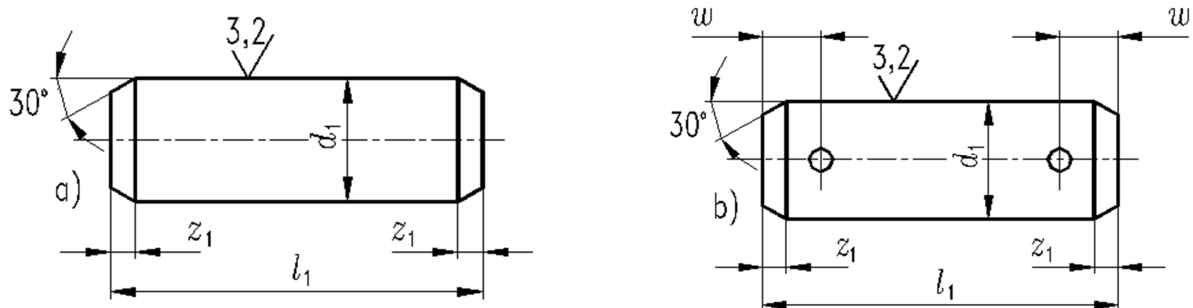
3.2.2 Zveze s sorniki

Sorniki so strojni elementi valjaste oblike, s katerimi ustvarjamo pregibne razstavljive zveze. Večina sornikov je standardiziranih.

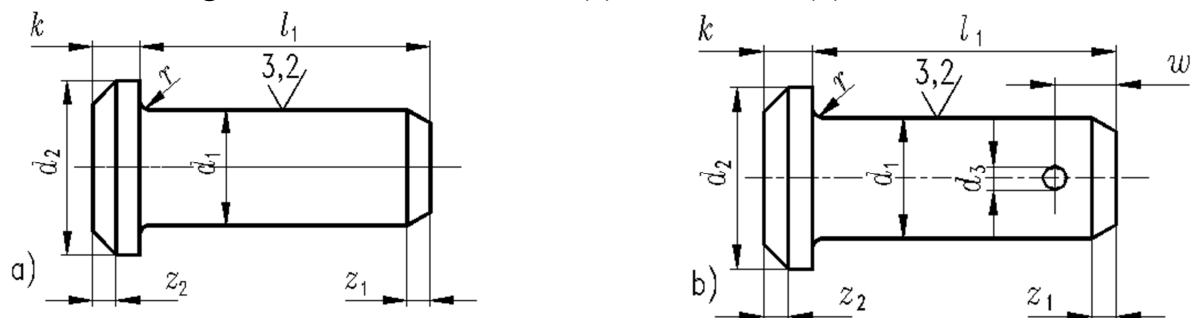
VRSTE, OBLIKA IN UPORABA SORNIKOV

Imenska mera sornika je največkrat izdelana s toleranco $h11$, izvrtine pa imajo toleranco $H8$ do $H11$.

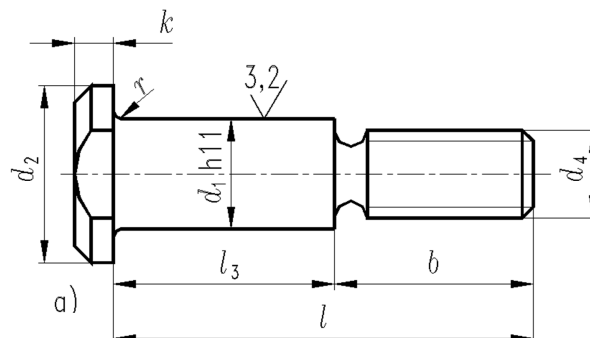
- **Gladki sorniki** (DIN EN 22340) so oblike A (a) in oblike B (b). Izdelujejo se v območju premerov od 3 do 100 mm ($h11$) z dolžino od 8 do 320 mm.



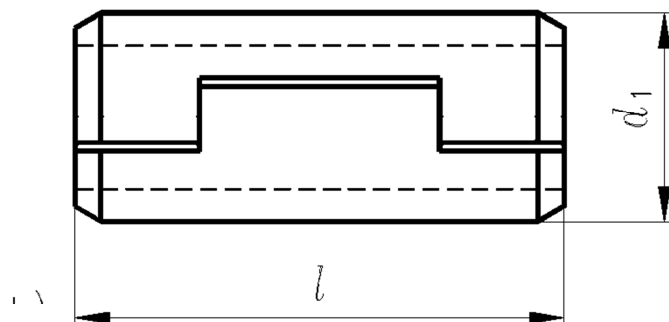
- **Sorniki z glavo** (DIN EN 22341) se izdelujejo v izvedbah z malo in veliko glavo, lahko so oblike A (a) in oblike B (b).



- **Sorniki z navoji** (DIN 1445) se uporabljajo v primerih, ko je treba nastavljati zračnost med deloma, ki ju sornik veže.



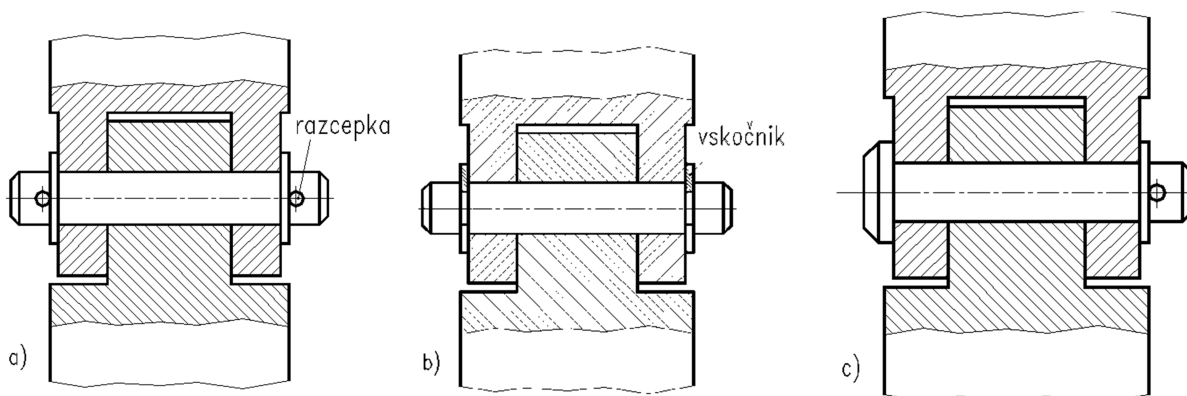
- **Prožni sorniki** so dobro obstojni v zvezah, ni jih treba varovati proti izpadanju, izvrtine ni treba izdelati s toleranco, so lažji od polnih.



OZNAČEVANJE SORNIKOV

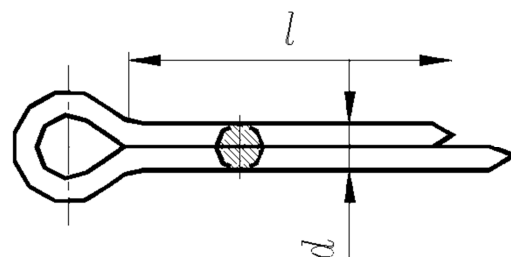
Za sornike ne rišemo delavniških risb, ampak jih v kosovnicah sestavnih risb navedemo, kot določa standard.

- **Primer za gladki sornik:** sornik A 20h11 x 50 DIN EN 22340;
- **Primer za sornik z glavo:** sornik B 12x48 DIN EN 22341;
- **Primer za sornik z navojem:** sornik 20h11 x M16 x 40 x 60 DIN 445

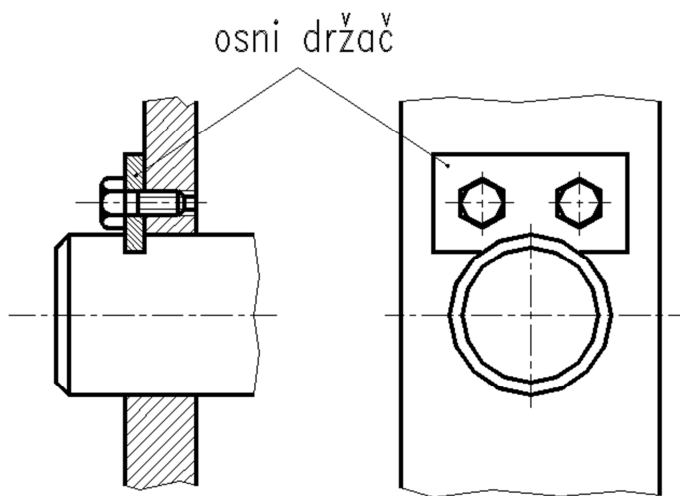


Varovanje sornikov z zvezah

- varovanje gladkega sornika z razcepkama,
- varovanje gladkega sornika z vskočnikom,
- varovanje sornika z glavo in z razcepko



Varovanje sornika z osnim držačem



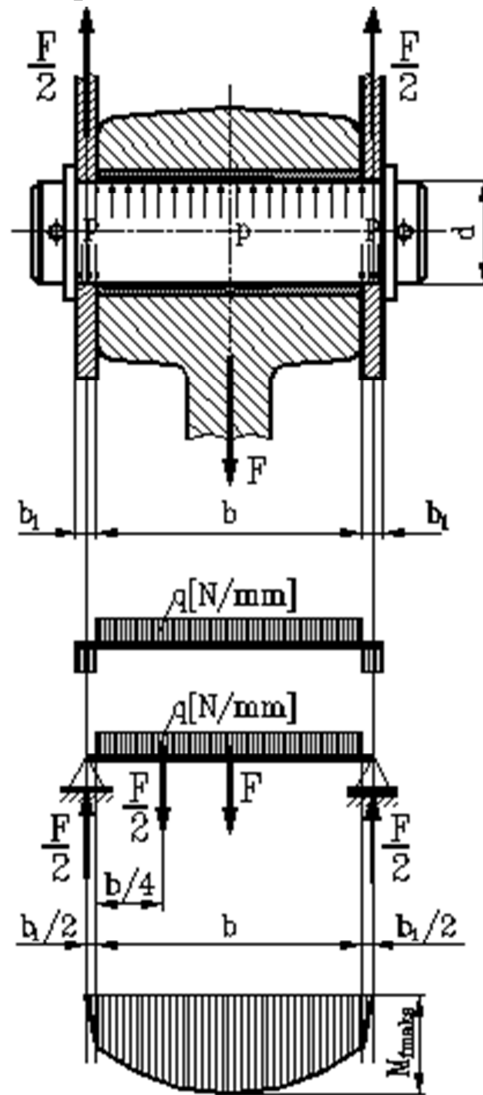
Varovanje z osnim držačem preprečuje hkrati tudi zavrtitev sornika v zvezi

MATERIALI SORNIKOV

- Za sornike uporabljamo žilava jekla z dovolj veliko trdnostjo (nelegirana osnovna in kakovostna jekla).
- S275JR, S355JR, E295GF in E33S, redkeje so iz jekla E360.
- v posebnih primerih uporabljamo za sornike tudi jekla za poboljšanje in jekla za cementiranje.

PRERAČUN SORNIKOV

Zunanja obremenitev F obremenjuje sornik na upogib in strig. Pri daljših sornikih je strižna napetost v primerjavi z upogibno zanemarljivo majhna in take sornike dimenzioniramo samo na upogib. Po izbiri premera sornika, ga še kontroliramo na dopustni površinski tlak med sornikom in podlago.



Dimenzioniranje sornika:

Izračun upogibne napetosti

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W} \leq \sigma_{fdop}$$

Izračun upogibnega in odpornostnega momenta

$$M_f = \frac{F}{2} \cdot \frac{b + b_1}{2} - \frac{F}{2} \cdot \frac{b}{4} = \frac{F(b + 2b_1)}{8},$$

$$W = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0,1d^3.$$

Izračun premera sornika pri poznanem materialu sornika (σ_{fdop})

$$d = \sqrt[3]{\frac{32M_f}{\pi\sigma_{fdop}}} \approx \sqrt[3]{\frac{10M_f}{\sigma_{fdop}}}$$

Izračun premera sornika za obravnavani primer

$$d = \sqrt[3]{\frac{4F(b + 2b_1)}{\pi\sigma_{fdop}}}$$

Kontrola sornika na dopustni površinski tlak

$$p = \frac{F}{A_p} \leq p_{dop}$$

Kontrola sornika na dopustni površinski tlak na drogu

$$p_d = \frac{F}{db} \leq p_{dop} \quad A_{pd} = db$$

Kontrola sornika na dopustni površinski tlak na vilicah

$$p_v = \frac{F}{2db_1} \leq p_{dop} \quad A_{pv} = 2db_1$$

Pri konstruiranju in oblikovanju zvezo s sornikom, upoštevamo razmerja:

$$\frac{b}{d} = 1,5 \text{ do } 1,7,$$

$$\frac{b_1}{d} = 0,3 \text{ do } 0,5.$$

Kontrola sornika na strižno napetost

$$\tau_s = \frac{F}{A} = \frac{2F}{\pi d^2} \leq \tau_{sdop}$$

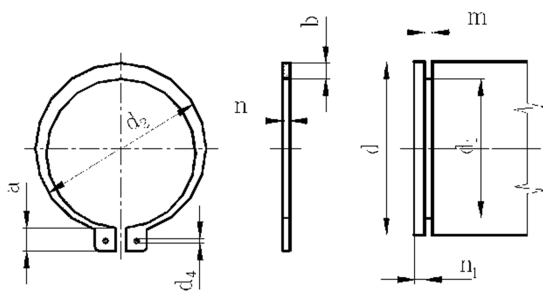
Pri kratkih sornikih premer sornika izračunamo iz strižne napetosti ter nato kontroliramo površinski tlak med sornikom in drogom ter sornikom in vilicami.

Zveza z vskočniki (seegerjevi obroči)

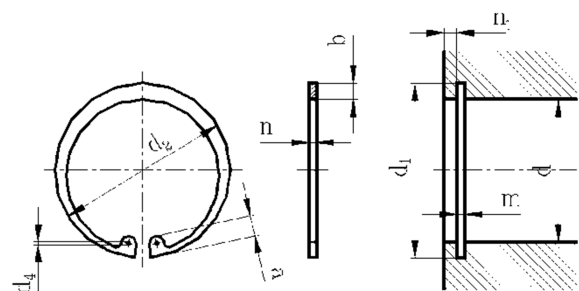
- Vskočniki so strojni elementi za zavarovanje lege proti osnim premikom.
- Uporabljamo notranje (DIN 472) in zunanje vskočnike (DIN 471).
- Izdelani so iz vzmetnega jekla; npr. 38Si7.
- Za vskočnike ne rišemo delavniških risb, ampak jih v kosovnicah sestavnih risb navedemo, kot določa standard.

Oznaka standardnega vskočnika je:

vskočnik d standard,
primer: vskočnik 30 DIN 471.

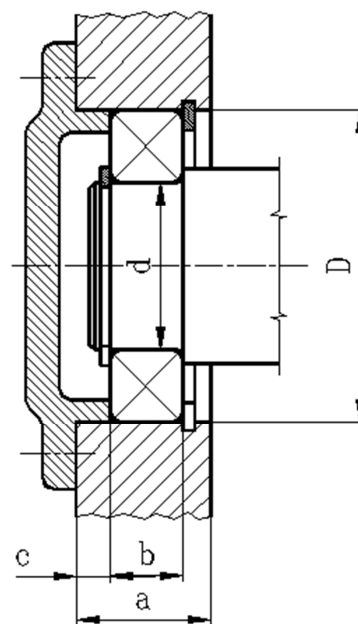
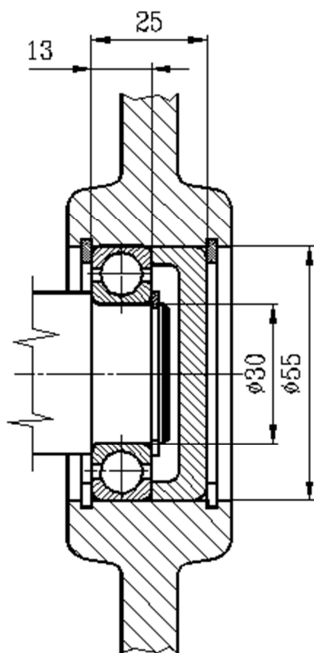


zunanji vskočnik



notranji vskočnik

Primer uporabe vskočnikov - zavarovanje kotalnega ležaja proti osnim premikom z uporabo zunanjega in notranjega vskočnika



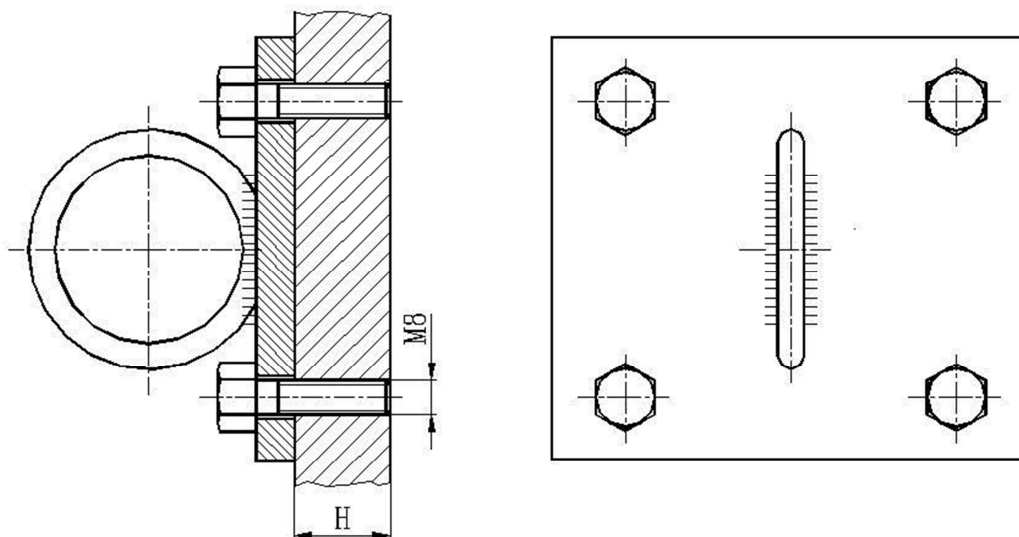
3.2.3 VIJAČNE ZVEZE

NAMEN VIJAČNIH ZVEZ

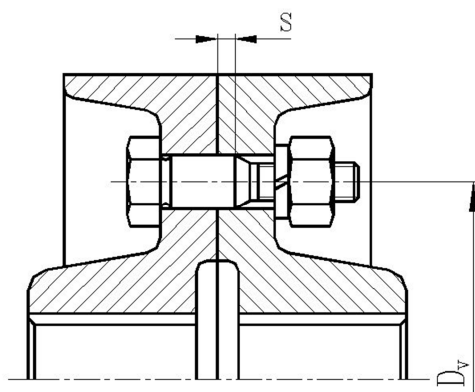
- Vijak je najbolj pogosto in vsestransko uporabljen strojni element, ki skupaj z matico in podložko, tvori vijlačno zvezo.
- Vijaki, matice in podložke so skoraj vedno standardizirani, zato jih ne izdelujemo sami.
- Sami izdelamo le posebne oblike vijakov in vreten, in to največkrat v posamični izvedbi ali v majhnih serijah.

Glede na uporabo in namen razlikujemo naslednje vrste vijakov:

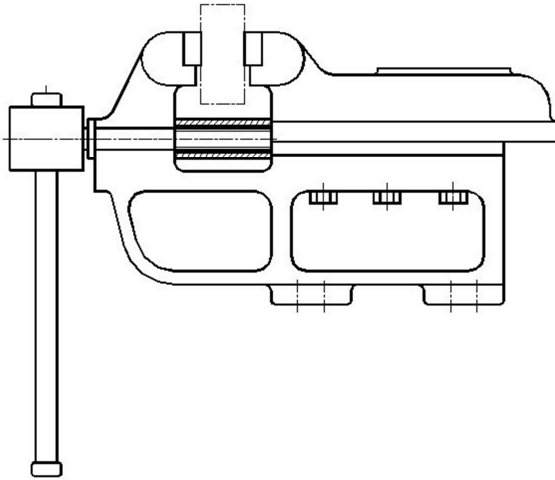
- **Pritrdilni vijak** - namenjen je za razstavljive zveze strojnih delov vseh vrst,



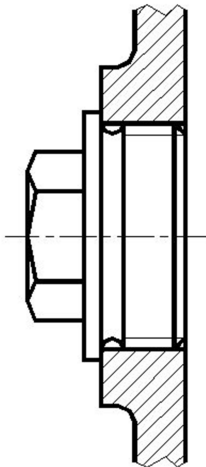
- **Prilagodni vijak** prenaša strižne obremenitve in obenem centrira položaj delov, ki ju veže.



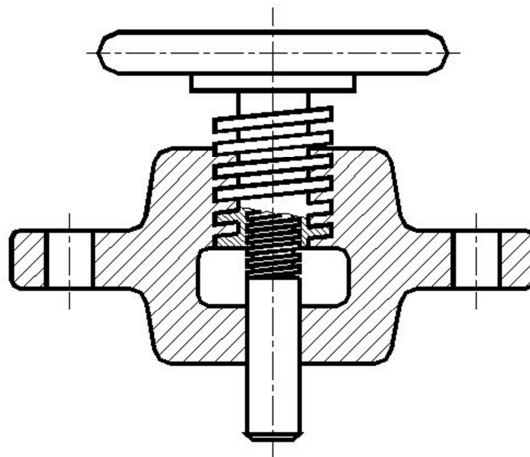
- **Vijak za prenos gibanja (gibalni vijak — vreteno)** -namenjen je za spremembo krožnega gibanja v premočrtno in obratno. Z njim dosežemo velike osne sile pri majhnih obodnih silah. Uporabljamo ga za premikanje delov obdelovalnih strojev, stiskalnic, dvigalk itd.



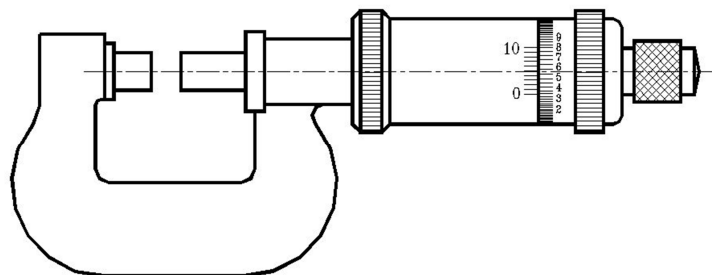
- **Tesnilni vijak** uporabljamo ga za zapiranje vstopnih in izstopnih odprtin v rezervoarjih, npr. pri gonilih, valjih, oljnih rezervoarjih in armaturah.



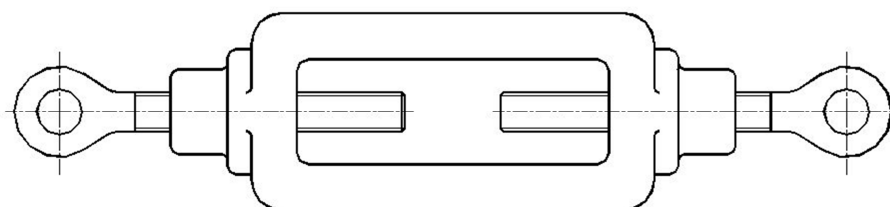
- **Vijak za nastavljanje** se uporablja za nastavljanje instrumentov, za regulacijo ventilov itd., ker omogoča zelo natančne premike.



- **Merilni vijak** se uporablja za natančna merjenja pri mehanskih (vijačno merilo) in tudi pri drugih merilnih pripravah.

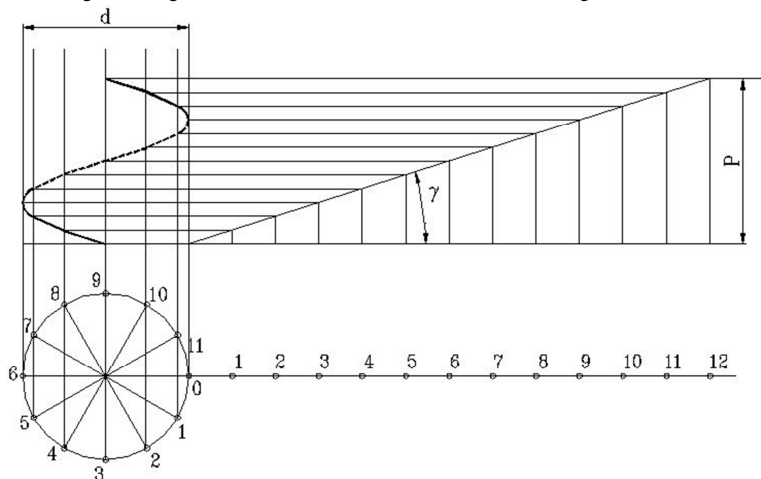


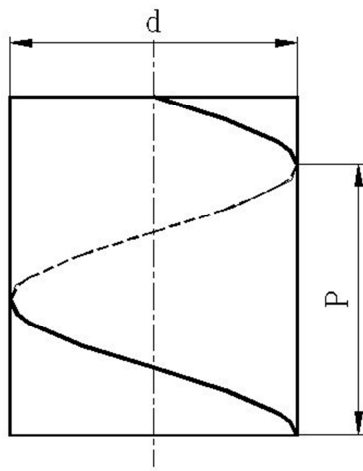
- **Napenjalni vijak** - uporablja se pri napenjalkah z enim ali dvema vijakoma. Eden od vijakov ima levi, drugi pa desni navoj. Z njim napenjamo telefonske vode in pritrjujemo različna stojala (mreža za tenis, mreža za odbojko itd.).



