

ZÁKLADY ELEKTROTECHNICKÉHO INŽINIERSTVA

**Technická dokumentácia
v elektrotechnike**

Prednáška 3

Prednášky: **doc. Ing. Ján KAŇUCH, PhD.**

E-mail: **jan.kanuch@tuke.sk**

2.p. B-blok, miestnosť č. B 208

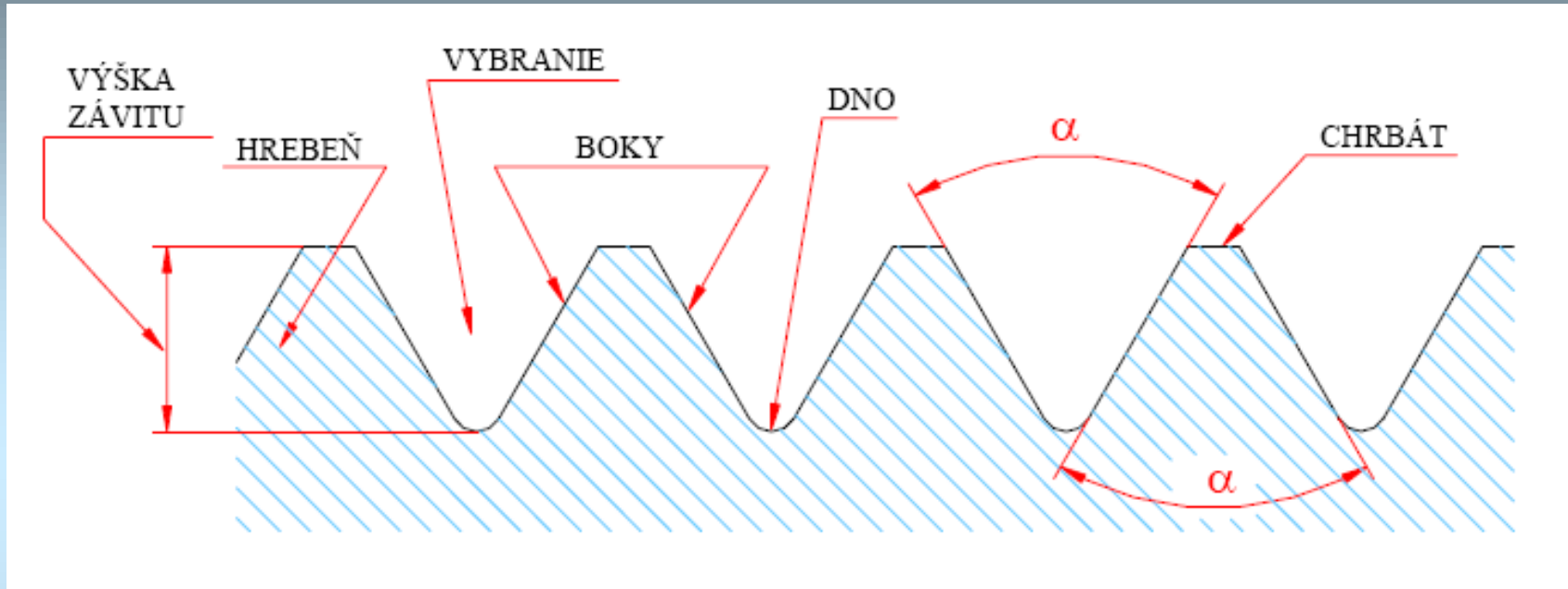
KRESLENIE ZÁVITOV - ZÁKLADNÉ POJMY

Druhy závitov

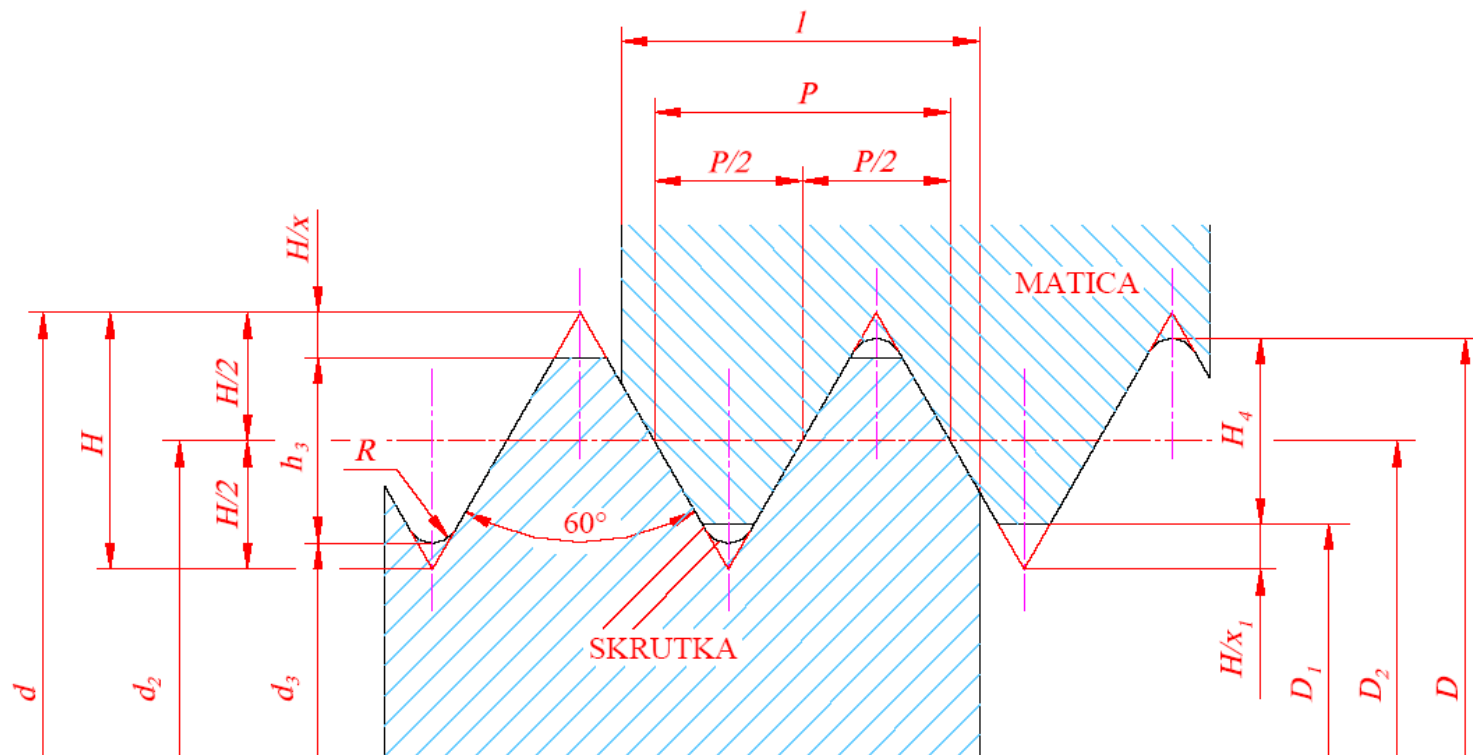
- **Metrický závit** - závit základného radu, závit s jemným stúpaním
- Whitworthov závit
- Vnútorňý závit na izolátory
- Edisonov závit - svetelná technika na päťice a objímky žiaroviek
- Závit pre ochranné sklá - svetelná technika
- Pancierový závit – použitie v elektrotechnike na spájanie pancierových rúrok
- Závit pre zvierky objímok
- Závit pre styčné skrutky poistiek.

Závitové profily sú rôzneho tvaru a sú normalizované. Najčastejšie sa používa metrický závit ktorý má trojuholníkový profil.

Základné prvky závit



Rez metrickým závitom

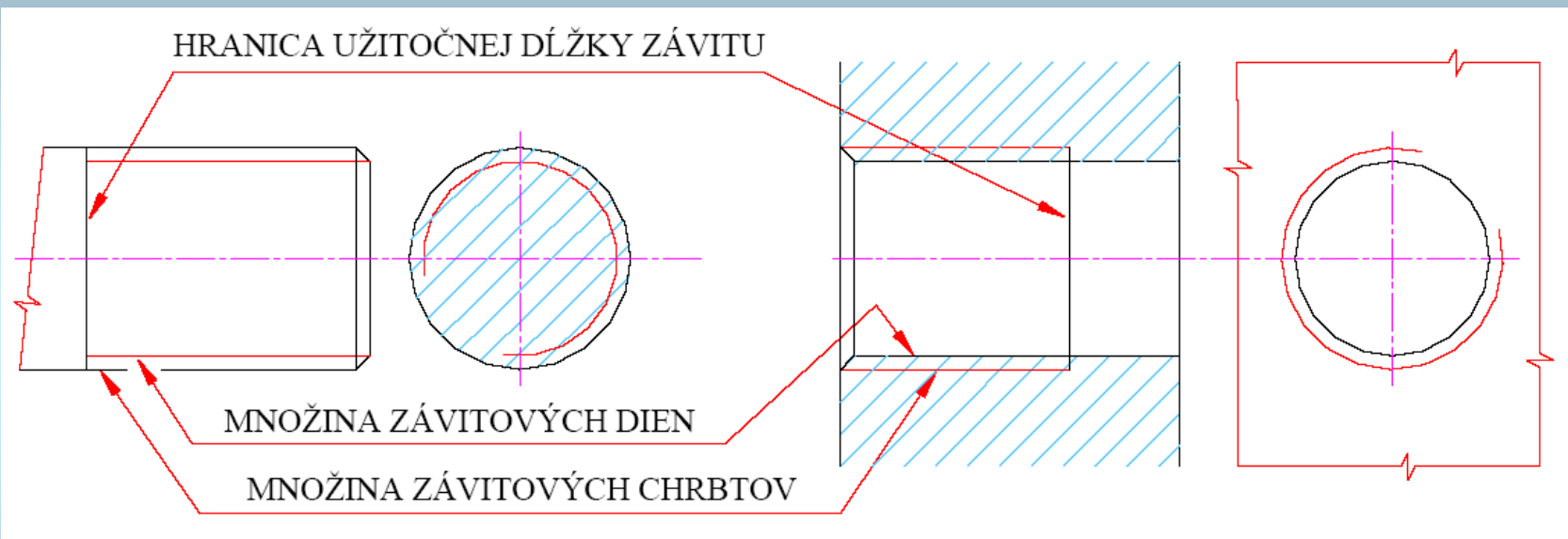


d - veľký priemer vonkajšieho závitu (skrutky),
určujúci priemer pre označovanie závitu,
 D - veľký priemer vnútorného závitu (matice),
 d_3 - malý priemer vonkajšieho závitu,
 D_1 - malý priemer vnútorného závitu,
 $D_2 = d_2$ - stredný priemer vnútorného
a vonkajšieho závitu

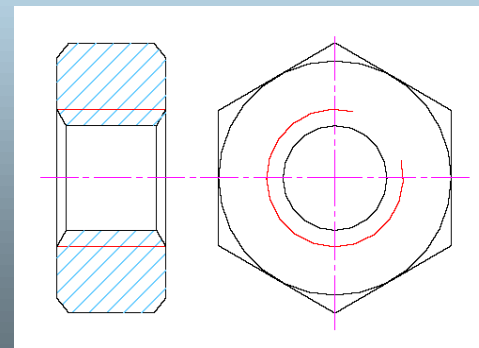
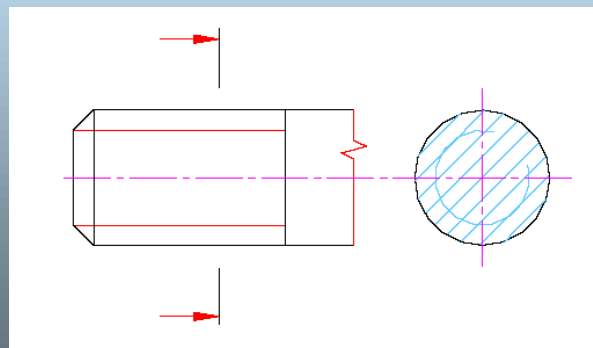
P - roztup závitu,
 H - výška základného trojuholníka,
 H_4 - výška vnútorného závitu,
 h_3 - výška vonkajšieho závitu,
 l - dĺžka zaskrutkovania,
 R - menovitý polomer zaoblenia
dna závitu.

KRESLENIE ZÁVITOV

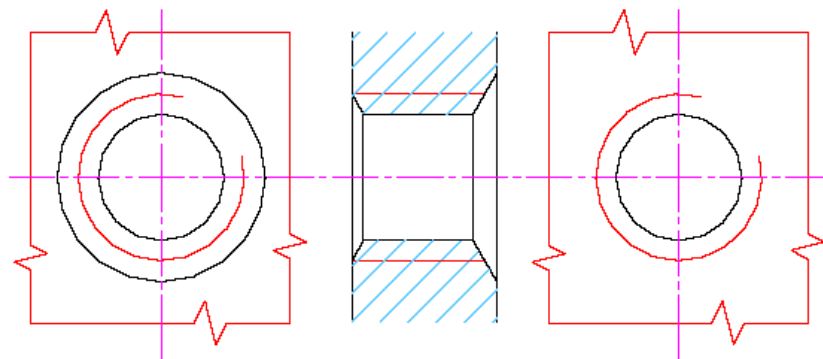
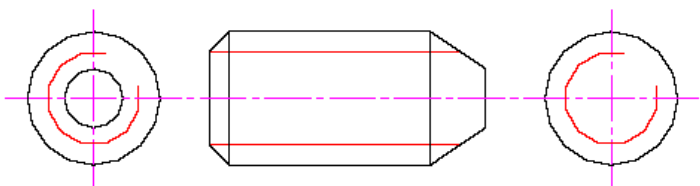
Všetky druhy závitov sa zobrazujú symbolicky a rovnako. Množina závitových chrbtov aj množina závitových dien sa vyznačujú jednou čiarou.



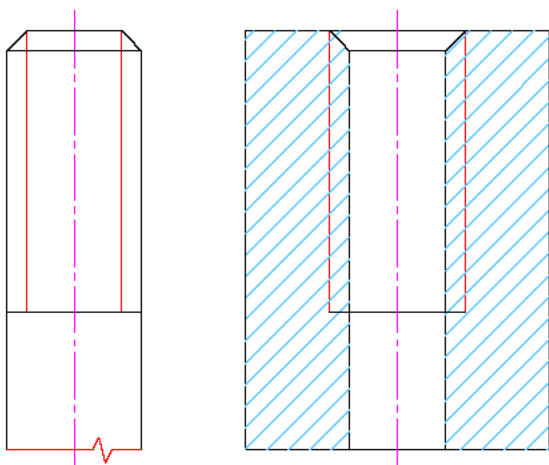
Kreslenie závitov



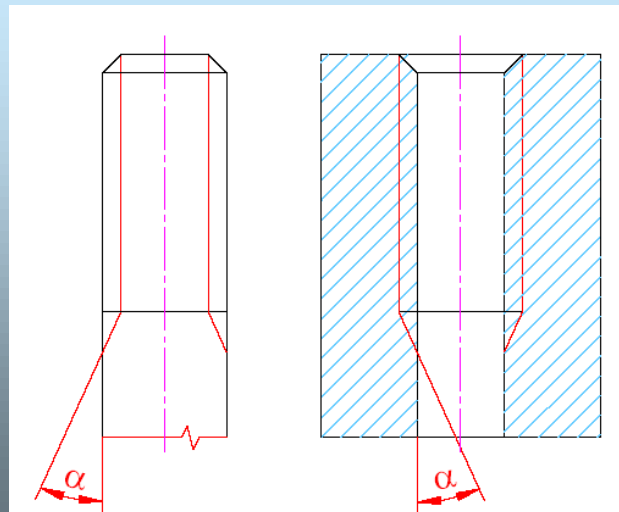
Kreslenie skosených hrán ktorými prechádza závit



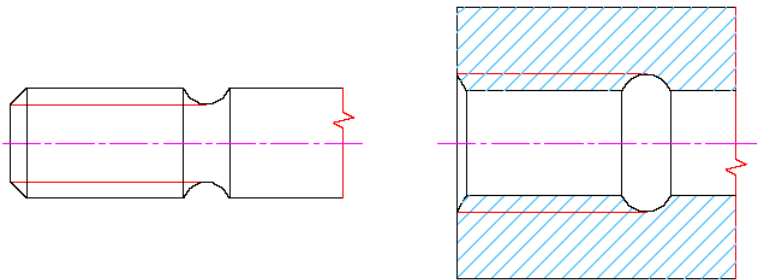
Kreslenie hranice užitočnej dĺžky závit



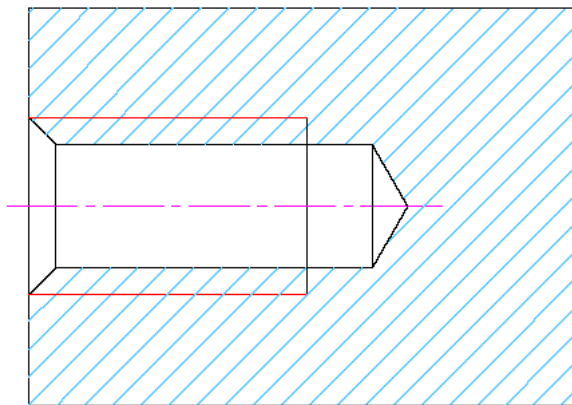
Kreslenie hranice užitočnej dĺžky závit s výbehom



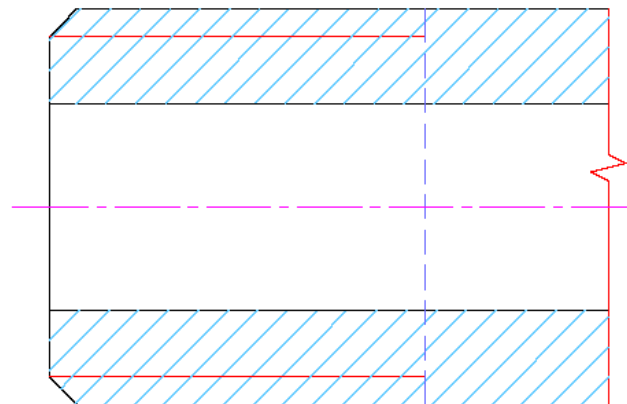
Ak je potrebný závit ktorý má plný profil po celej dĺžke, t.j. závit bez výbehu, musí závit končiť v normalizovanej drážke.



