

VŠB – TU OSTRAVA, Fakulta bezpečnostního inženýrství



Kreslení strojírenských výkresů

Ing. Eva Veličková

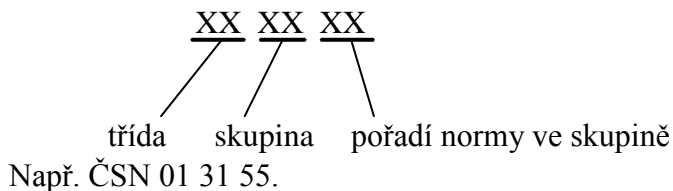
Obsah:

1. Strojírenské výkresy	2
2. Pravoúhlé promítání, pohledy	7
3. Zobrazování na strojírenském výkrese	8
3.1 <i>Zobrazování těles</i>	8
3.2 <i>Zobrazování stejných prvků</i>	9
3.3 <i>Zobrazování průniků a přechodů</i>	10
4. Pohledy, řezy a průřezy	11
4.1 <i>Pohledy</i>	11
4.2 <i>Částečné, místní a rozvinuté pohledy</i>	11
4.3 <i>Řez</i>	12
4.4 <i>Průřez</i>	15
4.5 <i>Šrafování</i>	15
5. Obrazy částečně nakreslené a přerušované	16
5.1 <i>Přerušování dlouhých těles</i>	16
5.2 <i>Souměrné obrazy</i>	16
6. Kótování	16
6.1 <i>Zásady kótování</i>	18
6.2 <i>Funkční a technologické kótování</i>	19
6.3 <i>Kótování délkových rozměrů</i>	20
6.4 <i>Kótování úhlů</i>	22
6.5 <i>Kótování oblouků, poloměrů a průměrů</i>	23
6.6 <i>Kótování zkosení hran</i>	24
6.7 <i>Kótování děr</i>	25
6.8 <i>Kótování přechodů</i>	26
6.9 <i>Kótování desek a tyčí</i>	26
7. Sklon a kužel	27
7.1 <i>Kótování sklonu</i>	27
7.2 <i>Kótování kužele</i>	28
8. Výrobní výkres a výkres sestavení	28
8.1 <i>Výkres součásti</i>	29
8.2 <i>Výkres sestavení</i>	29
9. Opravy a změny na výkresech a seznamech položek	30
10. Šrouby, matice a šroubová spojení	31
10.1 <i>Kreslení šroubů, matic a šroubových spojení</i>	31
10.2 <i>Kótování závitů</i>	34
11. Použitá literatura	37

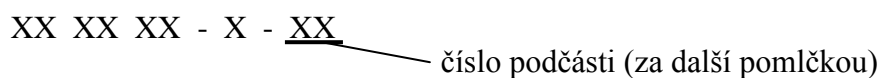
1. Strojírenské výkresy

Strojírenský výkres je dorozumívacím prostředkem technika. Musí být přehledný, čitelný, srozumitelný a úhledný. Výkresy se kreslí podle přesných pravidel, která stanoví příslušné technické normy. Jednotný způsob technického kreslení má v mezinárodním měřítku velký ekonomický význam.

České technické normy ČSN vydává Český normalizační institut. Číslování norem je seřazeno systematicky podle třídícího znaku.



V případě, že je norma rozdělena do samostatných částí a podčástí:



Např. ČSN 34 70 10 – 3, ČSN 36 15 50 – 2 – 11.

V případě, že ČSN přejímá evropskou nebo mezinárodní normu bez jakýchkoliv změn, doplňků a úprav v textu přejímané normy, skládá se označení české normy ze značky ČSN a označení přejímané normy. Např. ČSN EN 24014, ČSN ISO 6410.

Strojírenské výkresy se dělí

- ◆ podle způsobu zhotovení na:
 - a) náčrt (od ruky, bez měřítka, tužkou, na libovolný papír)
 - b) originál (s použitím kreslicích pomůcek; podle technických norem, v měřítku, tužkou nebo tuží; na pauzák, plátno, folii nebo rýsovací karton; je určen pro zhotovení kopií a je archivován)
 - c) kopie (zhotovuje se z originálu různými technikami, jsou určeny pro výrobu – originály se nepoužívají z důvodu možného poškození)

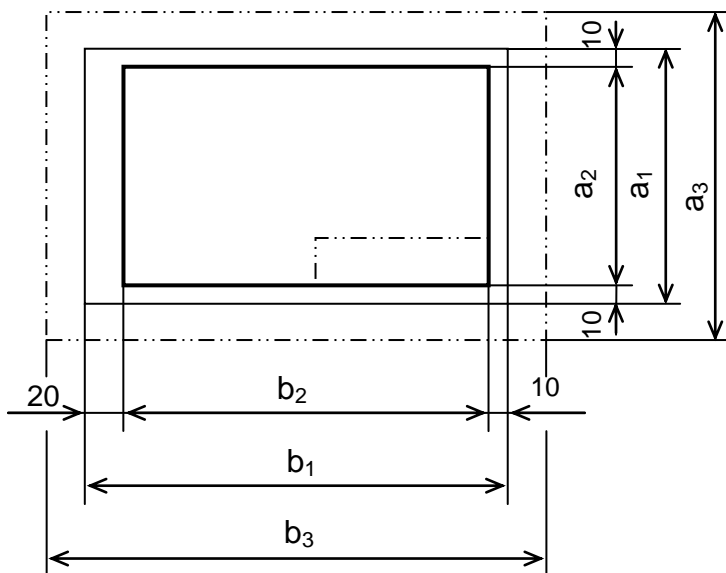
- ◆ podle obsahu a účelu:
 - a) výrobní (pro výrobu polotovaru a součástí a pro montáž)
 - b) pomocné (projekty, návrhy, nabídkové a propagační výkresy)

Formáty výkresů a úpravu výkresových listů stanovuje mezinárodní norma ČSN ISO 5457. Základní formát řady ISO-A je formát A0 – má plošný obsah 1m^2 a délku strany v poměru $1:\sqrt{2} = 841 \times 1189\text{mm}$. Další formáty vzniknou půlením delších stran. Na rozdíl od předchozí normy lze formáty A0 až A3 používat pouze horizontálně, formát A4 pouze vertikálně

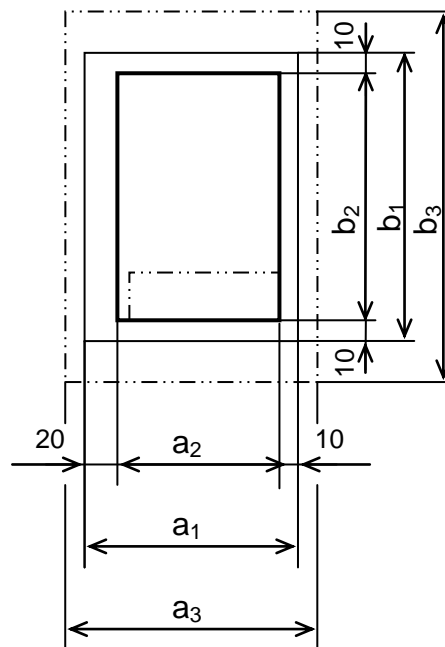
orientovaný. Dále se změnila šířka okrajů a je zavedena zcela jiná řada velikostí prodloužených formátů.

Rozměry a úprava výkresů:

Formáty A0 až A3



Formát A4



Šířky okrajů výkresového listu jsou patrné z obrázků, širší levý okraj je využitelný pro svázání do složky.