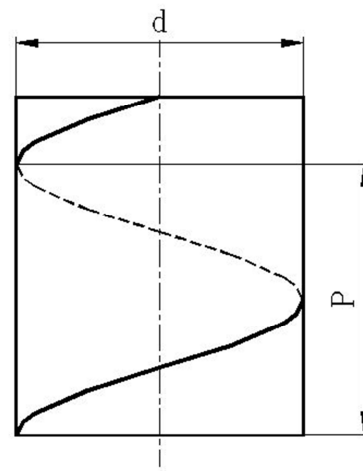
NAVOJI

- Osnova navoja je **vijačnica**.
- Vijačnica je krivulja, ki nastane, ko ovijemo okrog pokončnega valja trikotno ravnino, katere osnovnica je enaka obsegu valja.
- Vijačnico na površini valja opiše hipotenuza trikotnika.
- Hipotenuza je proti vodoravni osi nagnjena za kot γ , ki ga imenujemo kot vzpona vijačnice.
- Če ovijemo trikotno ravnino okrog valja v desno smer, nastane **desna vijačnica**, če jo ovijemo v levo, nastane **leva vijačnica**.



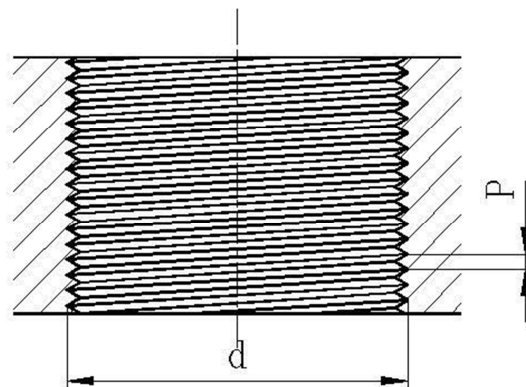
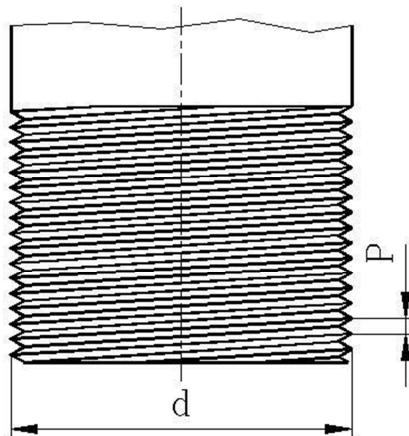


leva vijačnica

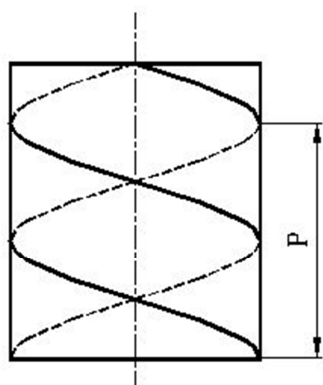


desna vijačnica

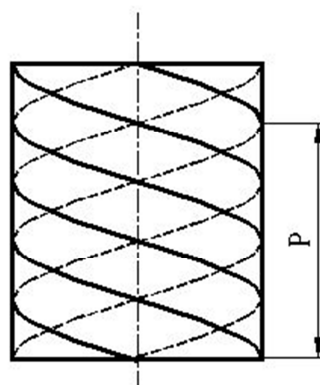
- Razdaljo med dvema, na vijačnici v osni smeri enako ležečima točkama, imenujemo **višina navoja P** ali **korak navoja**. Del vijačnice, ki leži med tema dvema točkama, je en navoj (zavoj).
- Konična vijačnica nastane, če se vijačnica giblje po konični površini (prisekani stožec).
- **Zunanji navoj** imenujemo navoj, ki se vije po zunanji steni valja. Navoj, ki se vije po steni valjaste luknje pa imenujemo **notranji navoj**.
- **Večkratni navoj** dobimo, če se po valju vije več vzporednih vijačnic. Uporabljamo dvojni in trojni navoj.



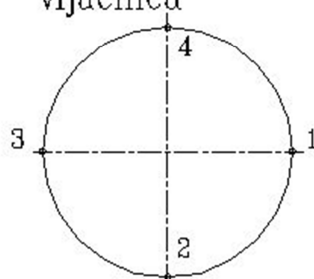
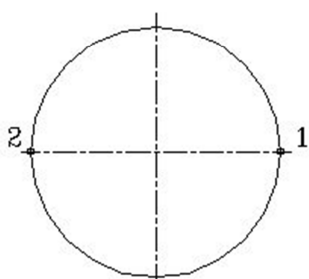
Vrste navojev



dvojna vijačnica

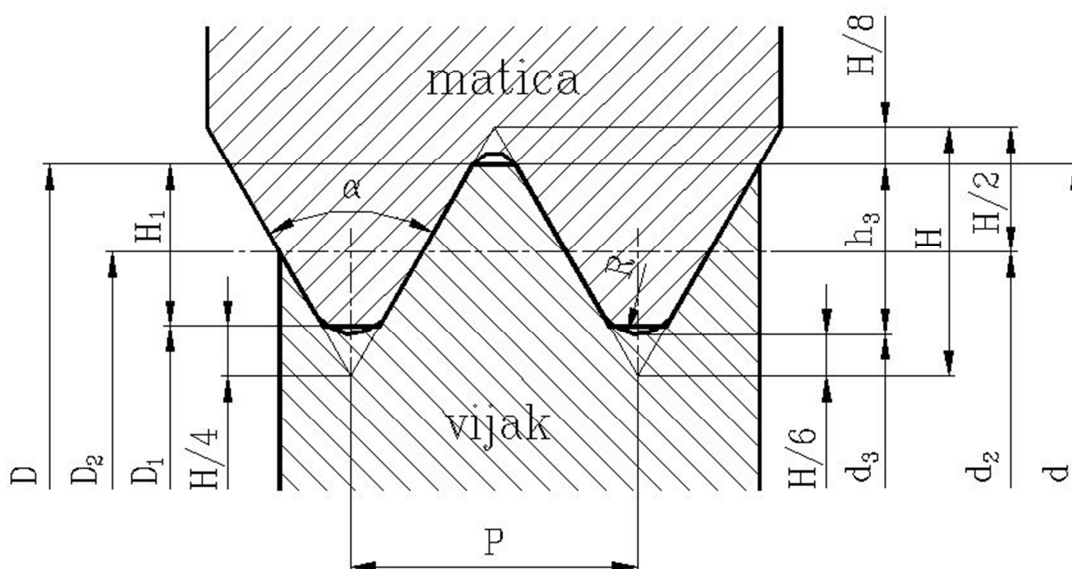


štiristopenjska
vijačnica



Osnovne dimenzije navojev

- D, d [mm] imenski premer navoja,
- P [mm] korak enostopenjskega navoja,
- H [mm] višina trikotnega profila ($H = 0,86603 P$),
- D_2, d_2 [mm] srednji premer navoja ($d_2 = d - 0,64952 P$),
- D_1 [mm] premer jedra navoja pri matici ($D_1 = d - 2H$),
- d_3 [mm] premer jedra navoja pri vijaku ($d_3 = d - 1,22687 P$),
- h_3 [mm] globina navoja vijaka ($h_3 = 0,6134 P$),
- H_1 [mm] nosilna globina navoja ($H_1 = 0,54127 P$),
- R [mm] zaokrožitev dna navoja ($R = H/6 = 0,14434 P$),
- α [°] kot profila navoja



Standardni navoji

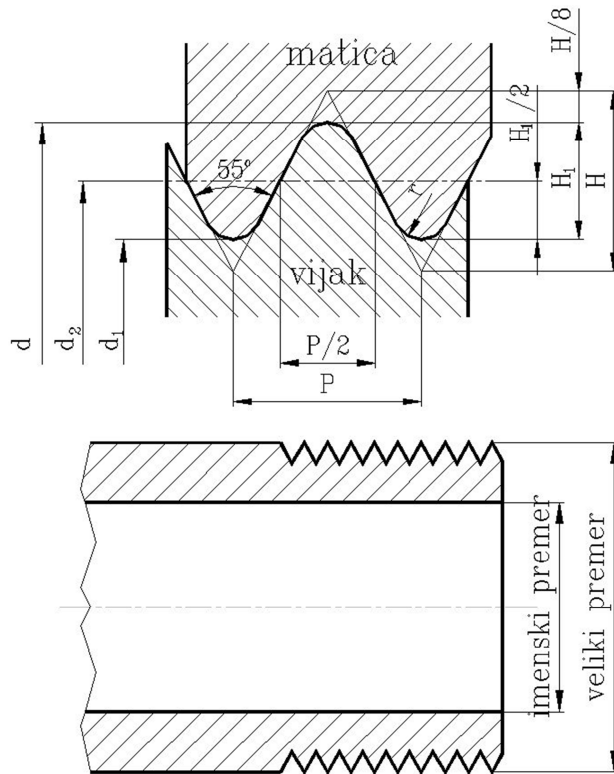
- Po teoretičnem profilu navoja razdelimo vse navoje na **ploščate** in **trikotne navoje**.
- Ploščati navoj ima za teoretični profil kvadrat in ni standardiziran, zato ga uporabljamo le izjemoma.
- Vsi standardni navoji imajo za teoretični profil trikotnik.

Največkrat uporabljamo naslednje standardne navoje:

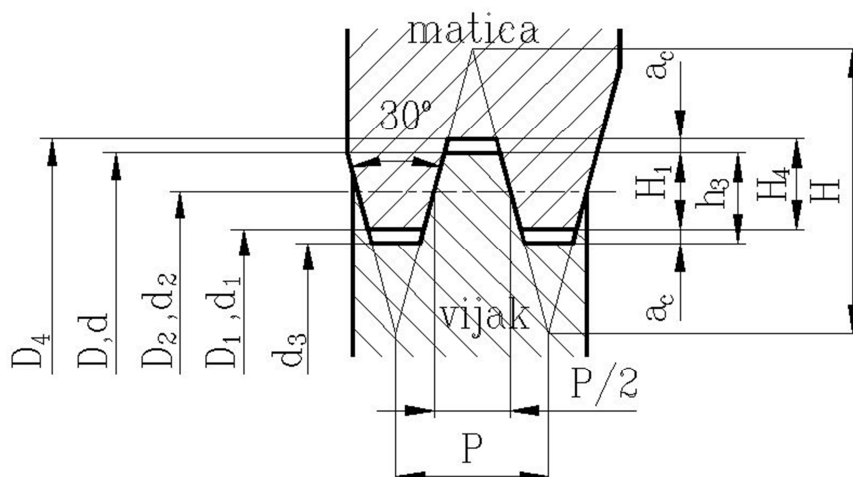
- **Metrski navoji** - za teoretični profil imajo enakostranični trikotnik. Vse mere so podane v mm. Metrske normalne in metrske drobne navoje podajajo standardi SIST ISO 724, DIN 13 T13 in DIN 13 T2 do T11. Metrski normalni navoj se uporablja za pritrdilne vijake in matice, metrski drobni pa v finomehaniki in pri vrezovanju navojev v tanke pločevine.

Whitworthovi navoji - za teoretični profil imajo enakokraki trikotnik s kotom profila $\alpha = 55^\circ$. Vse mere navoja so podane v inčih (colah - palcih).

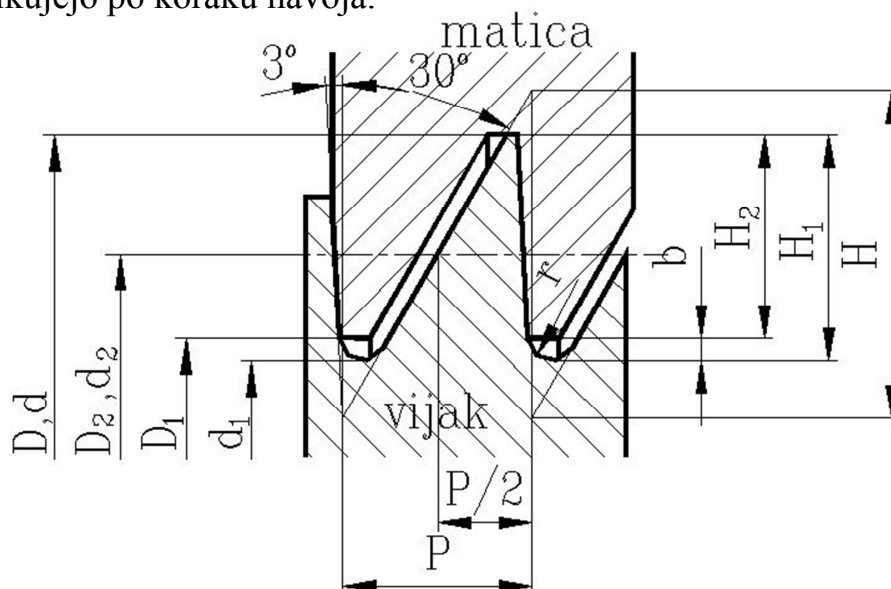
Od whitworthovih navojev uporabljamo pri nas edino **cevni navoj**. Uporabljamo ga za vezavo cevnih elementov v cevovodih. Navoj dobro tesni, ker ima zaobljeno vznožje in vrh profila. Imenski premer navoja je svetli premer cevi in je podan v colah. Oblika in mere tega navoja so določene s standardom DIN 259 T1.



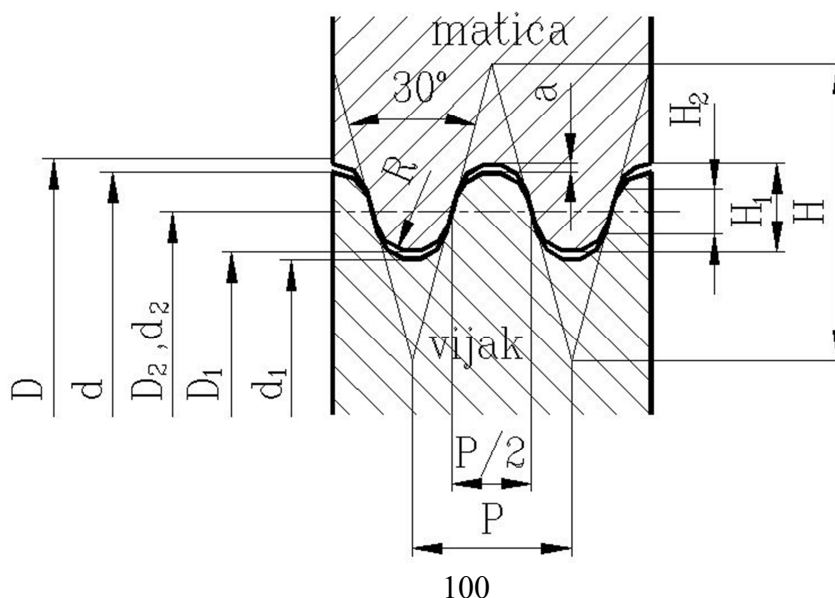
- **Trapezni navoji** - za teoretični profil imajo enakokraki trikotnik s kotom profila $\alpha = 30^\circ$. Dejanski profil pa je enakokraki trapez. Zaradi velike nosilnosti ga uporabljamo za nosilne vijake in vretena. Oblika in mere trapeznih navojev so določene s standardoma SIST ISO 2902 in DIN 103 T2. V praksi uporabljamo trapezni normalni, grobi in fini navoj, med seboj se razlikujejo po koraku navoja.



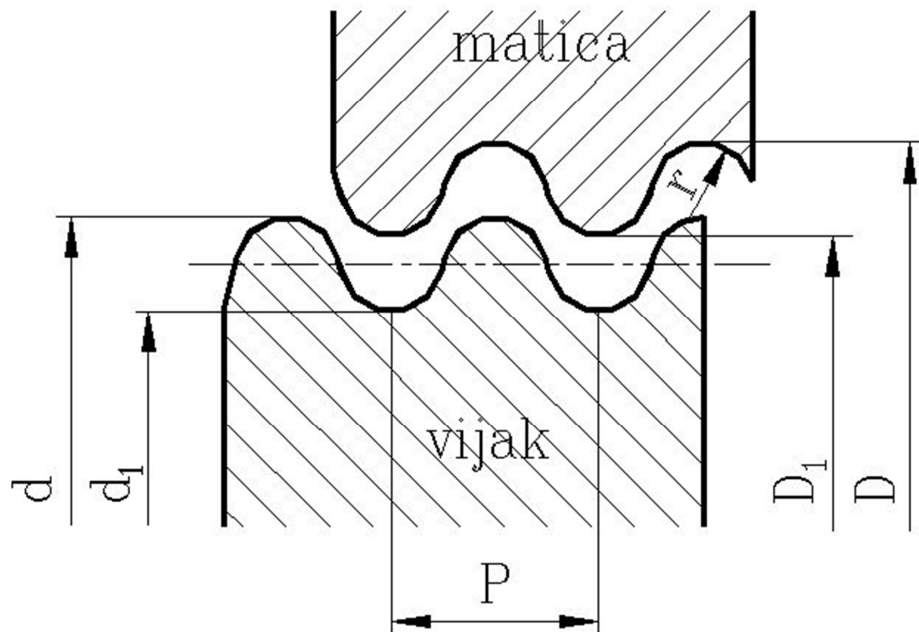
- **Žagasti navoji** - za teoretični profil imajo pravokotni trikotnik s kotom profila $\alpha = 30^\circ$. Dejanski profil pa je trikotni lik s kotom profila 33° . Uporabljajo se za velike in enostranske osne sile. Se rad vrtili. Obliko in mere žagastih navojev so določene s standardom DIN 513 T2. V praksi uporabljamo žagasti normalni, grobi in fini navoj, med seboj se razlikujejo po koraku navoja.



- **Obli navoji** - za teoretični profil imajo enakokraki trikotnik s kotom profila $\alpha = 30^\circ$. Dejanski profil je znižan in močno zaobljen. Ima majhno nosilno površino ter veliko zračnost. Uporabljajo se za nosilne vijake in vretena povsod tam, kjer mora vedno zanesljivo delovati (prašnost, umazanija, veliki sunki, velike temperaturne spremembe itd.). V praksi uporabljamo *normalni obli navoj in grobi obli navoj za železniška vozila* (železniški navoj). Železniški navoj ima kot teoretičnega profila $15^\circ 56'$. Oblika in mere normalnega oblega navoja so določene s standardom DIN 405 T1, železniškega navoja pa s standardoma DIN 262 in DIN 264.



- **Edisonov navoj** -podoben je normalnemu oblemu navoju, le da ima manjšo globino in je primeren za uvaljanje v pločevino. Uporabljamo ga na okovih električnih žarnic. Oblika in mere edisonovega navoja so določene s standardom DIN 49689.



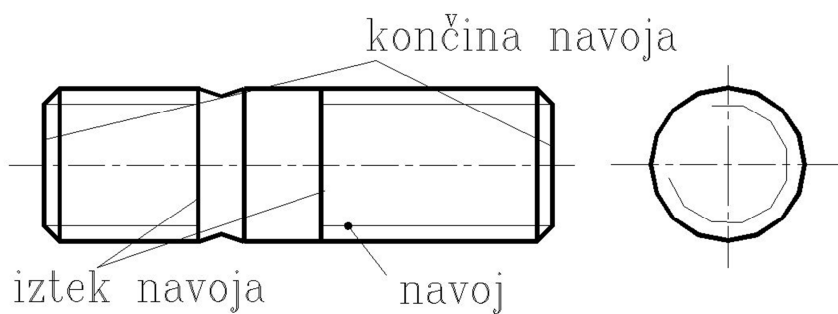
- **Navoj za oklepne cevi** - za teoretični profil ima enakokraki trikotnik s kotom profila 80° . Uporablja se za montažo plinotesnih električnih instalacij. Njegove oblika in mere so določene s standardom DIN 40430.
- **Navoj za kolesa (bicikle)** - za teoretični profil ima enakostranični trikotnik. Je bolj plitev kot metrski navoj in se uporablja za zvezne dele pri kolesih. Njegova oblika in mere so določene s standardom JUS M. BO.95.
- **Navoj za samorezne vijake** - za teoretični profil ima enakostranični trikotnik. Uporablja se pri pritrdilnih vijakih za tanko pločevino in umetne mase (navoj se vreže sam pri privijanju vijaka). Njegova oblika in mere so določene s standardom JUS M. BO.100.

Označevanje standardnih navojev

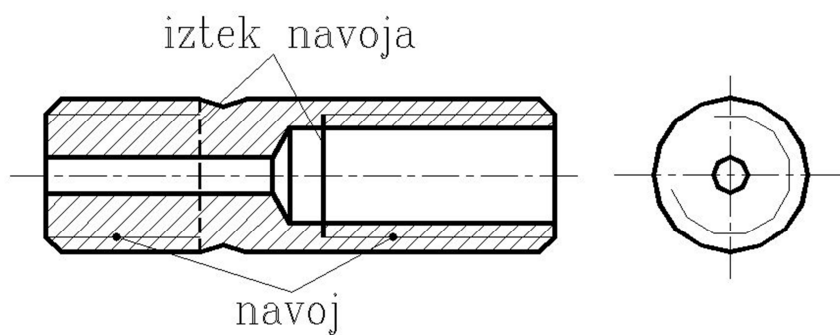
Vrsta navoja	SIST ISO DIN	Oznaka in enote	Primer oznake	
Enostopenjski desni navoji				
Koničasti navoji	metrski navoji ISO	SIST ISO 724	$M d$ <i>d</i> imenski premer v mm	$M 10$
	fini metrski navoj	DIN 13 T2 do T11	$M d \times P$ <i>d</i> imenski premer v mm <i>P</i> korak navoja v mm	$M 50 \times 1,5$
	konični zunanji navoji ¹⁾	DIN 158	$M d \times P \text{ konus}$ <i>d</i> imenski premer v mm <i>P</i> korak navoja v mm	$M 10 \times 1 \text{ konus}$
	whitworthov cevni navoj ²⁾	DIN 259 T1	$R d^*$ <i>d^*</i> imenski premer v colah	$R 1/2$
	obli navoj	DIN 405 T1	$Rd d \times P$ <i>d</i> imenski premer v mm <i>P</i> korak navoja v colah	$Rd 20 \times 1/8$
	grobi obli navoj za železniška vozila	DIN 262, DIN 264	$Rd d \times P$ <i>d</i> imenski premer v mm <i>P</i> korak navoja v mm	$Rd 34 \times 7$
	edisonov navoj	DIN 49689	$E d$ <i>d</i> imenski premer v mm	$E 27$
	navoj za oklepne cevi	DIN 40430	$Re d$ <i>d</i> imenski premer v mm	$Re 21$
	navoj za kolesa (bicikle)	JUS M. B0. 95	$Bi d$ <i>d</i> imenski premer v colah	$Bi 9/16$
	navoj za samorezne vijake	JUS M. B0. 100	$Nl d$ <i>d</i> imenski premer v mm	$Nl 4,2$