Závit vo vyvrtanej diere

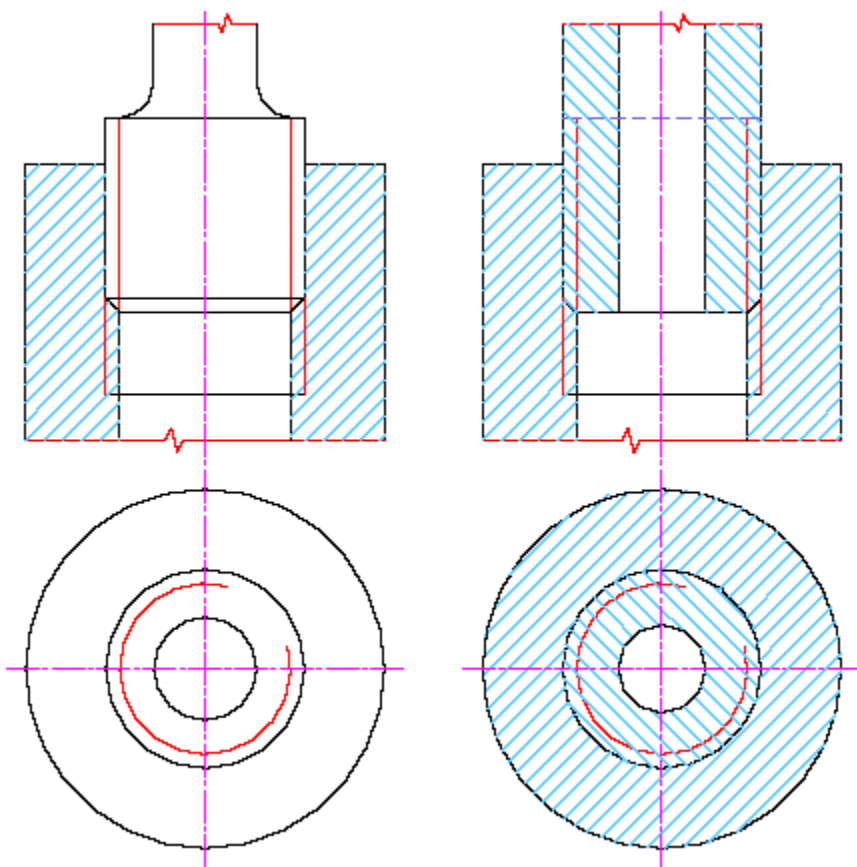


Vonkajší závit v reze



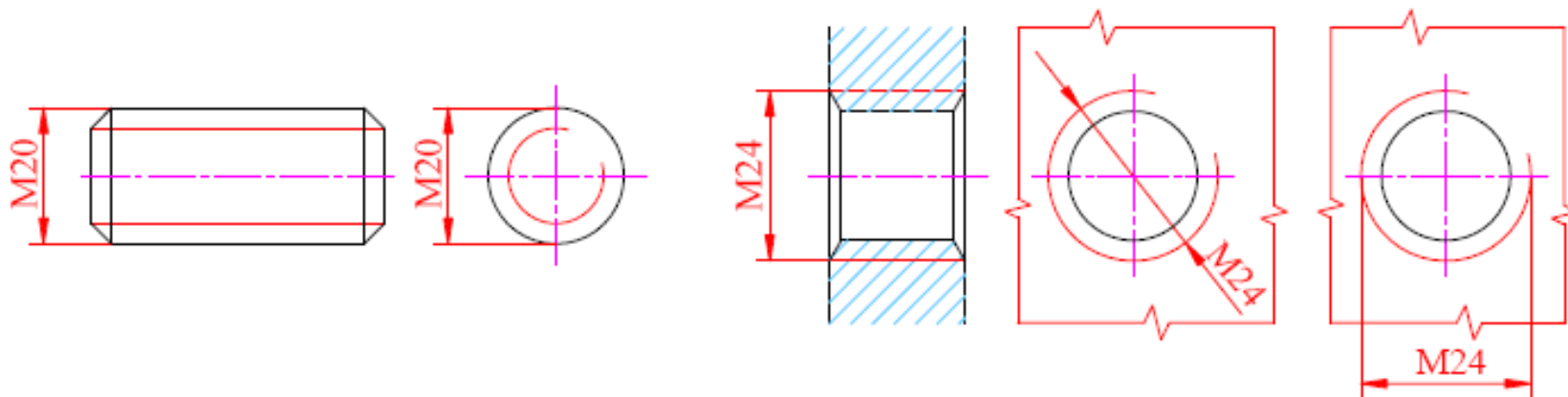
Poznámka: Ak je súčiastka s vonkajším závitom nakreslená v reze, neviditeľná hranica užitočnej dĺžky závitú sa nakreslí čiarkovanou čiarou hrubou alebo tenkou.

Pri kreslení závitových spojení v reze zobrazujú sa časti s vonkajším závitom tak, že prekrývajú príslušnú časť vnútorného závitu.

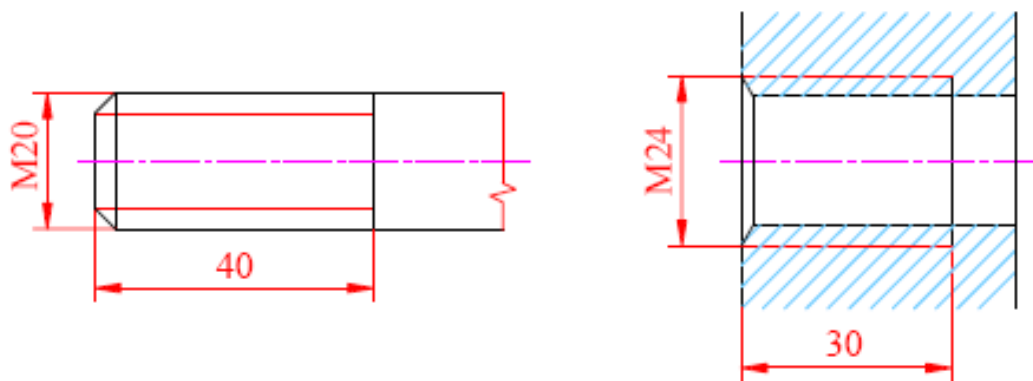


KÓTOVANIE ZÁVITOV

Kótovanie závitov skrutky a matice

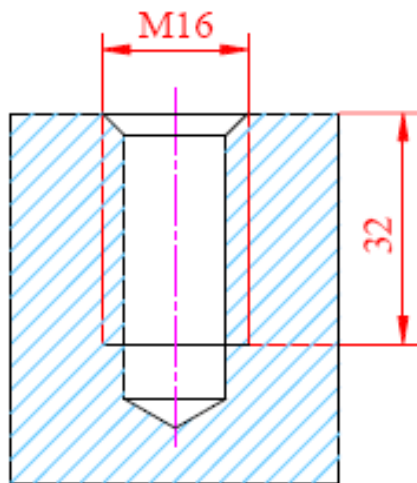


Kótovanie užitočnej dĺžky závit

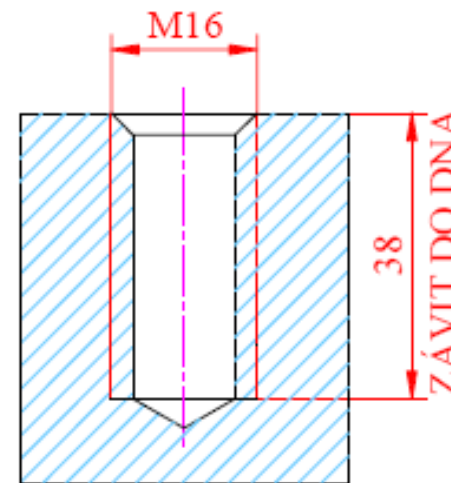
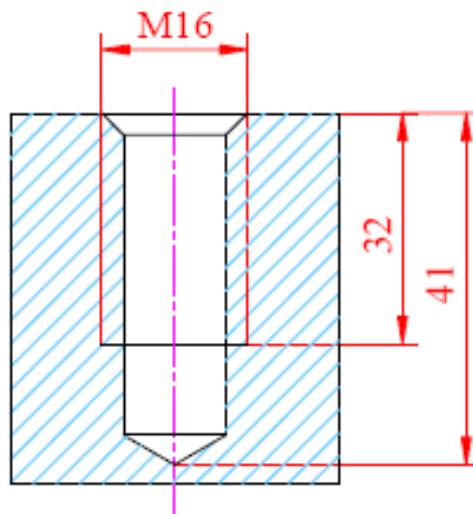


Kótovanie závitú v slepej diere

Bežné kótovanie



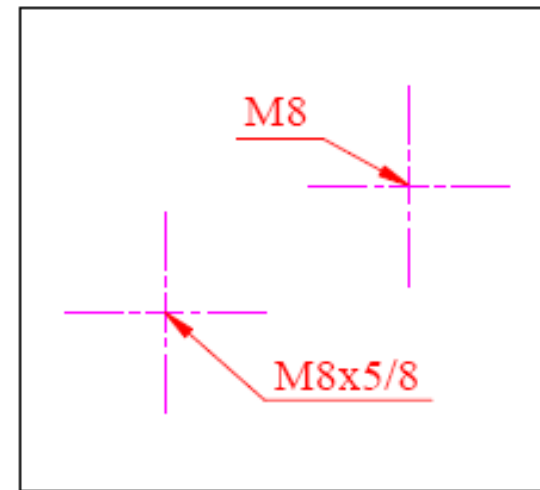
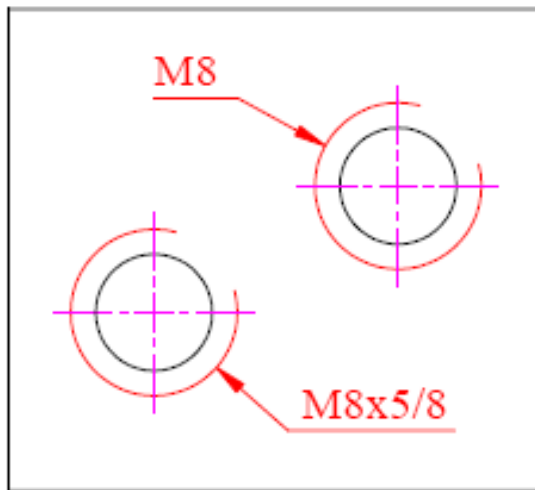
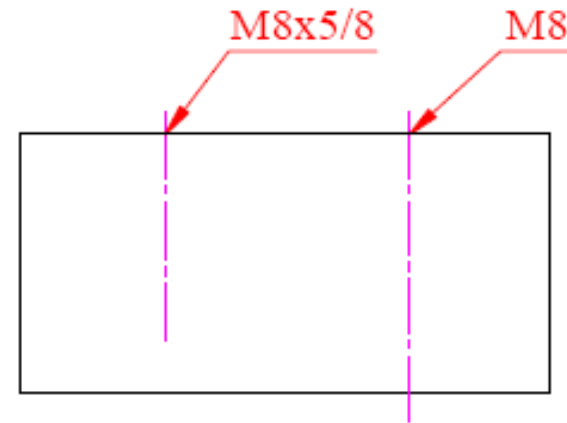
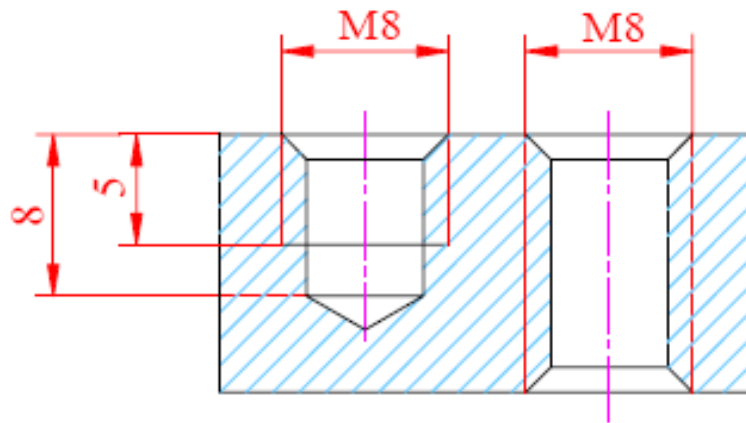
Špeciálne kótovanie



Ak je potrebné (v ojedinelých prípadoch) vyrobiť závit až do dna slepej diery, musí sa ku kóte napísať poznámka: **ZÁVIT DO DNA.**

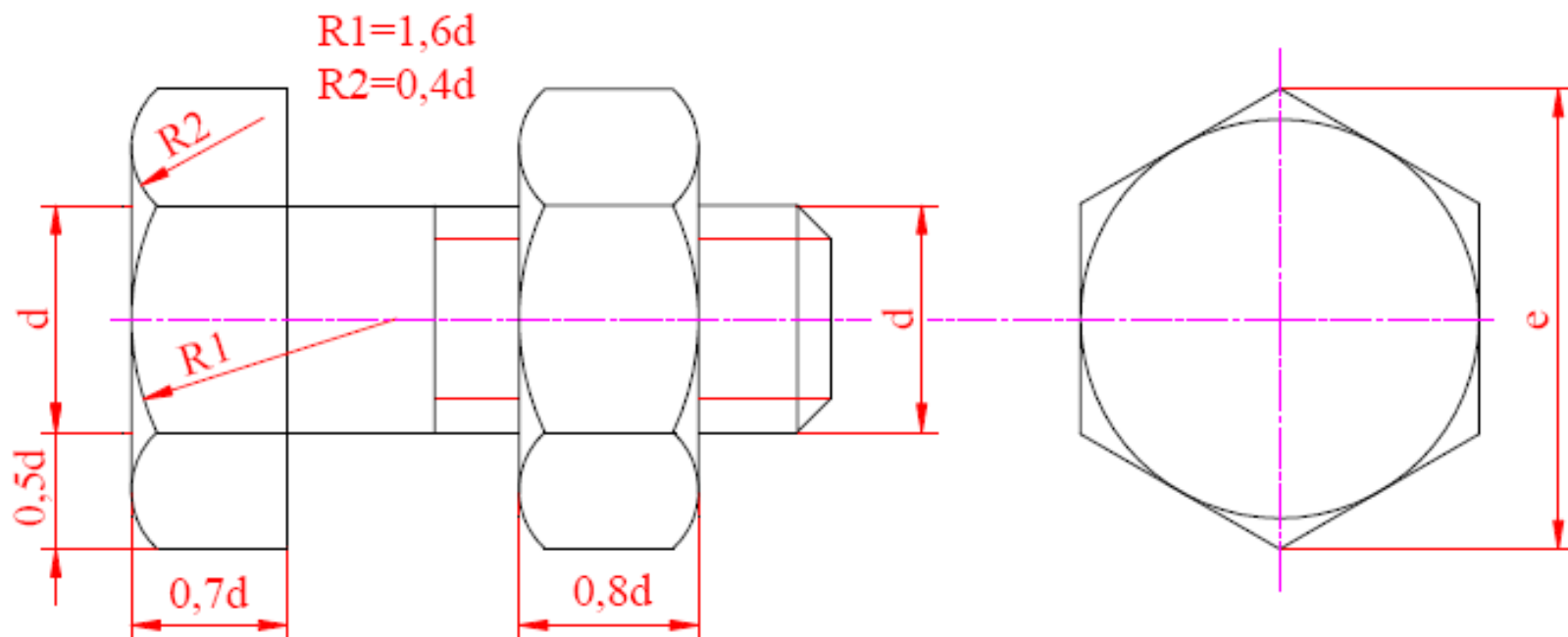
Kótovanie vnútorných závitov malých rozmerov

Vnútorné závitov malých rozmerov sa môžu kresliť a kótovať na zložitých výkresoch alebo pri veľkom zmenšení zjednodušene.

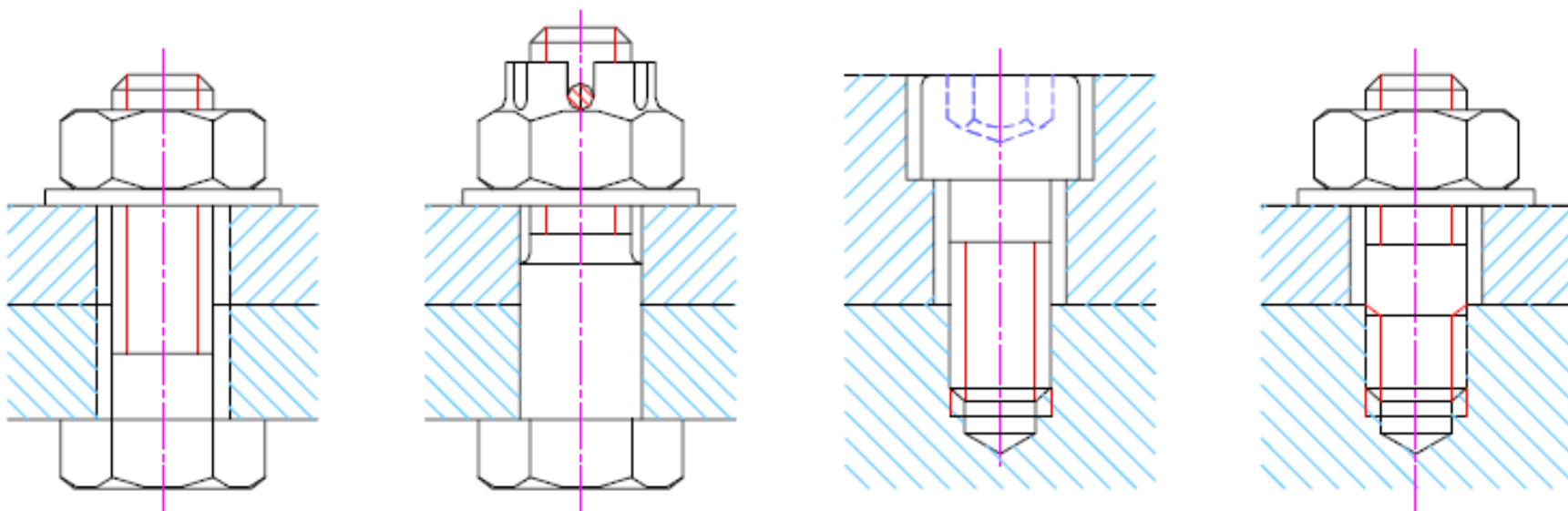


KRESLENIE SKRUTIEK A SKRUTKOVÝCH SPOJOV

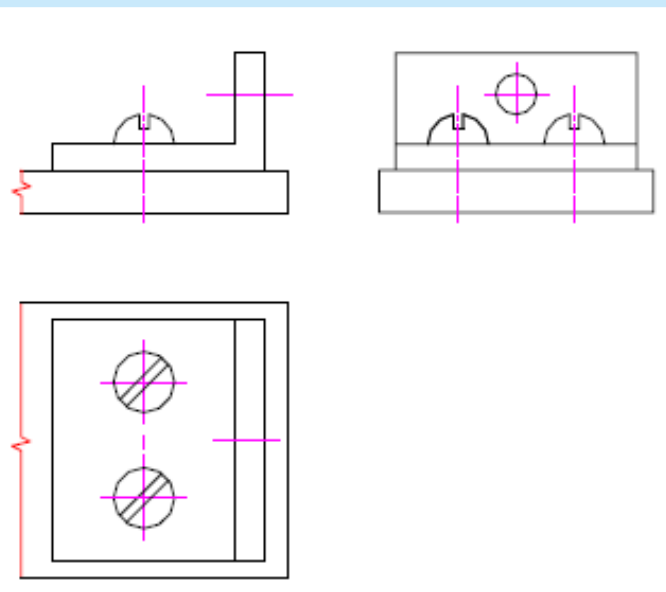
Najčastejšie používaným typom skrutiek a matic je skrutka so šesťhrannou hlavou a šesťhranná matica. Normalizované šesťhrany matic a hláv skrutiek sa znázorňujú obyčajne približným spôsobom. Vždy sa kreslia v pohľade a v takej polohe, aby boli viditeľné tri steny šesťhranu.



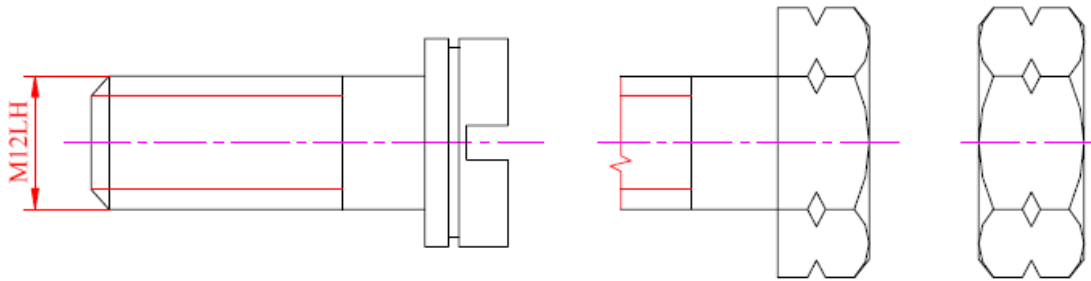
Príklady kreslenia skrutiek na spojovanie súčiastok



Skrutky s valcovou, polguľovou alebo so zapustenou hlavou s drážkou pre skrutkovák sa kreslia vo všetkých pohľadoch v takom natočení, aby drážka pre skrutkovák bola viditeľná. V pôdoryse sa drážka pre skrutkovák kreslí natočená k osi skrutky pod uhlom 45° .



Vyznačenie ľavého závitú na skrutke a matici



PREDPISOVANIE SKRUTIEK A MATÍC V TECHNICKEJ DOKUMENTÁCII

Skrutka so šesťhrannou hlavou so závitom k hlave podľa STN EN ISO 4018 (02 1103), výrobnéj triedy C, s veľkým priemerom závitú M16, menovitou dĺžkou 80 mm a triedou vlastností 4.6 sa predpíše:

SKRUTKA SO ŠEŠŤHRANNOU HLAVOU ISO 4018 - M16 x 80 - 4.6

Šesťhranná matica, typ 1 podľa STN EN ISO 4032 (02 1401), s veľkým priemerom závitú M20, a triedy vlastností 8 sa predpíše:

ŠEŠŤHRANNÁ MATICA ISO 4032 - M20 - 8

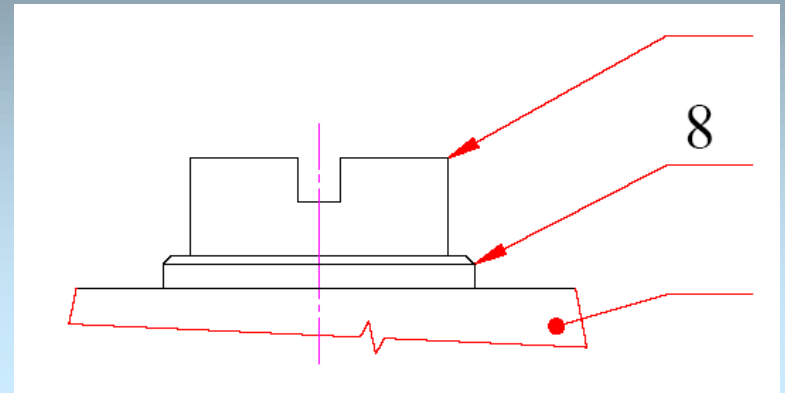
KRESLENIE A KÓTOVANIE NORMALIZOVANÝCH SÚČIASTOK

Podložky

Normalizované podložky sa kreslia len na výkresoch zostáv, a to v podhľade alebo v priečnom reze. Majú svoje pozičné číslo a uvádzajú sa v zozname položiek aj s číslom príslušnej normy. Napr. presná podložka s priemerom $D=21$ mm vyrobená z ocele 11 421, kadmiovaná sa zapíše v súpise položiek:

PODLOŽKA 21 STN 02 1702.14

Normalizovaných podložiek je niekoľko druhov. Podložky nenormalizované sa musia nakresliť a podrobne zakótovať.