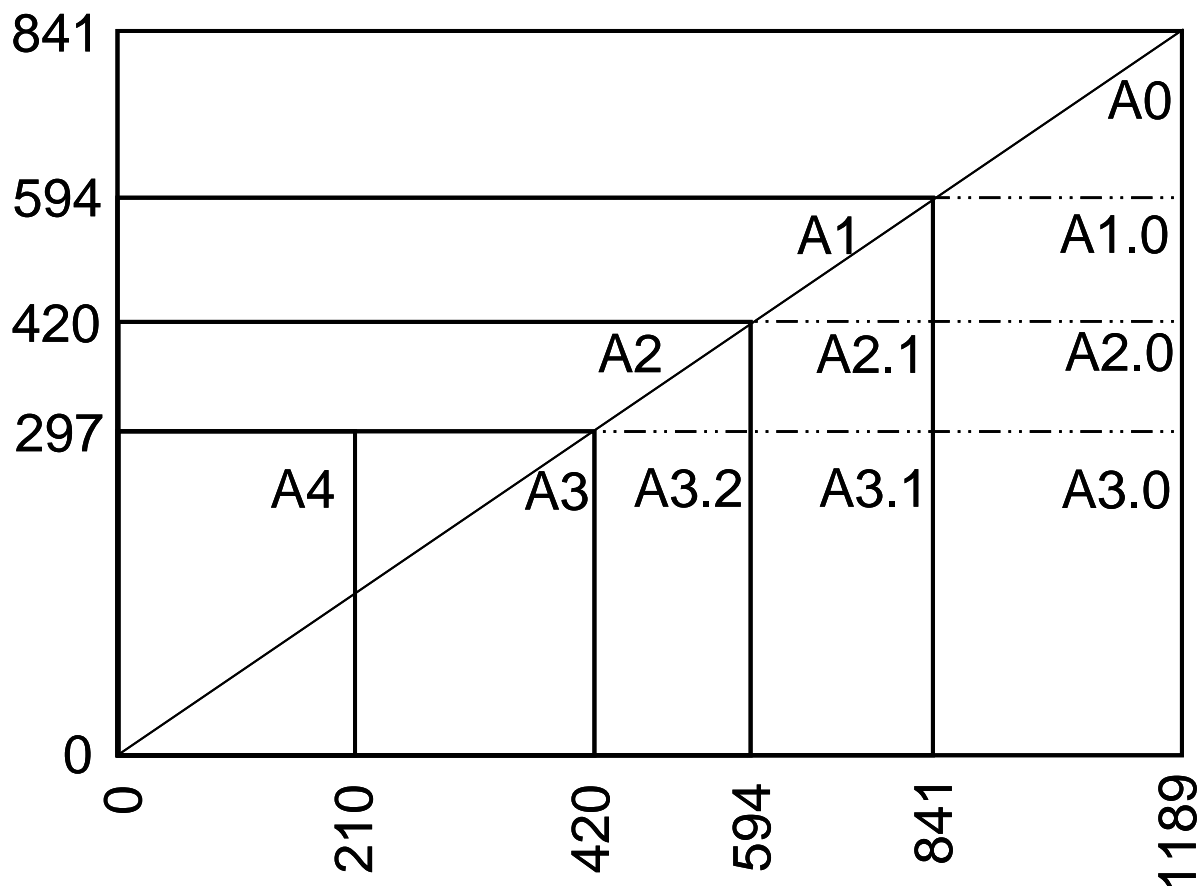
Rozměry výkresů řady ISO A (rozměry v mm):

označení	oříznutý formát $a_1 \times b_1$	kreslicí pole $a_2 \times b_2$	neoříznutý list $a_3 \times b_3$
A0	841 x 1189	821 x 1159	880 x 1230
A1	594 x 841	574 x 811	625 x 880
A2	420 x 594	400 x 564	450 x 625
A3	297 x 420	277 x 390	330 x 450
A4	210 x 297	180 x 277	240 x 330

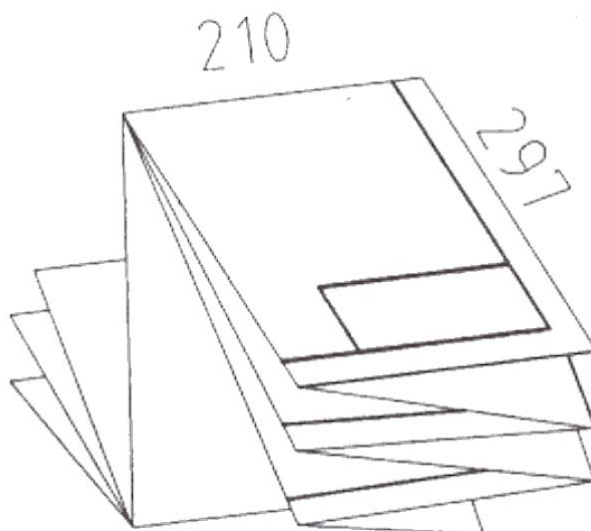
Formát A4 je nejmenší formát doporučený pro strojírenské výkresy.

V nezbytných případech lze použít prodloužených formátů (např. pro kreslení dlouhých předmětů), které vzniknou kombinací rozměrů kratších stran základních formátů řady ISO A a delších stran větších formátů řady ISO A. Nově vzniklý formát se označí např. A3.1.

Přehled prodloužených formátů řady ISO:

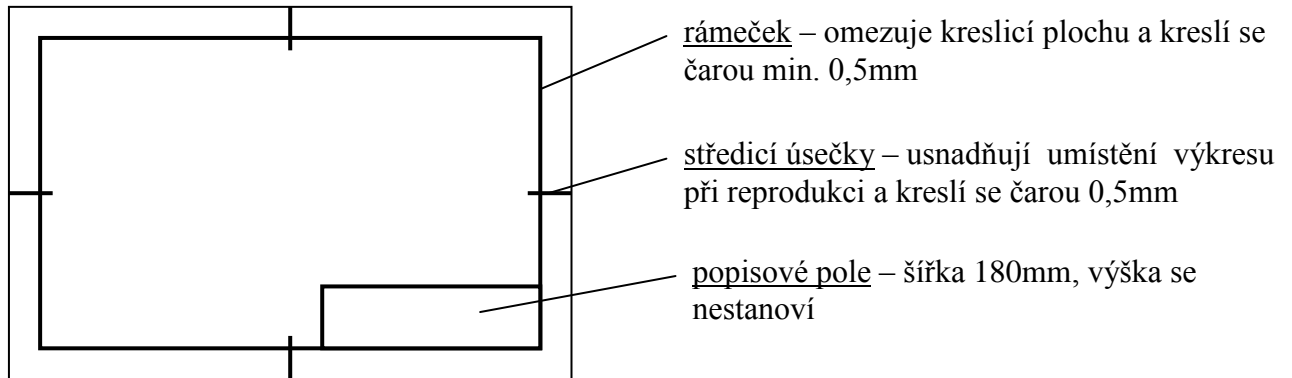


Výkresy se skládají dle ČSN 01 31 11. Originály se neskládají. Výkresy se skládají nejprve podél přehybů kolmých ke spodnímu okraji, potom rovnoběžných. Popisové pole musí být vždy nahoře. Výkresy se skládají na rozměr formátu A4.



Podle již zmíněné normy ČSN ISO 5457 musí mít výkres vždy

popisové pole
rámeček kreslicí plochy
středící úsečky



Popisové pole

				Materiál		T.O.				
				Polotovar						
				Čistá hmotnost		Hrubá hmotnost				
				Měřítko	Promítání	Přesnost	Tolerování			
Index	Změna	Dne	Podpisy							
Oddělení	Technický referent		Sestava	Kreslil		Přezkoušel				
VŠB - FBI				Kusovník	Druh dokumentu		Stav dokumentu			
				Název, doplňující název			Číslo			
				Rev.	Datum vydání	Jazyk	List			

Povinné identifikační údaje v popisovém poli podle ČSN ISO 7200:2002 – *Technické výkresy* jsou:

- údaj o zákonném vlastníkovi
- identifikační číslo
- název výkresu
- index revize
- datum vydání
- zodpovědná osoba
- schválil
- kreslil
- druh dokumentu

Nepovinné údaje:

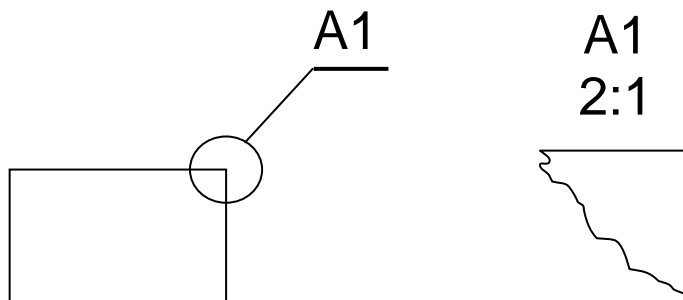
- číslo listu a počet listů
- doplňující název výkresu
- oddělení
- klíčová slova
- status dokumentu
- měřítko (převládající nebo hlavního obrazu)
- značka použité promítací metody

Měřítko zobrazení předmětu je poměr délkových rozměrů na výkrese ke skutečným. Měřítko stanoví norma ČSN ISO 5455.