RISANJE NAVOJEV IN VIJAČNIH ZVEZ

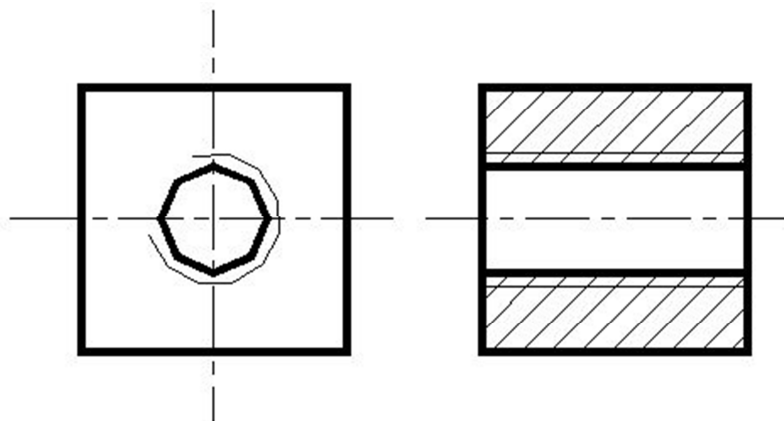
- Risanje navoja na steblu vijaka



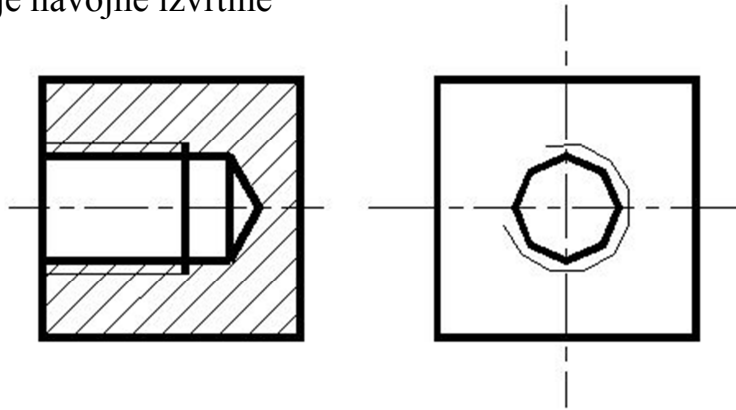
- Risanje navoja v prerezu



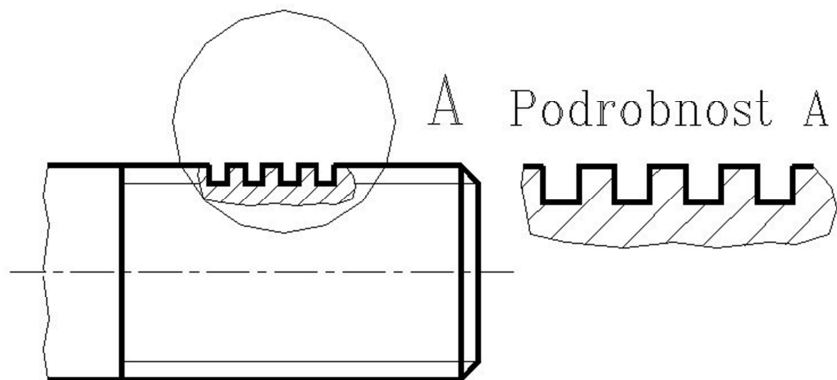
- Risanje navoja v matici



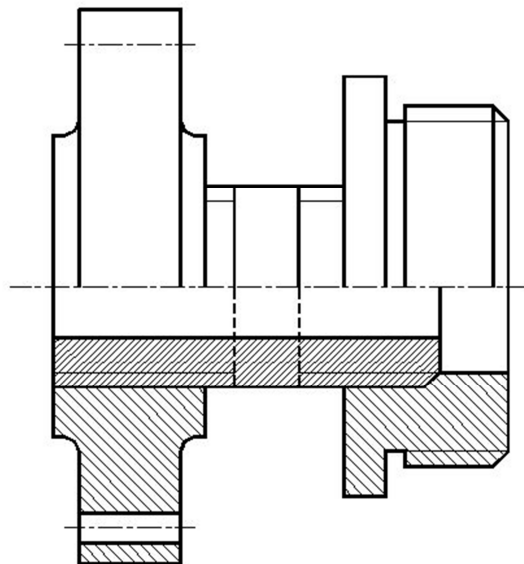
- Risanje navojne izvrtine



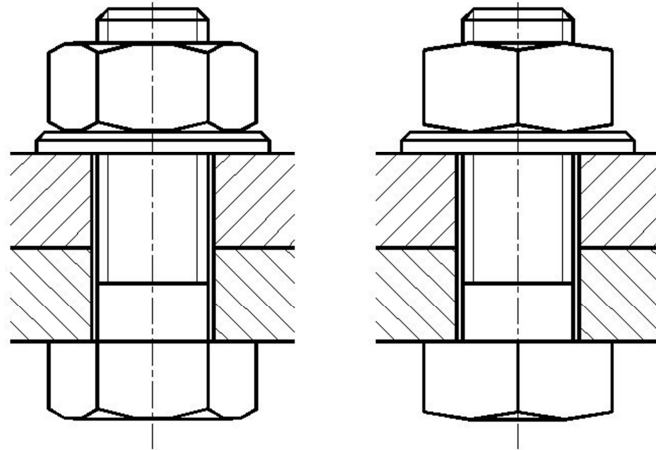
- Prikazovanje profila navoja



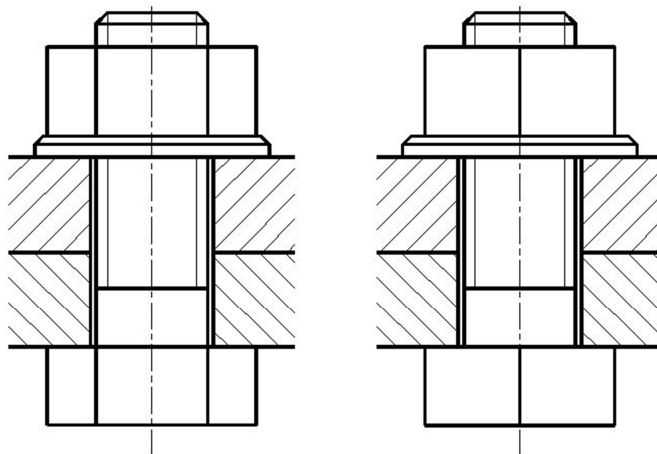
- Navojna zveza



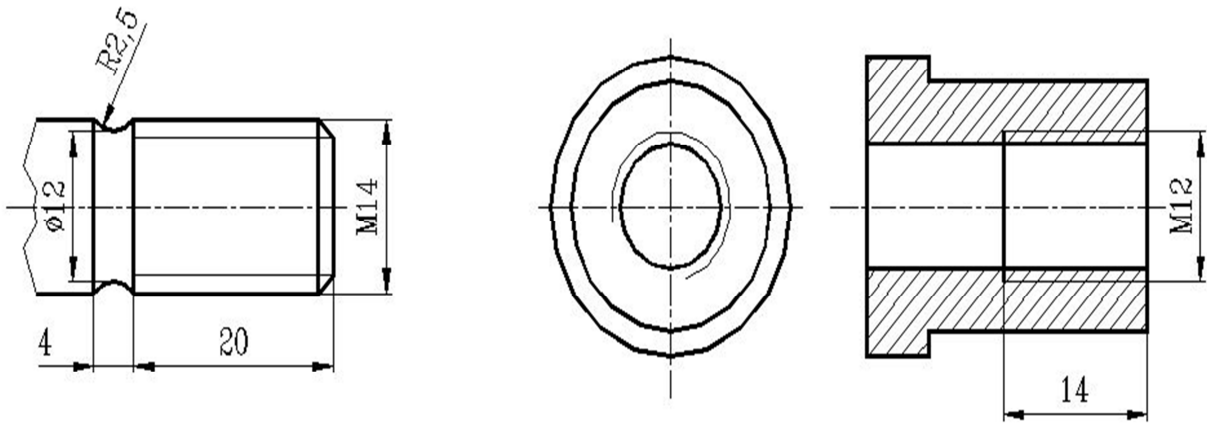
- Risanje vijaka in matice s posnetimi robovi



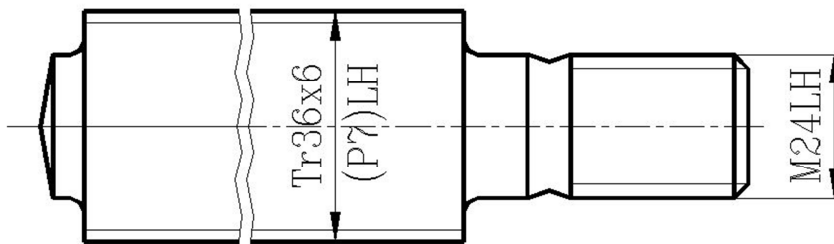
- Risanje vijaka in matice poenostavljeno



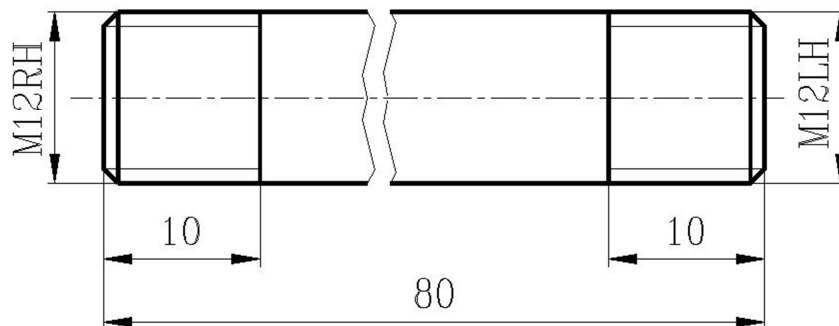
- Kotiranje navoja vijaka in matice



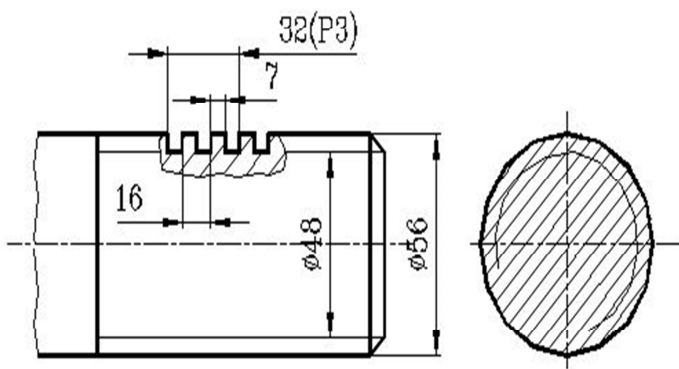
- Kotiranje levega in večstopenjskega navoja



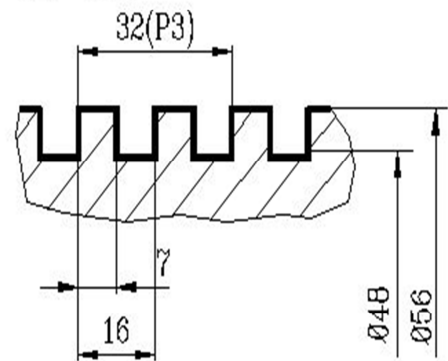
- Kotiranje enakega levega in desnega navoja



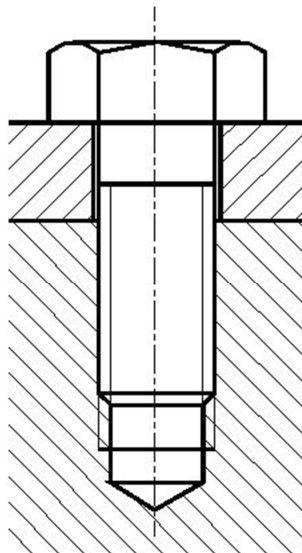
- Kotiranje nestandardnega navoja



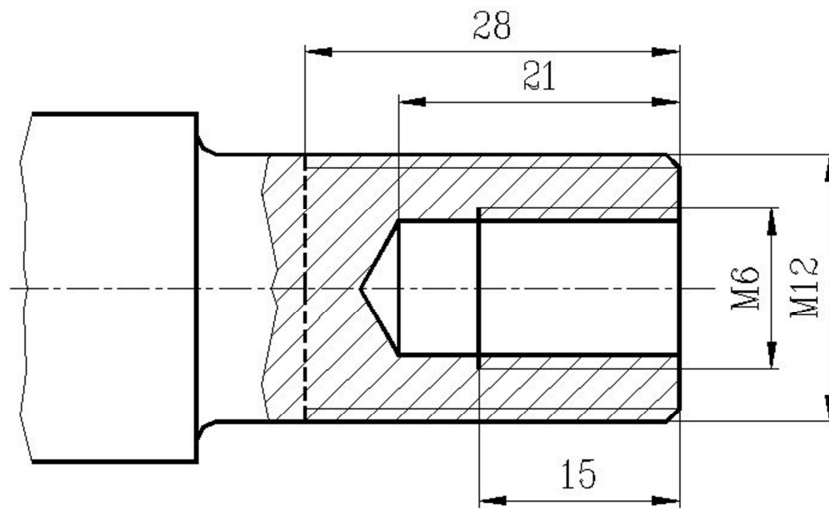
Podrobnost A
M 5:1



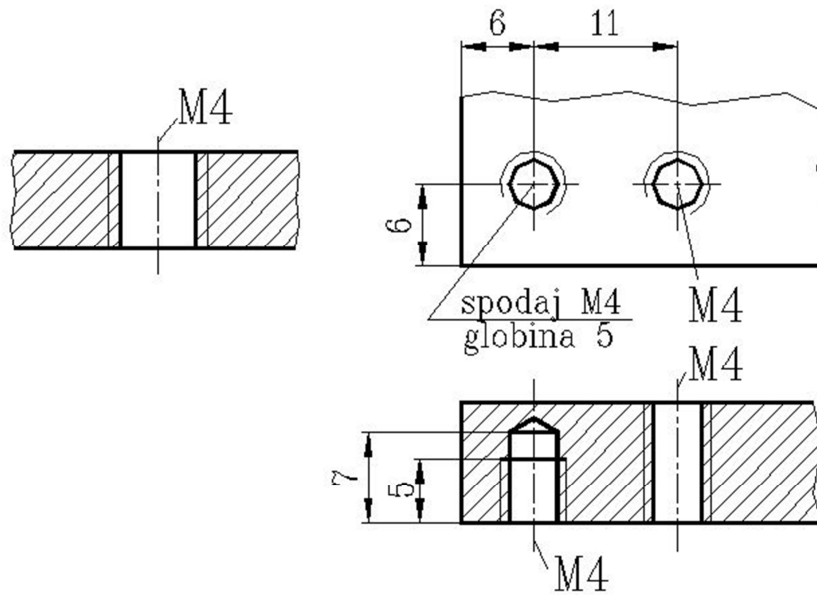
- Risanje sestave vijaka in strojnega dela



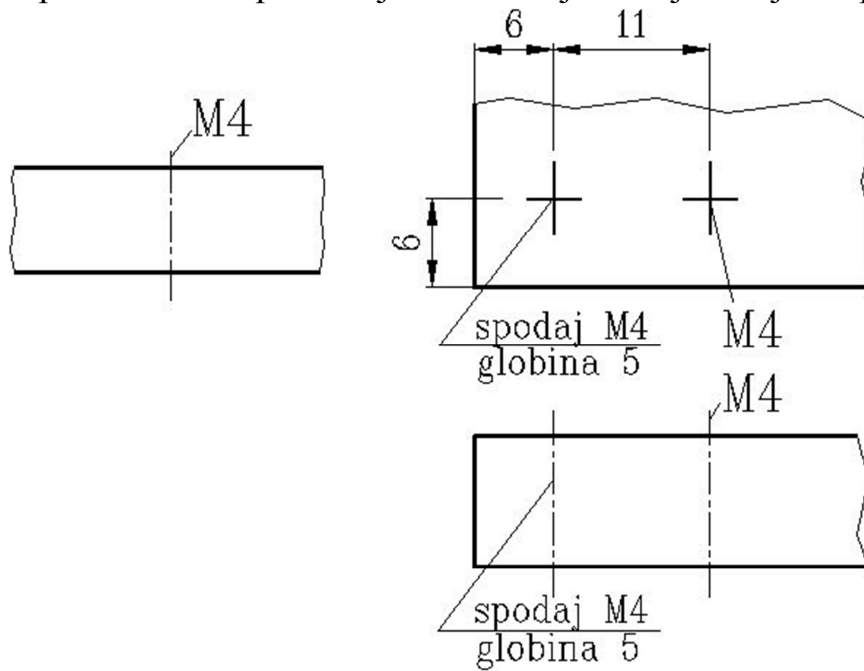
- Kotiranje notranjih navojev



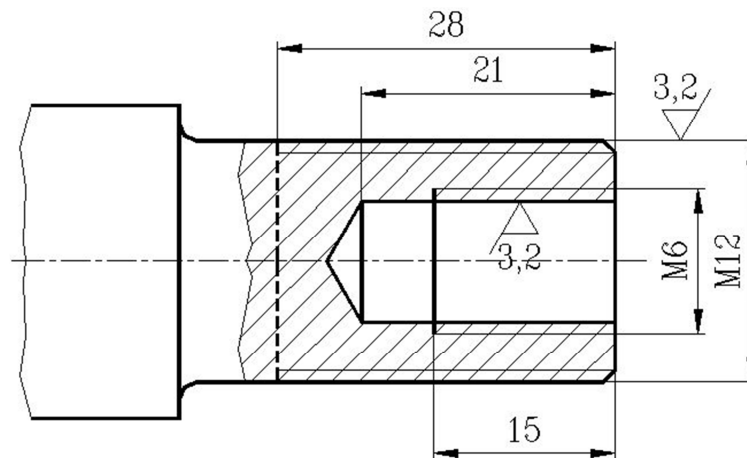
- Poenostavljeno risanje in kotiranje navojev majhnih premerov



- Dodatne poenostavitve pri risanju in kotiranju navojev majhnih premerov



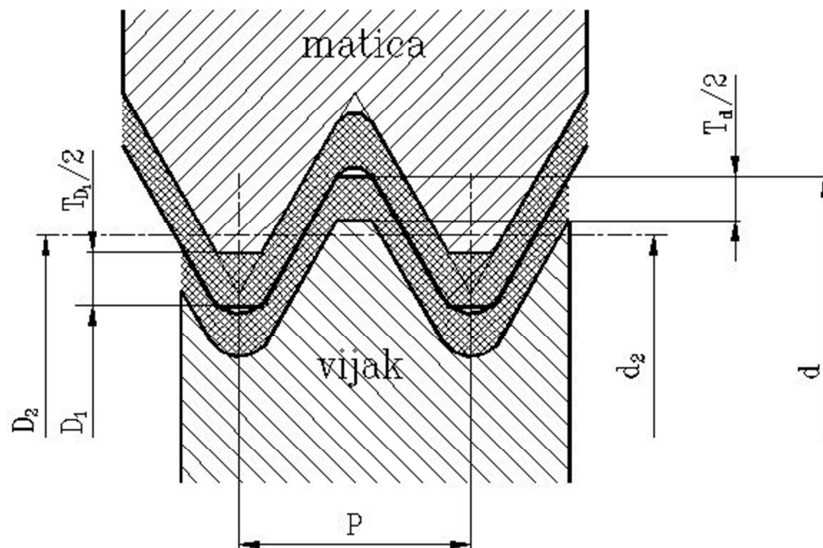
- Označevanje kvalitete izdelave



TOLERANCE NAVOJEV

- Vsi navoji morajo biti izdelani z določeno toleranco, da je zagotovljena zamenljivost vijaka in matice, zadostna nosilnost zveze in dovolj velik ohlap v vrhu profilov navojev vijaka in matice.
- Označba razreda tolerance sestoji iz številke, ki označuje stopnjo tolerance, in črke, ki označuje lego tolerančnega polja (M16 - 6g, M24 - 6h, M24 x 1 6h).
- Tolerance navojev predvidevajo za imenski premer vijaka d in matice D :

- za zunanje navoje (vijake) tolerančna polja: e, g, h, k, p in stopnjo tolerance 4, 6, 8,
- za notranje navoje (matice) tolerančna polja: G in H in stopnjo tolerance 4, 5, 6, 7,8.



- Tolerance navojev za srednji premer d_2 in premer jedra vijaka d_1 dopuščajo stopnje toleranc od 3 do 9.
- V primerih, ko predpisujemo različne razrede toleranc, za srednji premer d_2 in imenski premer (d, D), pišemo označbi obeh razredov, in sicer najprej razred srednjega premera in za njim razred imenskega premera (M 20 - 5h6h, M 24 - 4H5H).

Pri vijlačnih zvezah uporabljamo naslednje priporočljive tolerančne razrede:

1. za navoje vijakov:

- groba kakovost 8g (majhen ohlap),
- srednja kakovost 6e (velik ohlap), 6g (majhen ohlap), 6h (brez ohlapa),
- fina kakovost 4h (brez ohlapa), 3m4h (majhen presežek), 3p4h (velik presežek).

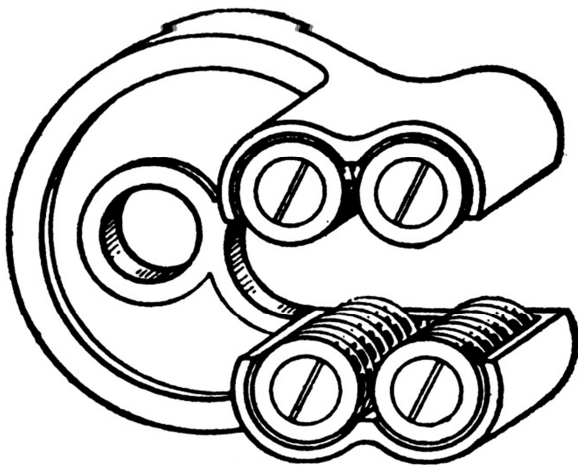
2. za navoje matic:

- groba kakovost 7H (brez ohlapa), 7G (majhen ohlap);
- srednja kakovost 6H (brez ohlapa), 6G (majhen ohlap);
- fina kakovost 5H (brez ohlapa), 4H ali 5H (trdna zveza).

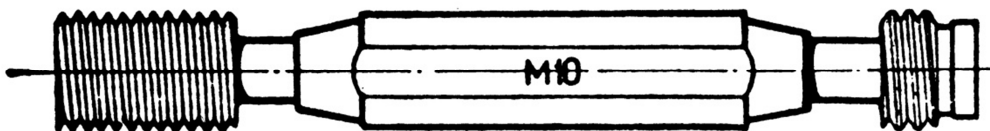
Pri vijlačnih zvezah dobimo s tolerancami navojev naslednje ujeme:

- ohlapni ujem s tolerancami G/e, H/e in H/g,
- prehodni ujem s tolerancami H/h,

- tesni ujem s tolerancami H/p in H/m .
- Pravilnost mer navojev na vijakih in maticah izmerimo oziroma kontroliramo. Za kontrolo že izdelanih navojev največkrat uporabljamo navojne šablone, na katerih je že določena toleranca navoja.
- Navojna šablona za vijake



- Navojna šablona za matice



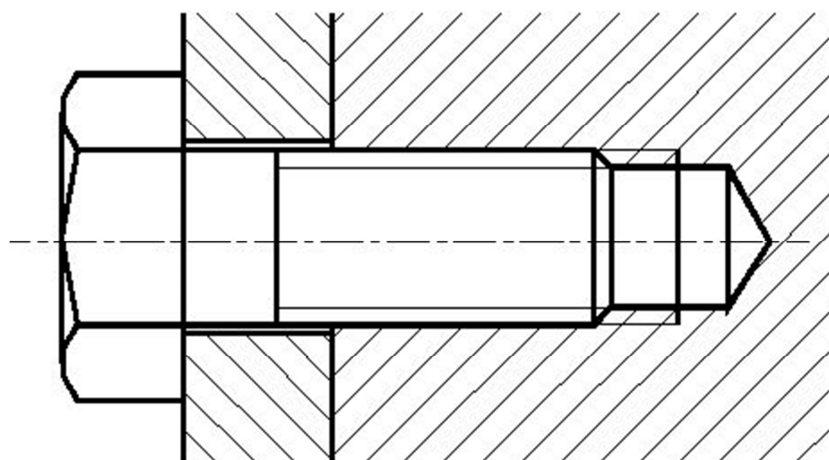
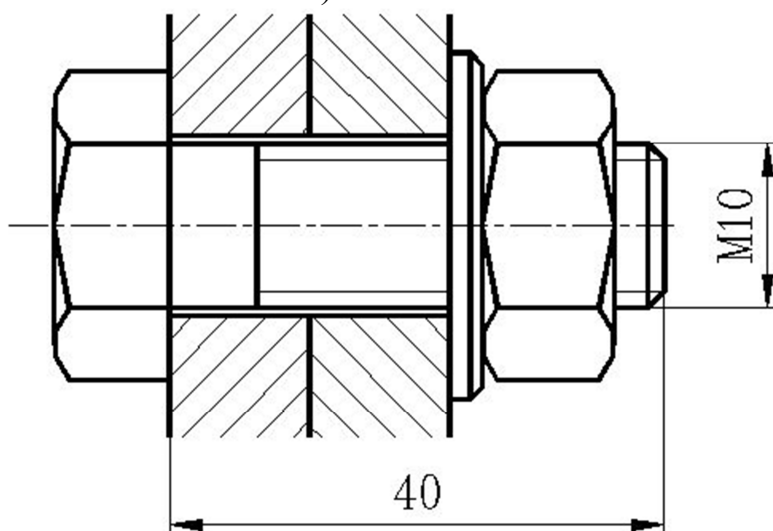
KONSTRUKCIJSKE OBLIKE VIJAKOV

- Standarda SIST ISO 4959-1 in DIN 267 T1 predpisujeta kakovost površin, tolerance mer, tolerance navojev in pravokotnost glave glede na steblo vijaka za naslednje kakovostne razrede izdelave:
 - **Razred A** (fina kakovost izdelave) - uporabljajo se v finomehaniki in merilni tehniki.
 - **Razred B** (srednja kakovost izdelave) - uporabljajo se v strojništvu in gradbeništvu. Mehanske lastnosti teh vijakov in matic so predpisani.

- **Razred C** (groba kakovost izdelave) - V ta razred spadajo vijaki in matice za splošno uporabo (gradbeništvo, strojništvo). Mehanske lastnosti teh vijakov in matic niso predpisane.

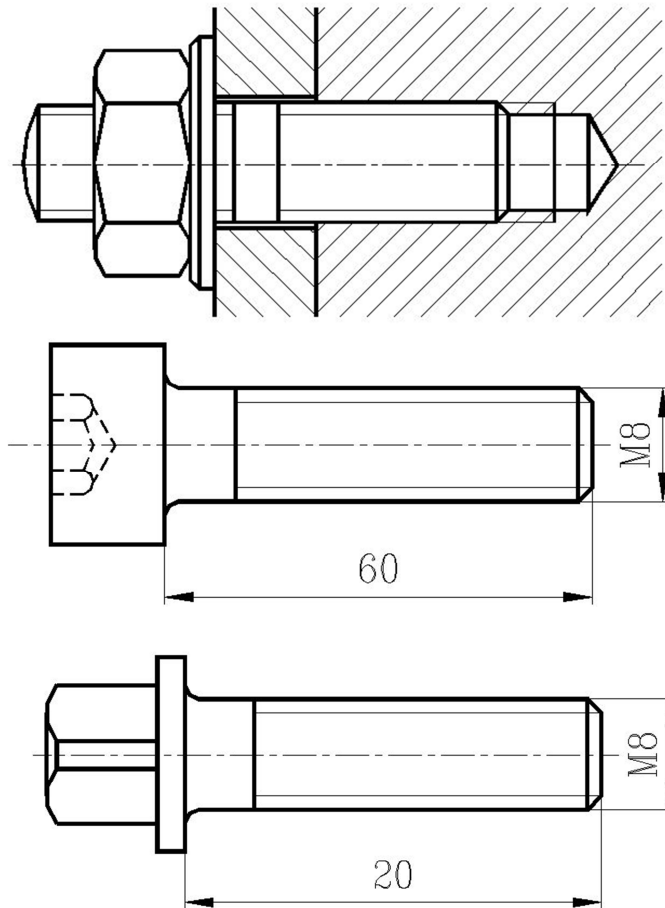
Glede na obliko in uporabo v praksi ločimo naslednje vijake:

- **Matični vijak** je vedno skupaj z matico - njegova oblika, mere, kakovost izdelave, masa itd. so določene s standardi. SIST ISO 4014 - A, B, SIST ISO 4016 - C, SIST ISO 4017 - A, B in SIST ISO 4018 - C. Oznaka tega vijaka je **vijak M d x l standard** (vijak M 10 x 40 SIST ISO 4016 - C).
- **Glavični vijak** se uporablja za zvezo dveh delov brez matice. Obliko in mere teh vijakov določajo isti standardi, ki so navedeni za matične vijake. Njegova oznaka je vijak M d x l trdnostni razred standard (vijak M 10x40 8.8 SIST ISO 4014-B).