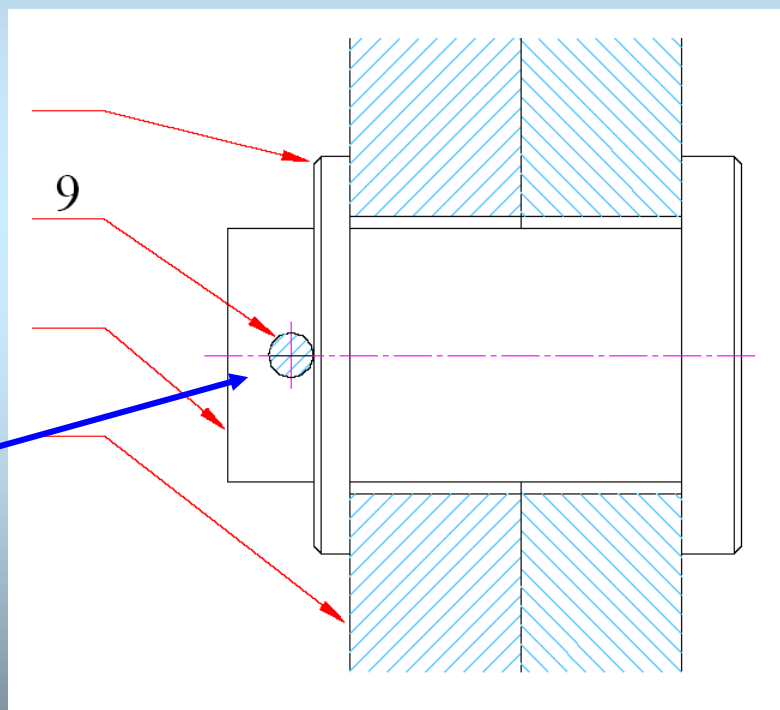
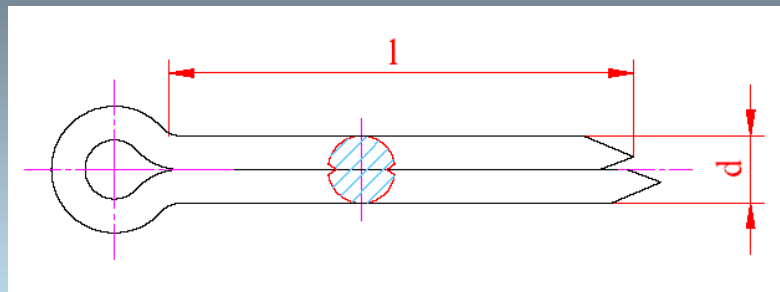


Kreslenie podložky na výkrese zostavenia

Závlačky

Normalizované závlačky sa kreslia len na výkrese zostáv, a to obyčajne v priečnom reze. Obidve polovice závlačky v reze sa šrafujú jedným smerom. Na výkrese zostavenia sa závlačka označí samostatným pozičným číslom. V súpise položiek sa závlačka označí samostatným pozičným číslom a predpíše sa podľa príslušnej normy. Napr. oceľová závlačka podľa STN EN ISO 1234 (02 1781) bez povrchovej úpravy priemeru 5 mm a dĺžky 50 mm sa označí:

ZÁVLAČKA ISO 1234 - 5 x 50 - St

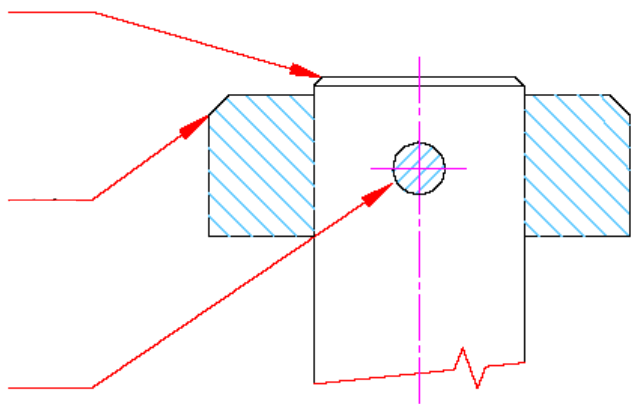


Kolíky

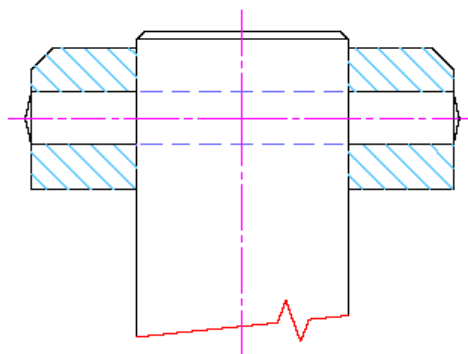
Normalizované kolíky sa kreslia na výkresoch zostavení v pozdĺžnom pohľade alebo v reze bez ohľadu na to, či ide o kolík valcový alebo kužeľový. Normalizovaný kolík má samostatné pozičné číslo. V zozname položiek sa uvedú hlavné rozmery a číslo normy. Pre kužeľový kolík sa uvádza priemer tenšieho konca. Napr. valcový kolík podľa STN EN ISO 2338 (02 2150) z nezakalenej ocele priemeru 6 mm, dĺžky 25 mm sa označí

VALCOVÝ KOLÍK ISO 2338 - 6m6 x 25 - St

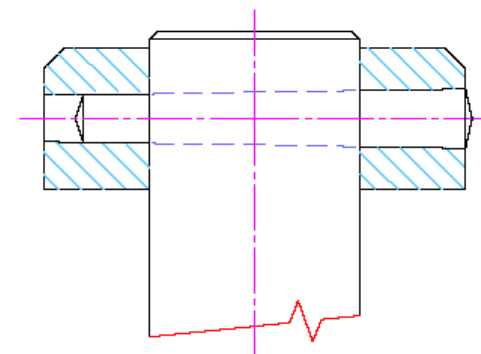
Diery pre kolíky sa často vrtajú a vystružujú spoločne v oboch súčiastkach, čo sa predpisuje na výkrese slovne, napr. VRTAŤ PRI MONTÁŽI, alebo VRTAŤ SPOLOČNE SO SÚČIASTKOU Č.V. a pod.



Zostava



Valcový kolík



Kužeľový kolík

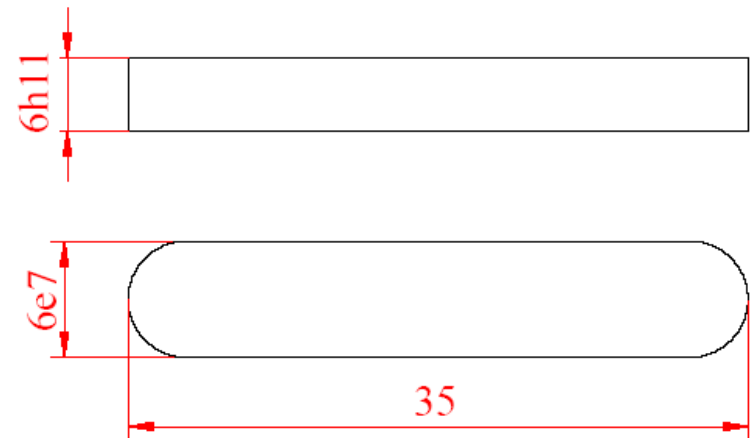
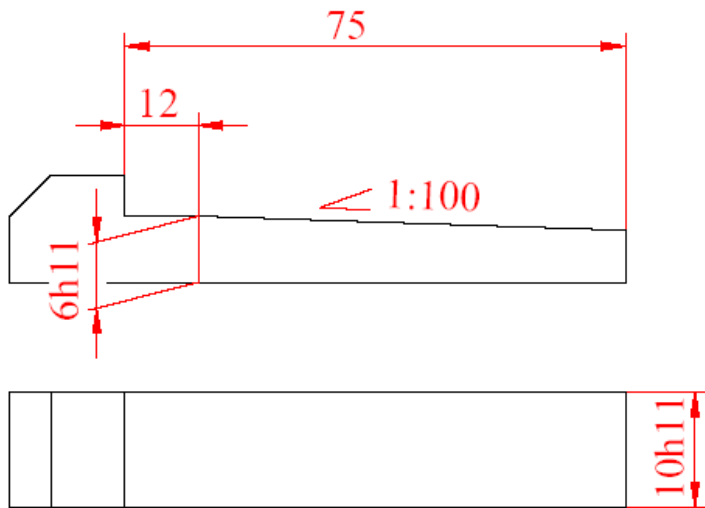
Kliny a perá

Kliny a perá sú určené na rozoberateľné spojenia súčiastok, ktoré prenášajú krútiaci moment. Zásadný rozdiel medzi klinom a perom je v tom, že klin má na čelnej ploche úkos a pero je bez úkosu. Normalizované klíny a perá sa kreslia len na výkresoch zostavení. V zozname položiek sa k názvu pripoja jeho určujúce rozmery, napr. klin šírky 10mm, výšky 6 mm a dĺžky 75 mm sa označí:

KLIN 10 x 6 x 75 STN 02 2532

Pero šírky 6 mm a dovolenou toleranciou e7, výšky 6 mm a dĺžky 35 mm sa označí:

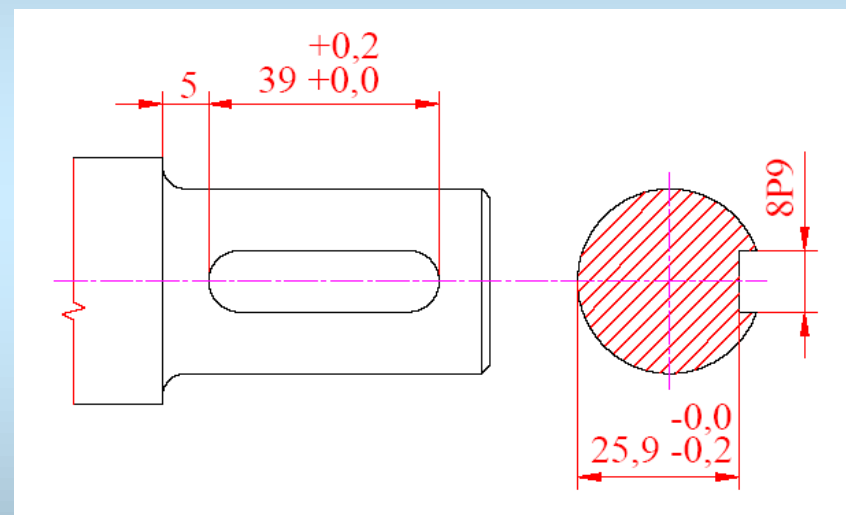
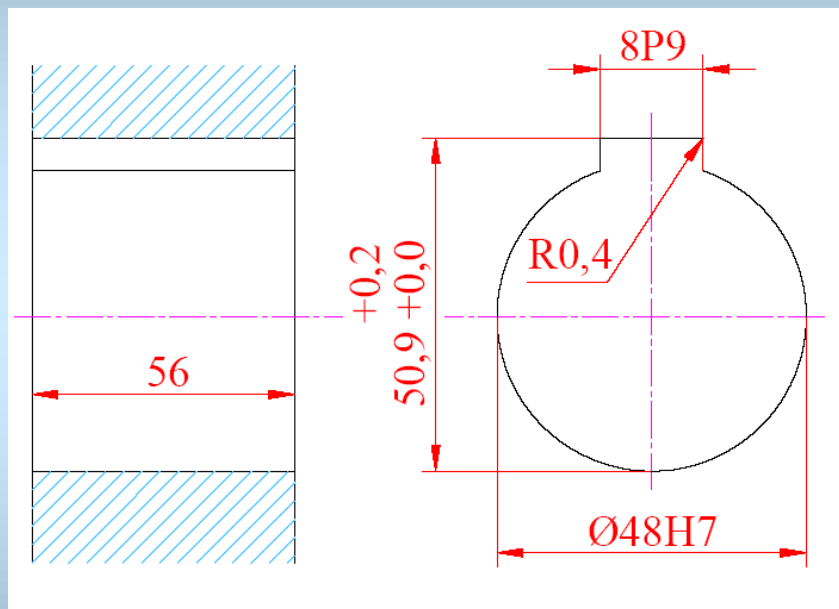
PERO 6e7 x 6 x 35 STN 02 2562



Poznámka: Zarazením klína do náboja vzniká výstredné uloženie, ktoré pôsobí na prevod nepriaznivo. V praxi sa uprednostňujú perá.

Kótovanie drážky pre pero

Drážky pre perá sa kótujú na súčiastkach s ohľadom na možnosti merania. Pri nábojoch sa spravidla nedá merať hĺbka drážky od pôvodnej povrchovej priamky, preto vždy sa kótuje rozmer $D+t$. Hĺbka drážky t sa vyhľadá v STN v závislosti na priemere diery D . Pri hriadeľoch sa kótuje rozmer $D-t$.

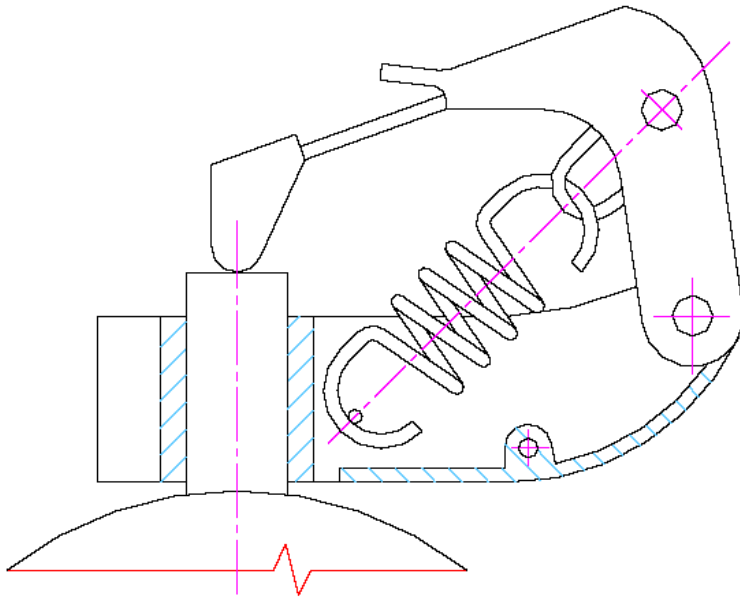


Kótovanie drážky pre pero v náboji

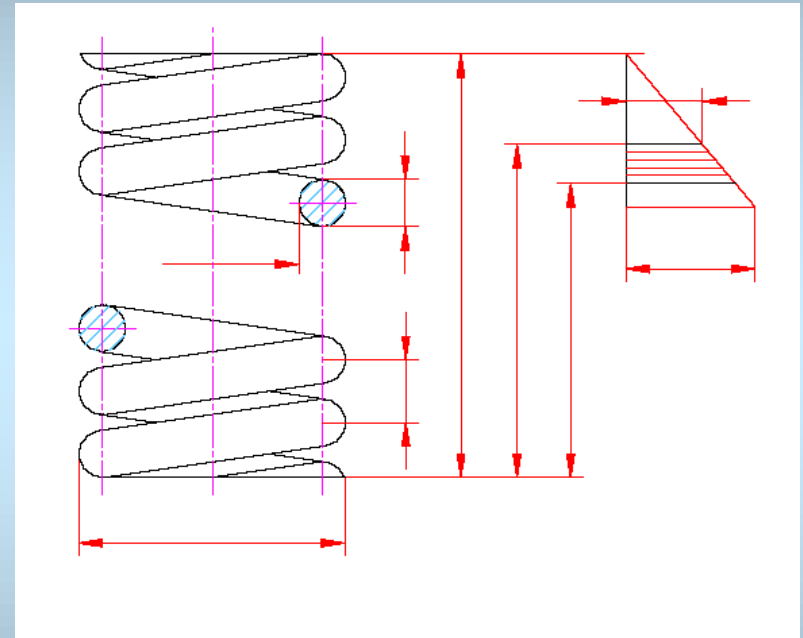
Kótovanie drážky pre pero v hriadeľi

Pružiny

Pružiny sa kreslia na výkresoch zostavení v pracovnej polohe, t.j. stlačené alebo natiahnuté. Na výrobnom výkrese pružiny sa pružiny kreslia vždy v nezaťaženom stave a na výkrese sa uvádza tzv. pracovný diagram, v ktorom sú uvedené závislosti medzi natiahnutím (stlačením) a zaťažením.



Kreslenie ťažnej pružiny na výkrese zostavenia



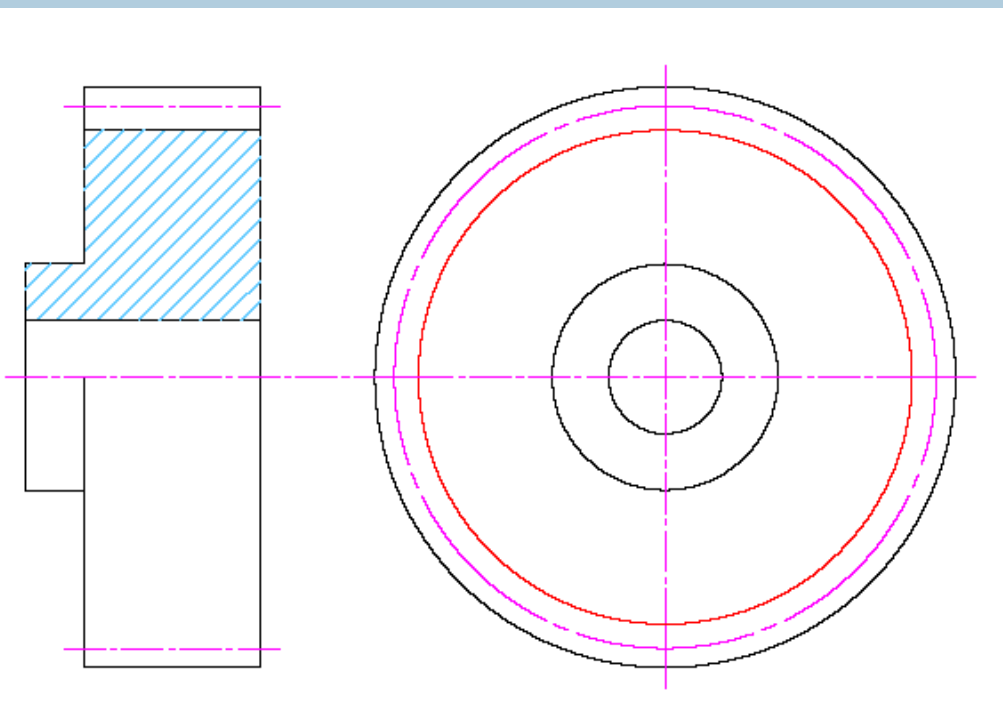
Kreslenie valcovej pružiny na výrobnom výkrese

Poznámka: Ak má pružina viac ako 4 závit, obyčajne sa stredné závit nekreslia. Výrobný výkres pružiny sa dopĺňa tabuľkou, ktorá obsahuje údaje: počet činných závitov, celkový počet závitov, zmysel vinutia, priemer vodiaceho čapu a pracovnej dutiny, rozvinutá dĺžka pružiny, priemer kontrolného trňa a kontrolného puzdra.

Ozubené kolesá

Pre kreslenie ozubených kolies v pohľade alebo v reze platia tieto zásady:

- hlavová kružnica a hlavová priamka sa kreslia hrubou plnou čiarou,
- pätná kružnica sa kreslí tenkou plnou čiarou,
- pätná priamka sa kreslí hrubou plnou čiarou,
- rozstupové priamky a kružnice sa kreslia tenkou bodkočiarkovanou čiarou.