Druhy měřítek:

Skutečná velikost	Zmenšení	Zvětšení
1:1	1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100	2:1, 5:1, 10:1, 20:1, 50:1

Použité měřítko se zapíše do popisového pole výkresu. Měřítko se píše větším písmem než kóty. Je-li na výkrese použito více než jedno měřítko, zapisuje se do popisového pole měřítko hlavního obrazu, ostatní měřítka se zapisují k odkazu na položku, nebo k písmenu označujícímu tvarovou podrobnost nebo řez.



Výkresy popisujeme dle ČSN ISO 3098 (013115). Nejčastěji používané výšky písma jsou 2,5; 3,5; 5; 7; 10. Tloušťka čáry písma: $d = \frac{1}{14} \cdot h$ (h = výška písma), např. pro písmo 2,5 se použije pero 0,18. Pro popis výkresů se používá písmen velké abecedy a arabské číslice. Pro nakreslení výkresu se používají čáry, jejichž použití, názvy, tloušťky a značení je dáno ČSN ISO 128-20 (013114). Tloušťka čáry se volí z geometrické řady odstupňované činitelem $\sqrt{2}$: 0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1; 1,4; 2.

Pro zobrazení předmětu na výkrese se používají 2 druhy čar:

a) plné čáry

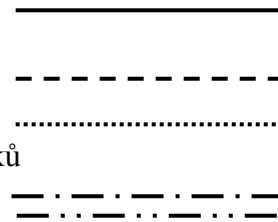
b) přerušované čáry - s pravidelným opakováním 1 prvku

⇒ čárkované

⇒ tečkované

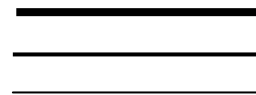
- s pravidelným opakováním skupiny prvků

⇒ čerchovaná



Čáry se používají v různých tloušťkách:

- velmi tlustá
- tlustá
- tenká

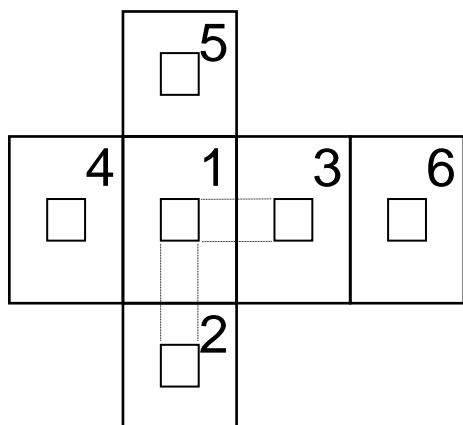


Použití jednotlivých typů čar:

	šrafování, odkazové čáry včetně praporků, kótovací a pomocné čáry, zobrazení závitů, neurčité hrany a průniky, obrysy sklopených průřezů
	viditelné obrysy a hrany pohledů a řezů, vymezení formátu výkresu
	lepené spoje, pájené spoje
	přerušování obrazu, ukončení částečně nakresleného obrazu, rozhraní mezi pohledem a řezem u částečných řezů
	neviditelné obrysy a hrany
	osy souměrnosti, roztečné kružnice a přímky
	poloha myšlených rovin řezu, označení ploch pro předepsání vlastností povrchu
	Krajní polohy pohyblivých částí, obrysy a hrany sousedních částí, zobrazení původního tvaru, zobrazení konečného tvaru, čáry ohybů na rozvinutých plochách, těžištní osy

2. Pravoúhlé promítání, pohledy

Nejrozšířenějším způsobem zobrazování ve strojírenském kreslení je pravoúhlé promítání na vzájemně kolmé průmětny. Promítnuté obrazy předmětu jsou dvojrozměrné, systematicky uspořádané. Volí se minimální počet odrazů předmětu, ale takový, aby byl předmět úplně a jednoznačně určen. Pro strojírenské výkresy používáme promítání v 1. kvadrantu (ISO-E, „evropské“ promítání). Jde o pravoúhlé promítání, kde je předmět umístěn v průčelné poloze mezi pozorovatelem a příslušnými průmětnami. Vzájemná poloha obrazů je dána rozvinutím průměten do nákresové roviny. Některé obrázky v amerických a jiných technických publikacích jsou kresleny metodou promítání 3 (americké promítání) – ISO A.



- 1 – pohled zepředu (hlavní pohled – nárys)
- 2 – pohled zhora (půdorys)
- 3 – pohled zleva (pravý bokorys)
- 4 – pohled zprava (levý bokorys)
- 5 – pohled zdola
- 6 – pohled zezadu

Jednotlivé pohledy se kreslí přesně pod sebe a přesně vedle sebe. Sklopené pohledy nazýváme sdružené. Obrazům ve sdružených průmětnách říkáme sdružené průměty.

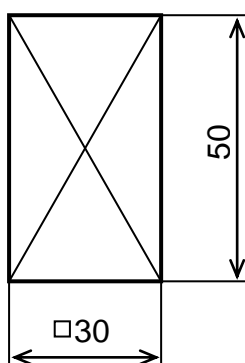
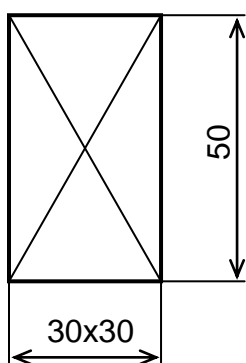
3. Zobrazování na strojírenském výkrese

3.1 Zobrazování těles

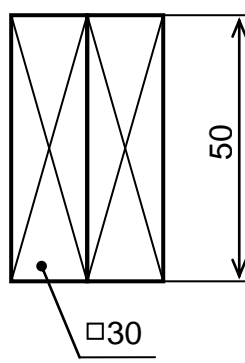
Při zobrazování těles volíme počet obrazů co nejmenší, ale takový, aby došlo k úplnému a jasnému určení tvaru a bylo možné úplné zakótování součásti. Někdy stačí 2 nebo i 1 obraz – obvykle nárys. Jeden obraz stačí u pravidelných geometrických těles a u součástí tvořených z takových těles.

Pravidelný čtyřboký hranol:

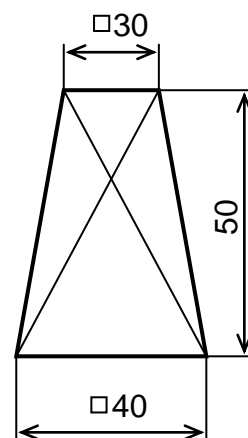
V průčelné poloze:



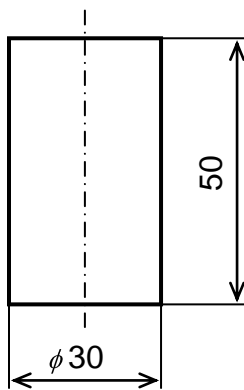
V nárožní poloze:



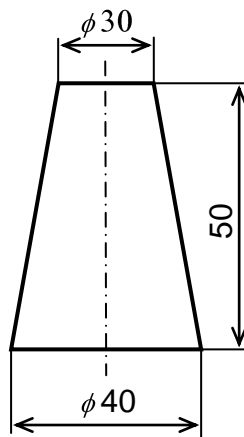
Pravidelný čtyřboký komolý jehlan:



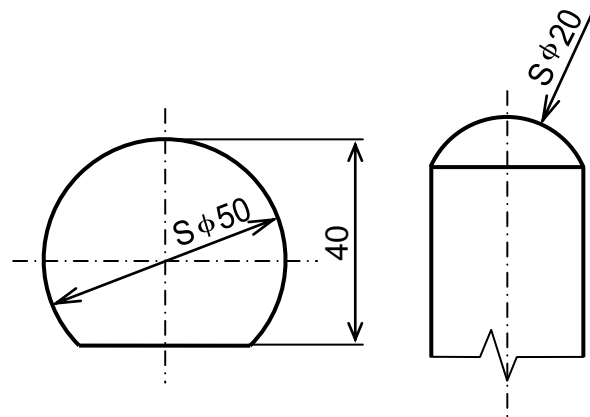
Válec:



Komolý kužel:

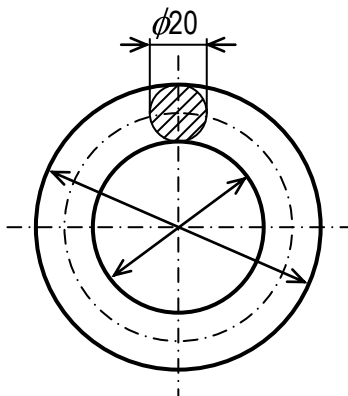


Kulová plocha:

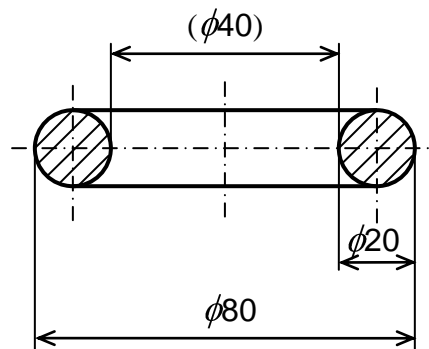


Anuloid:

s otočeným průřezem:



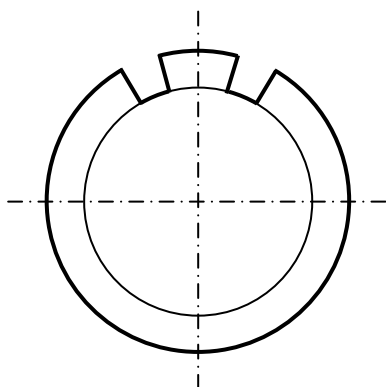
v řezu:



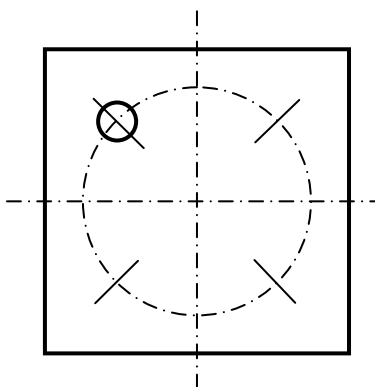
3.2 Zobrazování stejných prvků

U zobrazení několika stejných prvků kreslíme jen ty, které jsou nutné pro okótování. Ostatní se vyznačí osami nebo ohraničením jejich plochy v obraze s uvedením počtu opakujících se prvků. To znamená drážky, výřezy, díry, zuby.... se kreslí 1 \times nebo na začátku a konci, ostatní se znázorní tenkou plnou čarou pouze jejich ohraničující obrys nebo se nakreslí pouze jejich osy.

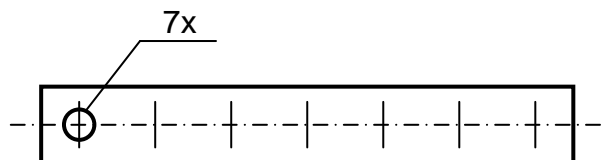
Kreslení pravidelně se opakujících tvarových prvků:



Kreslení pravidelně se opakujících tvarových prvků na roztečné kružnici:



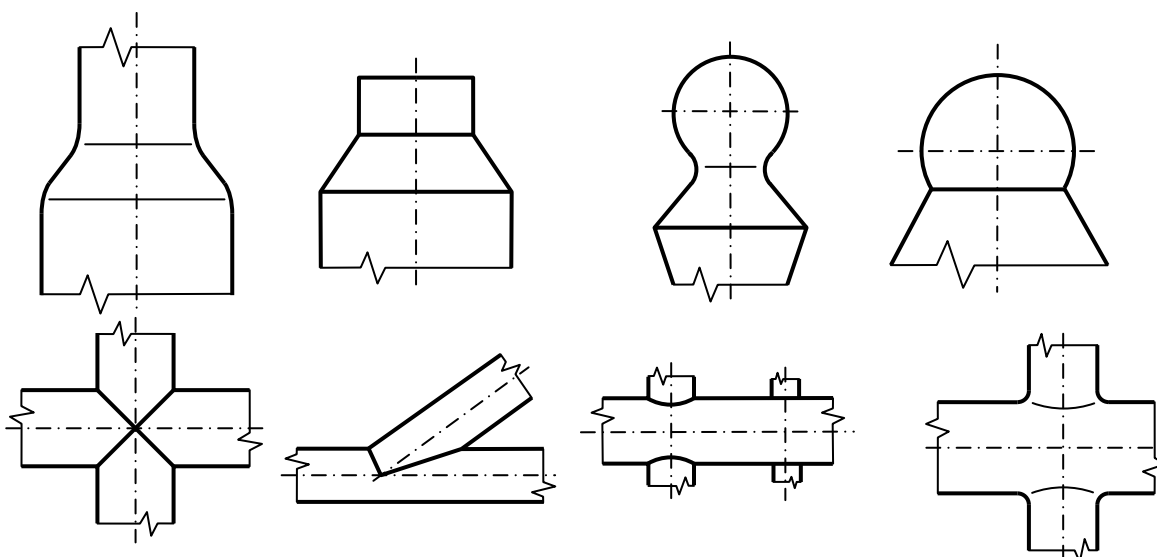
Kreslení pravidelně se opakujících tvarových prvků na roztečné přímce:



3.3 Zobrazování průniků a přechodů

V místech, kde přechází jedno geometrické těleso do druhého, vznikají na vnějším nebo vnitřním povrchu součásti hrany, které nazýváme průniky – promítají se jako úsečky. Přesné sestrojení průniků je nutné u součástí, kde se vyžaduje z hlediska konstrukce, výroby nebo vzhledu (tj. u svařovaných, nýtovaných, pájených nebo lepených nádob, kotlů, potrubí...).

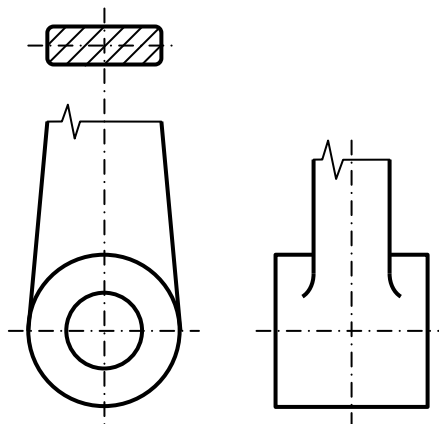
Zjednodušeně se průniky kreslí u součástí, u nichž je z hlediska konstrukce i výroby přesné sestrojení průniků zbytečné. To je při výrobě součástí odléváním, tvářením obráběním....



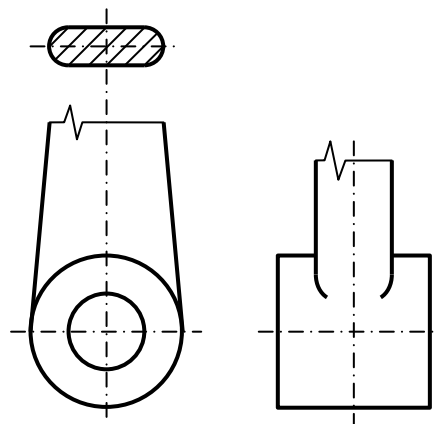
Znatelné průniky kreslíme čarou stejné tloušťky jako viditelné hrany. Tam, kde jsou hrany průniku zaoblené nebo průnik tvoří zaoblené **přechody**, takže je ve skutečnosti málo znatelný, nakreslí se plnou tenkou čarou, která se nedotahuje až k obrysu.

3.4 Zobrazení zaoblených přechodů do válcového náboje:

hranolovitého ramena:



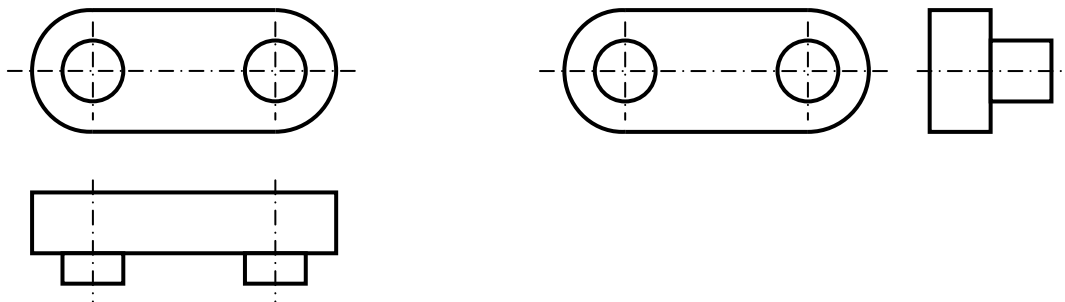
oválného ramena:



4. Pohledy, řezy a průřezy

4.1 Pohledy

Součásti, které nelze znázornit jedním obrazem, musíme zobrazit dvěma i více pohledy, ale vždy pouze tolika, kolik je nezbytně nutno pro jednoznačné určení dané součásti. Více než jeden obraz se nakreslí i tehdy, když by byl jeden obraz přeplněn kótami. Při volbě druhého obrazu se volí vždy jednodušší a méně pracný obraz a ten co zabírá méně místa.