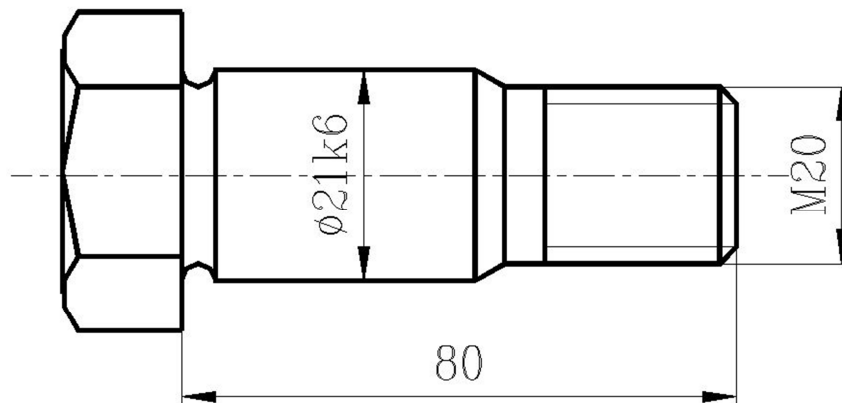
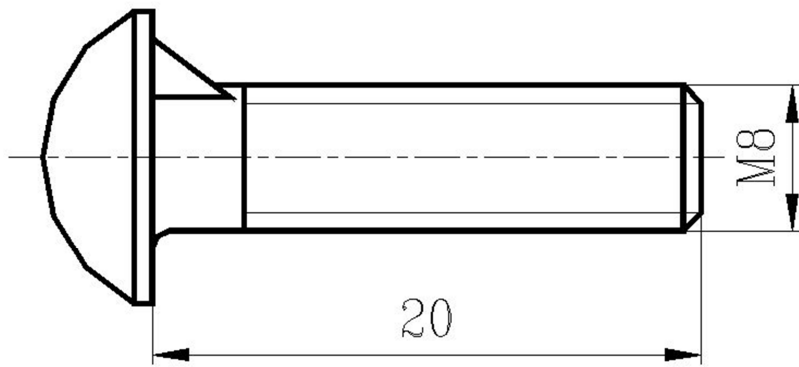


- **Stebelni vijak** ima le steblo (nima glave). Uporabljamo ga pri zvezah, ki jih večkrat razstavljamo. Je standardiziran, njegova oznaka pa je vijak M d x l trdnostni razred standard (vijak M 10x 80 5.6 DIN 939).

- **Vijak z valjasto glavo in notranjim šestrobom - inbusni vijak** omogoča prihranek na prostoru. Je standardiziran, njegova oznaka je vijak $M d \times l$ trdnostni razred standard (vijak $M 8 \times 60$ 8.8 SIST ISO 4762).
- **Štiriobi vijak s priobkom** uporabljamo za nastavljanje in varovanje lege dveh strojnih delov. Je standardiziran, njegova oznaka pa je vijak $M d \times l$ trdnostni razred standard (vijak $M 8 \times 20$ 5.8 DIN 478).



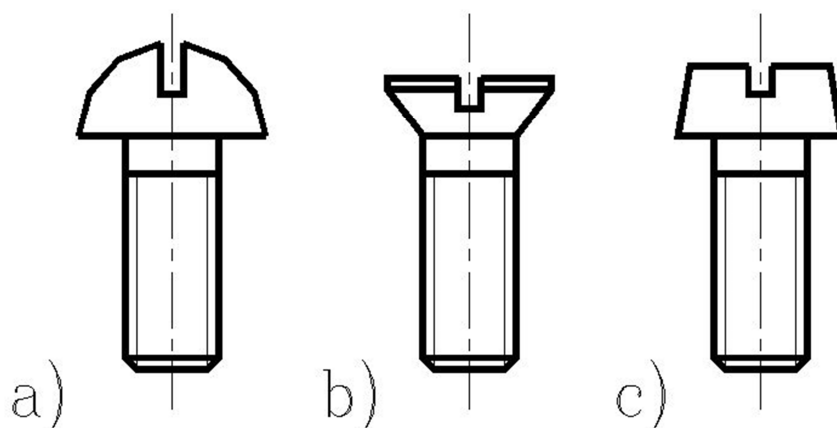
- **Vijak s polokroglo glavo in nastavkom** je neobdelan vijak in ima na strani dodatek, ki preprečuje zavrtitev vijaka pri privijanju ali odvijanju. Je standardiziran, njegova oznaka pa je vijak $M d \times l$ standard (vijak $M 8 \times 20$ DIN 607).
- **Prilagodni vijak** ima steblo obdelano na toleranco k6. Namenjen je predvsem za centriranje ter točno naleganje strojnih delov in za prenos strižne obremenitve. Njegova oblika in mere so določene s standardoma DIN 609 in DIN 610. Njegova oznaka je vijak $M d \times l$ trdnostni razred standard (vijak $M 20 \times 80$ 8.8 DIN 610).



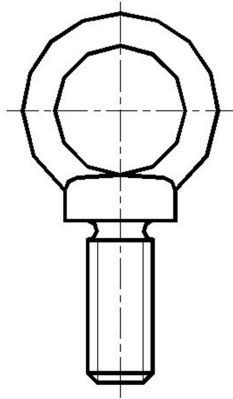
- **Vijaki z zarezo** se uporabljajo pri izdelavi merilnih pripomočkov in v finomehaniki. Imajo različne oblike glav in zareze. Oblike in mere teh vijakov določajo standardi DIN 84, DIN 85, DIN 963, 63, 87, DIN 984, 88, 91, DIN 965, 7987 DIN 966, 7988 in DIN 7985. Njihova oznaka je vijak $M d \times l$ standard (vijak $M 6 \times 20$ DIN 84).

Vijaki z zarezo:

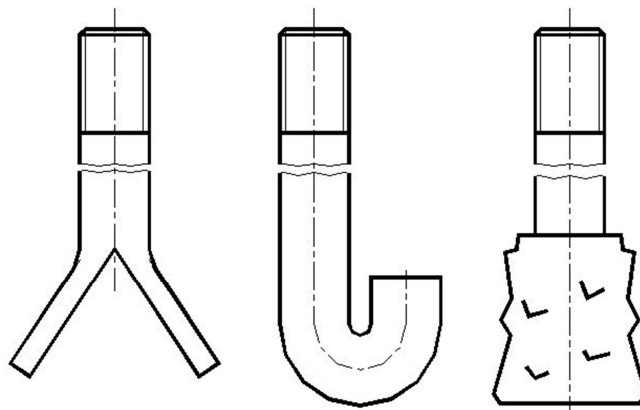
- Vijak s polokroglo glavo
- Ugrezni vijak
- Vijak z valjasto glavo



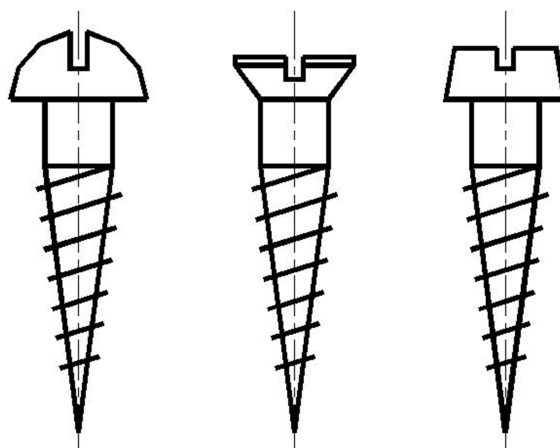
- **Obročni vijaki** se uporabljajo pri težkih strojnih delih (reduktorji, motorji, diferenciali itd.), ki jih je treba dvigati in prenašati z žerjavi. So standardizirani in se označujejo podobno kot drugi vijaki. Njihovo obliko in mere določa standard DIN 580.



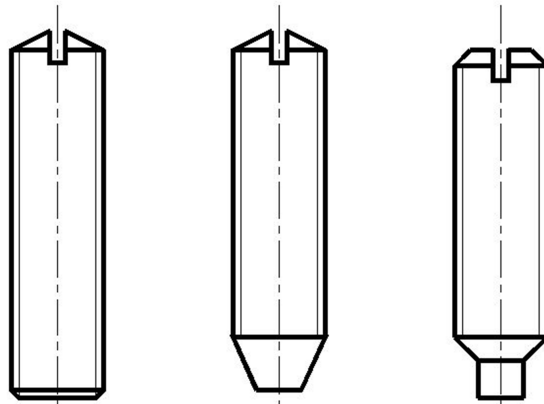
- **Temeljni vijaki** se uporabljajo za pritrnitev strojev in naprav na betonske temelje. Steblo vijaka ima posebno obliko, ki preprečuje, da bi se vijak iztrgal iz podlage. Standardizirani so po standardu DIN.



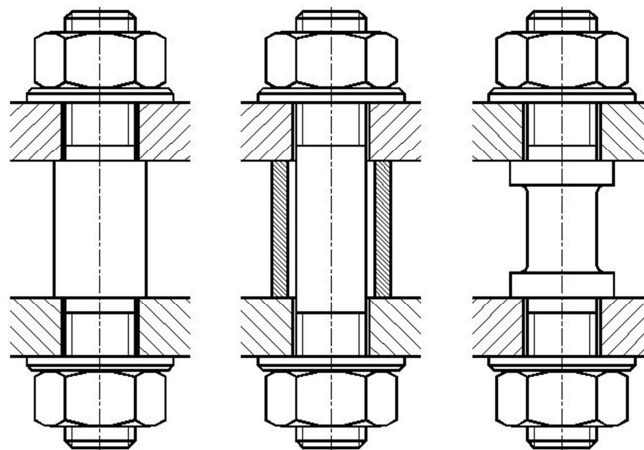
- **Lesni vijaki** se uporabljajo za pritrjevanje jeklenih konstrukcij na lesene podlage. So standardizirani, njihovo označevanje pa je enako kot za druge vijake.



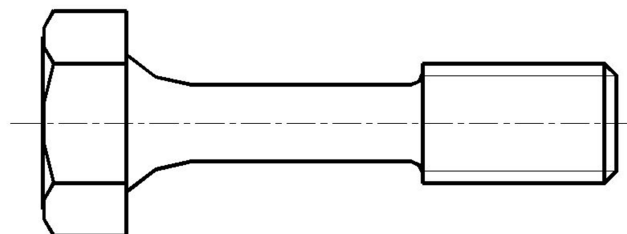
- **Navojni zatiči** se uporabljajo za zavarovanje lege strojnih delov (ležajne puše, venec zobnika ali tekalnega kolesa) proti zavrtitvi. Standardizirani so s standardi SIST in DIN. Njihovo označevanje je enako kot pri drugih vijakih.



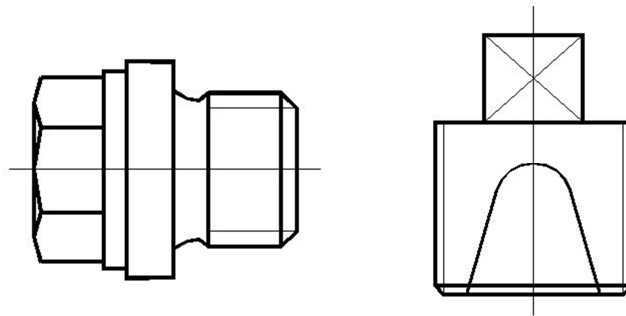
- **Distančni vijaki** se uporabljajo za natančno določanje razdalje med dvema sosednjima strojnim deloma. So standardizirani po standardu DIN. Označevanje je enako kot za druge vijake.



- **Raztezni vijaki** se uporabljajo za spajanje dinamično obremenjenih strojnih delov (ojnice, vztrajniki itd.). So standardizirani po standardu DIN. Označevanje je enako kot za druge vijake.



- **Tesnilni vijaki** se uporabljajo za tesnjenje in izpuščanje tekočin iz zaprtih posod (rezervoarji, menjalniki, reduktorji itd.). So standardizirani po standardu DIN. Označevanje je enako kot za druge vijake.

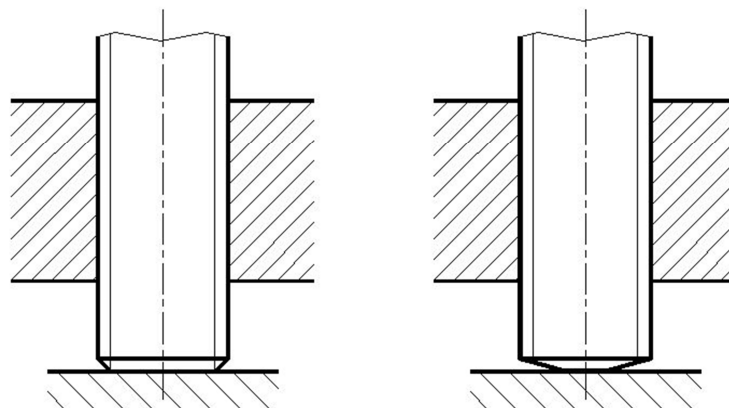


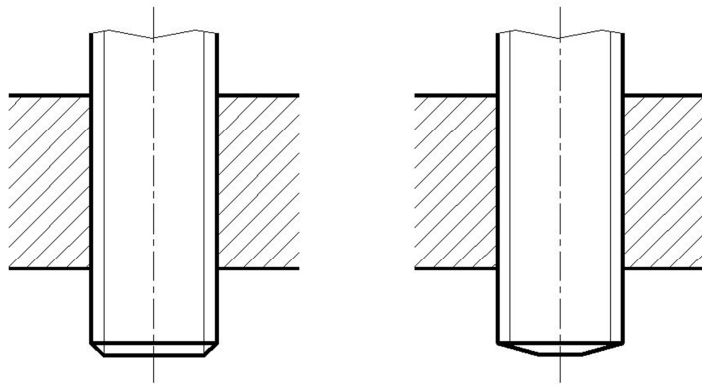
- **Kotveni vijaki** se uporabljajo za pritrjevanje velikih in težkih jeklenih konstrukcij (silosi, rezervoarji, cisterne, itd.) na podlago. So standardizirani po DIN standardu. Označevanje je enako kot za ostale vijake.



KONČINE IN IZTEKI NAVOJEV PRI VIJAKIH IN MATICAH

- Končina vijaka je izdelana zato, da se vijak lažje uvije in da zaščiti navoj pri privijanju ter odvijanju vijaka.
- Poznamo:
 - neobremenjene končine
 - obremenjene končine

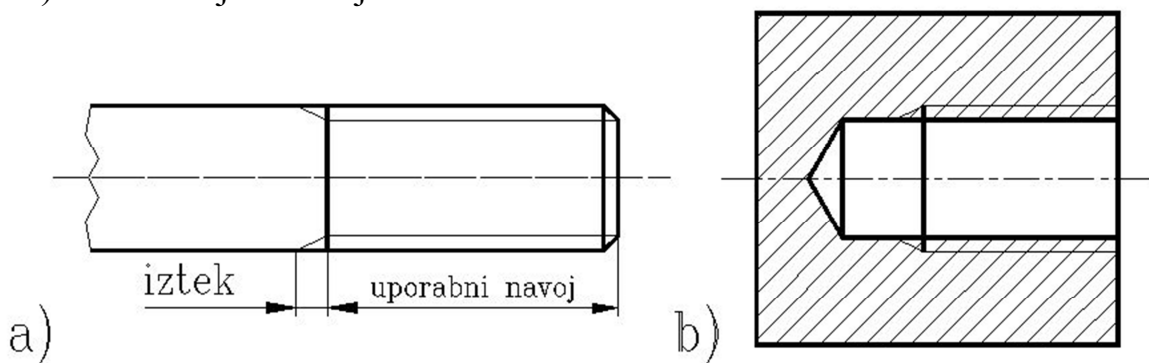




- **Iztek navoja je lahko izdelan na več načinov, in sicer:**
 - Normalni iztek navoj vijaka preide v steblo pod kotom 25° ,
 - Dolgi iztek navoj vijaka preide v steblo pod kotom 15° ,
 - Kratki iztek navoj vijaka preide v steblo pod kotom 30° ,
 - Iztek navoja z žlebom.

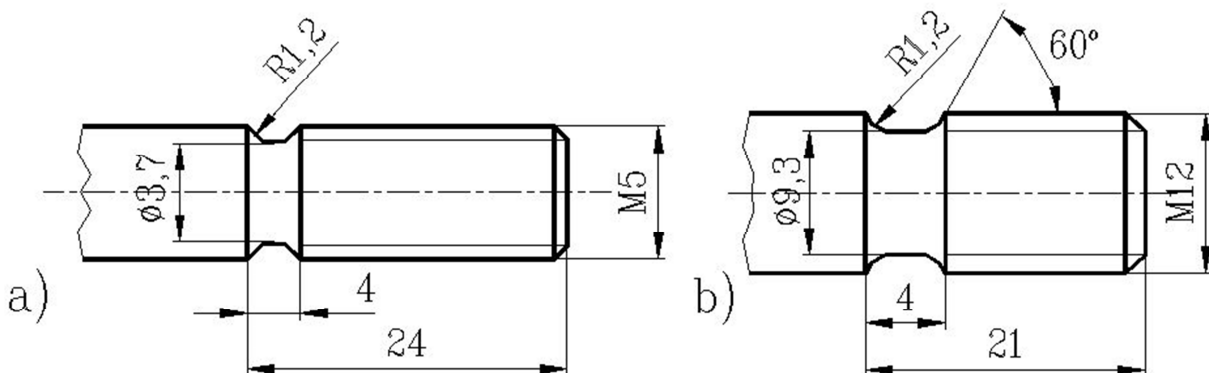
Iztek navoja:

- Pri zunanjem navoju
- Pri notranjem navoju



Iztek z žlebom:

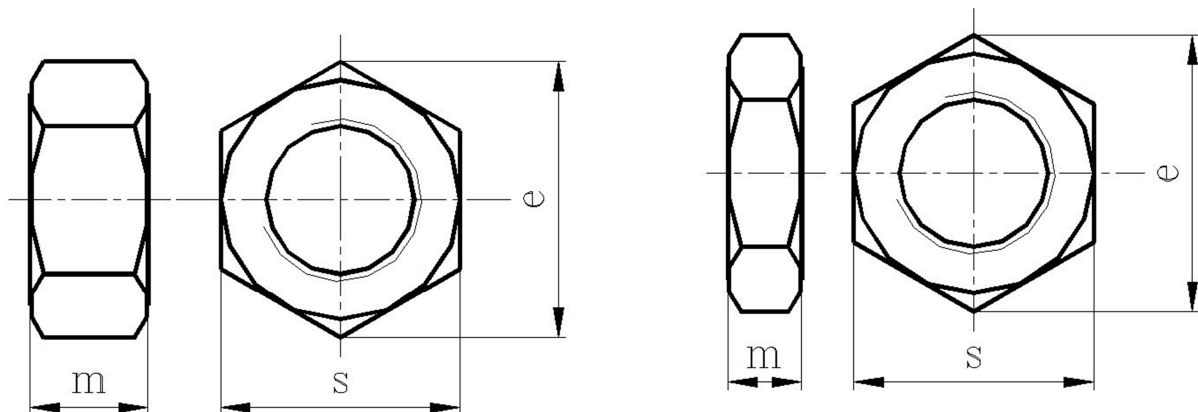
- Iztek navoja pri $P < 0,8$ mm
- Iztek navoja pri $P > 0,8$ mm



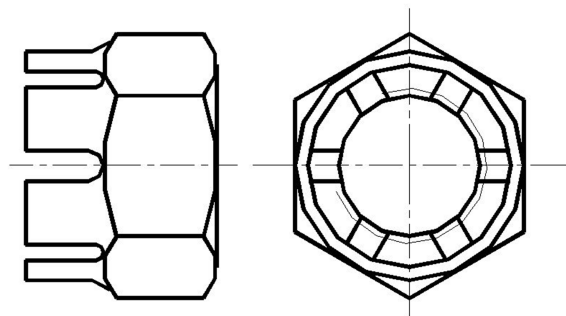
OBLIKE MATIC

V splošni strojogradnji največkrat uporabljamo naslednje vrste matic

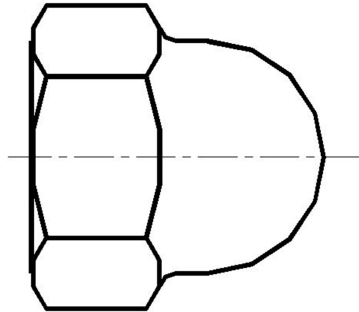
- **Normalna šestroba matica** je najbolj razširjena. Izdeluje se v območju premerov od $M 5$ do $M 100$. Višina normalne matice $m = 0,8 d$. Določene so s standardom SIST ISO 4032 - A, B, SIST ISO 4034 - C in SIST ISO 8673. Označujemo jo *matica $M d$ trdnostni razred standard (matica $M 8 8$ SIST ISO 4032)*.
- **Nizka šestroba matica** - od normalne se razlikuje po višini, ki je enaka $m = 0,5 d$ in uporabi. Uporablja se za zavarovanje vijlačnih zvez proti odvitju. Določene so s standardi SIST ISO 4035 - A, B, SIST ISO 4036 - C in SIST ISO 8675. Označujemo jo *matica $M d$ trdnostni razred standard (matica $M 10 6$ SIST ISO 4035 A)*.
- **Visoka šestroba matica** je po obliki podobna normalni. Od nje se razlikuje po višini in uporabi. Uporablja se za pritrjevanje delov pri zelo obremenjenih konstrukcijah. Njena oblika in mere so določene s standardom DIN 6915



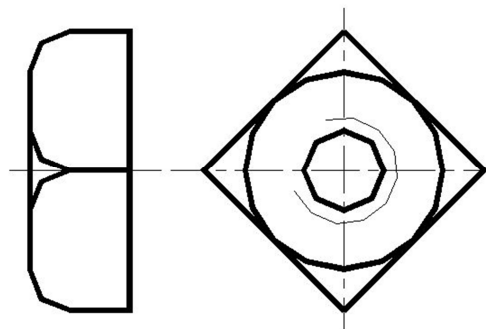
- **Kronska matica** - skupaj z razcepko se uporablja za zavarovanje vijlačnih zvez proti odvitju. Določena je s standardi DIN 935, 70618, DIN 935, 30398, in DIN 979, 973, 70618. Označujemo jo *matica $M d$ trdnostni razred standard (matica $M 12 8$ DM 935)*.



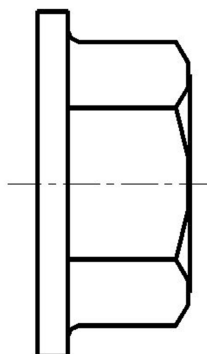
- **Zaprta matica** se uporablja, če je treba zavarovati čelo vijaka pred poškodbami ali zaradi lepšega videza (pohištvena industrija). Določena je s standardi DIN 917, DIN 986 in DIN 1587. Označujemo jo *matica M d trdnostni razred standard* (matica M 10 8 DIN 917).



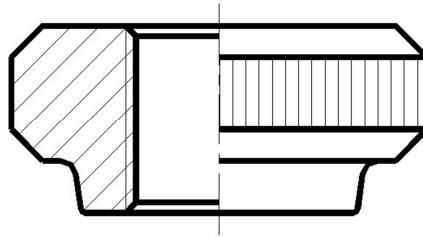
- **Štiriroba matica** se uporablja predvsem v elektrotehnik in za pritrjevanje kovinskih delov na lesene konstrukcije. Določena je s standardom DIN 557, 562 in 928. Označujemo jo *matica M d trdnostni razred standard* (matica M 10 8 DIN 557).



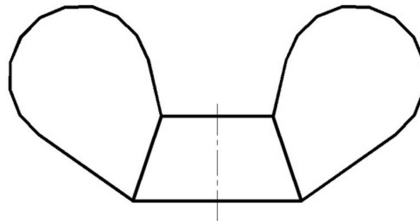
- **Šestroba matica z vencem** se uporablja za vijake železniških tračnic in povsod tam, kjer je nevarno, da bi pri odvijanju ali privijanju matice izpadla podložka. Določena je s standardi DIN 1142, 6331, 74361 in DIN 6923. Označujemo jo *matica M d trdnostni razred standard* (matica M 16 8 DIN 6331).



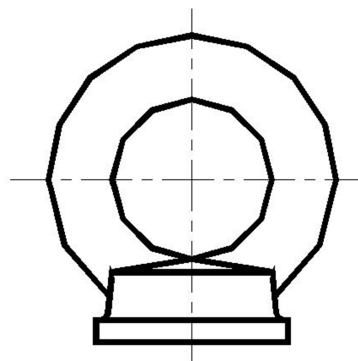
- **Narebrena matica** se uporablja za pogosto privijanje in odvijanje z roko. Določena je s standardi DIN 466, 6303 in DIN 467. Označujemo jo *matica M d trdnostni razred, standard (matica M 8 8 DIN 467)*.



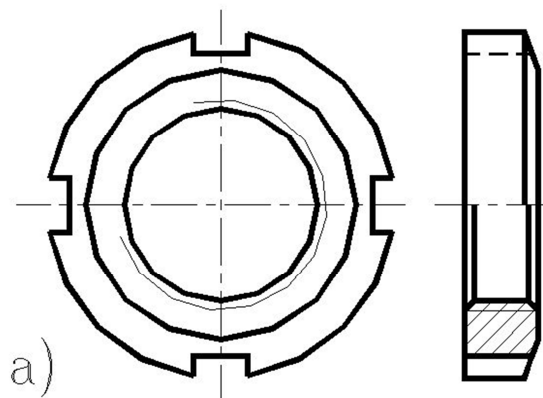
- **Krilna matica** se uporablja za pogosto sestavljanje in razstavljanje vijачne zveze. Njena oblika in mere so podane s standardom DIN 315. V kosovnicah sestavnih risb jo označujemo *matica M d trdnostni razred standard (matica M 8 8 DIN 315)*.