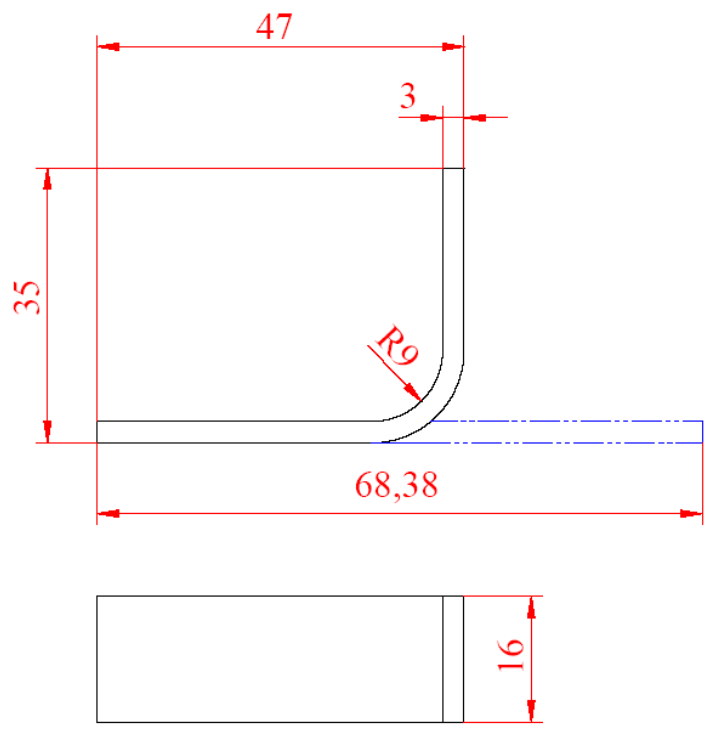


Poznámka: Výrobný výkres ozubeného kolesa sa kreslí podľa STN 01 3046. Na výkrese sa uvádza tabuľka s údajmi potrebnými pre výrobu a kontrolu kolesa a ozubenia. Na výkresoch zostavení sa kreslia ozubené kolesá v zábere.

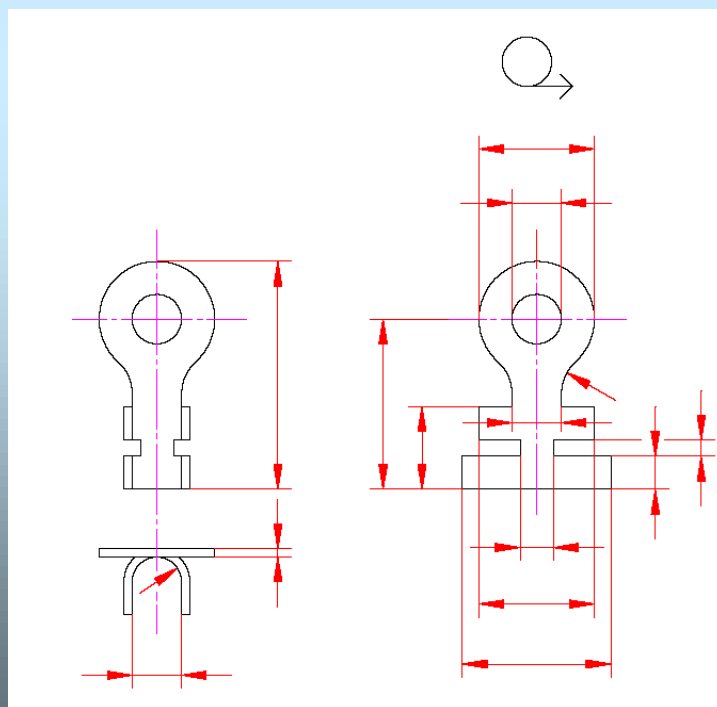
KRESLENIE OHÝBANÝCH SÚČIASTOK

Súčiastky vyrobené ohýbaním z plechu alebo tyčového materiálu sa kreslia spravidla tak, ako budú vyzerat' v konečnom stave. Kreslia sa v potrebnom počte pohľadov.

Pri jednoduchých tvaroch súčiastky sa vo vhodnom pohľade prikreslí tenkou bodkočiarkovanou čiarou s dvoma bodkami narovnaná súčiastka a zakótuje sa.



Pri viacerých ohyboch sa nakreslí súčiastka v konečnom tvare v potrebnom počte pohľadov a uvedú sa kóty patriace konečnému tvaru súčiastky. Na výkres sa nakreslí ešte súčiastka v rozvinutom tvare a zakótuju sa všetky tvarové prvky.

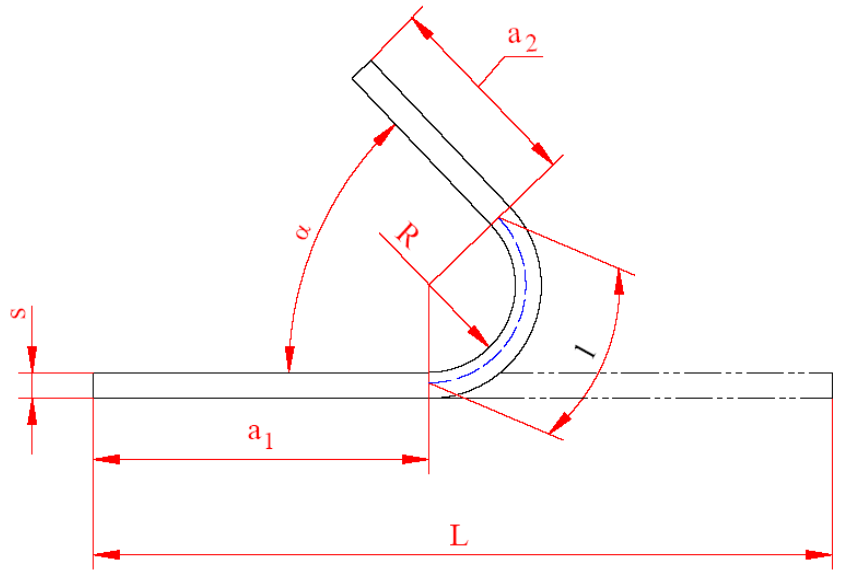


Pri ohýbaní polotovaru dochádza k trvalej zmene jeho tvaru. Vonkajšia vrstva ohýbaného materiálu sa vplyvom ťahových napätí predlžuje a vnútorná vrstva sa vplyvom tlakových napätí skrakuje. Medzi týmito vrstvami je neutrálne pásmo ktorého poloha závisí od polomeru ohybu ale jeho dĺžka sa pri ohýbaní nemení. Vnútorný polomer ohybu sa má voliť podľa STN 01 7009 z nasledujúceho radu: **1; 1,2; 1,6; 2; 2,5; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 36; 40** atď. Najmenší polomer ohybu však musí odpovedať tvárnosti materiálu (aby nevznikli trhliny).

Najmenší polomer ohybu:

Hrúbka s [mm]	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0
Materiál	Minimálny polomer ohybu R_{\min} [mm]														
Hliník, meď, mosadz	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	1,5	1,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0	10
Hliníkové zliatiny	1,0	1,5	1,5	1,5	2,5	2,5	4,0	4,0	6,0	6,0	10	10	10	15	15
Horčíkové zliatiny	1,5	1,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0	6,0	10	10	10	15	15	20	20

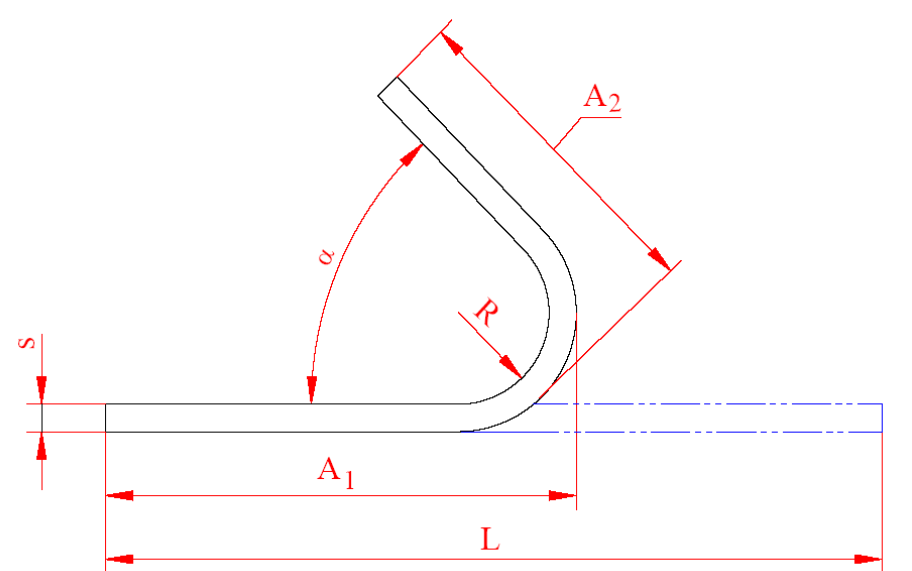
Výpočet rozvinutej dĺžky - závisí od spôsobu kótovania ohybu:



$$L = a_1 + a_2 + l$$

kde:

$$l = \pi (180 - \alpha) \cdot (R + s \cdot x) / 180$$



$$L = A_1 + A_2 + Z$$

kde:

$$Z = l - 2(R + s)$$

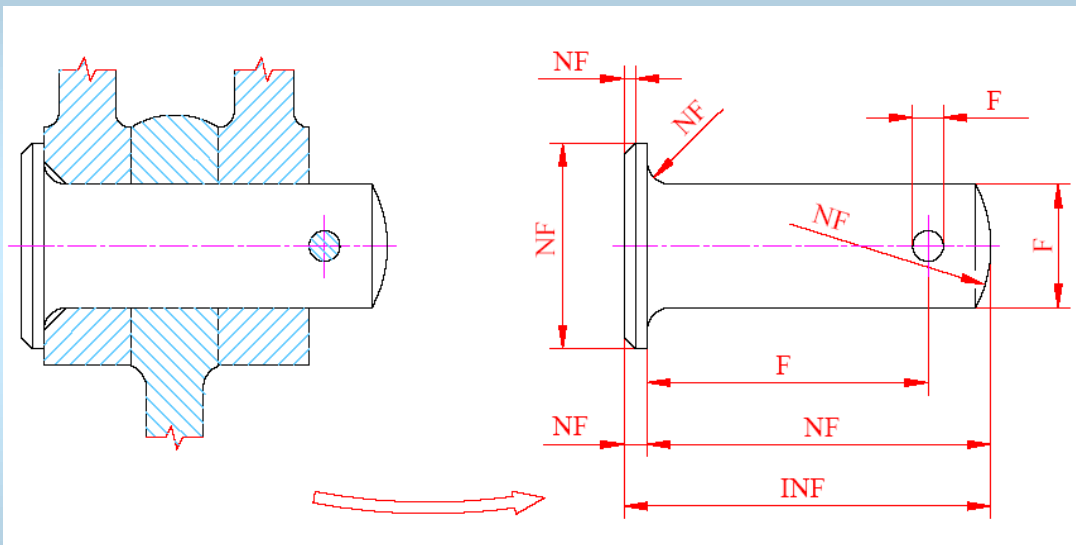
pričom:

$$l = \pi (180 - \alpha) \cdot (R + s \cdot x) / 180$$

PREDPISOVANIE PRESNOSTI ROZMEROV

Konštruktér musí vedieť určiť dôležitosť daného rozmeru, t.j. musí rozhodnúť či sa jedná o:

- funkčný rozmer,
- nefunkčný rozmer,
- informatívny rozmer.

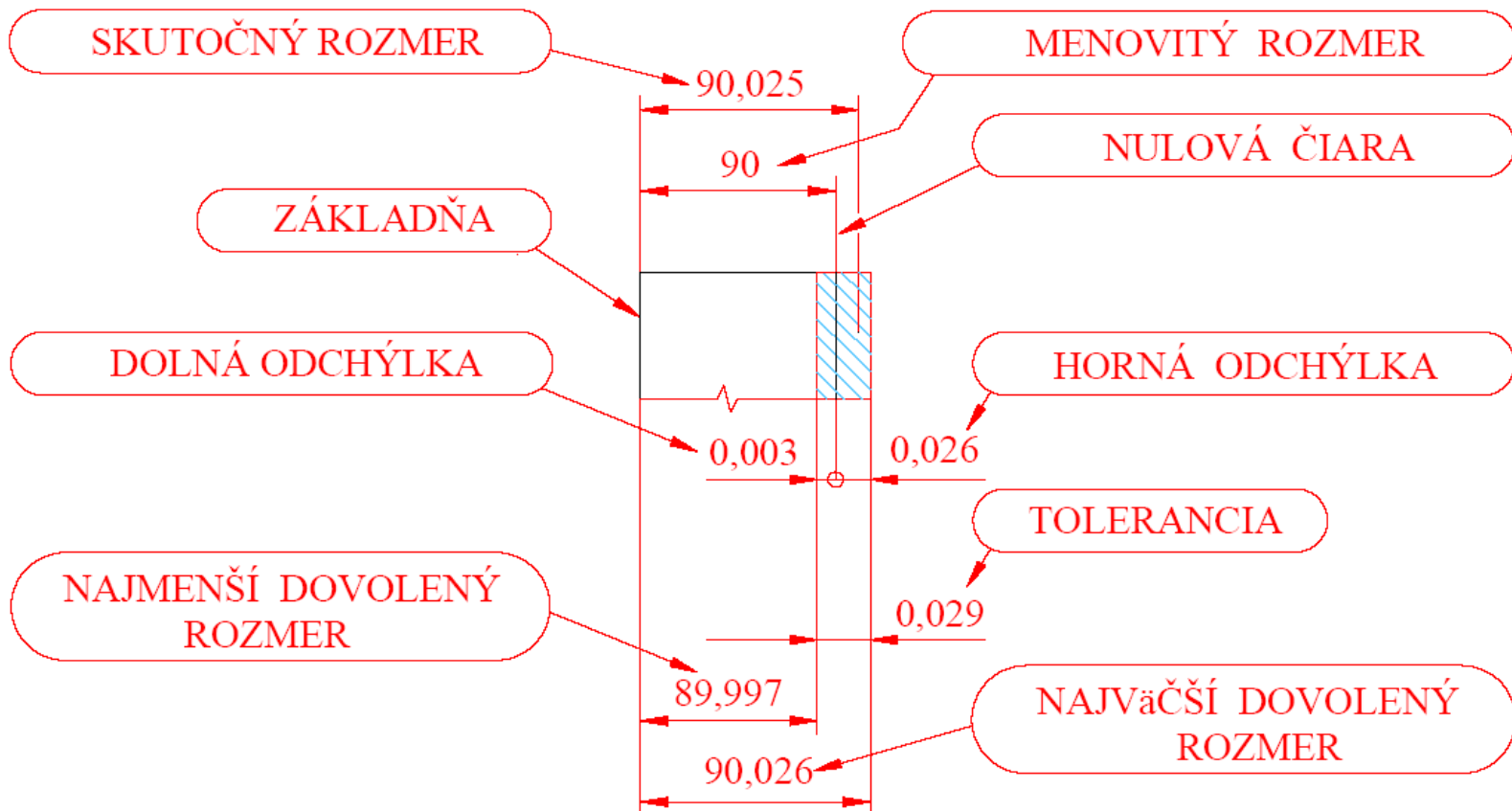


Funkčné rozmery sú rozmermi funkčných plôch, t.j. plôch ktoré sú viazané v zostave zariadenia na iné plochy súčiastok a sú dôležité z hľadiska funkčnosti daného zariadenia. Ich presnosť a kvalita je predpisovaná na výkrese rôznymi parametrami.

Požadovaný rozmer a tvar funkčnej plochy sa nedá vo výrobe nikdy dosiahnuť s absolútnou presnosťou. Na výkrese sa preto predpíše rozsah (tolerancia) povolenej odchýlky od menovitého rozmeru určeného kótou.

Skutočný rozmer sa musí nachádzať medzi najmenším a najväčším dovoleným rozmerom.

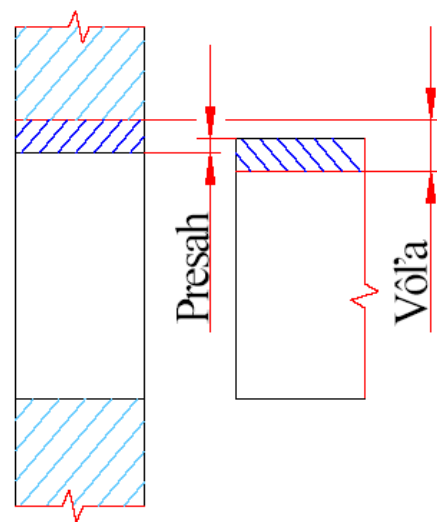
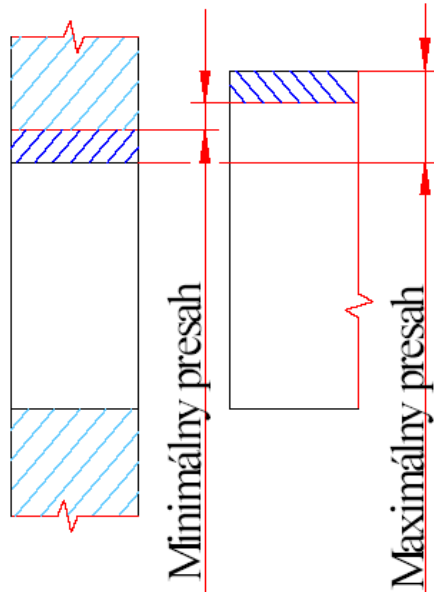
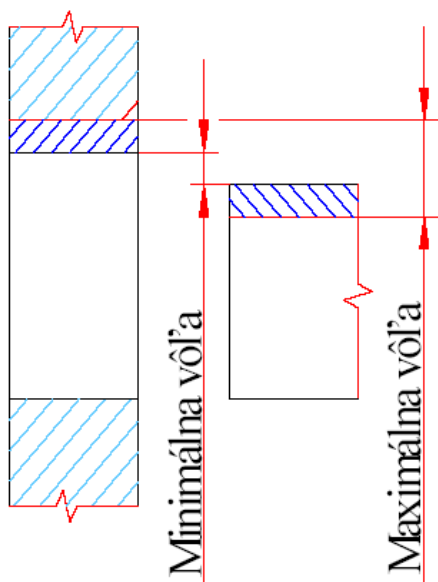
Menovitý rozmer je veľmi dôležitým rozmerom a prechádza ním **nulová čiara**. K nulovej čiare sa v grafickom zobrazení tolerancií zobrazujú odchýlky. Plocha medzi hornou a dolnou odchýlkou pri grafickom znázornení tolerancie sa nazýva **tolerančné pole**.



Uloženie je vzájomný vzťah medzi rozmermi dvoch prvkov súčiastok (hriadeľa a diery) ktorý vyplýva z rozdielu ich rozmerov pred spojením. Obidva prvky pre spojenie majú spoločný menovitý rozmer.

Vo vzájomnom vzťahu dvoch alebo viacerých plôch súčiastok môžu byť požadované tieto vlastnosti uloženia:

- **uloženie s vôľou** - umožňuje vzájomné otáčanie alebo posuv súčiastok, t.j. medzi hriadeľom a dierou je vždy vôľa,
- **uloženie s presahom** - zaručuje pri pôsobení predpokladaných funkčných síl a momentov nehybnosť spojenia, t.j. medzi hriadeľom a dierou je vždy presah,
- **uloženie prechodné** - v tomto uložení sa môže vyskytnúť vôľa alebo presah; tolerancie diery a hriadeľa sa čiastočne prekrývajú.



SÚSTAVA TOLERANCIÍ

Meranie rozmerov súčiastok vo výrobe pri zabezpečení minimálnych nákladov, ako aj požiadavky na vymeniteľnosť a náhradu súčiastok vyrobených v rôznych závodoch (štátoch) viedli k zostaveniu sústavy tolerancií a uložení ISO.

Tolerancie a základné odchýlky sú teoreticky vypočítané samostatne nie pre každý menovitý rozmer, ale pre rozsahy menovitých rozmerov.

Veľkosť tolerančnej jednotky sa vypočítava pre menovité rozmery:

➤ do 500 mm $i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D} + 0,001 \cdot D$ (μm; mm)

➤ nad 500 mm do 3150 mm $I = 0,004 \cdot D + 2,1$ (μm; mm)

Stupne presnosti

Aby sa vyhovelo rôznym požiadavkám na presnosť výroby poskytuje sústava medzných hodnôt a uložení ISO:

- 20 stupňov presnosti označených IT01, IT0, IT1, , IT18 pre rozmery v rozsahu do 500 mm
- 18 stupňov presnosti označených IT1 až IT18 pre rozmery v rozsahu od 500 do 3150 mm.