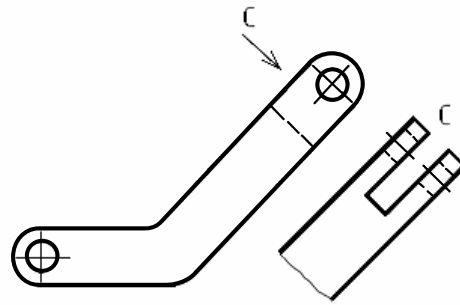


4.2 Částečné, místní a rozvinuté pohledy

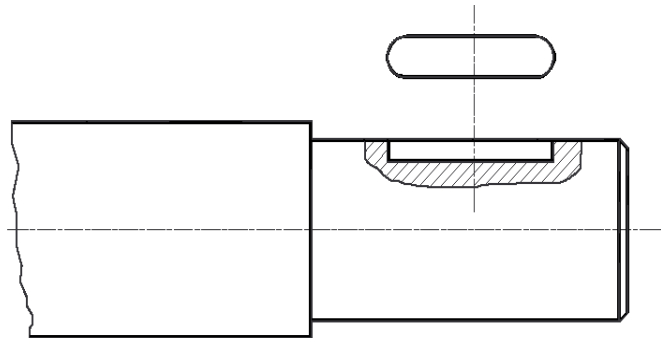
Kromě úplných pohledů na předmět lze použít pohledů jen na určitou část předmětu:

- Částečný pohled
- Místní pohled
- Rozvinutý pohled

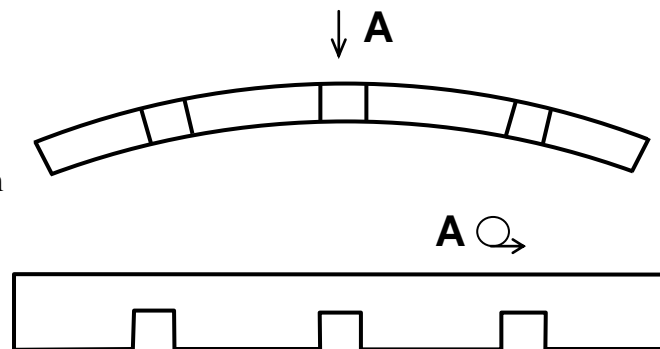
Částečný pohled se použije, nelze-li zobrazit předmět podle pravidel pravouhlého promítání na průmětny k sobě kolmé bez zkreslení tvaru a rozměrů. Směr pohledu na předmět se vyznačí šipkou a písmenem velké abecedy, písmeno se opakuje u částečného pohledu promítnutého na pomocnou průmětnu. Částečný pohled lze posunout, popř. posunout a potočit.



Místní pohled se použije pro zjednodušení zobrazování v případě, že je třeba zobrazit tvar pouze určitého konstrukčního prvku. Místní pohled se může nakreslit místo úplného pohledu za předpokladu jednoznačnosti zobrazení. Místní pohled se kreslí souvislou tlustou čarou a je spojen s hlavním obrazem tenkou čerchovanou čarou.



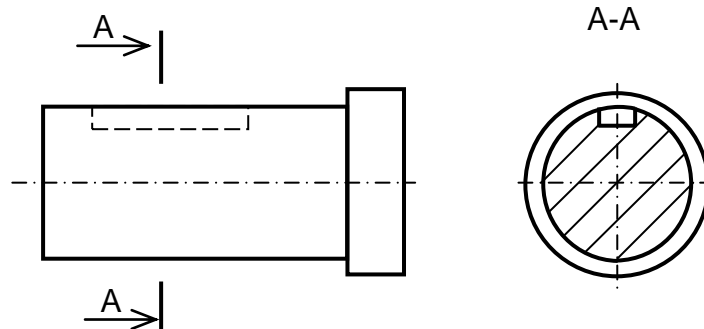
Rozvinutý pohled se použije u zakřivených předmětů, kde chceme, aby nevznikl zkreslený obraz tvarových podrobností. Základním obrazem se vyznačí směr promítání a u rozvinutého obrazu označení pohledu se značkou pro rozvinutí



4.3 Řez

Řez je zobrazení předmětu myšleně rozříznutého jednou nebo několika rovinami nebo zakřivenou plochou. V řezu se zobrazují ty části tělesa, které leží v rovině řezu a za ní. Myšlená rovina řezu se vede tak, aby se v obrazu řezu zobrazily charakteristické tvary předmětu.

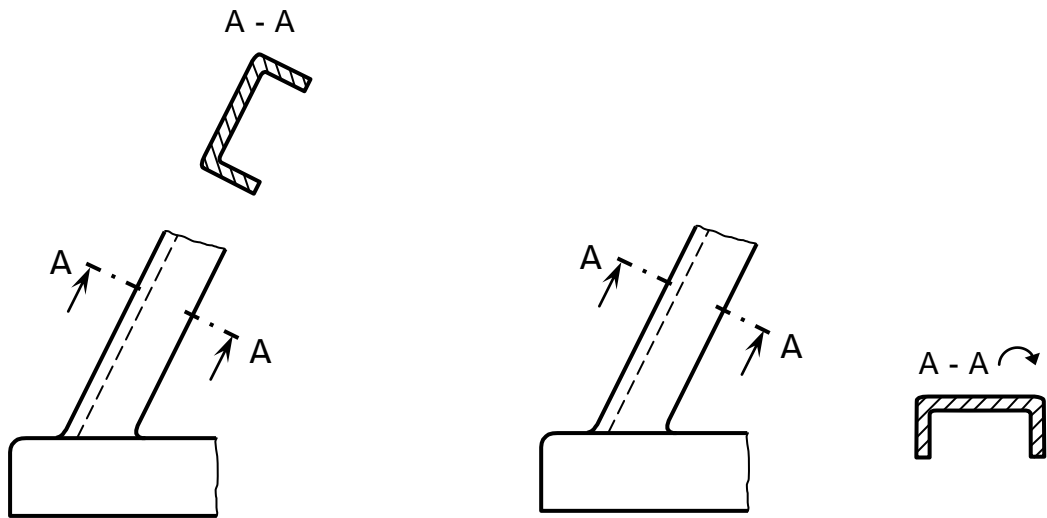
Označení řezu:



Řezy:

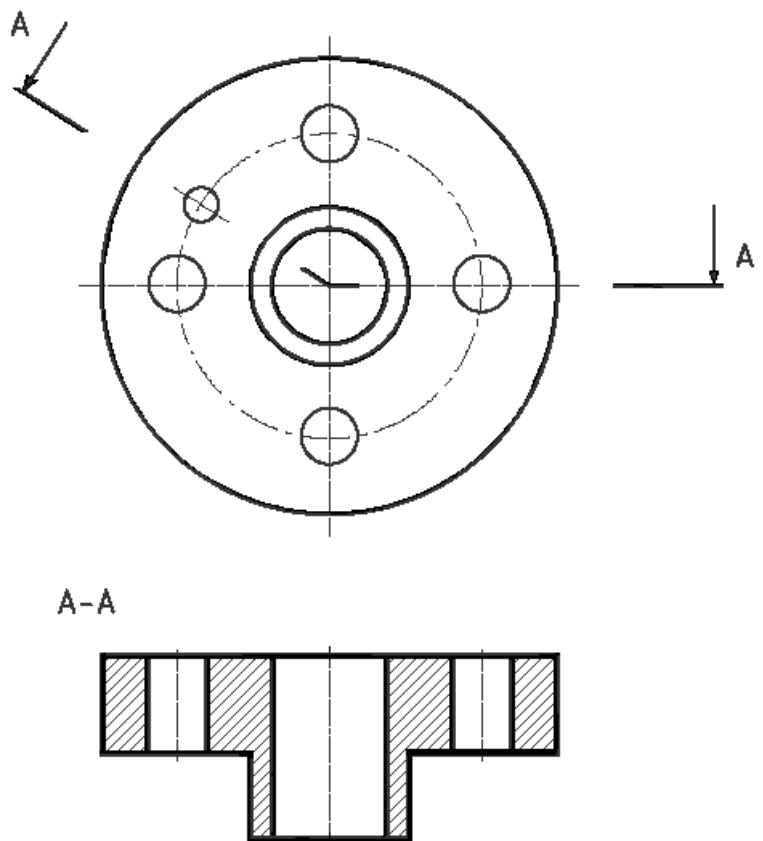
⇒ jednoduché :