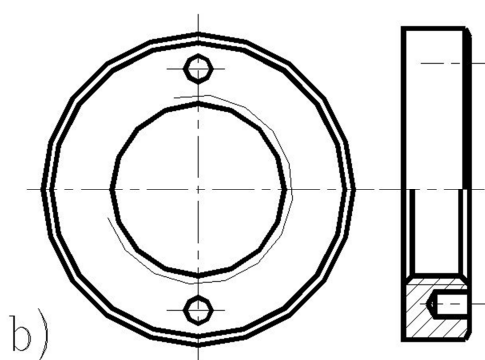
- **Obročna matica** se uporablja, podobno kot obročni vijak, za privijanje na velike in težke strojne dele, ki jih je treba dvigati ali prenašati z žerjavom. Določena je s standardom DIN 582. Označujemo jo *matica M d trdnostni razred standard (matica M 8 8 DIN 582)*.



- **Okrogla matica** se izdeluje v več izvedbah. Uporabljamo jo za pritrjevanje strojnih delov na gredi in povsod tam, kjer je za vgradnjo na razpolago malo prostora. Imajo pa tudi lepši videz. Določene so s standardi DIN 548, 1816, DIN 467, DIN 546, 64032 in DIN 981,1804. Označujemo jo *matica M d trdnostni razred standard (matica M 24 8 DIN 546)*.



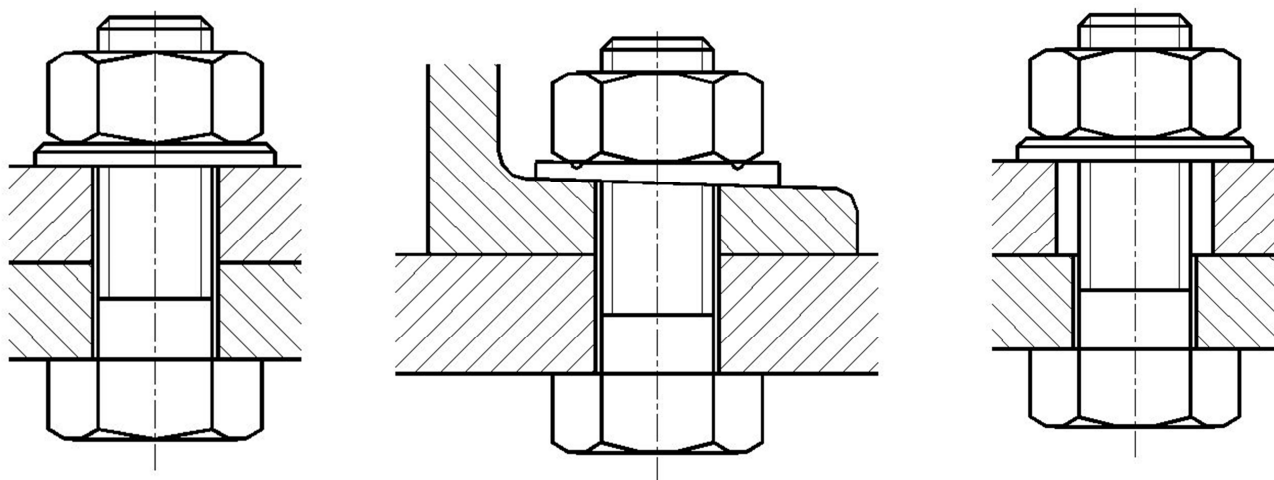
Okrogla matica z zarezi



Okrogla matica z izvrtinami

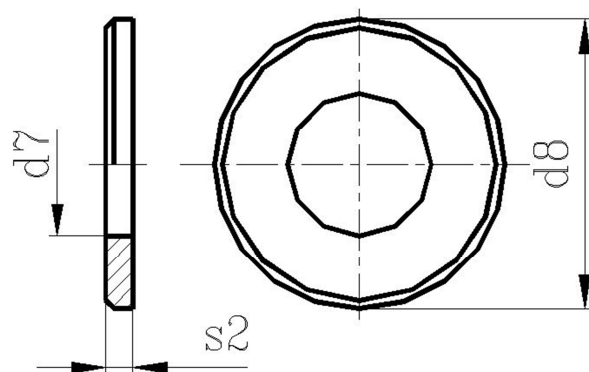
OBLIKE PODLOŽK

- Ponavadi jo podlagamo pod matico, v nekaterih primerih pa tudi pod glavo vijaka.
- Podložke uporabljamo z naslednjim namenom:
 - da se ne poškoduje matica, če je podlaga hrapava,
 - da se zagotovi pravokotna lega vijaka proti podlagi,
 - da se matica ne zaje v mehko podlago,
 - da se zmanjša trenje med matico in podlago pri privijanju,
 - če je premer izvrtine večji od normalnega ali če je luknja ovalna
 - če je navoj pod matico prekratek.

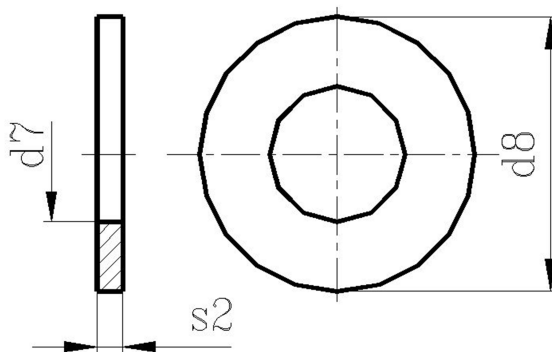


V praksi največkrat uporabljamo naslednje vrste podložk:

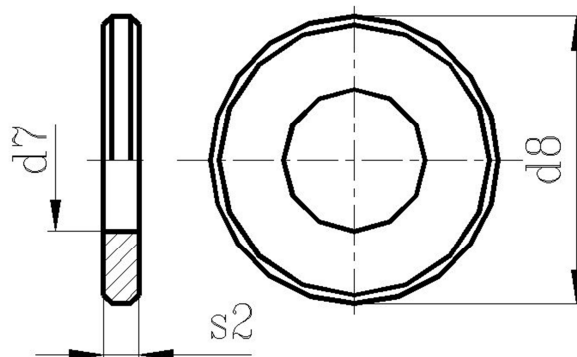
- **Obdelana podložka** se uporablja skupaj s šestrobo matico za pritrdjevanje elementov na jeklene konstrukcije. En rob ima posnet. Določena je s standardoma DIN 125 in DIN 6917. Označujemo jo podložka (tip) d standard (podložka B 8,4 DIN 125).



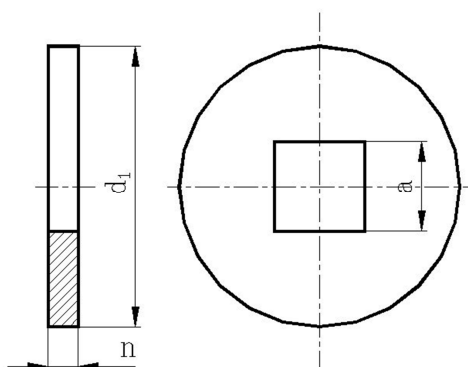
- **Neobdelana podložka** je izsekana iz pločevine (štancana) brez nadaljnje obdelave. Uporablja se za manj zahtevne konstrukcije (podrejene namene). Določena je s standardom. Označujemo jo podložka d standard (podložka 9 JUS M. K2. 013).



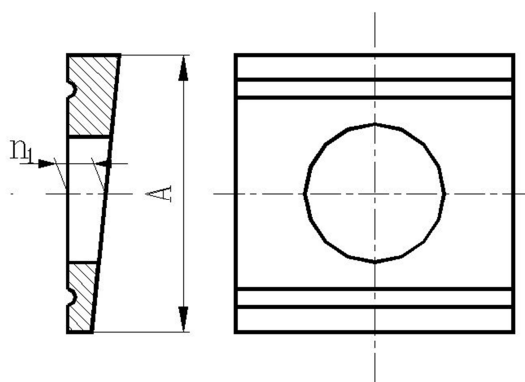
- **Kaljena podložka** je podobna obdelani, le da je obdelana z obeh strani (posneta robova). Izdelana je iz jekla C15 ali C15E (jeklo za cementiranje), določena je s standardom. Označujemo jo *podložka (tip) d standard (podložka A 20,8 JUS M. B2. 016.*



- **Podložka za lesene konstrukcije** se izdeluje v dveh izvedbah; tip 1 (z okroglo luknjo) in tip 2 (s kvadratno luknjo). Določene so s standardoma DIN 436 in DIN 440. Označujemo jo *podložka d standard (podložka 9 DIN 436).*



- **Klinasta podložka** se uporablja za pritrjevanje strojnih delov na jeklene konstrukcije, izdelane iz I-ali U-profilov. Ker imata ta profila nagib proti podlagi, mora podložka zagotoviti pravokotnost zveze. Ker se oba profila le malo razlikujeta v nagibu, so podložke (da jih ne zamenjamo) označene z enim ali dvema uvaljanima žleboma. Določene so s standardi DIN 434, 6918 in DIN 43S, 6917. Označujemo jo *podložka d standard (podložka 13 DIN 68 17).*

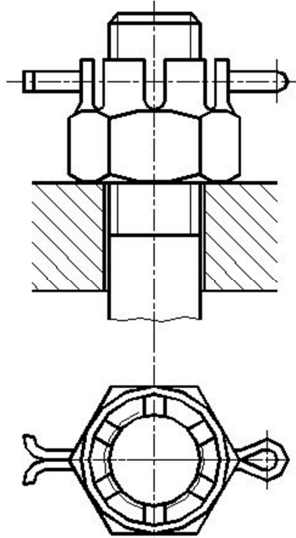


VAROVANJE VIJAČNIH ZVEZ

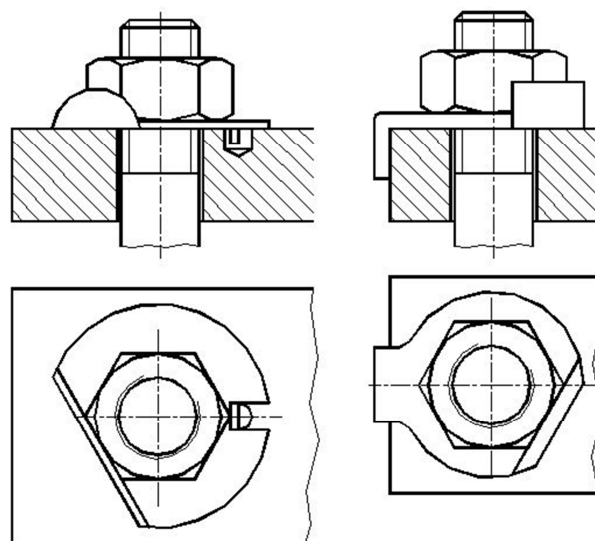
- Proti odvitju zavarujemo vijalne zveze, kjer trenje med navojem matice in vijaka ni dovolj veliko, da se zveza ne more zrahljati in odviti. (pri dinamičnih obremenitvah).
- Poznamo mehanična in torna varovanja vijalnih zvez proti odvitju.

Mehanična varovanja

- Pri teh varovanjih z dodatnim elementom preprečimo odvitje matice.



Zavarovanje vijalne zveze s kronsko matico in razcepko

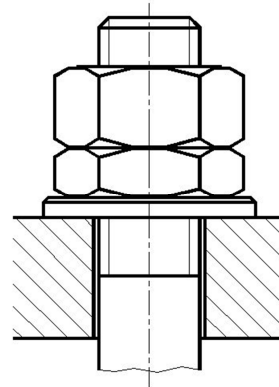


Zavarovanje vijalne zveze s posebno oblikovanimi podložkami

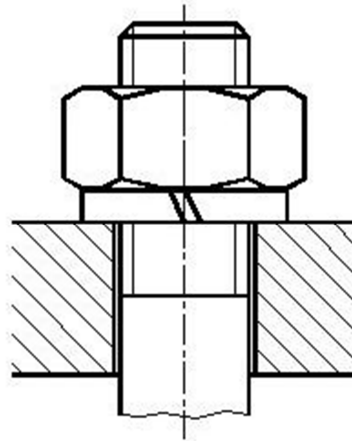
Torna varovanja

- Pri tornih varovanjih vijčnih zvez proti odvitju povečamo tlak med navojem vijaka in matice, s tem pa tudi trenje, ki preprečuje odvitje matice.

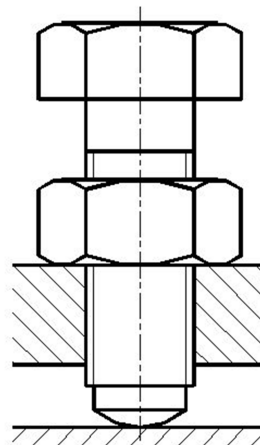
- Varovanje z dvema maticama



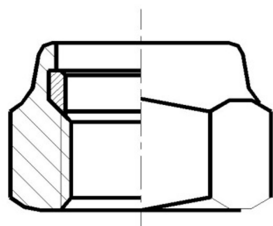
- Varovanje z elastično podložko



- Varovanje vijčne zveze s protimatico



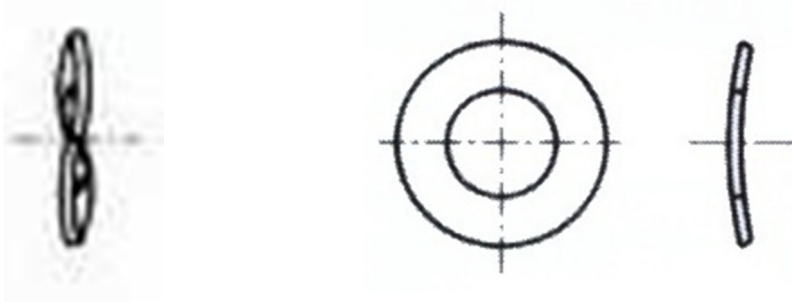
- Varovanje vijaačne zveze z varovalno matico s plastičnim vložkom



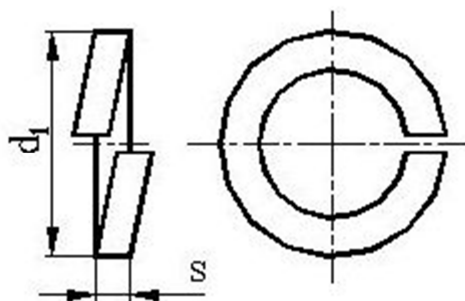
Elastične (vzmetne) podložke

- Skoraj vedno so izdelane iz vzmetnega jekla 38Si7.
- Njihova oblika in mere so določene s standardi.
- V kosovnicah sestavnih risb jih označujemo *podložka tip d standard (podložka A 6 DIN 128)*
- Ločimo:

- *Vzmetne podložke po DIN 137 uporabljajo se za podlaganje pod glavo inbusnega vijaka ali vijaka s polokroglo glavo*



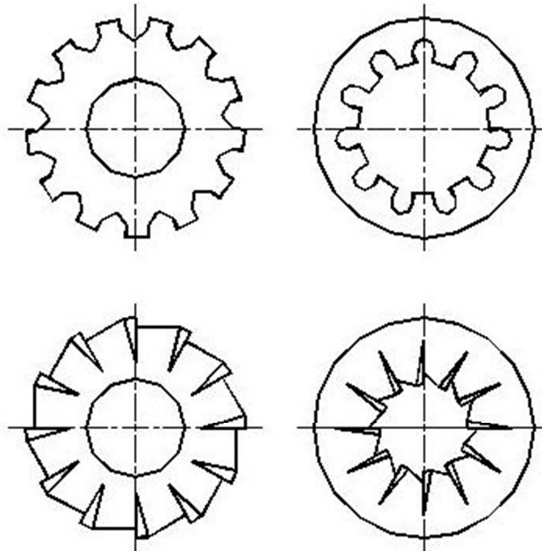
- *Vzmetne podložke po DIN 127, DIN 128, DIN 7980, Imajo kaljene konice v obliki zasekača. Pri obliki A sta konici zaviti, pri obliki B pa gladki. DIN 7980 se uporablja za podlaganje pod glavo inbusnega vijaka.*



- *Narezana in nazobčana vzmetna podložka po DIN 6797, 6906 in DIN 6798, 6907*
Uporablja se v treh izvedbah: A, J in V.

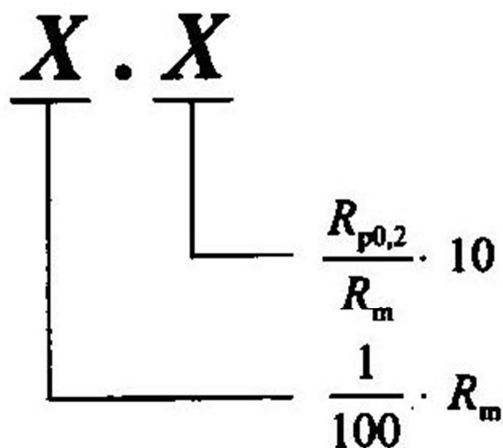
Izvedba A ima zunanje zobe, izvedba J notranje, izvedba V pa je krožnikaste oblike.

Uporabljajo se za varovanje vijlačnih zvez z vijaki majhnih premerov, ki jih uporabljamo v finomehaniki in v industriji gospodinjskih strojev.



MATERIALI VIJAKOV IN MATIC

- Vijaki in matice so izdelani iz različnih materialov v odvisnosti od namena uporabe. Največ vijakov in matic je jeklenih.
- *Za izdelavo vijakov in matic uporabljamo takšna jekla, ki imajo dovolj veliko trdnost in žilavost, velik raztezek in majhno občutljivost za zarezje.*
- Pritrdilni vijaki so izdelani iz jekel, ki imajo predpisani trdnostni razred v oznaki vijaka.



- $R_{p0,2}$ [MPa] dogovorjena napetost tečenja,
- R_m [MPa] (natezna) trdnost.
- Primer: vijak z oznako 4.6.

Iz oznake trdnostnega razreda prepoznamo - trdnost jekla $R_m = 400$ do 550 MPa, meja tečenja $R_{p0,2} = 240$ MPa.

- Pri izbiri materiala za matico se ravnamo po načelu, da naj bo matica iz slabšega materiala kot vijak. Če pri privijanju vijačne zveze uporabimo preveliko silo, naj se poškoduje matica, ki je cenejša in jo lažje zamenjamo.

$$\mathbf{X} \quad \frac{1}{100} \cdot R_m$$

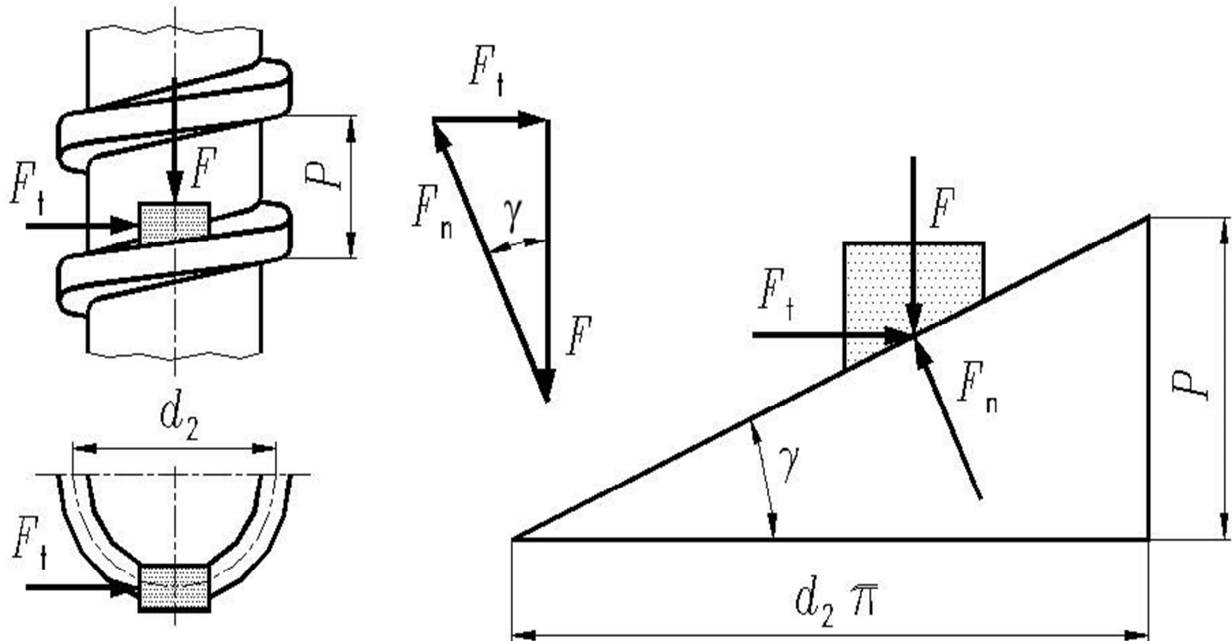
- Za gibalne vijake uporabljamo konstrukcijska jekla z oznakami: S275JR, E295GF, E335, C22, C45 in izjemoma tudi C10, 15Cr3 itd.
- V posebnih primerih, ko so vijaki malo in redko obremenjeni ali izpostavljeni kemičnim vplivom, so izdelani iz medi (Cu58ZnPb 1/2t itd.), bakra in njegovih zlitin, aluminija in njegovih zlitin ali celo plastičnih mas. Zelo redko pa so matice lesene.
- Matice pri gibalnih vijakih (vijačnih mehanizmih) so zaradi boljšega izkoristka lahko izdelane iz sive litine ali bronov.

PRERAČUN VIJAKOV

- Vijaki so večinoma obremenjeni z osnimi silami,
- Prilagodni vijaki lahko prenašajo tudi prečne obremenitve.
- Obremenitev zveze je lahko statična (mirujoča) ali dinamična (utripna, izmenična ali kombinirana).
- Osne sile v vijakih povzročajo natezne napetosti $+\sigma$ v pritrdilnih vijakih in tlačne - uklonske napetosti v gibalnih vijakih.
- Pri gibalnih vijakih se zaradi vrtenja (vrtilnega momenta) in trenja med navojem vijaka in matice pojavljajo še dodatne torzijske napetosti τ .
- Zaradi dotika navojev vijaka in matice nastane pod vplivom osne sile na površinah navojev površinski tlak p .
- *S preračunom določimo vijaku mere (zunanji premer), izberemo material in ga oblikujemo. Z upoštevanjem dopustnega površinskega tlaka med navoji vijaka in matice oziroma materialov vijaka in podlage pa določimo tudi velikost nalegajočih delovnih površin.*

Obremenitve navojev

- Gibanje matice po vijaku, ki je obremenjen z osno silo F , lahko prikažemo kot gibanje bremene po strmini z nagibnim kotom γ .



- Enačba za delo (ni upoštevano trenje):

$$F \cdot P = F_t \cdot d_2 \cdot \pi$$

- Izračun tangencialne sile:

$$F_t = F \frac{P}{\pi d_2} = F \tan \gamma$$

- Pri izračunu moramo upoštevati trenje:

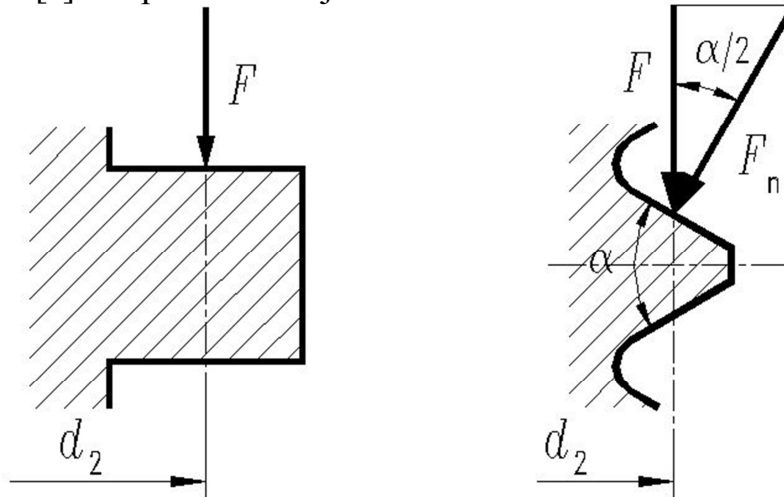
$$F_{tr} = F_n \cdot \mu$$

- μ je torni količnik med navoji matice in vijaka:

$$\mu = \tan \rho$$

$$\tan \rho = \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

- ρ [°] torni kot (kot pri katerem začne breme drseti po strmini),
- α [°] kot profila navoja.



- Izračun tangencialne sile pri privijanju matice - gibanje bremena po strmini navzgor:

$$F_t = F \tan(\gamma + \rho)$$

- Izračun tangencialne sile pri odvijanju matice - gibanje bremena po strmini navzdol:

$$F_t = F \tan(\gamma - \rho)$$

- Izračun vrtilnega momenta za privijanje in odvijanje, ob upoštevanju trenja med navoji vijaka in matice :

$$T = F_t \frac{d_2}{2} = F \frac{d_2}{2} \tan(\gamma \pm \rho)$$

- Če je kot vzpona vijačnice (kot strmine) enak tornemu kotu ($\gamma \leq \rho$), ni potrebna zadrževalna sila - tak vijak je *samozaporen*.