Každému stupňu presnosti je priradený určitý počet tolerančných jednotiek:

Menovitý rozmer mm		Stupne presnosti																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
-	500	-	-	-	-	7i	10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i	1600i	2500i
500	3150	2I	2,7I	3,7I	5I	7I	10I	16I	25I	40I	64I	100I	160I	250I	400I	640I	1000I	1600I	2500I

Podľa použitia a kvality sa môžu stupne presnosti rozdeliť takto:

- stupne presnosti IT01 a IT0 sa považujú za výnimočné,
- stupne presnosti IT1 až IT5 sú najpresnejšie a používajú sa pre výrobu meracích zariadení a výrobkov, ktoré vyžadujú veľkú presnosť,
- stupne presnosti IT6 až IT12 sa používajú pre rozmery plôch ktoré tvoria uloženie bežných zariadení,
- stupne presnosti IT13 až IT18 sa používajú pre rozmery plôch, ktoré netvoria uloženie a preto sa na ne nekladie dôraz na presnosť výroby.

Hodnoty základných tolerancií v stupňoch presnosti IT5 ž IT18 pre menovité rozmery sa odčítavajú z tolerančných a lícovacích tabuliek.

Poloha tolerančných polí

Polohy tolerančných polí vzhľadom na menovitý rozmer (nulovú čiaru) sa predpisujú písmenami latinskej abecedy:

➤ pre hriadeľ písmenami malej abecedy

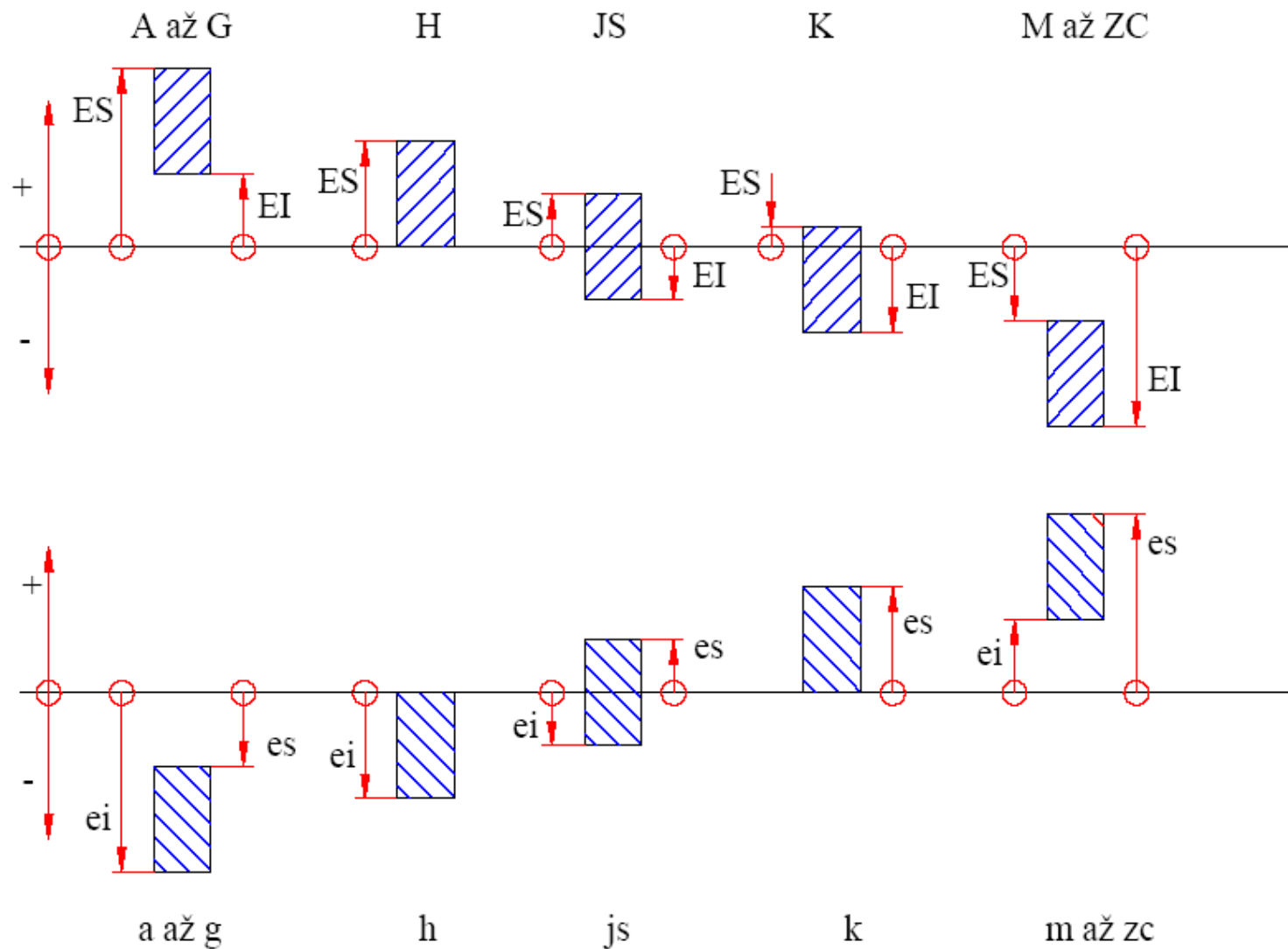
a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h, j, js, k, m, n, p, r, s, t, u, v, x, y, z, za, zb, zc

➤ pre dieru písmenami veľkej abecedy

A, B, C, CD, D, E, EF, F, FG, G, H, J, JS, K, M, N, P, R, S, T, U, V, X, Y, Z,
ZA, ZB, ZC

Norma STN EN 20286-1 uvádza vzorce pre výpočet základných odchýliek hriadeľov a dier pre jednotlivé polohy tolerančných polí. Konkrétny výpočet sa v praxi nerobí. Hodnoty tolerancií sa odčítavajú z tolerančných a lícovacích tabuliek. V tabuľkách sa uvádzajú hodnoty pre **hornú odchýlku ES** alebo **es** a pre **dolnú odchýlku EI** alebo **ei** až na tolerančné pole JS a js ktoré sú súmerné k nulovej čiare.

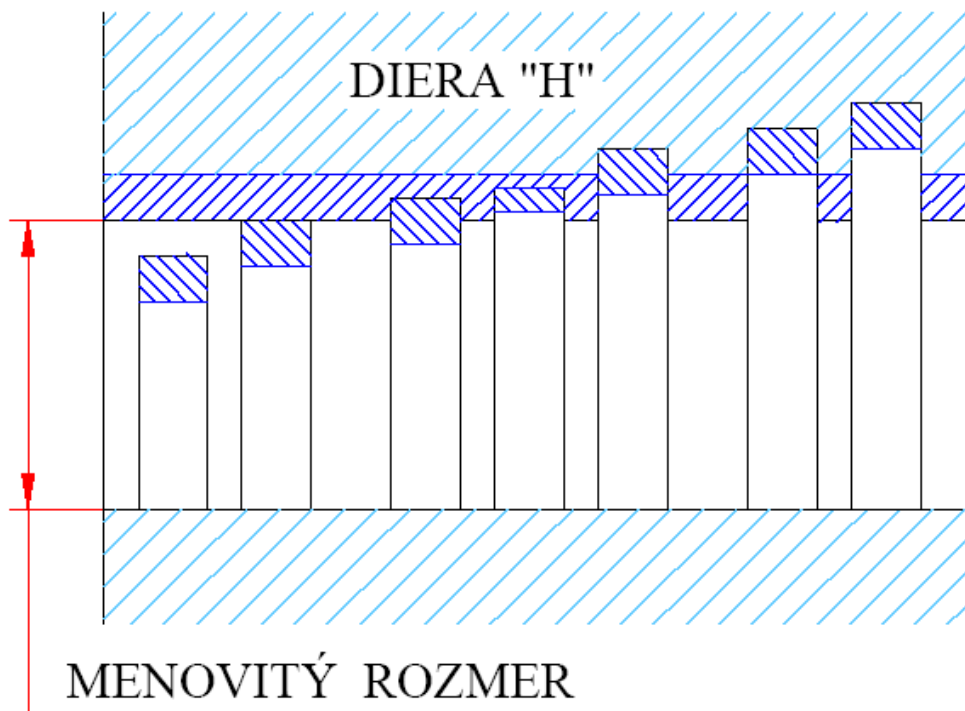
Polohy tolerančních polí



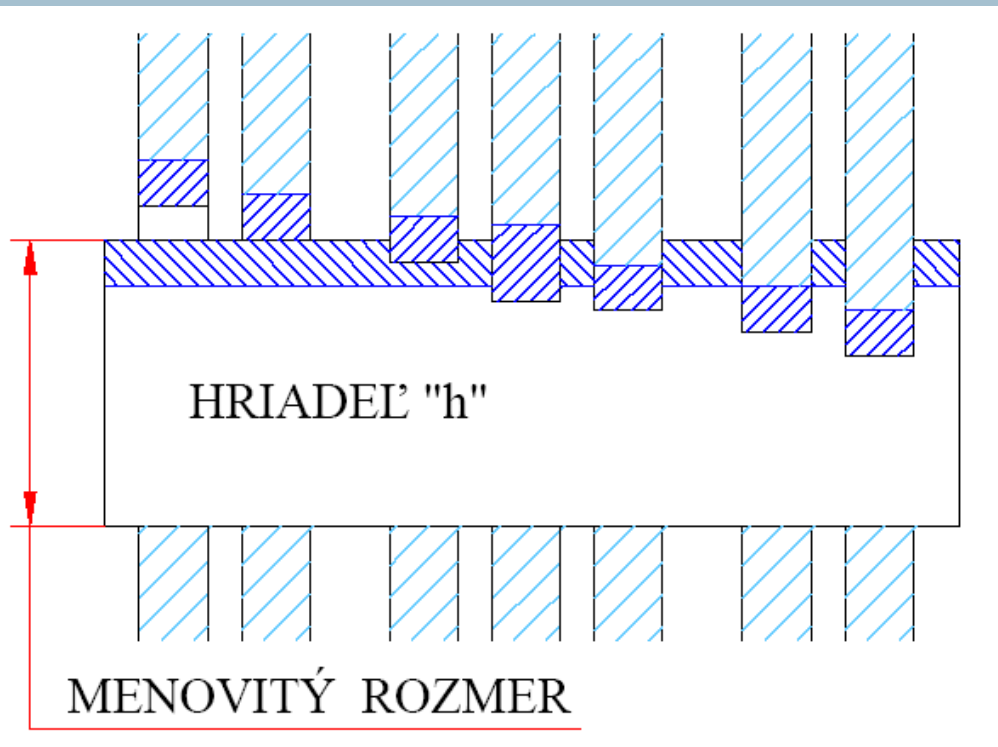
Sústavy uloženia

Kvôli hospodárnosti výroby sú zavedené dve sústavy uloženia:

Sústava jednotnej diery - táto sústava je charakterizovaná tým, že pre všetky uloženia súčiastok rovnakého menovitého rozmeru a rovnakého stupňa presnosti má diera konštantné medzné rozmery v polohe tolerančného poľa H a menia sa podľa druhu uloženia iba medzné rozmery hriadeľa. Dolná odchýlka diery je nulová.



Sústava jednotného hriadeľa - táto sústava je charakterizovaná tým, že pre všetky uloženia súčiastok rovnakého menovitého rozmeru a rovnakého stupňa presnosti má hriadeľ konštantné medzné rozmery v polohe tolerančného poľa h a menia sa podľa druhu uloženia iba medzné rozmery diery. Horná odchýlka hriadeľa je nulová.



Poznámka: Najčastejšie sa používa sústava jednotnej diery, lebo rôzne priemery hriadeľov sa dajú vyrobiť ľahšie ako rôzne priemery dier. Sústava jednotného hriadeľa sa používa väčšinou tam, kde sa vyskytuje dlhý hriadeľ osadený niekoľkými súčiastkami s rôznym uložením.

Tolerančná značka

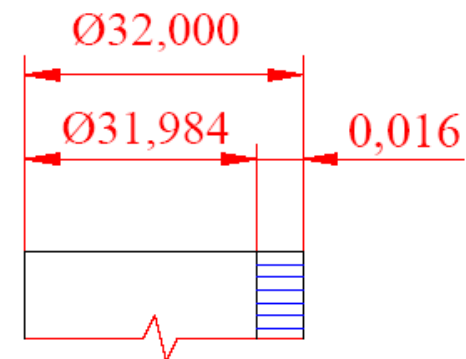
Tolerančná značka je tvorená písmenom určujúcimi polohu tolerančného poľa a číslom označujúcim stupeň presnosti (písmená IT sa vynechávajú). Napr. poloha tolerančného poľa H, stupeň presnosti IT7 je určená tolerančnou značkou **H7**.

Tolerančná značka sa pripisuje za menovitý rozmer nad kótou, napr. $\varnothing 32\ h7$. Vo výrobe sa použije na meranie rozmeru buď meracie zariadenie označené $\varnothing 32\ h7$, alebo sa musí veľkosť odchýlok odčítať v tolerančných tabuľkách.

Napríklad:



horná odchýlka	$0\ \mu\text{m}$
dolná odchýlka	$-16\ \mu\text{m}$
horný medzný rozmer	$32,000\ \text{mm}$
dolný medzný rozmer	$31,984\ \text{mm}$
tolerancia	$0,016\ \text{mm}$



Veľkosť tolerancie sa môže zapísať ku menovitému rozmeru okrem tolerančnej značky priamo číselnými hodnotami odchýlok:

0,000

∅ 32 -0,016

Združením dvoch tolerančných značiek pre dieru a hriadeľ rovnakého menovitého priemeru je určené uloženie (lícovanie),

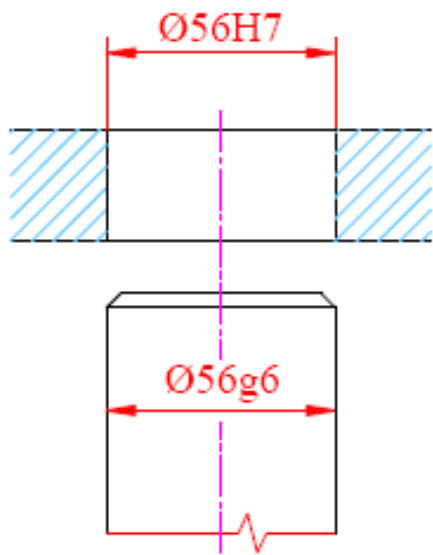
napr. ∅60 H7/k6

alebo ∅60 $\frac{H7}{k6}$

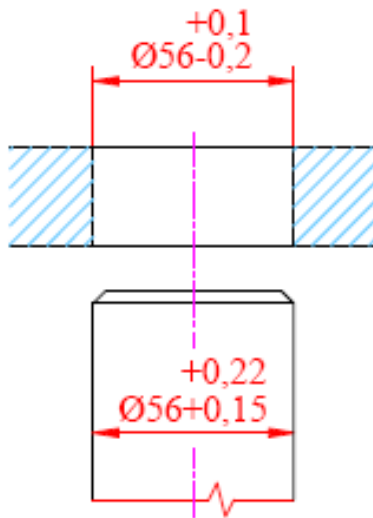
PREDPISOVANIE ODCHÝLOK ROZMEROV NA VÝKRESOCH

Medzné odchýlky tolerovaných rozmerov sa zapisujú za menovitým rozmerom. S číselným údajom kóty tvoria jeden celok a preto ich nesmie rozdeľovať žiadna čiara. Ak nie je možný iný spôsob zápisu, čiara sa musí prerušiť.

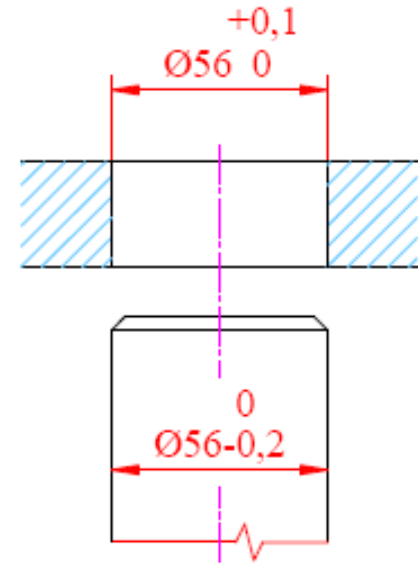
- Pri zapisovaní tolerancie sa tolerančná značka píše rovnako vysoká ako menovitý rozmer.
- Medzi číslom a tolerančnou značkou sa nenecháva medzera. Číselné hodnoty medzných odchýlok sú rovnakej výšky ako čísla menovitého rozmeru.
- Horná odchýlka sa vždy píše nad dolnú odchýlku, alebo horný medzný rozmer nad dolný medzný rozmer.



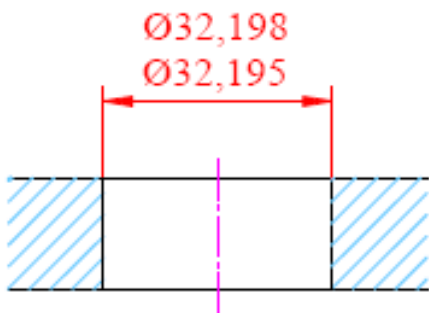
Zapisovanie tolerancie tolerančnou značkou



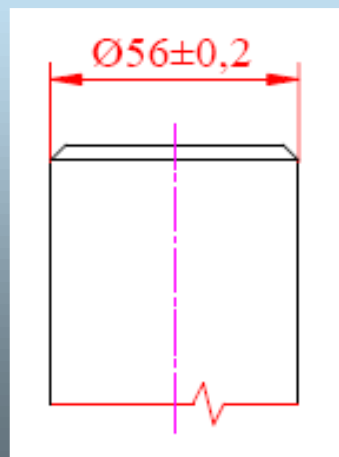
Zapisovanie tolerancie medznými odchýlkami



Zapisovanie tolerancie medznými odchýlkami keď jedna je nulová

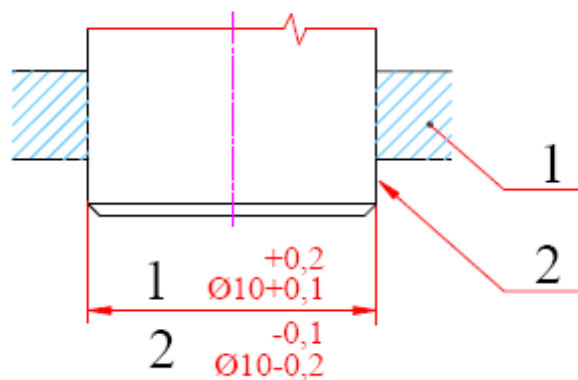
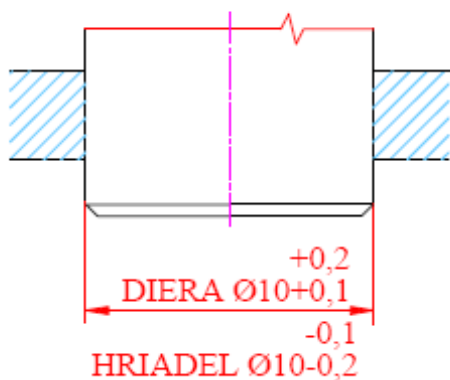
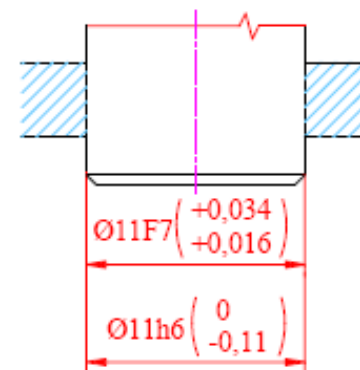
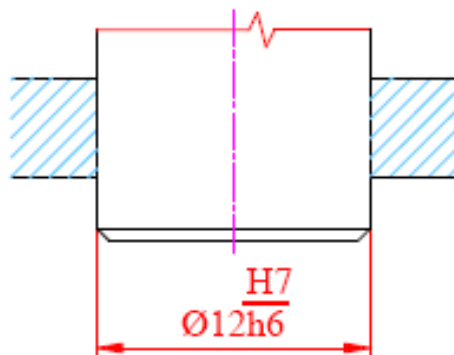
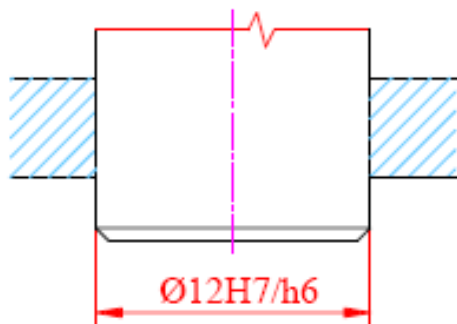