- vodorovné
- svislé
- šikmé (obrazy se umísťují ve směru promítání a rovina řezu i obraz řezu se musí označit, obraz šikmého řezu lze také pootočit, v tom případě se musí označit rovina řezu i obrazu)

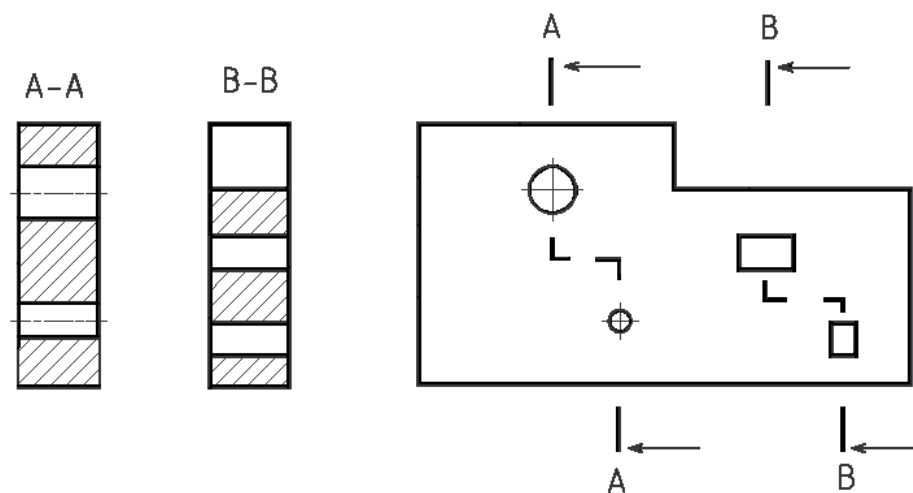


⇒ složené:

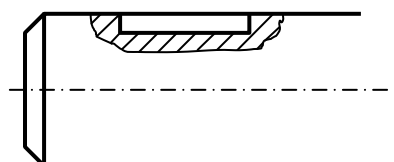
- lomené



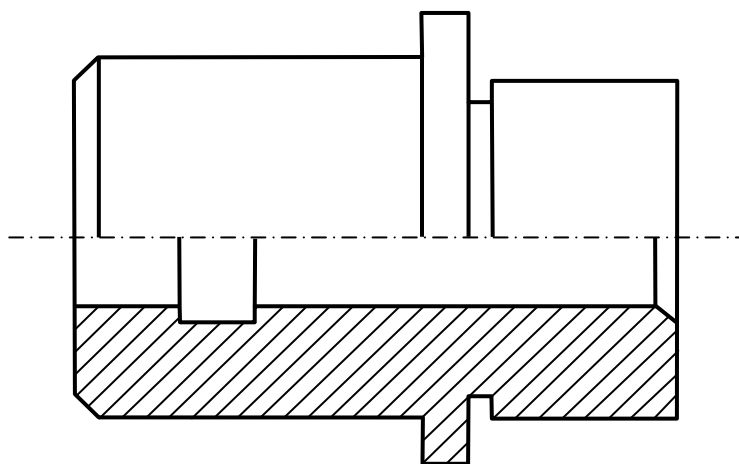
- stupňovité



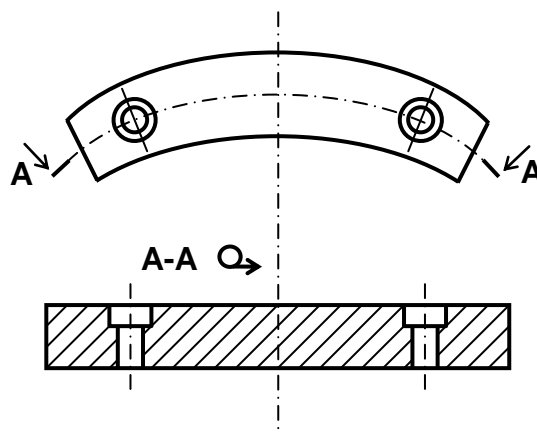
Řez - částečný



- poloviční – souměrné
části lze zobrazit v jedné
polovině v řezu a v druhé
polovině v pohledu



- rozvinutý – u zakřivených
součástí rozvineme řez do roviny
tak, aby nevznikl zkreslený obraz

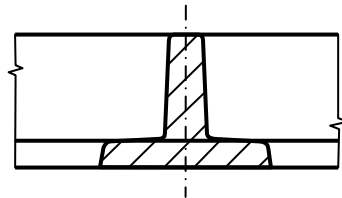


4.4 Průřez

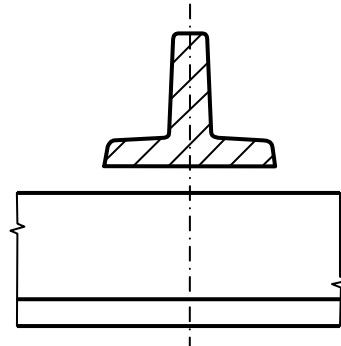
Průřez je obraz myšleného řezu jednou řeznou rovinou, zobrazující pouze části předmětu ležící přímo v rovině řezu. Myšlená rovina se nesmí zalamovat. Průřez se nesmí použít, pokud by se obraz průřezu rozpadl na více částí.

Umístění průřezů:

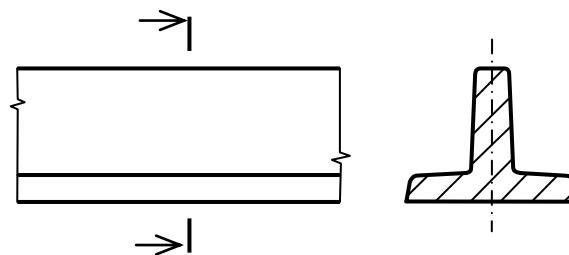
- přímo v obrazu



- vysunutý vně obrazu



- jako sdružené obrazy



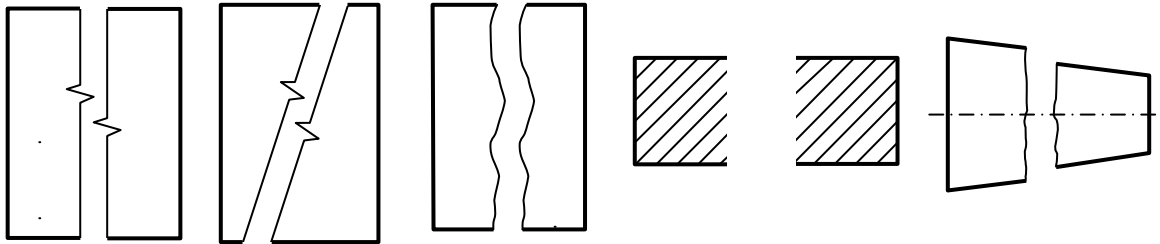
4.5 Šrafování

Šrafujeme pod úhlem 45° , čáry musí být stejně vzdáleny od sebe, vedlejší šrafované plochy mají opačný směr šrafování.

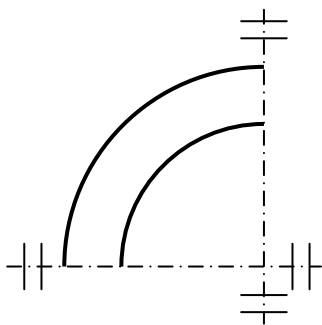
5. Obrazy částečně nakreslené a přerušované

Aby se ušetřila obrazová plocha na výkrese, a tím se zmenšil formát, zobrazují se dlouhá tělesa s neměnným nebo plynule se měnícím průřezem zkráceným přerušným obrazem. U souměrných obrazů stačí nakreslit jen polovinu nebo čtvrtinu.