- Pri trikotnem profilu navoja je potrebno upoštevati, da normalna sila F_n ni enaka osni sili F , ampak je odvisna od kota profila navoja.
- Sila trenja:

$$F_{\alpha} = F_n \cdot \mu = F \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}} = F \cdot \mu'$$

$$\mu' = \frac{\mu}{\cos \frac{\alpha}{2}}$$

- Vrednosti nadomestnih tornih količnikov μ' :
 metrski navoj $\mu' = 1,15 \mu$
 cevni navoj $\mu' = 1,13 \mu$
 trapezni in obli navoj $\mu' = 1,035 \mu$
 žagasti navoj $\mu' = 1,035 \mu$
- Torni količnik μ glede na stanje površin navojev vijaka in matice:
 za mazana vretena in vijake $\mu = 0,1$ do $0,2$
 za nemazana vretena in vijake $\mu = 0,2$

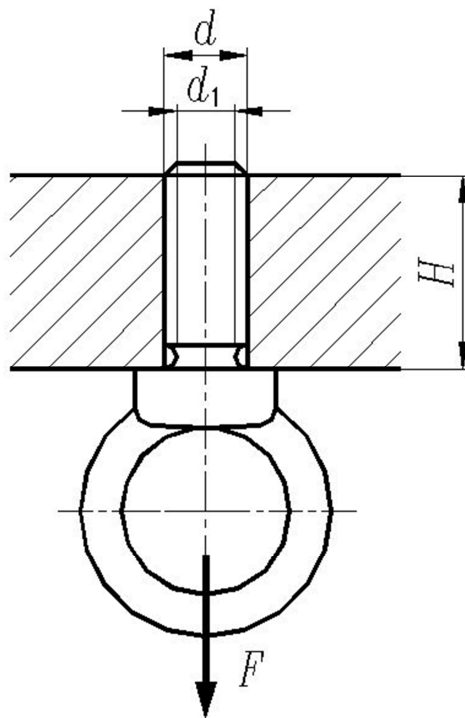
Preračun vijaka brez prednapetja (pritrdilni vijak)

- Te vijake privijemo neobremenjene in jih šele po privitju obremenimo z osno silo.
- Izračun natezne napetosti (zaradi zunanje statične obremenitve):

$$\sigma = \frac{F}{A} \leq \sigma_{\text{dop}}$$

- Za prerez vijaka A upoštevamo prerez jedra navoja:

$$A = \frac{\pi d_1^2}{4}$$



- Izračun potrebnega prereza vijaka pri poznanem materialu vijaka (pri poznani meji tečenja materiala):

$$A = \frac{F}{\sigma_{\text{dop}}}$$

$$\sigma_{\text{dop}} = \frac{R_{p0,2}}{\nu}$$

Za preračun statično obremenjenega pritrdilnega vijaka izbiramo varnostni količnik $\nu = 1,2$ do $1,3$, za praktične preračune pa izberemo $\nu = 4$.

- Izračun višine uvitja vijaka (višine matice H) v odvisnosti od površinskega tlaka med navoji vijaka in matice:

$$H = z \cdot P$$

$$p = \frac{F}{zA_p} \leq p_{\text{dop}}$$

P [mm] - korak enostopenjskega navoja

p [MPa] - površinski tlak med navoji vijaka in matice,

A_p [mm²] - naležna površina navojev vijaka in matice,

- Izračun števila potrebnih navojev matice oziroma uvitja v steno z :

$$z = \frac{4F}{\pi(d^2 - D_1^2)p_{dop}}$$

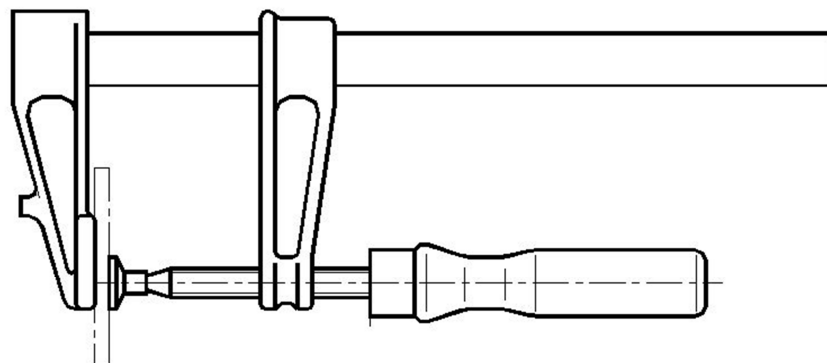
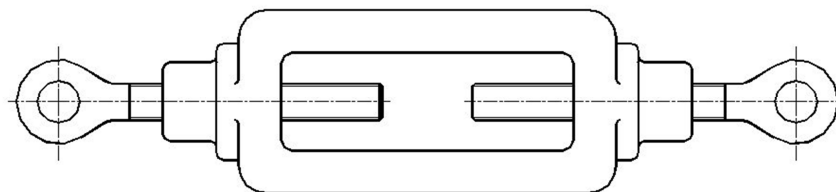
d [mm] imenski premer navoja vijaka,
 D_1 [mm] premer jedra navoja matice,
 p_{dop} [MPa] dopustni površinski tlak med navoji vijaka in matice,

- Izračun naležne površine navojev vijaka in matice -projekcije profila navoja (krožni kolobar):

$$A_p = \frac{\pi}{4}(d^2 - D_1^2)$$

Preračun vijaka pri osni obremnitvi (napenjalni vijak)

- V to skupino vijakov spadajo napenjalni vijaki in vijačne sponke. Poleg osne sile F , ki obremenjuje vijak na nateg, je vijak obremenjen še na torzijo zaradi vrtenja in trenja med navoji vijaka in matice.



- Naštete obremenitve povzročajo v vijaku natezne ali tlačne in torzijske napetosti.
- Izračun primerjalne napetosti s Huberjevo porušitveno hipotezo:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma^2 + 3(\alpha_0 \tau_t)^2} \leq \sigma_{dop}$$

α_0 korekcijski faktor (odvisen od materiala vijaka),

- Izračun natezne ali tlačne napetosti v vijaku:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

- Izračun torzijske napetosti v vijaku:

$$\tau_t = \frac{T}{\frac{\pi d_1^3}{16}} \approx \frac{T}{0,2 d_1^3}$$

d_1 [mm] - premer jedra navoja vijaka

- Približni izračun prereza vijaka z upoštevanjem obeh napetosti:

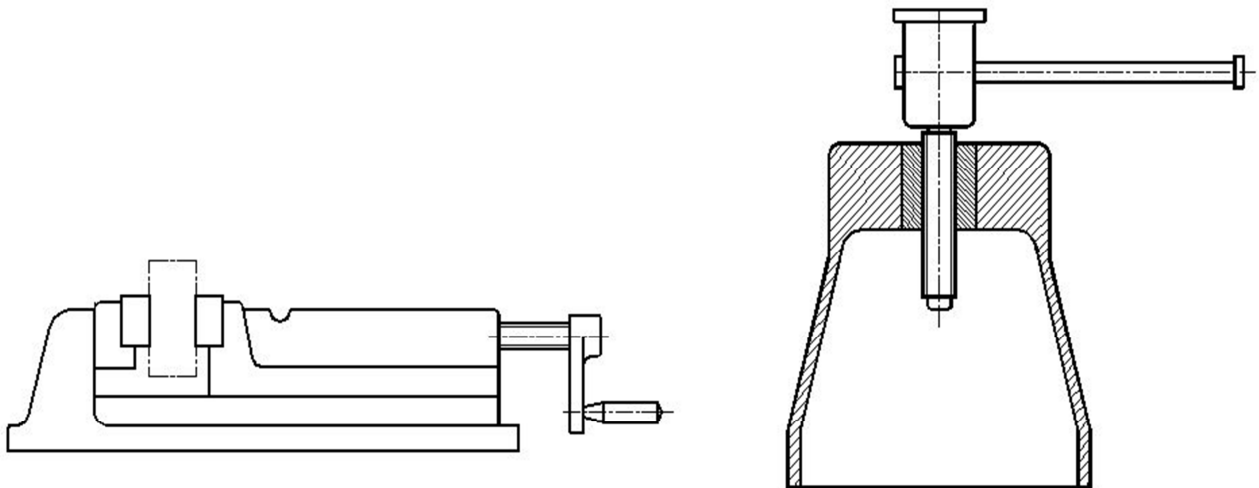
$$A = \frac{F}{\sigma_{dop}} \sqrt{2}$$

$$\sigma_{dop} = \frac{R_{p0,2}}{\nu}$$

- Po izračunu in izbiri premera navoja vijaka ponovno kontroliramo, če je primerjalna napetost v prerezu vijaka manjša od dopustne.
- Velikost varnostnega količnika znaša $v = 1,2$ do $2,2$.
- Tudi pri napenjalnem vijaku izračunamo višino uvitja oziroma višino matice.

Preračun gibalnega vijaka (vretena)

- Gibalni vijaki ali vretena pretvarjajo krožno gibanje v premočrtno ali obratno (so elementi mehanzmov).
- Z gibalnim vijakom lahko ustvarjamo velike osne sile pri majhnih tangencialnih oziroma vrtilnih momentih.
- Za gibalne vijake uporabljamo eno- ali večstopenjske trapezne ali žagaste navoje (v posebnih primerih tudi metrske navoje).



- Gibalni vijak je obremenjen z osno silo F (natezna ali tlačna) in z vrtilnim momentom T zaradi vrtenja in trenja med navoji vijaka in matice. Na stiku površin navojev pa je obremenjen tudi s površinskim tlakom.

Pri preračunu določimo:

1. Višino matice:

$$H = m = z \cdot P$$

$$z = \frac{P}{P_{\text{dop}}} = \frac{4F}{\pi(d^2 - D_1^2)P_{\text{dop}}}$$

2. *Kontroliramo vreteno na trdnost:*

Vreteno kontroliramo na trdnost tako, da izračunamo primerjalno napetost po Huberjevi porušitveni hipotezi in jo primerjamo z dopustno.

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma^2 + 3(\alpha_0 \tau_t)^2} \leq \sigma_{dop}$$

$$\tau_t = \frac{T}{\frac{\pi d_1^3}{16}} \approx \frac{T}{0,2d_1^3}$$

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma_{dop} = \frac{R_{p0,2}}{\nu}$$

Za velikost varnostnega količnika izberemo $\nu = 1,2$ do $2,2$.

3. *Kontroliramo vreteno na uklon:*

Vretena, ki so obremenjena s tlačno silo, moramo kontrolirati tudi na uklon. Za kontrolo uporabimo Eulerjevo ali Tetmajerjevo enačbo za kritično uklonsko napetost.

Če je vitkost vretena $\lambda \geq 105$, uporabimo Eulerjevo enačbo:

$$\nu_u = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2 \sigma} = 2 \text{ do } 6$$

Če je vitkost vretena $\lambda = 60$ do 105 , kontroliramo vreteno na uklon po Tetmajerjevi enačbi:

$$\nu_u = \frac{310 - 1,14\lambda}{\sigma} \geq 1,7 \text{ do } 4$$

4. Izračun izkoristka vretena:

Izkoristek vretena η je razmerje koristno pridobljenega dela (energije) W_{od} in dovedenega dela (energije) W_{do} . Vreteno se vrtil tako, da se breme, ki obremenjuje navoj s silo F , giblje navzgor po strmini vijahnice.

$$\eta = \frac{W_{od}}{W_{do}} = \frac{\tan \gamma}{\tan(\gamma + \rho)} < 1$$

Če na vreteno ne deluje vrtilni moment T , bo sila F zavrtela vreteno v nasprotni smeri privijanja in ga poganjala. Breme, ki obremenjuje vreteno s silo F , se v tem primeru giblje navzdol po strmini vijahnice (spušča).

$$\eta = \frac{W_{od}}{W_{do}} = \frac{\tan(\gamma - \rho)}{\tan \gamma} < 1$$

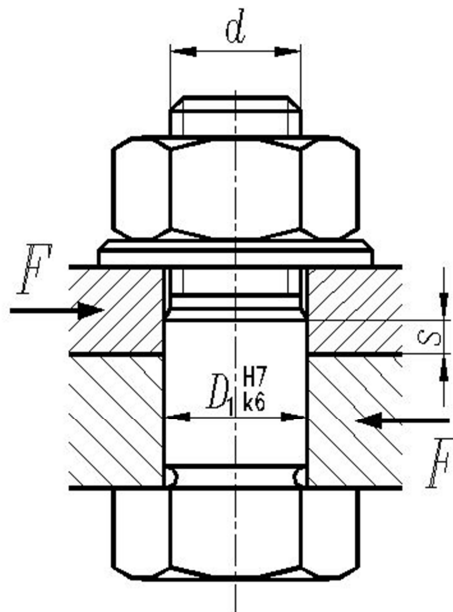
Če je izpolnjen pogoj, da je kot vzpona vijahnice γ manjši od tornega kota ρ , postane vreteno samozaporno.

Preračun prečno obremenjenega vijaka

Prečno obremenjene (prilagodne) vijake obremenjujeta sili F na strig, na dotikalnih površinah stebra vijaka in podlage pa povzročata površinski tlak. Poleg prilagodnih vijakov, ki so dragi in zahtevajo natančno obdelano izvrtino, uporabljamo za prenos prečnih obremenitev še matične vijake skupaj s strižnimi pušami.

Izračun strižne napetosti

$$\tau_s = \frac{F}{A} \leq \tau_{sdop}$$
$$A = \frac{\pi D_1^2}{4}$$
$$\tau_{sdop} = \frac{R_{p0,2}}{v}$$



Za velikost varnostnega količnika izberemo $v = 2,5$.

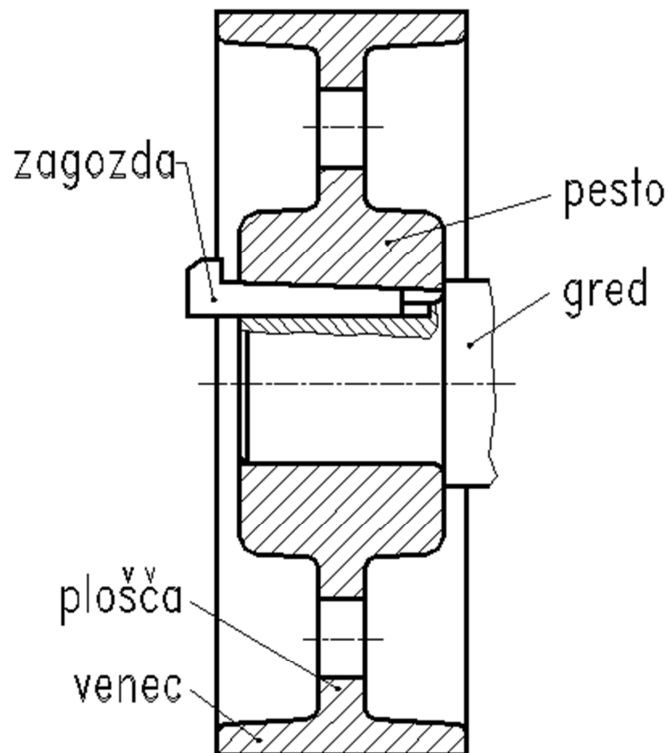
Kontrola vijaka na ploščinski pritisk:

$$p = \frac{F}{A_p} = \frac{F}{sD_1} \leq p_{\text{dop}}$$

A_p [mm²] površina naleganja stebra vijaka in podlage,
 s [mm] dolžina naleganja stebra vijaka na podlago.

3.2.4 ZVEZE PESTA Z GREDJO

- Zveza pesta z gredjo je razstavljiva zveza.
- Takšne zveze se večinoma uporabljajo za prenašanje vrtilnega momenta in v nekaterih primerih za premikanje pesta po gredi.
- Vrtilni moment se lahko prenaša s pesta na gred ali obratno.
- Prenos vrtilnega momenta lahko izvedemo:
 - z obliko (zagozda, mozniki, utorne gredi itd.),
 - s silo/trenjem (spenjalna zveza, konični čep itd.).

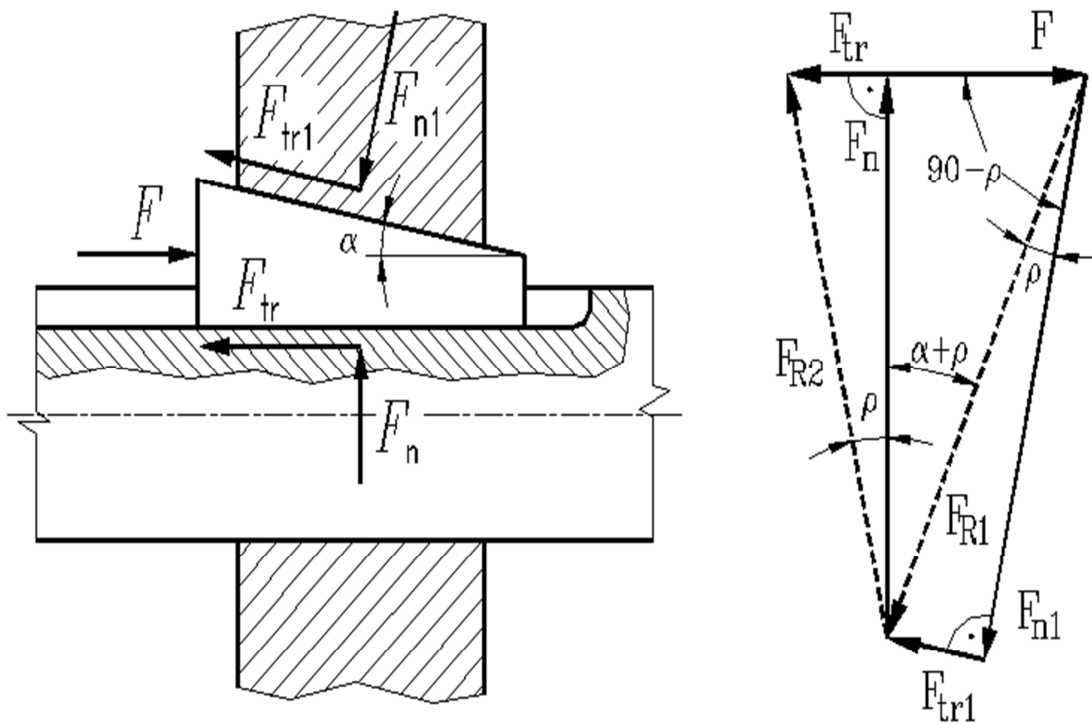


ZVEZE PESTA Z GREDJO Z OBLIKO

Zagozde

- Z njimi vežemo gredi in pesta in prek njih prenašamo vrtilno gibanje - vrtilni moment.
- Zagozda je pravokotnega prereza in največkrat leži v utoru med pestom in gredjo.
- Zagozde imajo standardiziran nagib v razmerju 1 : 100. Enak nagib ima tudi utor za zagozdo v pestu kolesa, medtem ko utor v gredi nima nagiba.
- Z zabijanjem zagozde v utor s silo F povzročimo na dotikalnih površinah zagozde in pesta pravokotni (normalni) sili F_n in F_{n1} , ki povzročata trenje med zagozdo, gredjo in pestom. Obenem pa zagozdo obremenjujeta tudi strig in površinski tlak.

Obremenitev vzdolžne zagozde



$$F_{tr} = F_n \cdot \mu,$$

$$F_{tr1} = F_{n1} \cdot \mu$$

- Zagozda je obstojna v zvezi Ie, če so sile, ki delujejo nanjo, v ravnotežju.
- Zabijalna sila:

$$F_z = F_n \tan(\alpha + \rho) + F_n \tan \rho = F_n [\tan(\alpha + \rho) + \tan \rho]$$

- Izbijalna sila:

$$F_i = F_n \tan(\alpha - \rho) - F_n \tan \rho = F_n [\tan(\alpha - \rho) - \tan \rho]$$

- Zveza je obstojna, če je $F_i = 0$. To pa je le tedaj, ko je vrednost v oglatem oklepaju v enačbi enaka nič:

$$\tan(\alpha - \rho) - \tan \rho = 0,$$

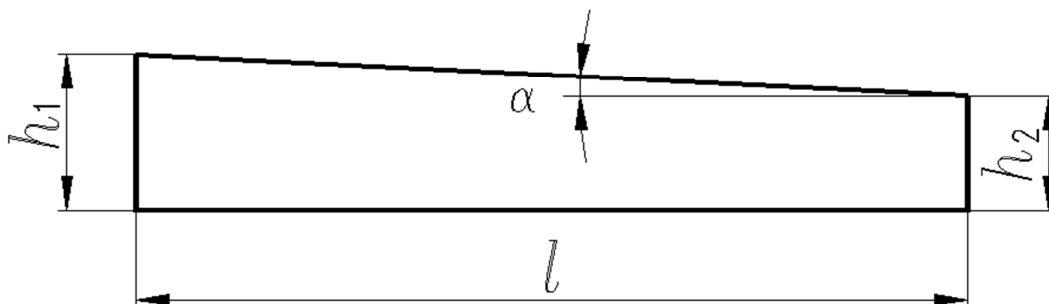
$$\alpha - \rho = \rho$$

$$\tan(\alpha - \rho) = \tan \rho,$$

$$\alpha = 2\rho$$

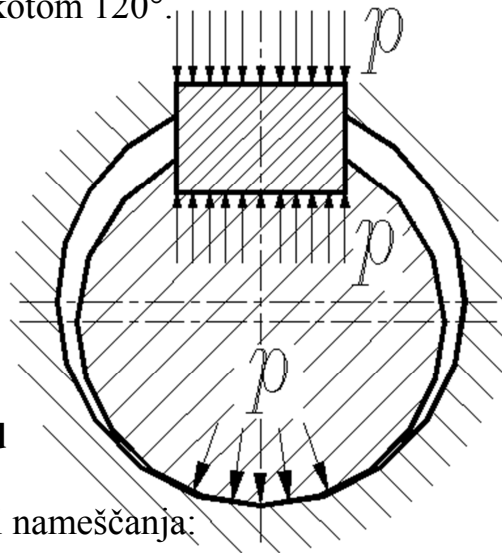
- Glede na to, da za gredi in pesta največkrat uporabljamo jeklo in sivo litino, je poznan torni količnik $\mu = 0,1$ in s tem tudi torni kot ρ . S temi podatki izračunamo tudi nagibni kot zagozde, ki znaša $\alpha = 11^\circ 26'$.
- Pri izračunanem kotu α nagib zagozde znaša:

$$\tan \alpha = \frac{h_1 - h_2}{l} \approx 0,2 \Rightarrow \text{nagib } 1:5$$



- Zaradi varnosti jemljemo manjši (standardiziran) nagib, ki znaša $1 : 100$ ($\alpha = 34' 23''$).
- Zaradi zabijanja zagozde v zvezo postane zveza ekscentricna. Zato je treba med izvrtino pesta in gredjo predvideti tesni ujem H/k ali H/m . Priporoča pa se ujem $H7/k6$.

- Zaradi ekscentričnosti se zveza z zagozdo uporablja le za manjše in srednje velike vrtilne frekvence (kmetijski in gradbeni stroji, dvigala in žerjavi itd.).
- Za izmenične obremenitve lahko namesto ene vzamemo dve zagozdi in ju namestimo pod kotom 120° .



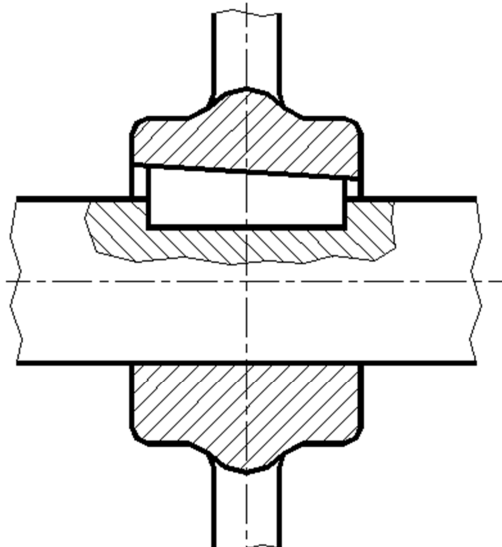
Vrste in oblike zagozd

Razdelimo jih po smeri nameščanja:

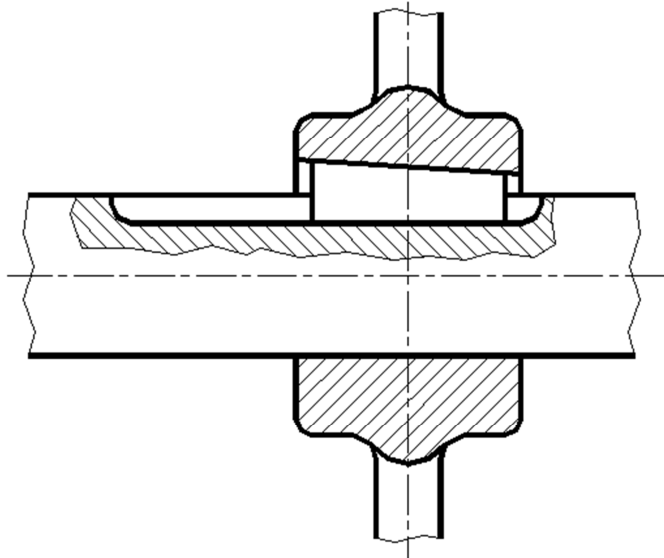
- vzdolžne zagozde,
- prečne zagozde.