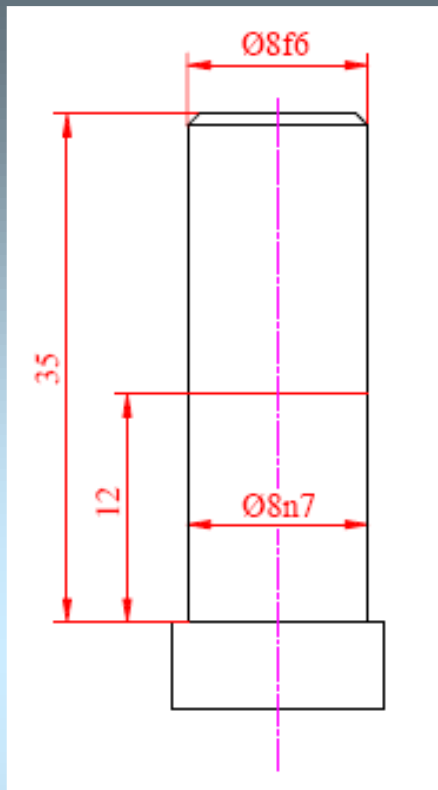
Predpisovanie horného a dolného medzného rozmeru



Zapisovanie tolerancie s číselne rovnakou hornou a dolnou odchýlkou

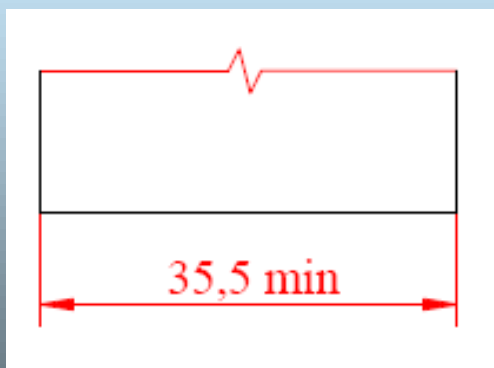
Zapisovanie tolerancií na výkrese zostavy





Tolerovanie jedného menovitého rozmeru viacerými tolerančnými značkami

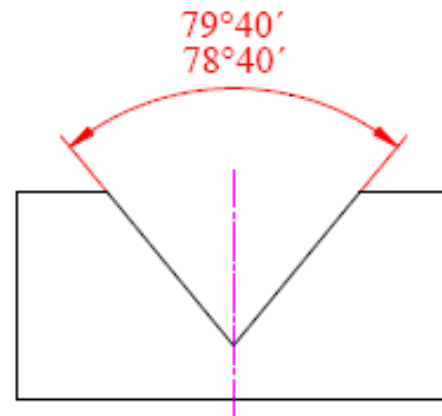
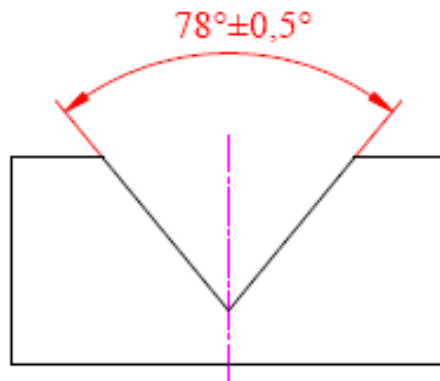
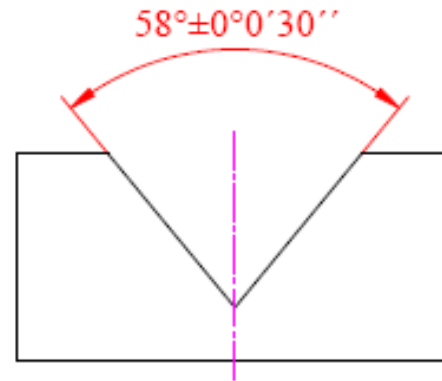
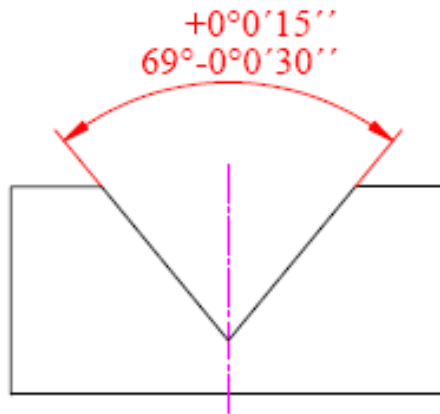
Rôzne tolerancie jedného menovitého rozmeru sa musia ohraničiť na súčiastke tenkou plnou čiarou a dĺžky úsekov sa zakótujú. Pre každý úsek sa zapíše tolerancia samostatne.



Ohraničenie rozmeru v jednom smere

Ak je potrebné obmedziť rozmer v jednom smere, zapíše sa za číselnú hodnotu „min“ alebo „max“

Zapisovanie tolerancií uhlov



Lícovanie závitov

Lícovanie závitov je všeobecný pojem pre zabezpečenie vzájomných geometrických vzťahov medzi vonkajšími a vnútornými závitmi.

Tolerančné pole metrického závitú skrutky a závitú matice je určené pre:

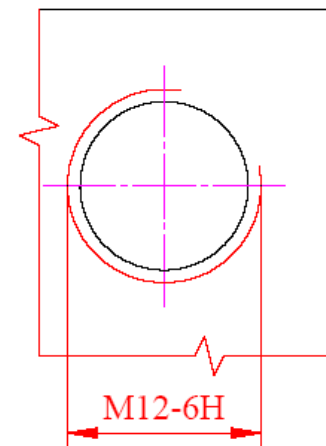
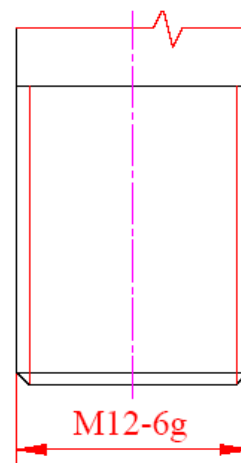
1. **uloženie s vôľou** - v závislosti od dĺžky zaskrutkovania,
2. **prechodné uloženie** - v závislosti od veľkosti menovitého priemeru závitú, alebo v závislosti od materiálu súčiastky s vnútorným závitom a menovitom priemere závitú,
3. **uloženie s presahom** - v závislosti od veľkosti rozstupu a materiálu súčiastky s vnútorným závitom,
4. **súčiastky s plastov** - v závislosti od dĺžky zaskrutkovania v troch triedach presnosti.

Dĺžky zaskrutkovania, pre účely tolerovania, sa delia na tri skupiny: **S** - krátke, **N** - normálne, **L** - dlhé.

Pri tolerovaní závitov sa používa pre matice poloha tolerančného poľa H (v špeciálnych prípadoch G).

Pre závitú skrutiek:

- a) pri uložení s vôľou **d, e, f, g, h**
- b) pri prechodnom uložení **j, k, m**
- c) pri uložení s presahom **r, p, n**; uloženie sa volí podľa materiálu súčiastky
- d) s vnútorným závitom, napr. r pre hliník a jeho zliatiny, p prevažne pre liatinu, n prevažne pre oceľ.



Tolerančné pole závitů sa predpisuje tolerančnou značkou stredného priemeru závitů (zapisuje sa na prvom mieste) a tolerančnej značky veľkého priemeru pre závit skrutky a malého priemeru pre závit matice:

7g 6g

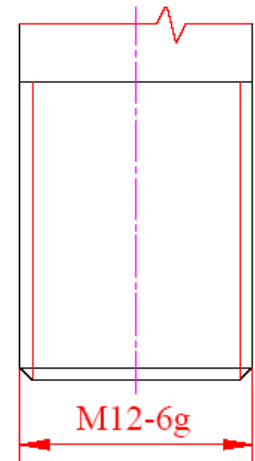
tolerančná značka veľkého priemeru závitů skrutky
tolerančná značka stredného priemeru závitů skrutky

7H 6H

tolerančná značka malého priemeru závitů matice
tolerančná značka stredného priemeru závitů matice

Ak sa tolerančná značka veľkého priemeru závitů skrutky alebo malého priemeru závitů matice zhoduje s tolerančnou značkou stredného priemeru závitů, zapíše sa tolerancia len jednou tolerančnou značkou, napr. 6g resp. 7H

Tolerančná značka sa zapisuje za označenie a rozmer závitů, napr. M12-6g, M12-6H.



Dĺžka zaskrutkovania na ktorú sa vzťahuje tolerancia závitú sa pri tolerovaní závitú s normálnou dĺžkou (N) **neuvádza**, pre ostatné dĺžky (**L, S**) **sa musí uviesť** za tolerančnou značkou:

M12-7g6g-30

└─ dĺžka zaskrutkovania

Uloženie závitú skrutky a matice, napr. na výkrese zostavenia, sa označuje zlomkom. V čitateli sa uvádza tolerančná značka závitú matice a v menovateli tolerančná značka závitú skrutky, napr.:

M12-6H/6g

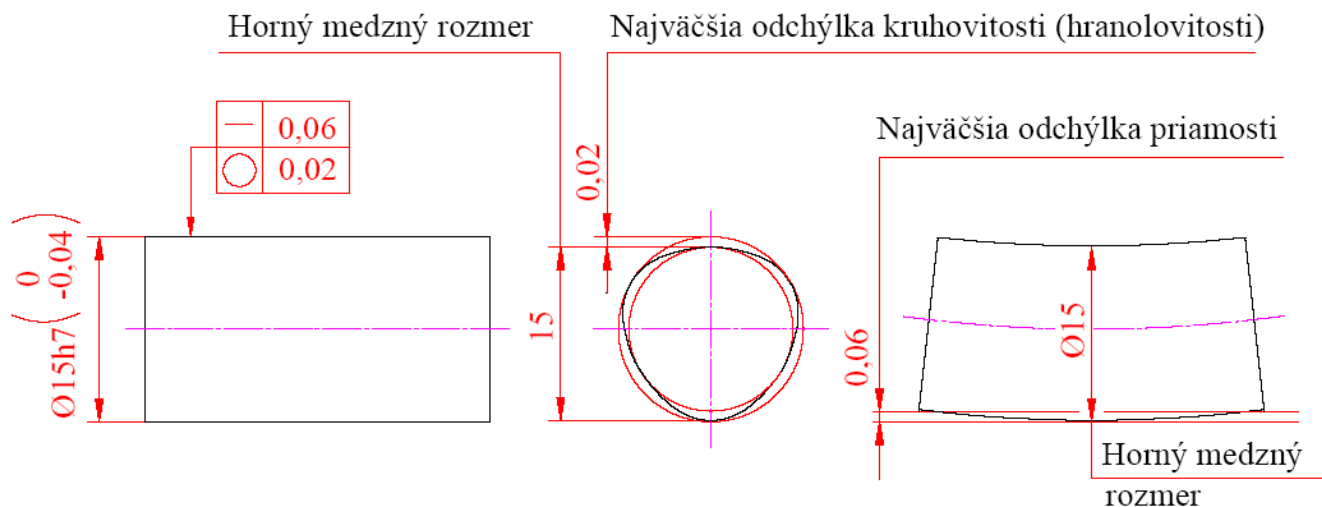
GEOMETRICKÉ TOLERANCIE

Funkcia spoľahlivosti a životnosti výrobku je ovplyvnená vo výrobe okrem dodržania presnosti rozmerov aj dodržaním presnosti geometrického tvaru a vzájomnej polohy prvkov súčiastok ako aj súčiastok navzájom v zostavení.

Všetky druhy tolerancií geometrického tvaru alebo vzájomnej polohy sa nazývajú **geometrické tolerancie**.

ZÁKLADNÉ POJMY, OZNAČENIA A PREDPISOVANIE

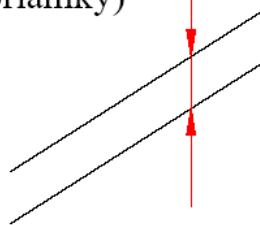
Geometrické tolerancie určujú odchýlku prvku súčiastky od jeho **tvaru**, alebo **smeru**, alebo **polohy** a to od teoreticky presného tvaru, smeru alebo polohy bez vzťahu k rozmerom prvkov.



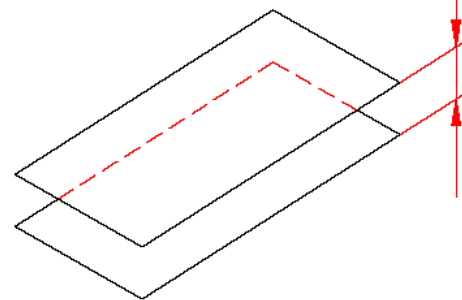
Geometrické tolerancie sa predpisujú iba vtedy keď je to opodstatnené, napr. z hľadiska funkčnosti. Na popis geometrického tvaru skutočných plôch a profilov sa v metrologii používa pojem **odchýlka**, kým pojem **tolerancia** je všeobecne najväčšia dovolená hodnota príslušnej odchýlky.

Tolerancie určujú charakteristický rozmer (šírku alebo priemer) rovinného alebo priestorového tolerančného poľa, v ktorom musia ležať všetky body skutočného posudzovaného prvku.

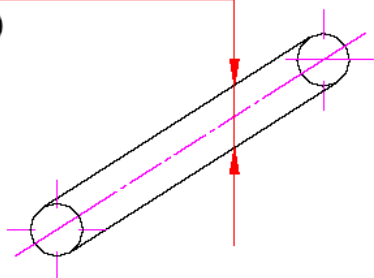
Tolerančné pole
(rovnobežné priamky)



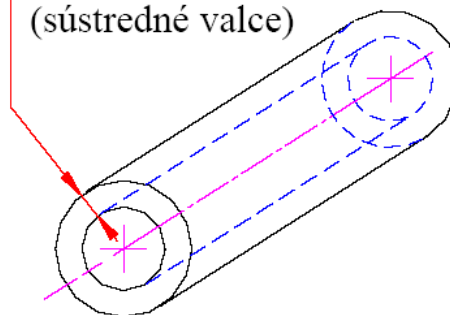
Tolerančné pole
(rovnobežné roviny)



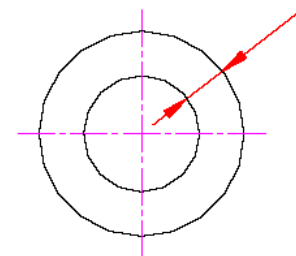
Tolerančné pole
(valec)



Tolerančné pole
(sústredné valce)



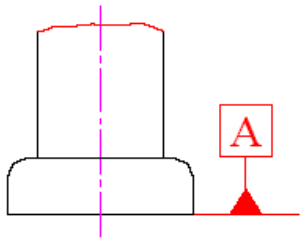
Tolerančné pole
(súosové kružnice)



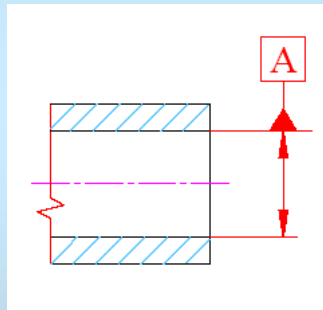
ZÁKLADNE PRE GEOMETRICKÉ TOLERANCIE

Základňa je teoreticky presný geometrický prvok (napr. os, rovina, priamka), na ktorú je vzťahnutý tolerovaný prvok. Základne môžu byť tvorené jedným alebo viacerými základnými prvkami na súčiastke. Základný prvok je skutočným prvkom na súčiastke (napr. hrana, plocha, diera) použitý na určenie základne. Základný prvok nemá obvykle vyrobený presný geometrický tvar. Ak je to účelné, môžu sa mu predpísať tolerancie.

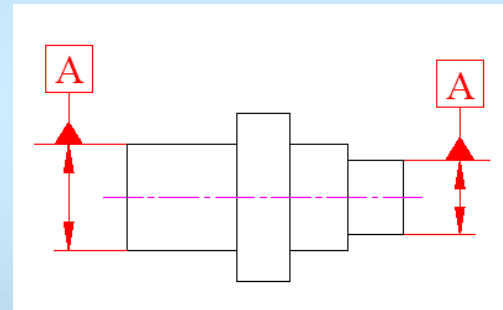
Určenie základní



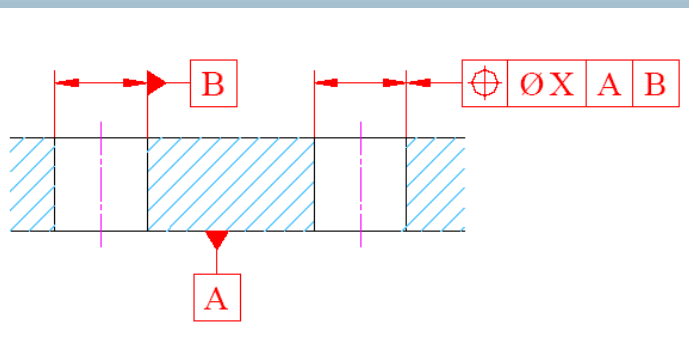
Priamka ako základňa



Os valca



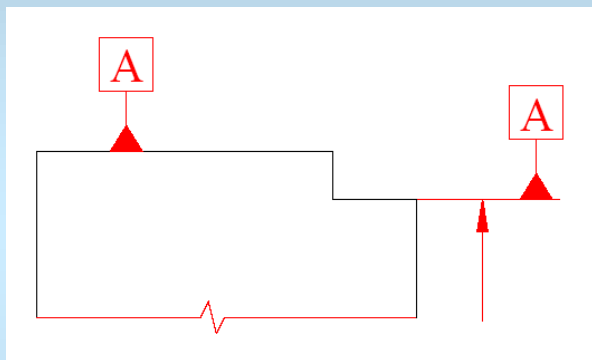
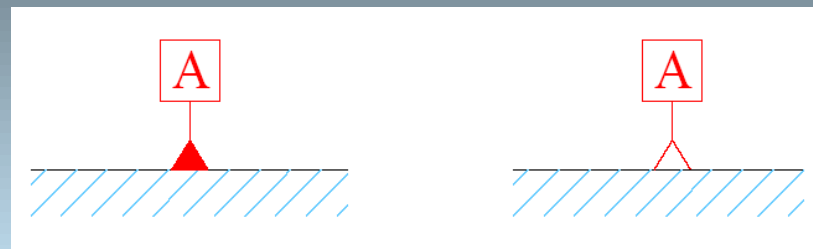
Spoločná os



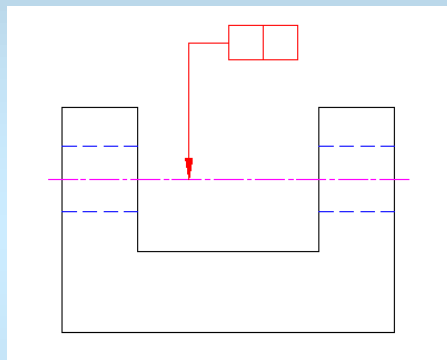
Určenie osi valca kolmého na rovinu za základňu

Označenie základní na výkresoch

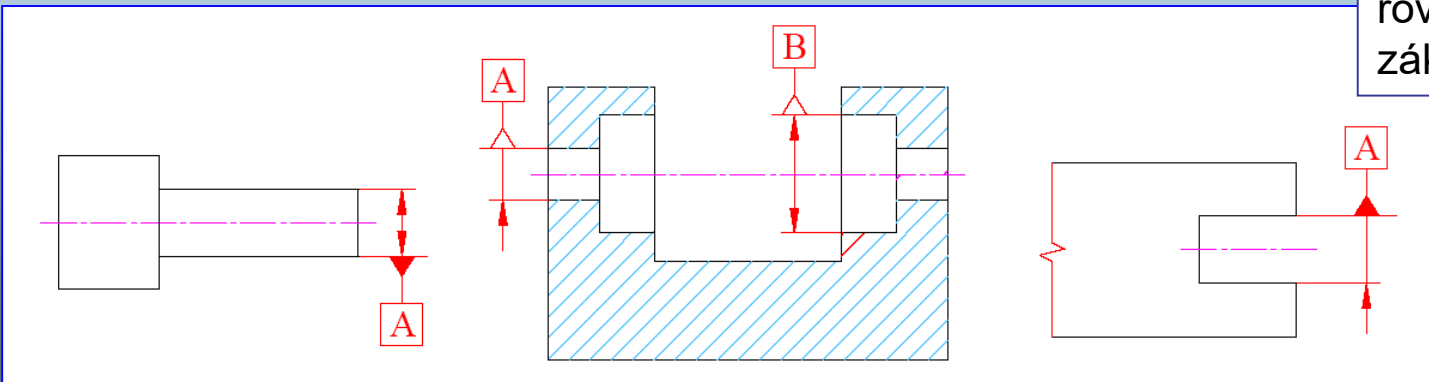
Na označenie základne sa používajú písmená veľkej abecedy napísané do rámečka spojeného odkazovou čiarou ukončenou trojuholníkom na príslušnom prvku súčiastky. Trojuholník môže byť vyplnený.