5.1 Přerušování dlouhých těles:



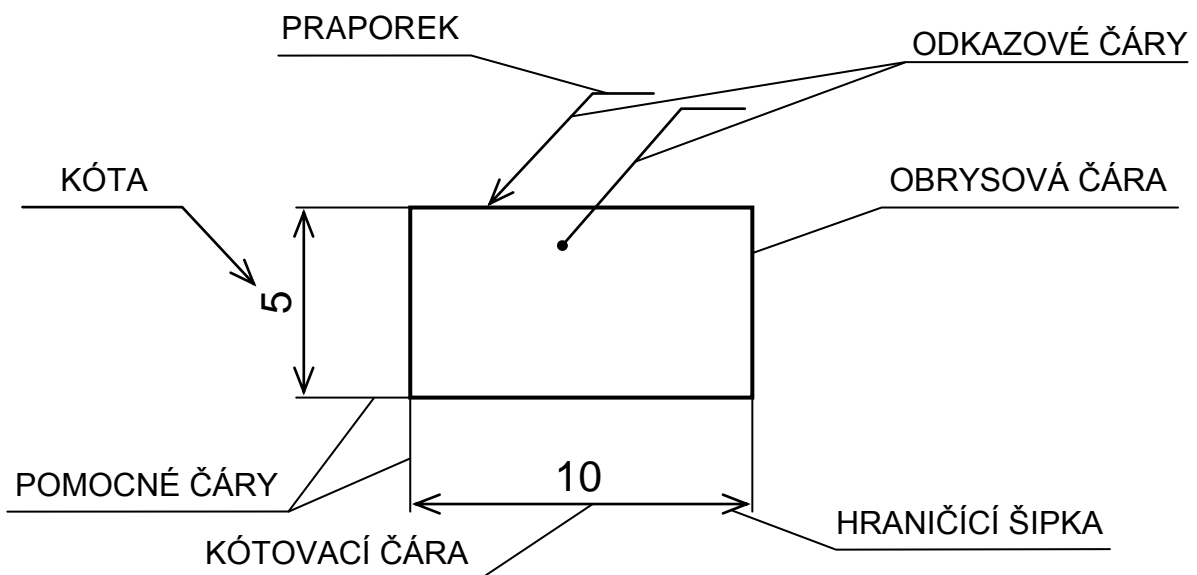
5.2 Souměrné obrazy:



U souměrných obrazů se osy souměrnosti označí na obou koncích dvěma tenkými úsečkami kolnými k ose o délce min. 3,5mm.

6. Kótování

Kótováním obrazu na výkrese se musí jednoznačně určit tvar, velikost a vztahy jednotlivých prvků. Potřebný rozměr se má přečíst přímo bez počítání z jiných kót.



Kóta – číselná hodnota rozměru zapsaná na výkrese. Udává požadovanou velikost kótovaného rozměru v dohodnutých měřicích jednotkách a není závislá na měřítku, ve kterém je výkres nakreslen. Kóta se skládá z grafické značky, písemné značky, hodnoty mezních úchylek rozměru, zkratky a slovního údaje.

Obrysová čára – úsečka nebo oblouk, jež znázorňuje obrys součásti.

Kótovací čára – úsečka nebo oblouk kružnice ohraničen hraničícími značkami, na které je zapsán kótovaný rozměr (může být mezi dvěma prvky, mezi prvkem a vynášecí čarou nebo mezi dvěma vynášecími čarami)

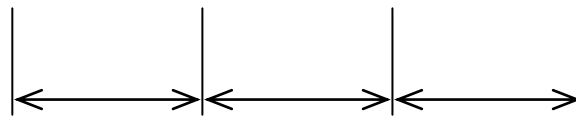
Hraničící značka – hraničící šipka nebo úsečka, kterou se ukončí kótovací čára.

Pomocná čára – přímka nebo část kružnice, která prodlužuje vlastní obrys součásti tak, aby ho bylo možno okótovat.

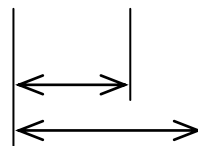
Odkazová čára – čára vedená nejvhodnějším směrem k odkazovanému prvku. Část odkazové čáry, na které píšeme údaje a je vodorovná se nazývá praporek.

Základní způsoby kótování:

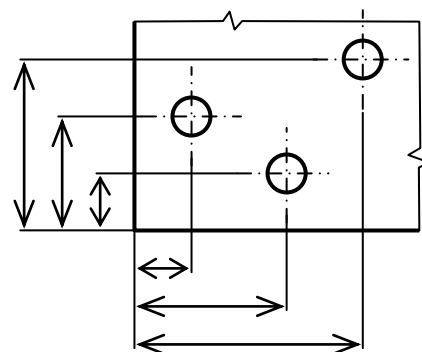
- řetězcové



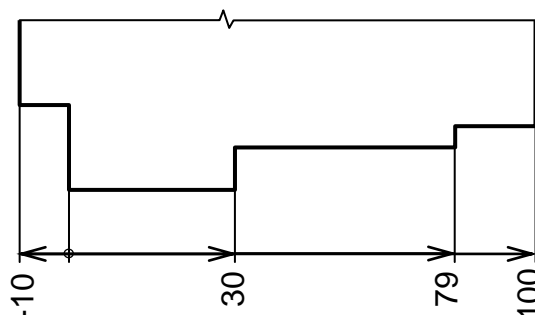
od společné základny



souřadnicové – poloha nepravidelně rozložených prvků je určena pravoúhlými souřadnicemi polohy bodu prvku od zvolených základen

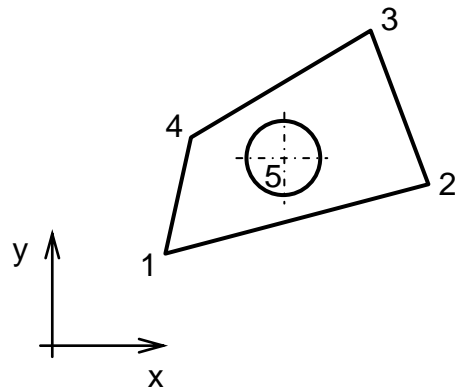


- průběžné kótování od základny – všechny kóty mají počátek v referenčním bodu a jsou uspořádány v jedné přímce nebo na kružnici



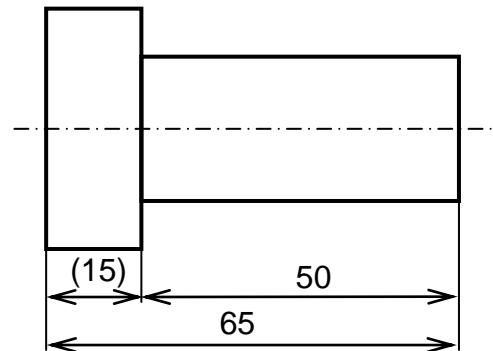
tabulkové kótování – uspořádání kót, při němž jsou prvky označeny čísly nebo písmeny a jejich kóty jsou uvedeny v tabulce pod shodným označením

Umístění	x	y	d
1	10	10	-
2	60	20	-
3	50	40	-
4	20	30	-
5	35	25	$\phi 10$



6.1 Zásady kótování

- všechny informace o rozměrech potřebné k úplnému a srozumitelnému popsání předmětu musejí být uvedeny přímo na výkrese, pokud nejsou uvedeny v souvisejících dokumentech (popisové pole, soupis položek)
- každý prvek má být na výkrese kótován pouze jednou, nadbytečné rozměry, které slouží pouze pro informaci, se musí označit závorkami