Vzdolžne zagozde

- Vzdolžne ali transmisijske zagozde ležijo vzporedno z geometrijsko osjo zveze. So standardizirane in imajo nagib $1 : 100$. Razlikujemo:



vložne zagozde

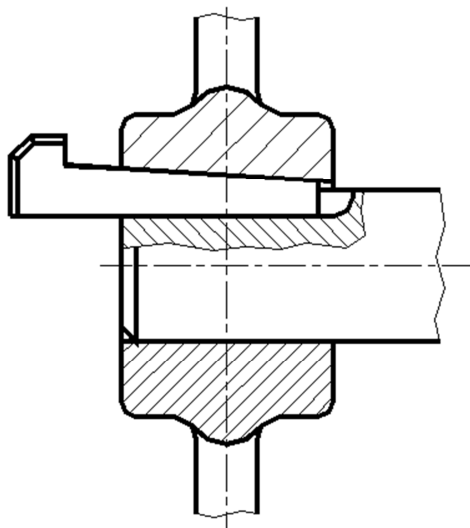


zabijalne zagozde

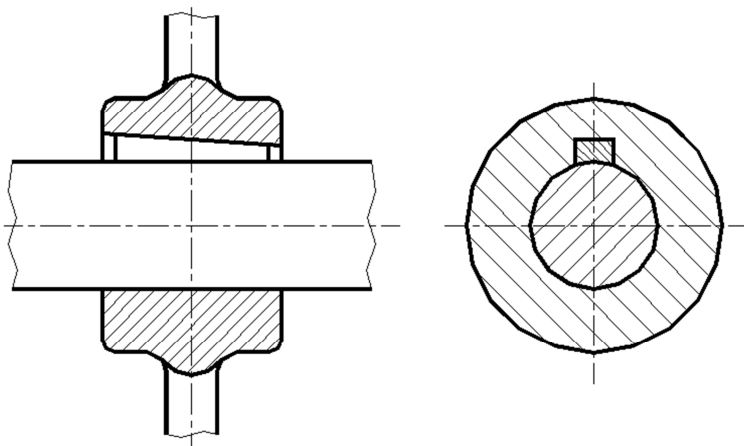
Vložne in zabijalne zagozde pa lahko razdelimo tudi po uporabi:

- **Vložna zagozda** - ima zaobljeno čelo. Njena dolžina je enaka dolžini utora v gredi. Vložimo jo v utor gredi in pesto nabijemo na zvezo (DIN 6886 A).
- **Zabijalna zagozda** - ima ravno čelo. Vložimo jo v utor v gredi, ki mora biti vsaj dvakrat daljši od zagozde, in jo zabijemo v zvezo (DIN 6886 B).
- **Bradata zagozda** je zabijalna zagozda. Utor v gredi je lahko krajši, ker jo zabijamo in izbijamo iz zveze z iste strani zveze. Ima nagib 1 : 100 in lahko prenaša velike ter sunkovite obremenitve (DIN 6887).
- **Žlebata zagozda** ne potrebuje utora v gredi. Polmer žleba je enak ali nekaj večji od polmera gredi. Z žlebato zagozdo se lahko prenaša I_e 35 % vrtilnega momenta, ostanek pa s trenjem (DIN 6881).
- **Ploska zagozda** leži na ravnem (odrezanem) delu gredi. Gred zaradi sploščitve ni oslABLJENA. S plosko zagozdo se lahko prenaša I_e 50 % vrtilnega momenta, ostanek pa s trenjem (DIN 6883).
- **Tangencialna zagozda** - uporablja se za prenos velikih vrtilnih momentov pri sunkovitem vrtenju. Vedno se vgrajuje v parih z nagnjenima površinama druge proti drugi. Utora v pestu in gredi sta brez nagibov. Nagib zagozde je 1 : 100 (DIN 268 in DIN 271).

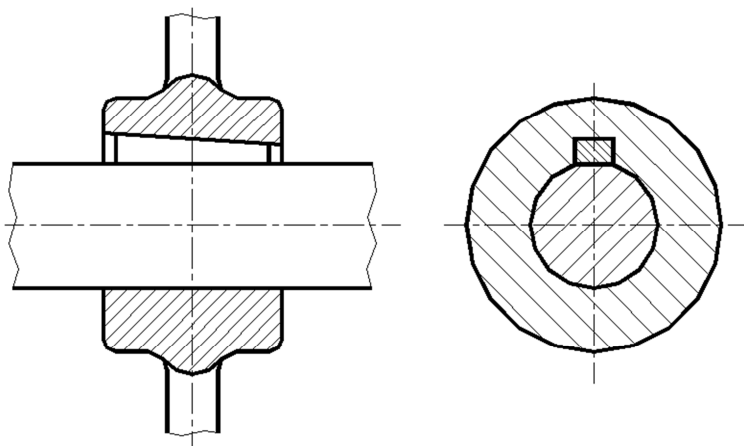
Bradata zagozda



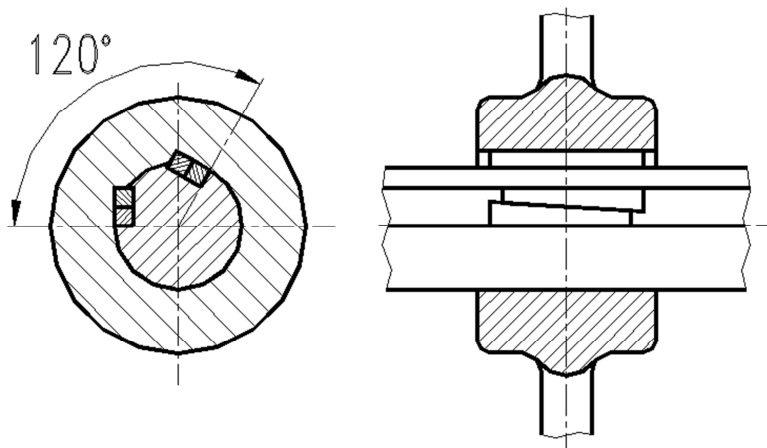
Žlebata zagozda



Ploska zagozda

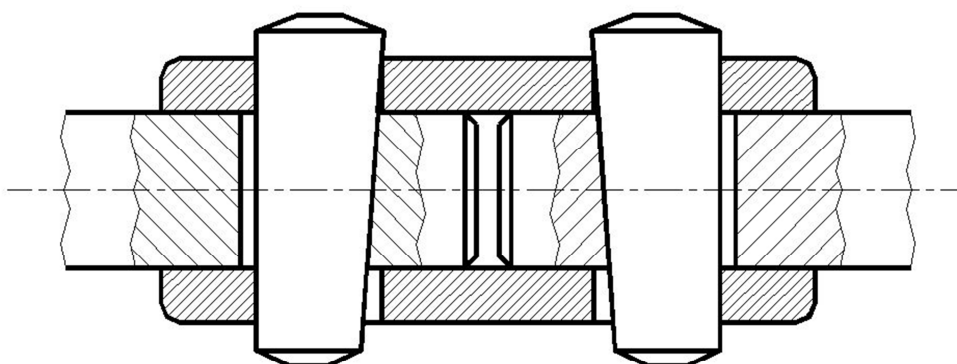


Tangencialna zagozda



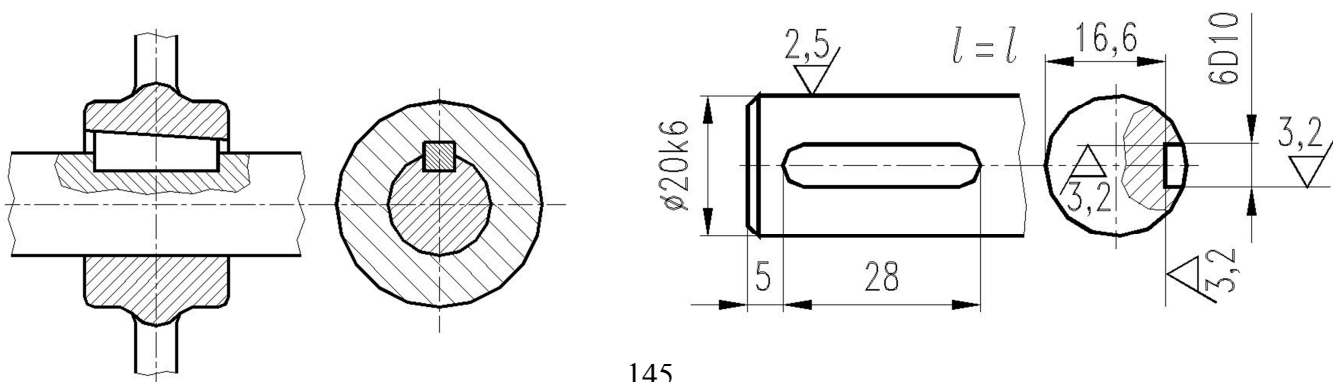
Prečne zagozde

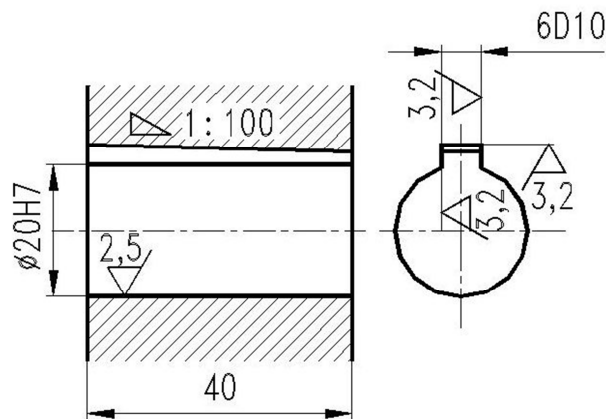
- Te zagozde so zabite pravokotno na geometrijsko os zveze.
- Poznamo prečne zagozde za zvezo in prečne zagozde za nastavljanje lege. Nagib teh zagozd je od 1 : 5 do 1 : 40, odvisno od pogostosti razstavljanja zveze.
- Te zveze niso samozaporne, zato jih moramo v zvezi varovati proti izpadanju. Za varovanje uporabimo razcepko, zatič ali navojno zvezo.
- Prečne zagozde niso standardizirane.



Označevanje zagozd

- Zagozde rišemo v vzdolžnem rezu nešrafirane, šrafiramo pa jih v prečnem rezu.
- Za vzdolžne zagozde ne rišemo delavniških risb, ker so standardizirane, v kosovnicah sestavnih risb jih označujemo, kot to določa standard.





Oznaka standardne vzdolžne zagozde:

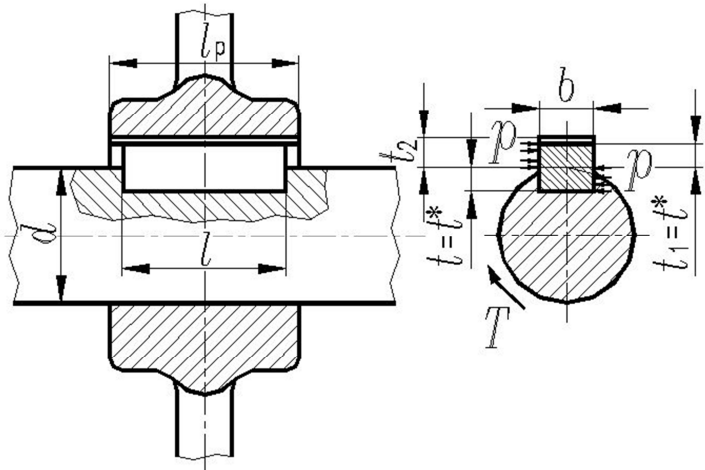
- **zagozda tip $b \times h \times l$ standard,**
- **primer: zagozda A 10x8x80 DIN 6886A**

Materiali za zagozde

- Za zagozde uporabljamo jekla z dovolj veliko trdnostjo, žilavostjo in trdoto. Največkrat so zagozde izdelane iz konstrukcijskih jekel z oznakami E295GF, S275JR, S355JR in E335.

Preračun vzdolžnih zagozd

- Vzdolžne zagozde so v zvezah zaradi vrtilnega momenta T obremenjene na strig in površinski tlak. Strižna napetost je v primerjavi s površinskim tlakom zanemarljiva, zato izvajamo kontrolo izbrane zagozde le na površinski tlak.
- Potek izračuna:
 1. S pomočjo TAB 86 izberemo glede na premer gredi d presek zagozde $b \times h$.
 2. Dolžino zagozde izberemo glede na dolžino pesta. Za določitev standardne dolžine uporabimo TAB 86.
 3. Izračunamo dolžino naleganja zagozde.
 4. Izračunamo površinski tlak med zagozdo in podlago in ga primerjamo z dopustnim, ki je podan v TAB 88.
- Površinski tlak p na zagozdi



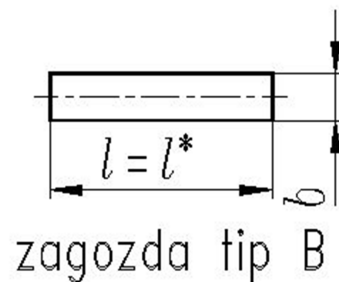
$$p = \frac{F}{t^* l^*} = \frac{2T}{dt^* l^*} \leq p_{\text{dop}}$$

- Za poenostavljeni (praktični) izračun vzamemo:

$$t^* = \frac{h}{2}$$

$$p = \frac{2F}{hl^*} = \frac{4T}{dhl^*} \leq p_{\text{dop}}$$

- t^* [mm] višina naleganja zagozde v pestu ali gredi,
- l^* [mm] dolžina naleganja zagozde v utoru.



$$l^* = l - b$$

$$l^* = l$$

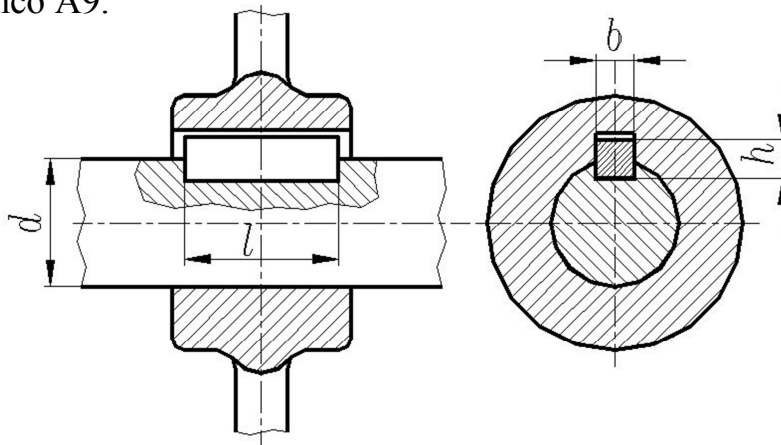
- za zagozdo z zaobljenim čelom ,
- za zagozdo z ravnim čelom

Mozniki

- *Mozniki so podobni vzdolžnim zagozdam, le da nimajo nagiba. Gred in pesto vežejo s svojo obliko.*
- *Moznik po višini ne nalega na pesto (med njima je zrak), zato zveza z moznikom ni ekscentrična in jo uporabljamo za sunkovite obremenitve pri večjih vrtilnih frekvencah.*
- *Mozniki so standardizirani po standardih DIN 6885 T1, T2 in T3.*

Vrste in oblike moznikov

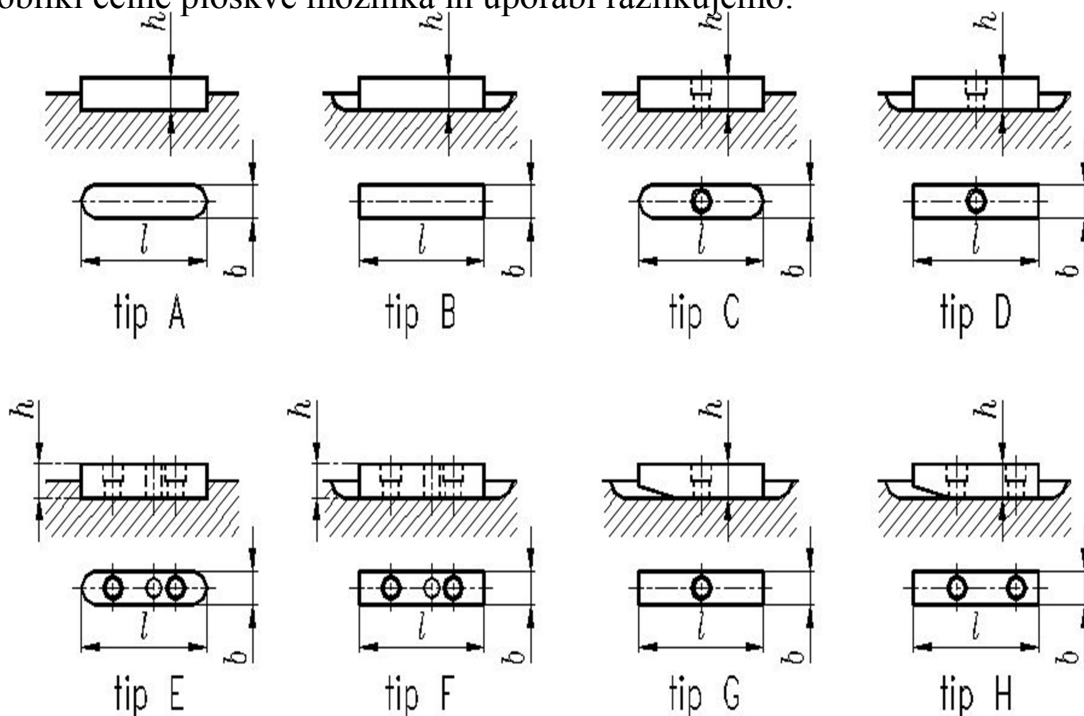
- **Tesni mozniki** imajo po širini proti pestu in gredi tesni ujem. Utor v pestu ima toleranco $P8$ ($P9$), utor v gredi toleranco $H8$, moznik pa ima toleranco $A9$.



Glede na višino moznika razlikujemo tri izvedbe tesnih moznikov:

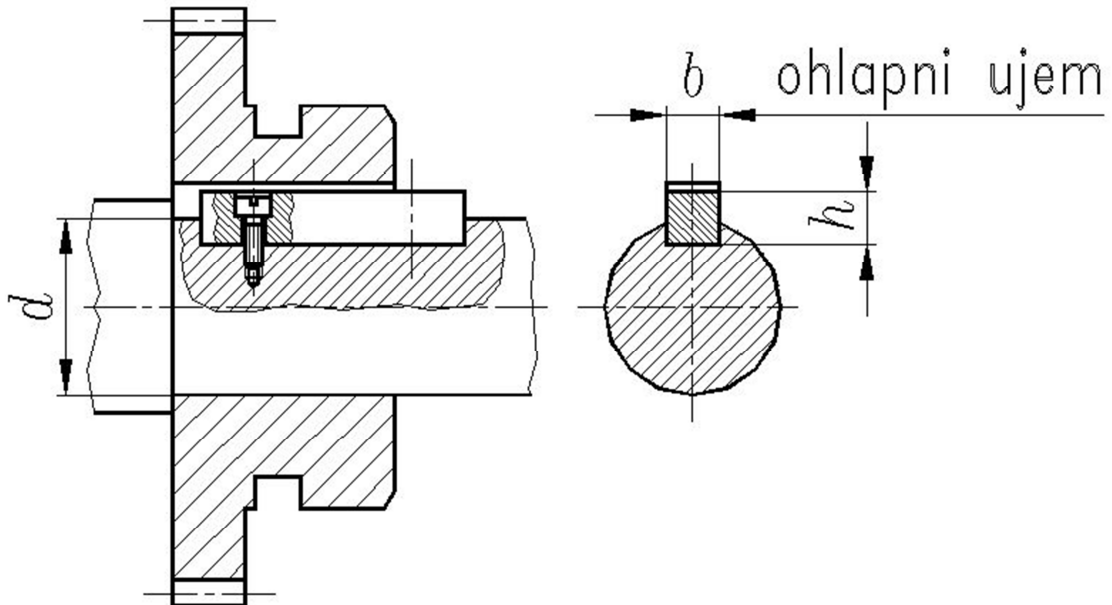
- *mozniki visoke izvedbe so določeni s standardom DIN 6885 T1,*
- *mozniki za obdelovalne stroje so določeni s standardom DIN 6885 T2,*
- *mozniki nizke izvedbe so določeni s standardom DIN 6885 T3.*

Po obliki čelne ploskve moznika in uporabi razlikujemo:



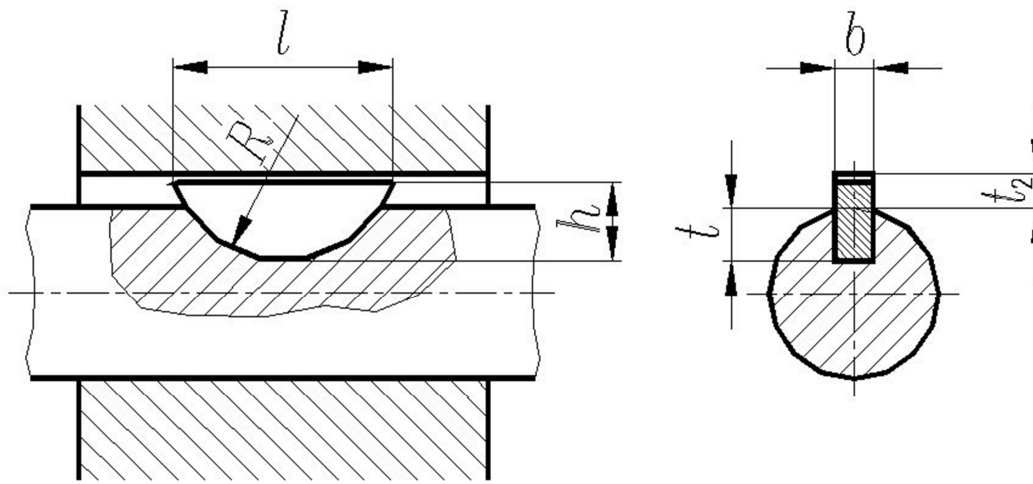
Drsni mozniki

- Uporabljajo se kot vodila za pesta, ki se tako lahko premikajo vzdolž gredi.
- Moznik ima po širini v utoru gredi tesni ujem N9/h9 ali P9/h9, v utoru pesta pa ohlapni ujem J9/h9 ter zračnost med hrbtom moznika in dnom utora v pestu. Taksen moznik je uporaben tudi takrat, ko želimo premikati pesto vzdolž gredi med vrtenjem (zobniki v menjalniku).
- Drsni moznik je največkrat na gred pritrjen še z vijaki, ki preprečujejo izpadanje moznika pri vzdolžnem vodenju pesta.



Segmentni moznik

- Ima obliko odsekane krožne plošče. Krožni rob leži v krožnem utoru gredi.
- Uporablja se lahko kot zagovzda, ker sam zavzame tak položaj, ki ustreza položaju utora v pestu. Utor v pestu ni potrebno izdelati z natančnim nagibom.
- Ker je utor v gredi razmeroma globok, je gred močno oslABLJENA.
- Izdelava moznika in utora je razmeroma enostavna in poceni.
- Uporabljamo jih za prenašanje manjših vrtilnih momentov in za zavarovanje lege dveh delov. (pri obdelovalnih strojih in motornih vozilih).
- Obliko in mere segmentnih moznikov določa standard DIN 6888.



Označevanje moznikov

- Mozniki so v vzdolžnem prerezu zveze nešrafirani, v prečnem prerezu pa jih šrafiramo.
- Pri kotiranju utora v pestu in gredi veljajo ista pravila kot za vzdolžne zagozde.
- moznike v kosovnicah sestavnih risb označujemo, kot določa ustrezni standard.
- Oznaka standardnega moznika: *moznik tip $b \times h \times l$ standard*,
- primer: *moznik A 10 x 8 x 80 DIN 6885 T1*.

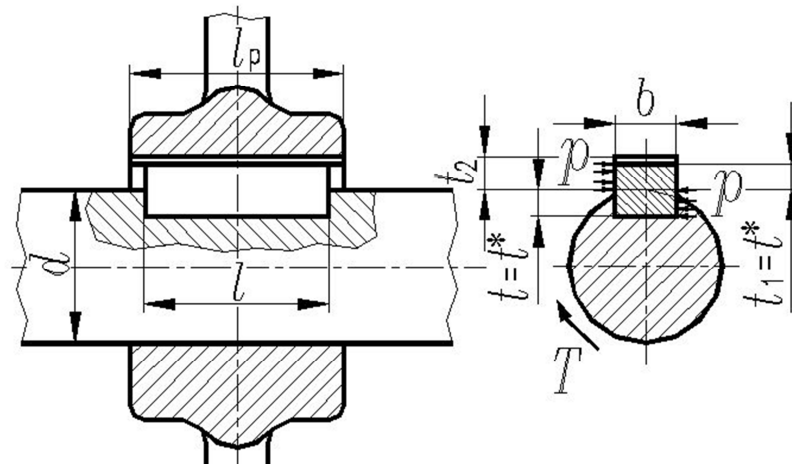
Materiali za moznike

- Za moznike uporabljamo iste materiale kot za zagozde. To so jekla z dovolj veliko trdnostjo, žilavostjo in trdoto. Največkrat so mozniki izdelani iz konstrukcijskih jekel z oznakami E295GF, S275JR, S355JR in E335.

Preračun moznikov

- Mozniki so v zvezah zaradi vrtilnega momenta T obremenjeni na strig in površinski tlak. Strižna napetost je v primerjavi s površinskim tlakom zanemarljiva, zato izvajamo kontrolo izbranega moznika I_e na površinski tlak.
- **Potek izračuna:**
 1. S pomočjo TAB 87 izberemo glede na premer gredi d presek moznika $b \times h$.
 2. Dolžino moznika izberemo glede na dolžino pesta l_p . Za določitev standardne dolžine uporabimo TAB 87.
 3. Izračunamo dolžino naleganja moznika l .
 4. Izračunamo površinski tlak med moznikom in podlago in ga primerjamo z dopustnim, ki je podan v TAB 88.