Označenie čiaru alebo plochy za základňu



Označenie spoločnej osi za základňu



Označenie osi alebo roviny súmernosti za základňu

Predpisovanie geometrických tolerancií na výkresoch

Geometrické tolerancie sa zapisujú do tolerančných rámkov rozdelených na dve alebo tri polia. V tolerančnom rámiaku sa postupne uvádza:

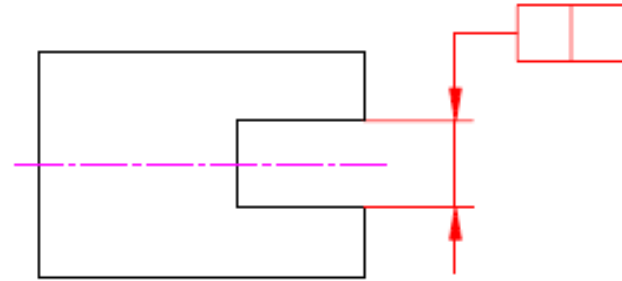
- značka tolerovanej charakteristiky,
- hodnota tolerancie v meracích jednotkách rovnakých s jednotkami použitými pre rozmer prvku; ak je požadované kruhové alebo valcové tolerančné pole treba hodnotu tolerancie predznačiť značkou,
- ak treba, písmenom alebo písmenami ktoré označujú základne.

Kreslenie tolerančného rámiaka

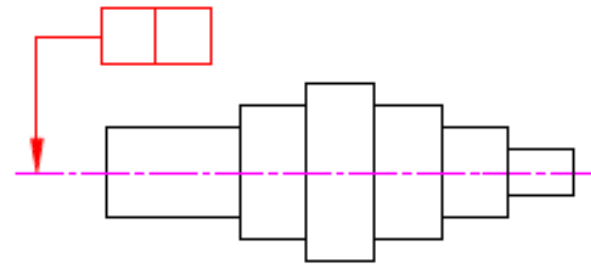


Na obrysovej čiare prvku alebo na predĺženej obrysovej čiare, ak sa vzťahuje tolerancia na túto čiaru alebo plochu.

Kreslenie tolerančného rámika



Na predĺženej kótovacej čiare, ak sa tolerancia vzťahuje na os alebo rovinu súmernosti kótovaného prvku.

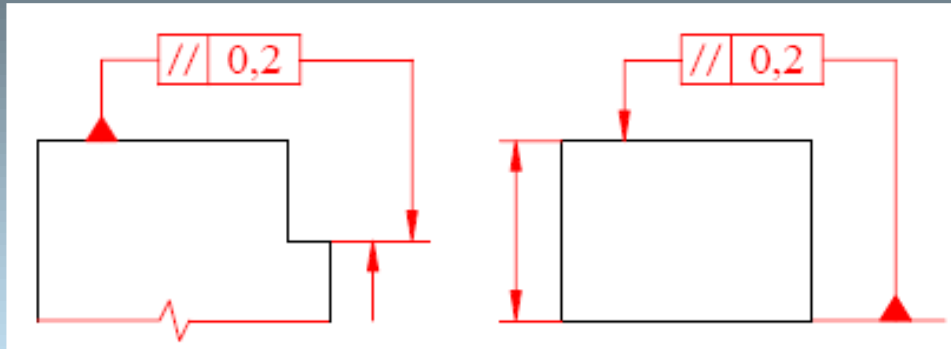


Na osi, ak sa tolerancia vyťahuje na spoločnú os alebo spoločnú rovinu súmernosti niekoľkých prvkov.

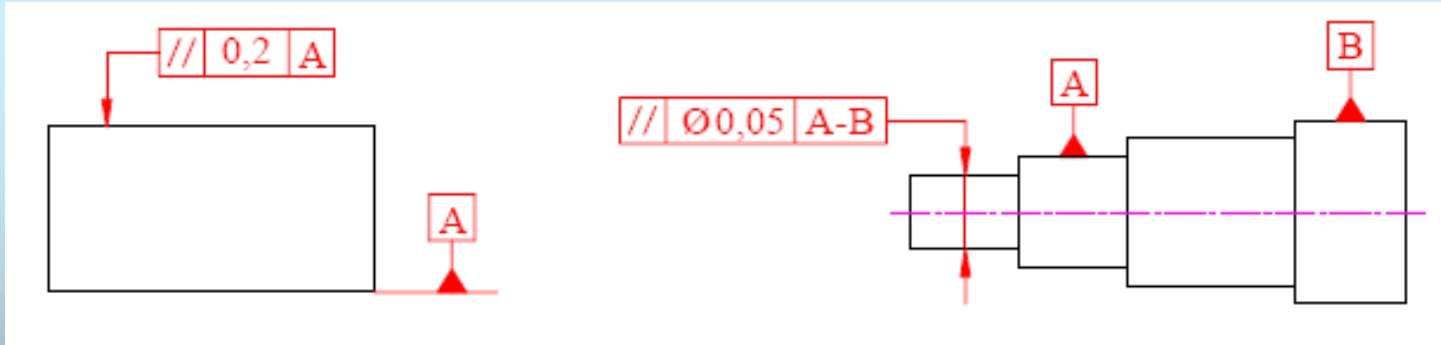
Značky pre tolerované charakteristiky

Prvky a tolerancie		Tolerované charakteristiky	Značky
Osamelé prvky	Tolerancie tvaru	Priamosť	—
		Rovinnosť	
		Kruhovitosť	
		Valcovitosť	
Osamelé alebo združené prvky		Tvar daného profilu	
		Tvar danej plochy	
Združené prvky	Tolerancie smeru	Ravnobežnosť	//
		Kolmosť	
		Sklon	
	Tolerancie polohy	Umiestnenie	
		Sústrednosť a súosovosť	
		Súmernosť	
	Tolerancie hádzania	Kruhové hádzanie	
		Celkové hádzanie	

Kreslenie tolerančného rámika

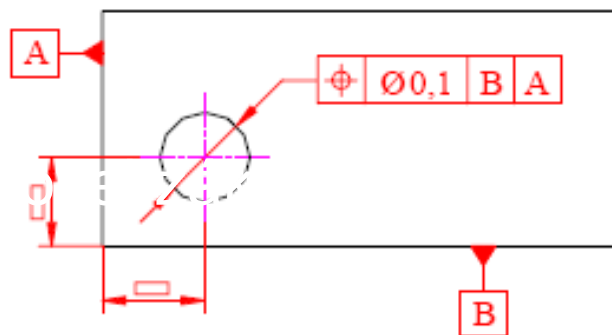
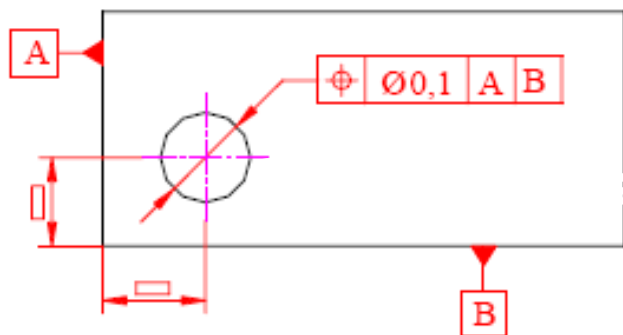


Bezprostredné spojenie tolerančného rámika so základňou.



Označenie základní v tolerančnom rámu

V prípade keď treba vyznačiť poradie dvoch alebo viacerých základní, umiestňujú sa písmená oddelene do samostatných políčok.



u bod, úsečka alebo

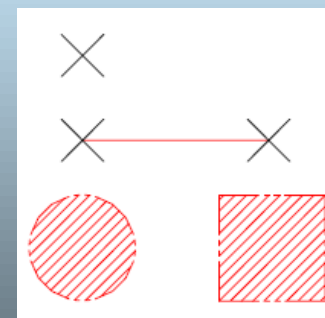
Čiastkové základne

Čiastkové základne sa predpisujú kruhovým rámčekom rozdelenom vodorovnou čiarou a zapisuje sa:

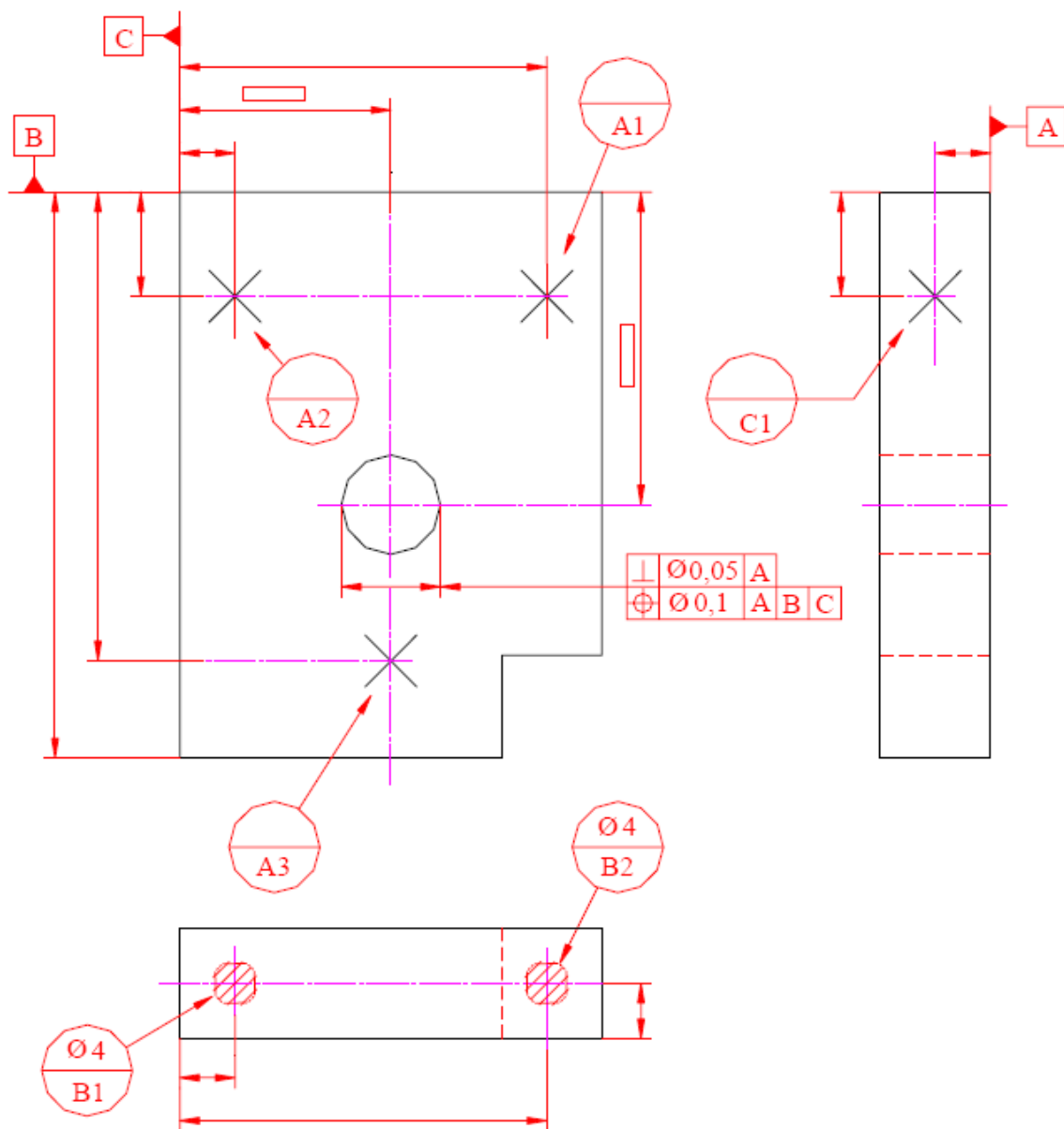
- a) v hornom políčku rozmer čiastkovej základne,
- b) v spodnom políčku písmeno ktorým sa označuje základňa a poradové číslo čiastkovej základne.



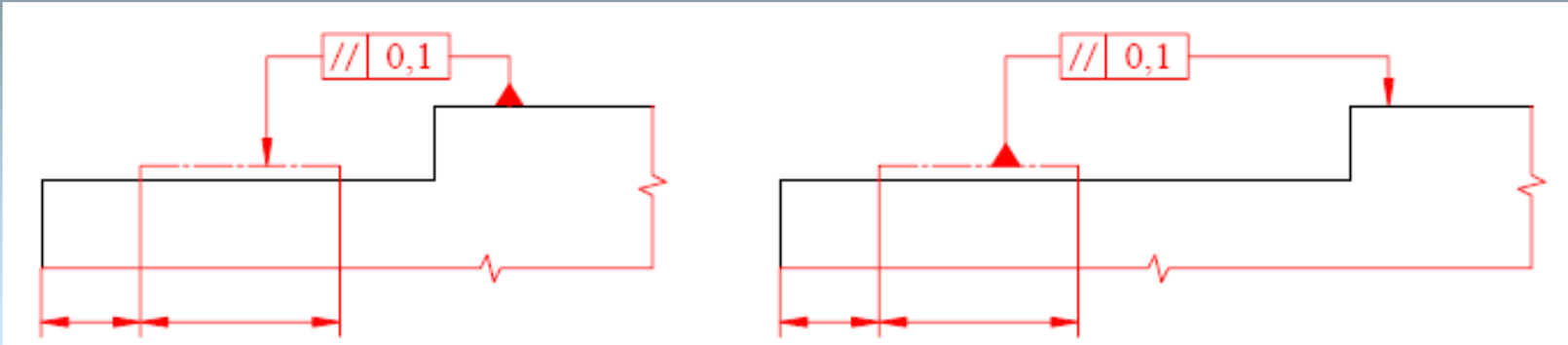
Označenie čiastkovej základne ak je ňou bod, úsečka alebo plôška.



Použitie a spôsob predpisovania čiastkových základní



Ak sa vzťahuje tolerancia na obmedzenú časť prvku alebo je základňou obmedzená časť prvku, musí byť veľkosť obmedzenej plochy zakótovaná.



Ak treba určiť viac ako jednu tolerančnú charakteristiku prvku, zapíšu sa údaje do tolerančných rámečkov umiestnených nad sebou.



VZÁJOMNÁ ZÁVISLOSŤ

Vzájomná závislosť rozmerov a geometrických tvarov môže byť vyjadrená:

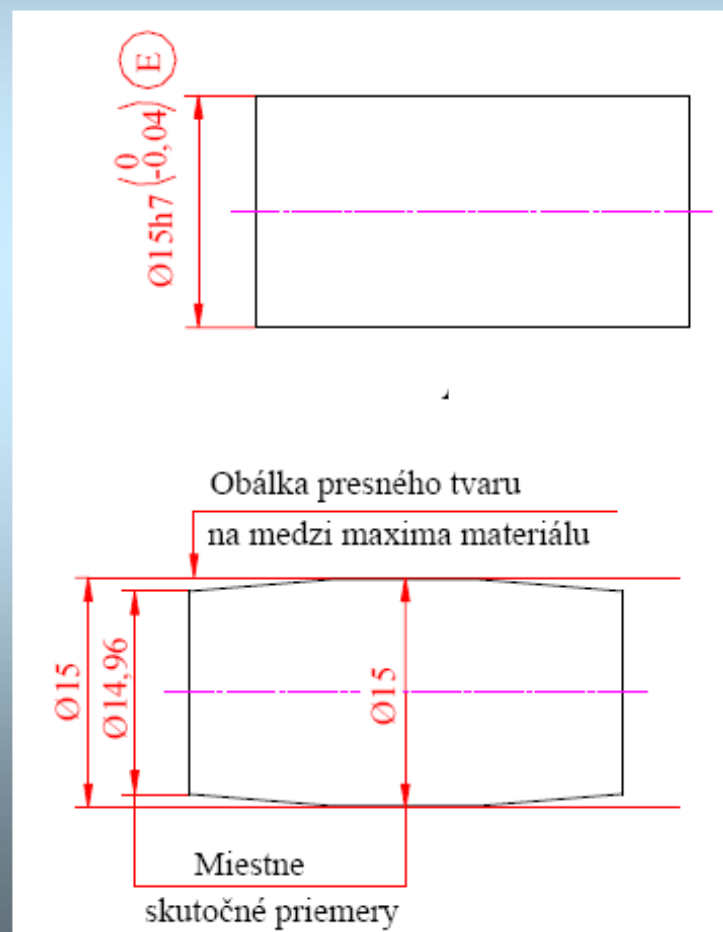
- podmienkou obalovej plochy, alebo
- podmienkou maxima materiálu.

Podmienka obalovej plochy

Predpisuje sa značkou E v krúžku umiestnenou za tolerančnou značkou dĺžkového rozmeru.

Funkčné požiadavky sú:

- každý skutočný miestny priemer hriadeľa musí ležať v rozmerovej tolerancii 0,04 a môže sa meniť od $\text{Ø}150$ do $\text{Ø}149,96$,
- celý hriadeľ musí ležať v obalovom valci správneho tvaru $\text{Ø}150$. Znamená to, že hriadeľ by musel byť presne valcový, ak by boli skutočné miestne rozmery na maxime materiálu $\text{Ø}150$.



Podmienka maxima materiálu

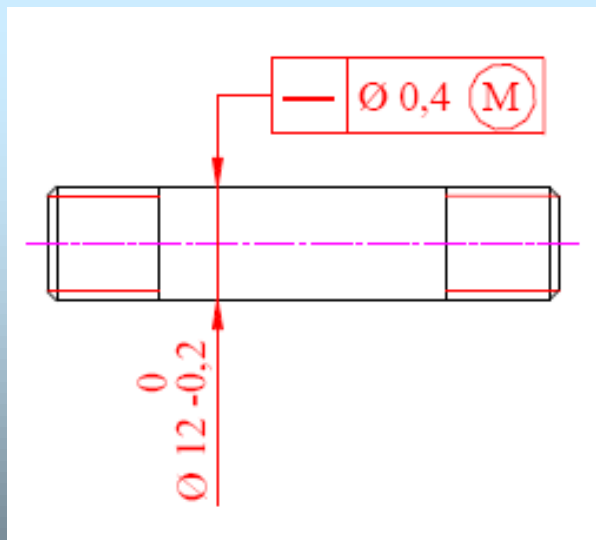
Predpisuje sa značkou M v krúžku umiestnenou za tolerančnou značkou dĺžkového rozmeru.

Podmienka maxima materiálu je stav posudzovaného prvku pri ktorom je jeho skutočný rozmer všade na tom hraničnom rozmere, ktorý odpovedá maximu materiálu, napr. dolný medzný rozmer diery a horný medzný rozmer hriadeľa.

Na obr. je predpísaná tolerancia priamosti osi na ktorú je aplikovaný princíp maxima materiálu. Tolerovaný prvok musí splniť tieto požiadavky:

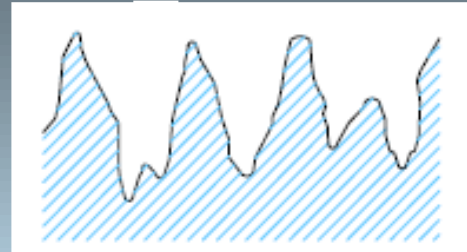
Funkčné požiadavky sú:

- každý skutočný miestny rozmer prvku musí ležať v tolerančnom poli 0,2 a preto sa môže jeho rozmer pohybovať v hraniciach $\varnothing 12$ až $\varnothing 11,6$,
- tolerovaný prvok musí dodržať podmienku, že obalový valec je dokonalého geometrického tvaru s $\varnothing 12,4$ ($\varnothing 12 + 0,4$).

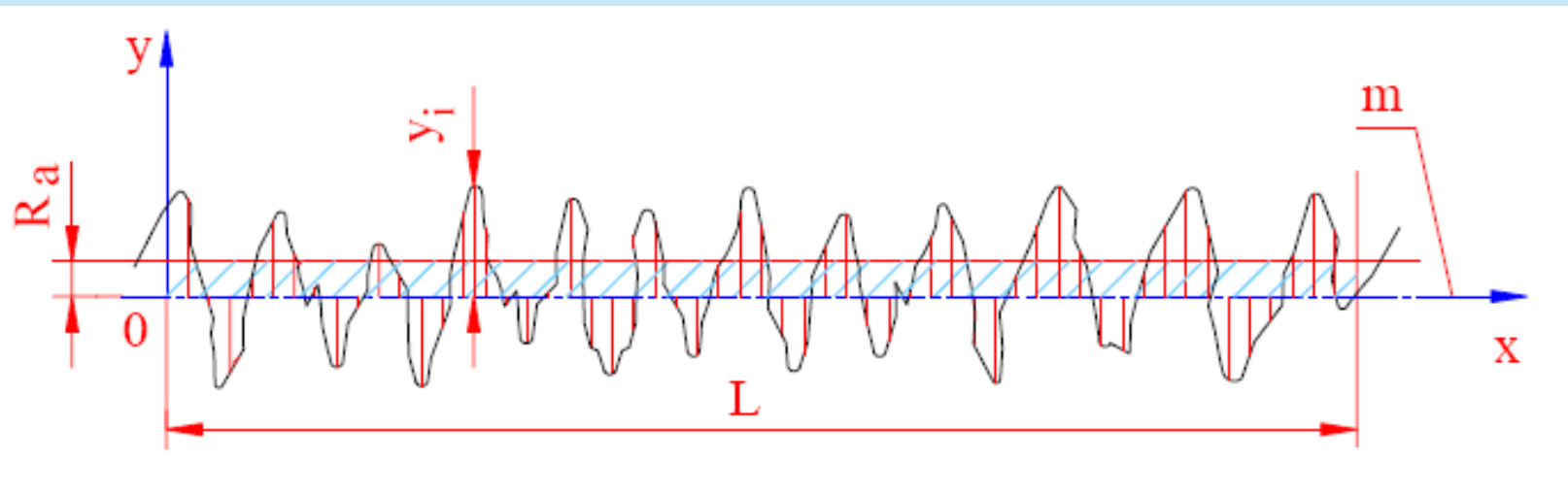


PREDPISOVANIE DRSNOSTI POVRCHU NA VÝKRESE

Drsnosť predstavuje výšku nerovností od dokonalej a ideálne hladkej plochy (stupeň hladkosti).



Najčastejšie sa drsnosť povrchu určuje ako **stredná aritmetická odchýlka profilu R_a** - je to stredná aritmetická hodnota absolútnych odchýlok profilu v rozsahu základnej dĺžky L .



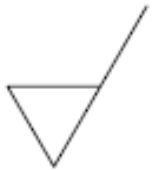
$$R_a = \frac{1}{L} \int_0^L |y(x)| dx$$

alebo

$$R_a \cong \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

Drsnosť povrchu sa musí predpisovať na všetkých plochách súčiastky nakreslenej na výkrese, okrem plôch pre ktoré nie je drsnosť dôležitá.

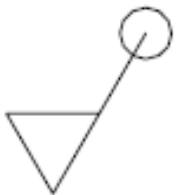
Drsnosť sa vyznačuje na výkrese do grafickej značky stavu povrchu:



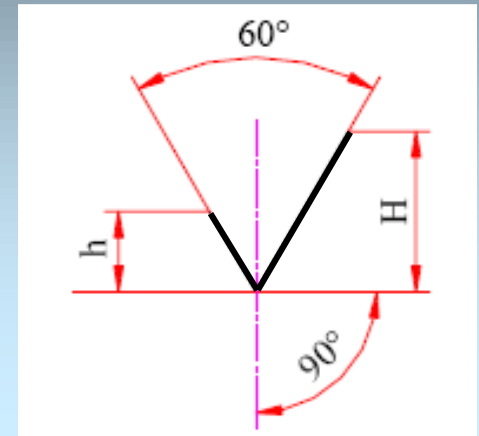
predpísaná drsnosť musí byť dosiahnutá odoberaním materiálu

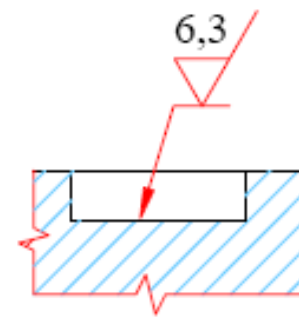
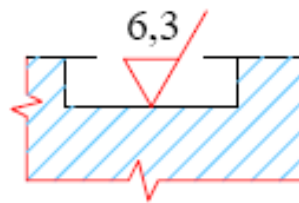
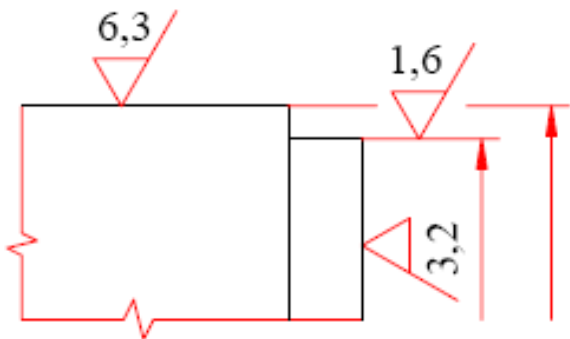


povrch musí zostať v stave, ktorý vznikol pri predchádzajúcom výrobnom procese

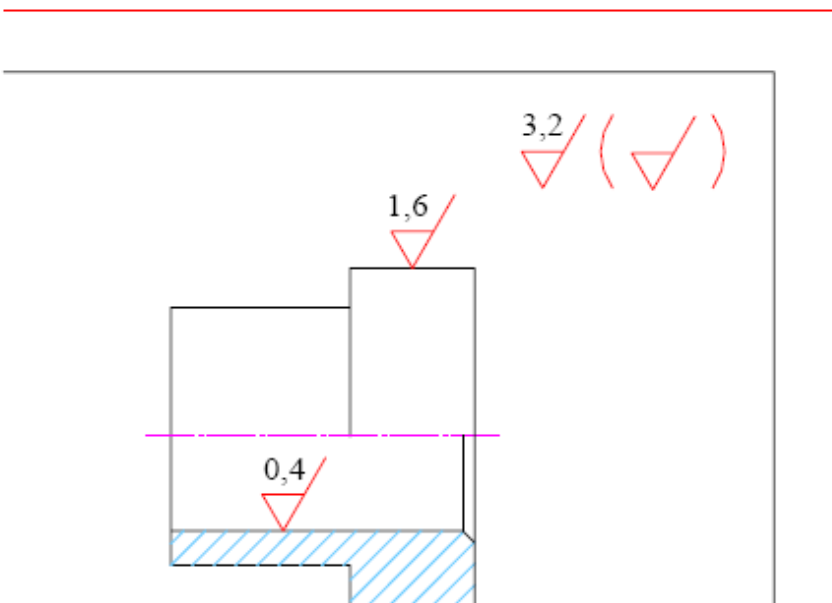


predpísaná drsnosť sa vyžaduje pre obrysové plochy

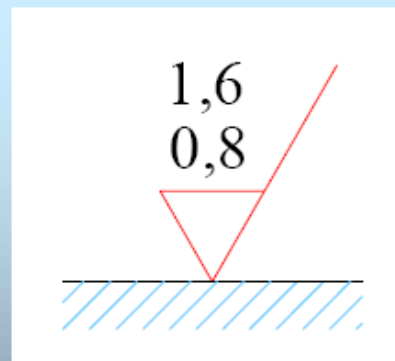




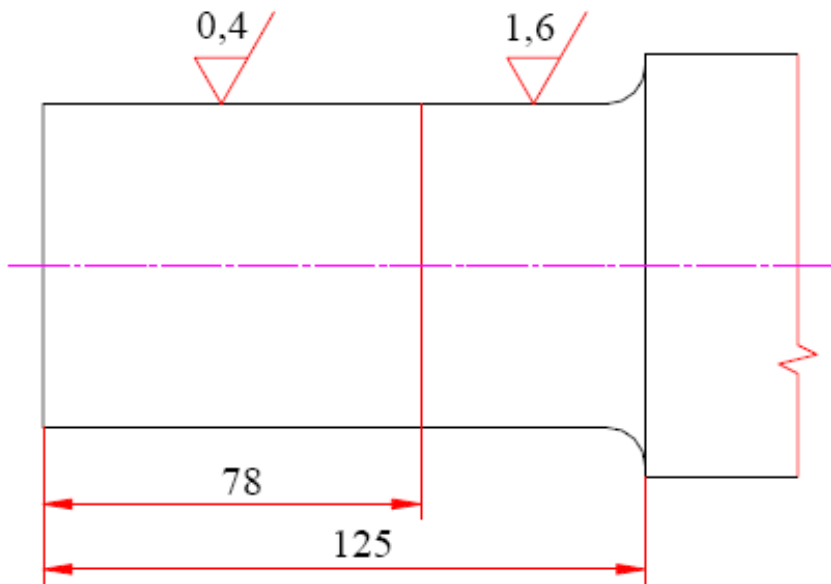
Zapisovanie značiek drsnosti k obrysom súčiastky



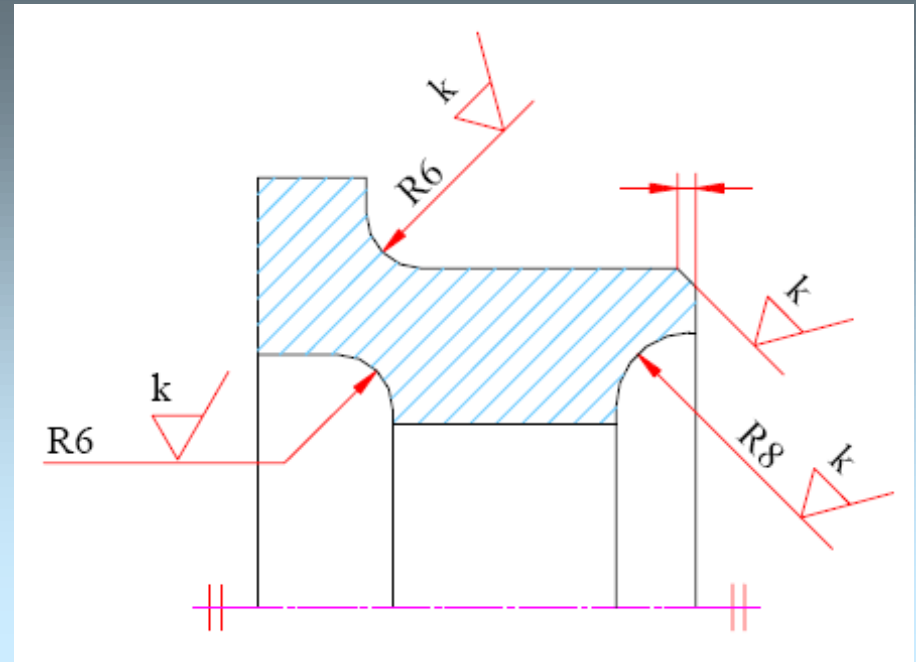
Predpisovanie rôznej drsnosti povrchu jednej súčiastky



Predpísanie rozsahu drsností povrchu



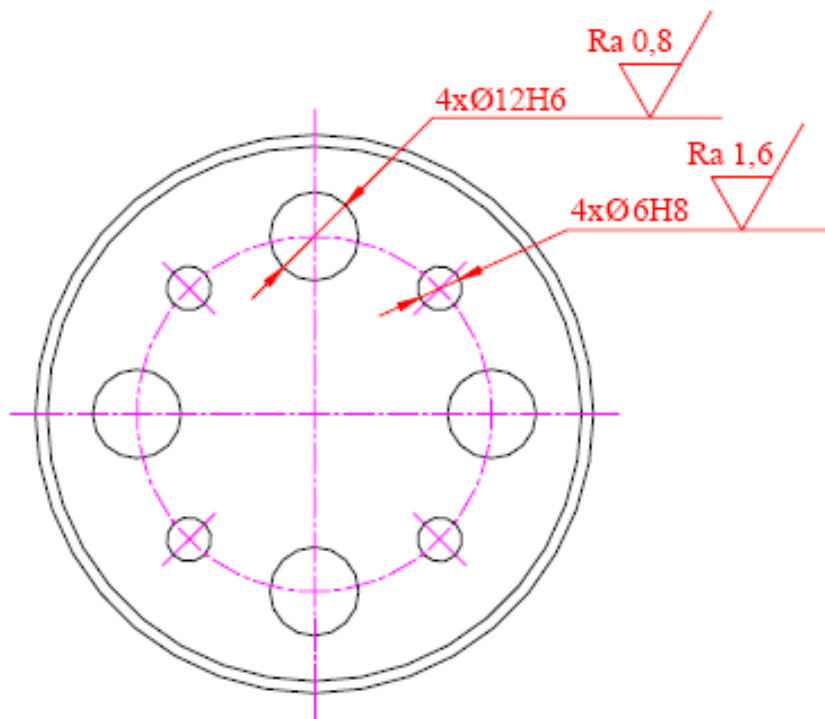
Predpisovanie rôznej drsnosti jednému povrchu



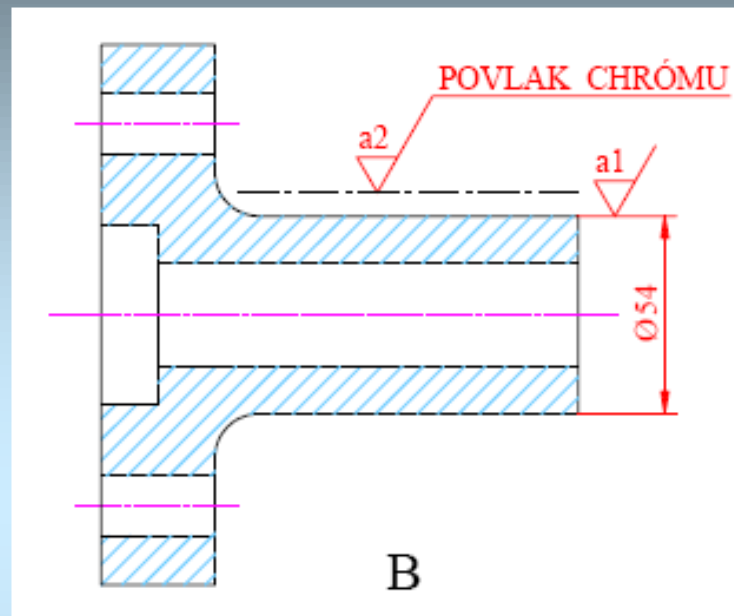
Príklad predpisu drsnosti zaoblenia

Hodnoty drsnosti R_a sa majú predpisovať vhodnou hodnotou z nasledovného radu:

0,025 0,05 0,1 0,2 0,4 0,8 1,6 3,2 6,3 12,5 25 50

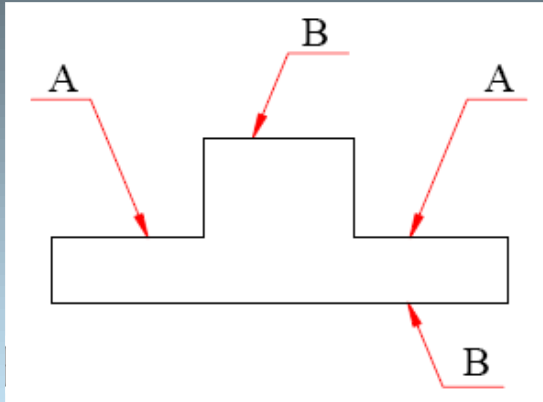
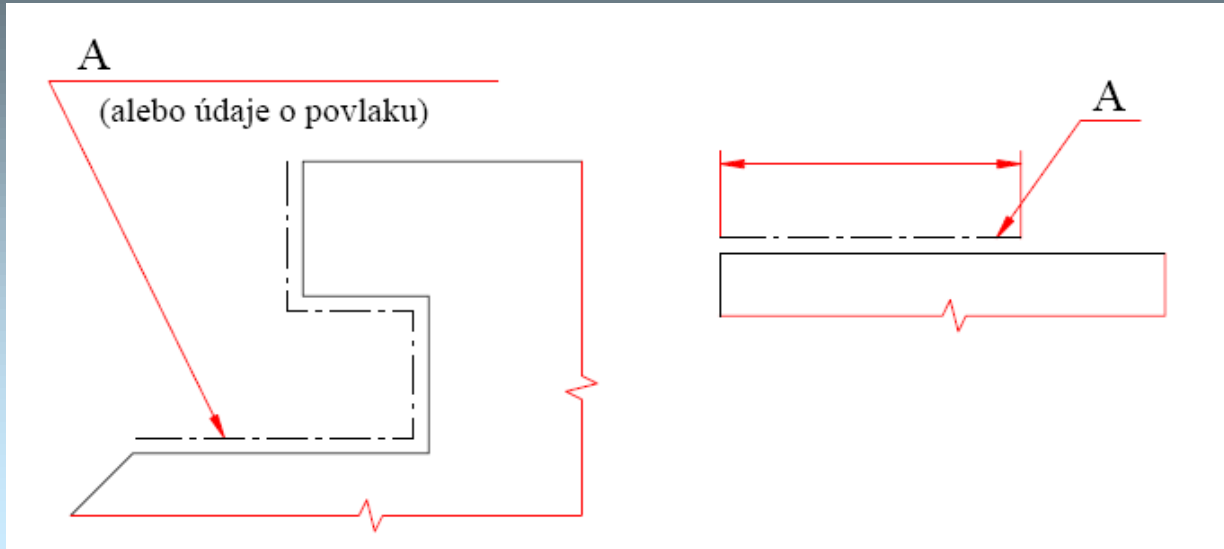


Predpisovanie drsnosti povrchu opakovaným prvkom

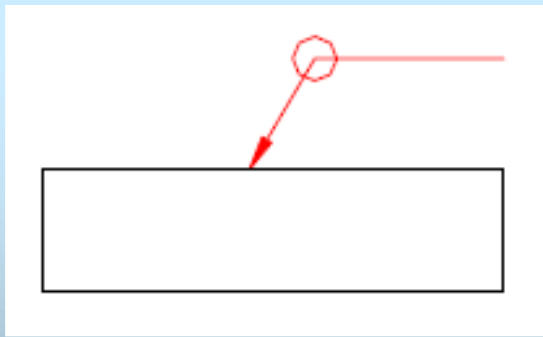
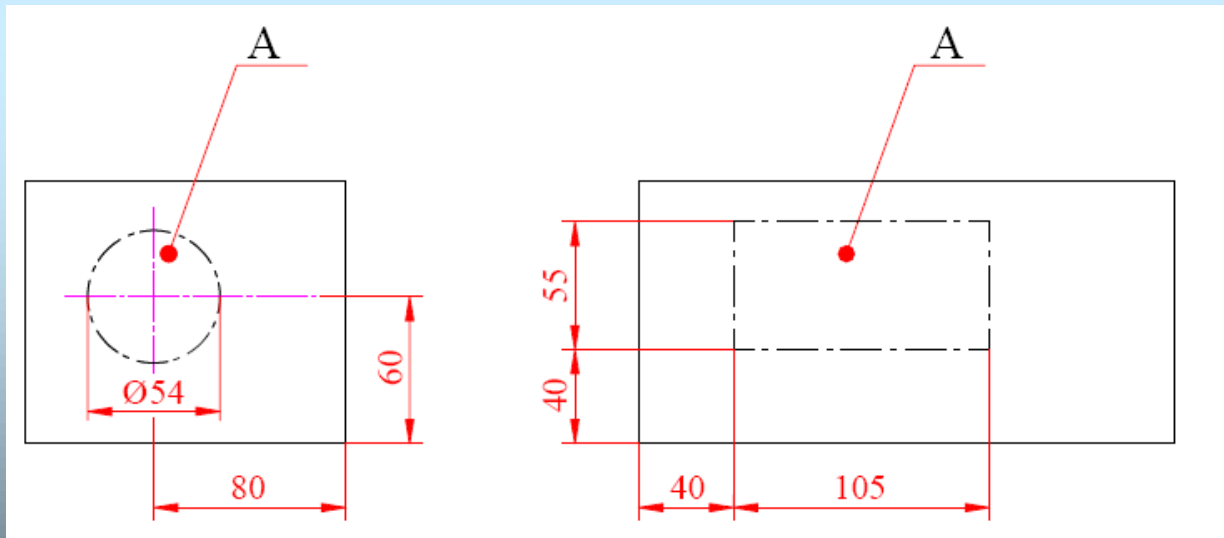


Príklad predpisu drsnosti povlaku

PREDPISOVANIE POVLAKOV



Predpísanie rôznych druhov povlakov



Predpísanie povlaku pre uzavretý obrys

Predpísanie povlaku na časť plochy