Površinski tlak p na mozniku



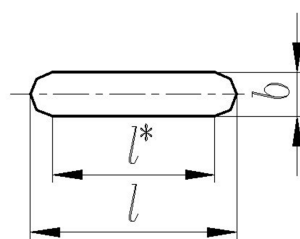
$$p = \frac{F}{t^* l^*} = \frac{2T}{d t^* l^*} \leq p_{\text{dop}}$$

- Za poenostavljeni (praktični) izračun vzamemo:

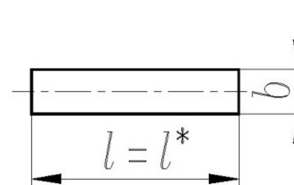
$$t^* = \frac{h}{2}$$

$$p = \frac{2F}{h l^*} = \frac{4T}{d h l^*} \leq p_{\text{dop}}$$

- t^* [mm] višina naleganja moznika v pestu ali gredi,
- l^* [mm] dolžina naleganja moznika v utoru.



moznik tip A



moznik tip B

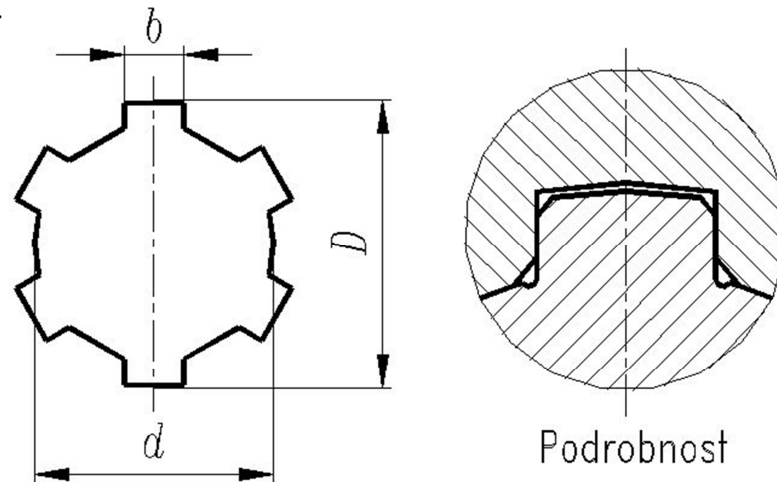
- za moznike z zaobljenim čelom, $l^* = l - b$
- za moznike z ravnim čelom $l^* = l$

Utorne gredi

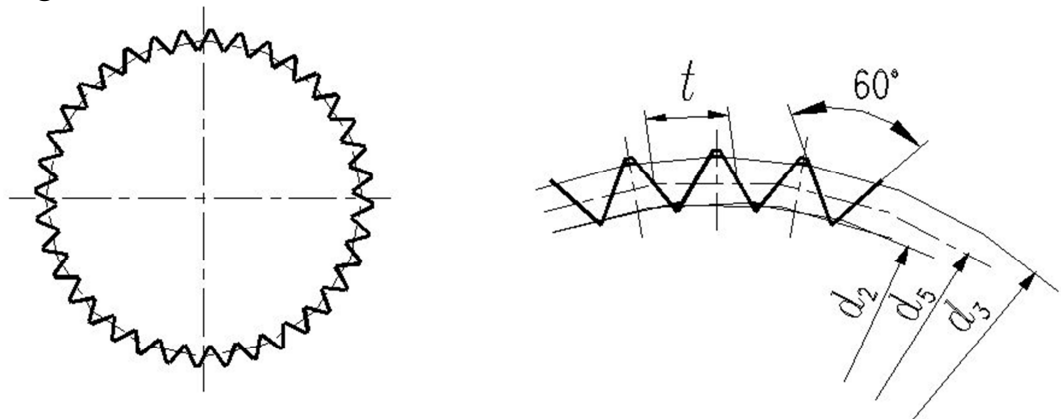
- Utorne zveze uporabljamo za prenašanje velikih in sunkovitih obremenitev (dinamične obremenitve). Uporabljamo jih torej v primerih, ko bi za zvezo potrebovali več kot dva moznika, zaradi česar bi bila gred preveč oslabljena.
- Oblika in mere utornih zvez so standardizirane in določene s standardi SIST ISO 14, DIN 5464, DIN 5466 T1, DIN 5471, DIN 5472, DIN 5481 T1 in T3.

V splošni strojegradnji uporabljamo:

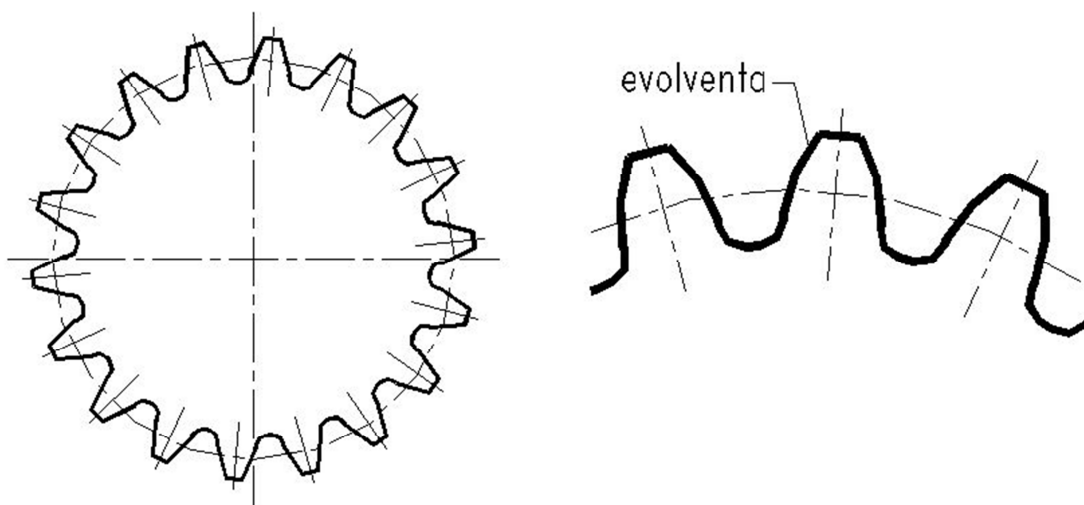
- **Utorna zveza z ravnimi stranicami** - uporablja se predvsem pri obdelovalnih strojih, cestnih vozilih in gradbenih strojih. Zveza med pestom in gredjo ima ohlapni ali prehodni ujem. **Premer d** ima ujem $H7/g6$ ali $H7/j6$, **premer D** ima ujem $H11/h11$, **širina b** ima ujem $D9/A9$ ali $D9/h8$.



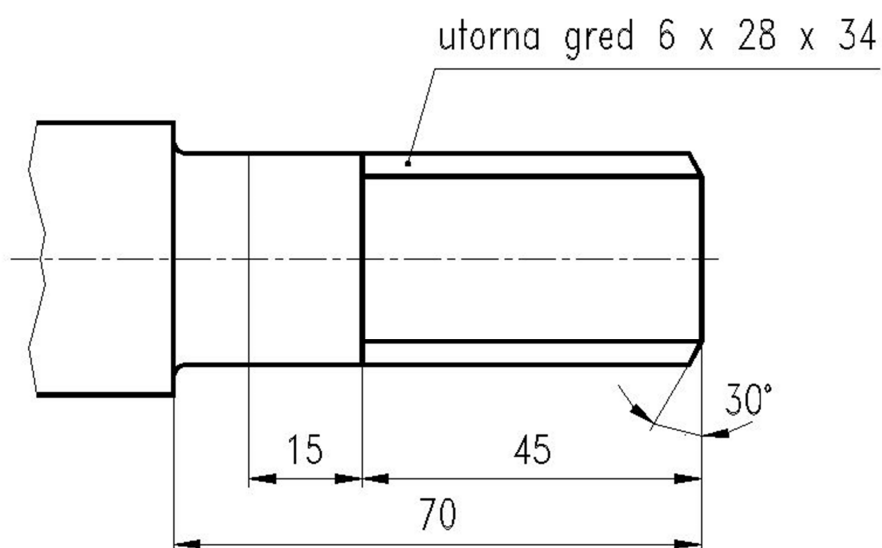
- **Utorna zveza s trikotnimi utori** se uporablja pri lažjih cestnih vozilih (osebni avtomobili, motorna kolesa itd.). Prek nje se prenaša vrtilno gibanje (vrtilni moment), obenem pa omogoča tudi nastavljanje lege pesta proti gredi.



- **Utorna zveza z evolventnimi utori** se uporablja za težja cestna vozila (tovornjaki, avtobusi), gradbene, kmetijske in druge stroje. Poleg prenosa vrtilnega momenta omogoča še nastavljanje lege pesta proti gredi.



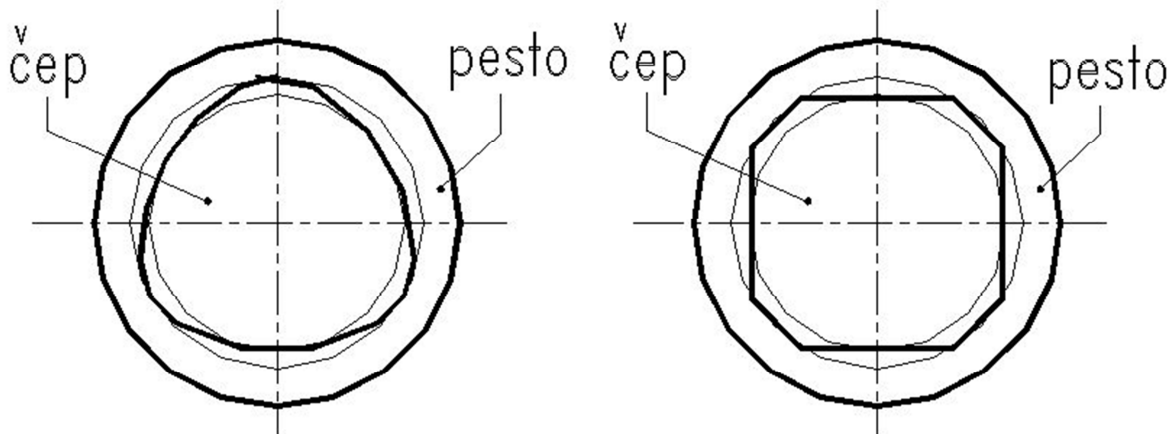
- Ker je risanje utornih zvez s popolno risbo prezahtevno, se za prikazovanje le-te uporablja poenostavljen način risanja.



Poligonalni ali K-čep

- Ta zveza pesta z gredjo je najprimernejša za prenos največjih in sunkovitih obremenitev.
- Oblika zveze je teoretično enakostranični trikotnik z močno zaobljenimi robovi.
- Zveza predstavlja najugodnejšo rešitev glede zareznege vpliva in praktično nima nobene oslabitve.
- Uporablja se pri najbolj zahtevnih obratovalnih pogojih (pogon valjarniških valjev).

- Čep in pesto imata enak profil, izdelana sta s prehodnim ujemom. Zveza je lahko izdelana z valjastim ali stožčastim čepom.
- Edina slaba stran te zveze je zahtevna in draga izdelava.



ZVEZE PESTA Z GREDJO S SILO

- Obremenitev se s pesta na gred in obratno prenaša s trenjem.
- Gred in pripadajoča izvrtina v pestu sta gladke valjaste ali stožčaste oblike.
- Torno silo med gredjo in luknjo v pestu povzroči pravokotna (normalna) sila med dotikajočima se površinama.
- Normalno silo ali pritisk med dotikajočima se površinama dosežemo na naslednje načine:
 - dvodelno pesto pritiskamo na gred z vijaki (spenjalna zveza),
 - gred in pesto sta konična, normalno silo dosežemo z osno silo, ki deluje na pesto,
 - med gred in pesto vstavimo elastične elemente, ki v radialni smeri pritiskajo na gred in luknjo pesta ter povzročajo trenje,
 - s krčnim nasedom.

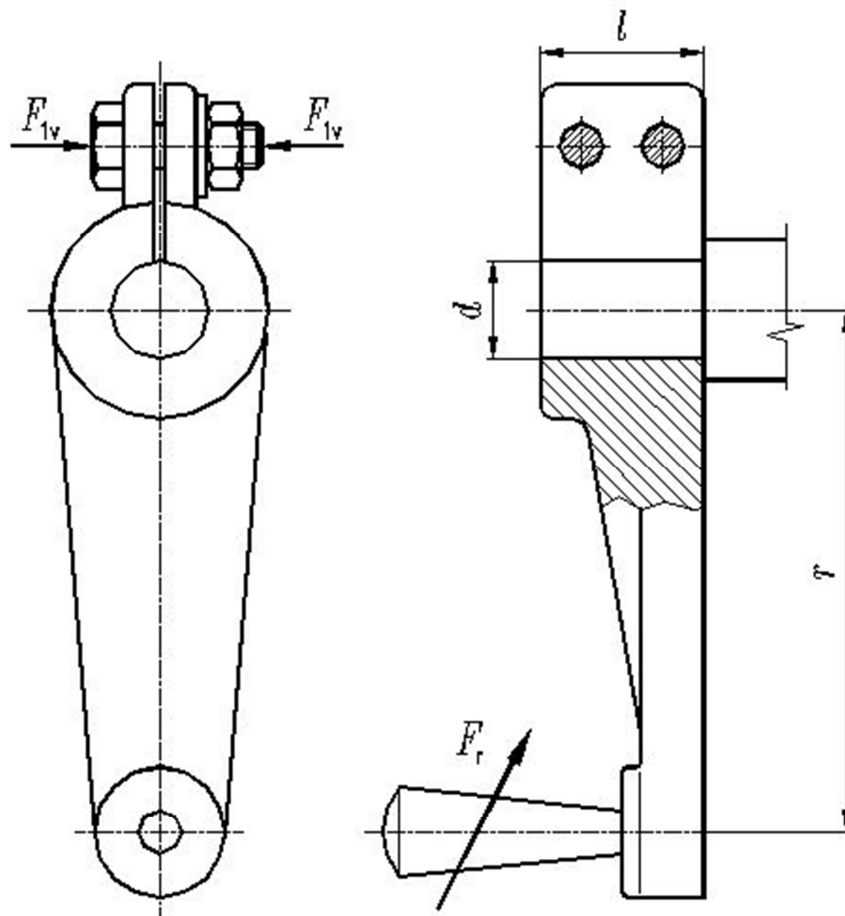
Spenjalna zveza z gredjo

- Potrebno normalno silo med gredjo in pestom dosežemo tako, da pesto k gredi pritismo z vijaki. Zveza je uporabna za prenašanje manjših vrtilnih momentov.
- Izračun površinskega tlaka med pestom in gredjo:

$$p = \frac{F_{lv}}{dl} i$$

$$F_{lv} = \frac{T}{\mu_0 \cdot \pi \cdot d \cdot i} v_z$$

$$T = F_r \cdot r$$

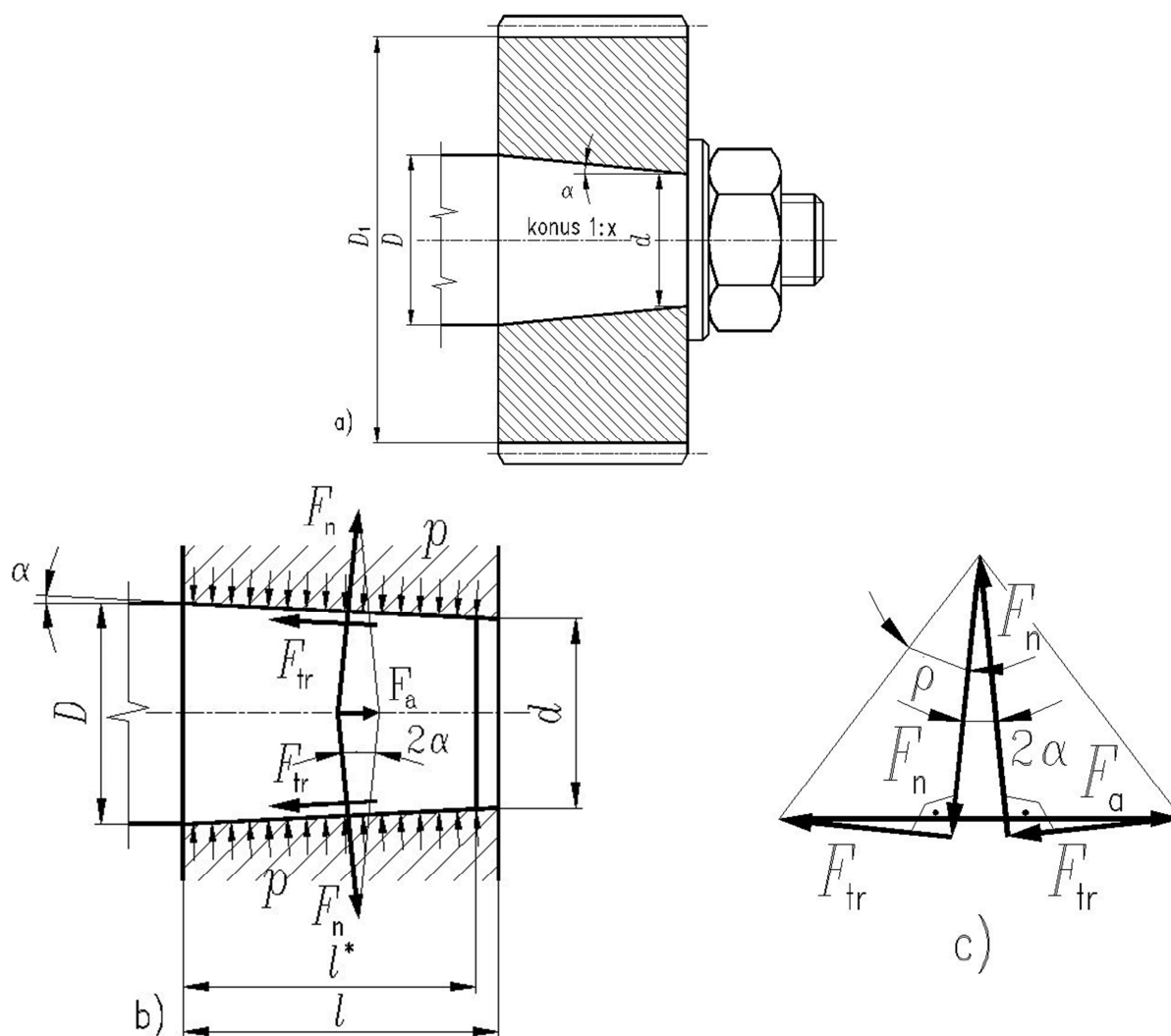


- F_{lv} [N] sila prednapetja na enem vijaku,
- F_r [N] zunanja obremenitev,
- T [Nm] vrtilni (torzijski) moment,
- D [mm] premer gredi,
- l [mm] dolžina pesta,
- i število vijakov v zvezi,
- μ_0 torni količnik v mirovanju, TAB 7,
- v_z varnostni faktor proti zdrsu ($v_z \geq 1,8$).

- Enačbe za izračun površinskega tlaka veljajo le ob pogoju, da je zveza izdelana s tesnim ujemom.
- Material pesta je za spenjalne zveze največkrat jeklo, temprana, jeklena, nodularna ali siva litina.

Zveza pesta z gredjo s koničnim nasedom

- Konus centrirajo položaj gredi proti pestu in povzročijo zadostno trenje za prenos vrtilnega gibanja (vrtilnega momenta).
- Konus na gredi in v izvrtini pesta sta izdelana z enakim kotom.
- Pesto pritrdimo na stožčasto postružen čep s čelnim vijakom.
- Zvezo proti zdrsu dodatno zavarujemo s segmentnim možnikom.
- Konus je odvisen od namena uporabe zveze in je:
 - 1 : 5 za zveze, ki se pogosto razstavljajo,
 - 1 : 10 za prečno in vzdolžno obremenjene zveze,
 - 1 : 15 za prečno obremenjene zveze,
 - 1 : 20 za vzdolžno obremenjene zveze.



- Zveza postane samozaporna, če je $\alpha \leq \rho$. Zveza je takrat obstojna tudi, ko preneha delovati osna sila F_a .

$$F_a = \frac{T \cdot v_z}{\mu_o \cdot D_{sr}} (\sin \alpha + \mu_o \cdot \cos \alpha)$$

$$p \approx \frac{F_a}{\pi \cdot D_{sr} \cdot l^{\circ} \cdot \tan(\alpha + \rho)} = \frac{2T \cdot v_z}{\pi \cdot D_{sr}^2 \cdot l^{\circ} \cdot v} \leq p_{dop}$$

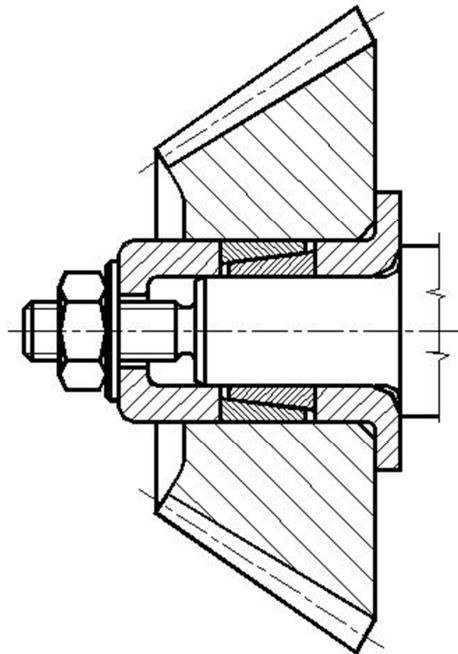
$$D_{sr} = \frac{D + d}{2}$$

$$\tan \alpha = \frac{D - d}{2l} = \frac{1}{2x} \qquad \frac{1}{x} = \frac{D - d}{l}$$

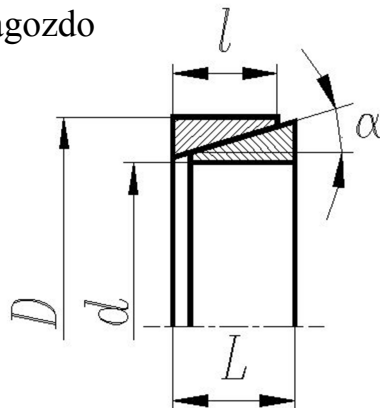
- F [N] osna (aksialna) sila
- T [Nm] vrtilni (torzijski) moment,
- p [MPa] površinski tlak med pestom in gredjo
- p_{dop} [MPa] dopustni površinski tlak med pestom in gredjo, TAB 53
- d [mm] manjši premer konusa,
- D [mm] večji premer konusa,
- D_{sr} [mm] srednji premer konusa,
- μ_o torni količnik v mirovanju, TAB 7,
- v_z varnostni faktor proti zdrsu ($v_z = 1,3$ do $1,4$),
- v faktor dvojenja materiala (za jeklo na jeklo in jeklo na sivo litino $v = 0,1$),
- l [mm] dolžina pesta,
- l° [mm] dolžina naleganja gredi in pesta,
- x oznaka konusa (npr. $1 : x = 1 : 10 \Rightarrow x = 10$),
- α [°] polovični kot konusa,
- ρ [°] torni kot, ($\tan \rho = \mu_o$).

Zveza pesta z gredjo z obročnimi zagozdami

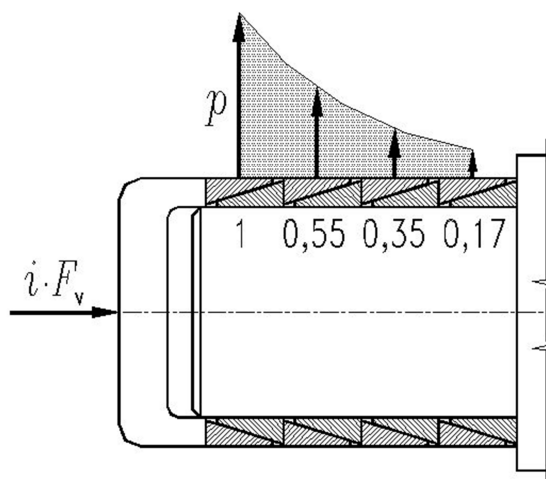
- Zvezo sestavljata najmanj dva enaka stožčasta obroča (zagozdi) iz jekla za poboljšanje. Obroči so vedno v parih.
- Zunanji površini sta valjasti, kar omogoča enostavno in ceneno izdelavo in montažo gredi in pesta.
- Pritezno silo ustvarimo s čelnim vijakom.
- Vrtilno gibanje se prenaša s trenjem.
- Zveza je brez zareznege vpliva, kar je velika prednost.
- Za pesto izbiramo tolerance $H7$ ali $H8$, za gred pa $h6$ ali $h8$.
- Obroči imajo polovični kot konusa $\alpha = 16^\circ 42'$.
- Izdelujejo jih tovarne (*Ringspann Albrecht Maurer KG, Bad Hamburg* iz Nemčije) v velikih serijah, zato so poceni.
- Mere obročnih zagozd so podane v TAB 93.



- Zveza z obročno zagozdo

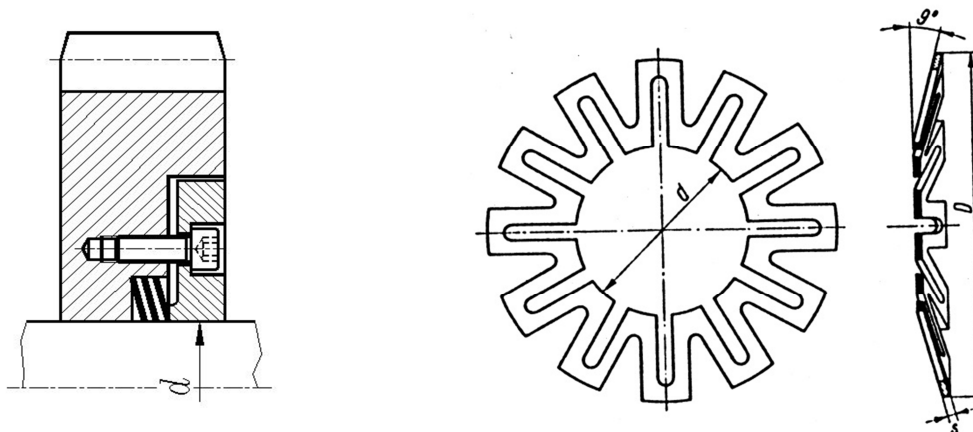


- Razdelitev tlaka na obroče



Zveza pesta z gredjo z elastičnimi elementi

- Elastične obroče vgrajene med pesto in gred stiskamo z vijaki v vzdolžni smeri s silo F_a , ki deformira obroče. Zaradi stiskanja se obročem poveča zunanji in zmanjša notranji premer. Pri pritiskanju na gred in izvrtino pesta povzročajo trenje, ki omogoča prenos vrtilnega momenta s pesta na gred ali obratno.
- Uporabljajo se za pritrnitev zobnikov, jermenic, verižnih koles, vztrajnikov in podobnih delov na gredi.
- Gredi so izdelane s toleranco A9, pesta pa s tolerance H9.
- Število elastičnih elementov izberemo po priporočilih proizvajalcev glede na velikost vrtilnega momenta, premer elementov pa glede na premer gredi (*Ringspann Albrecht Maurer KG, Bad Hamburg*).



Zveza pesta z gredjo s tesnim ujemom

- Zvezo pesta in gredi s tesnim ujemom naredimo kot nerazstavlljivo zvezo.
- V tem primeru ima zveza veliko nadmero, ki povzroči velik tlak med pestom in gredjo, katerega posledica je trenje, potrebno za prenos vrtilnega momenta.