- součást se kótuje v tom obraze, ve kterém je kótovaný rozměr nejzřetelnější
- součásti zobrazené v jednom obraze (z části v pohledu a z části v řezu) se kótují, pokud je to možné podle zásady, aby v pohledu byly kótovány vnější prvky a v řezu vnitřní prvky
- kóty rozměrů téhož tvarového prvku se mají pokud možno umístit v témže obraze
- všechny kóty, grafické značky a poznámky musejí být zapsány tak, aby je bylo možno číst od spodního nebo pravého okraje výkresu
- na výkresu smí být užito jen stejných jednotek pro rozměry (mm), aniž by se uváděla jejich značka. Je-li to nutné k vyloučení nedorozumění, uvede se značka převažující měřicí jednotky souhrnně poznámkou
- užívá-li se na výkrese jiných než délkových jednotek, musí se k hodnotám veličin připojit značka příslušné jednotky
- rovinné úhly se udávají v úhlových stupních, minutách a vteřinách, kótování v gradech se používá v geodezii
- rozměry opakujících se stejných konstrukčních prvků se kótují jen na jednom prvku
- kóty se na výkrese zapisují technickým písmem podle ISO 3098-0, výška písmen a číslic se volí podle složitosti a velikosti výkresu, obvyklá velikost písma je 3,5mm.
- na výrobním výkresu je třeba kótovat rozměry tak, aby je bylo možno použít přímo bez přepočítávání

6.2 Funkční a technologické kótování

Kóty určujeme se zřetelem na:

- funkci výrobku
- postup výroby součásti
- postup montáže výrobku
- způsob kontroly a měření

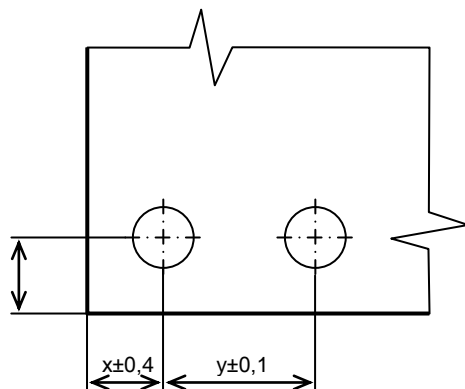
Podle účelu rozdělujeme kótování na:

- funkční kótování – použijeme soubor kót, ve kterém se kótují rozměry, na nichž přímo závisí funkce a montážní zaměnitelnost součástí. Předepisují se největší možné mezní úchytky – to jsou úchytky, při jejichž překročení se stává výrobek zmetkovým.
- technologické kótování – použije se soubor kót, které udávají přímo (bez přepočtu) všechny rozměry potřebné pro daný výrobní postup nebo způsob kontroly. Pro různé výrobní podmínky a postupy mohou být u stejné součásti rozdílné soustavy technologických kót.

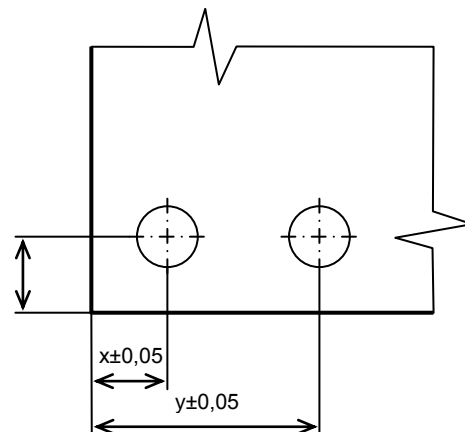
Mezní úchytky *technologického kótování* musí být takové, aby byly dodrženy požadované mezní úchytky funkčních rozměrů. (Chceme-li dodržet stejnou podmínku vyměnitelnosti jako u funkčního kótování musíme předepsat menší mezní úchytky.)

Kótování polohy děr, u kterých musí být dodržena rozteč děr 0,1mm:

Kótování funkční:

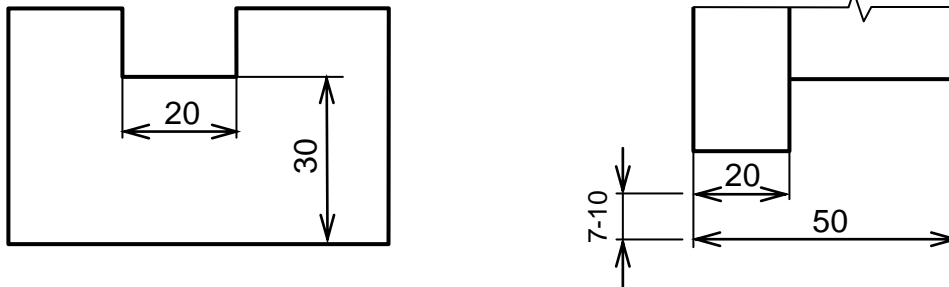


Kótování technologické:



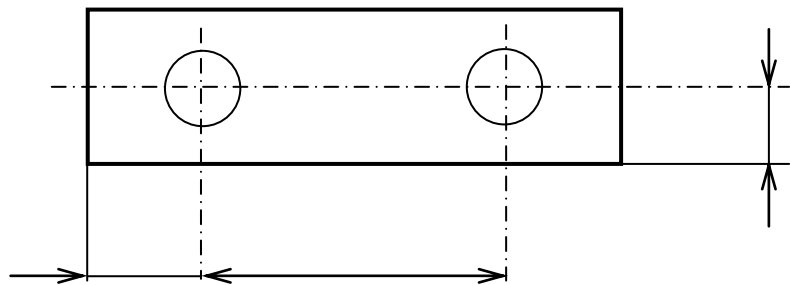
6.3 Kótování délkových rozměrů

Kótovací, pomocné, odkazové čáry se kreslí plnými tenkými čarami. Kótovací i odkazové čáry se mají přednostně umísťovat vně obrazu předmětu. Je-li to ale účelné a nezbytné, je možné kótovat i uvnitř obrazu. Vzdálenost mezi rovnoběžnými kótovacími čarami, i vzdálenost kótovacích čar od obrysových a pomocných čar a od os musí být taková, aby byla příslušnost kót ke kótovací čáře vždy jasná (doporučuje se 7-10mm).

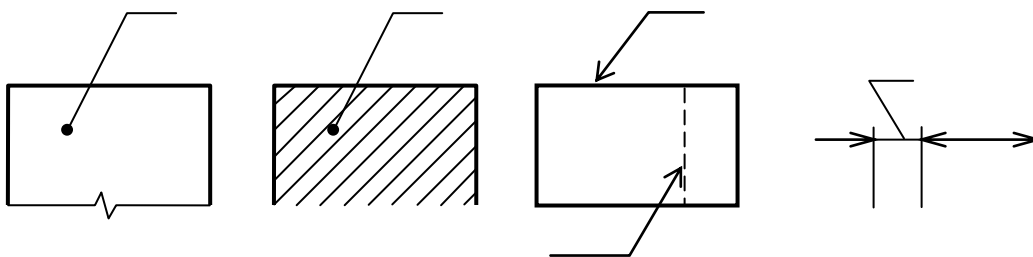


Pomocné čáry slouží k vynesení rozměru z obrazu předmětu, prodlužují se za kótovací čáry o 2 – 4mm. Odkazové čáry se používají k zapsání kóty tehdy, je-li nedostatek místa nad kótovací čarou, nebo tam, kde nelze kótovací čáru nakreslit nebo je kótovací čára v nevhodné poloze.

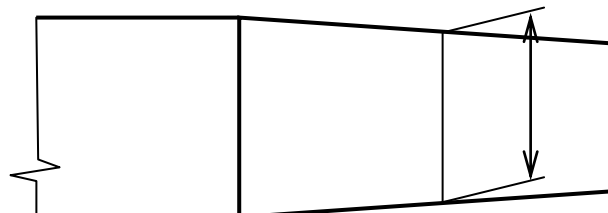
Pomocné a odkazové čáry nemají protínat kótovací čáry, odkazové čáry se nemají navzájem protínat, také kótovací čáry se nemají navzájem protínat. Kótovací čára se nesmí ztotožňovat s obrysovou, pomocnou, odkazovou čarou nebo s osou, ani nesmí být jejich pokračováním, osy se však mohou použít jako pomocné čáry.



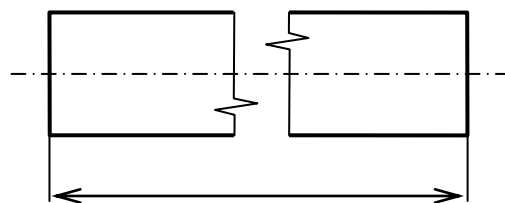
Odkazové čáry vedené do plochy se musí ukončit tečkou, čáry vedené k obrysové čáře se ukončují šipkou a odkazové čáry vedené ke kótovací čáře se neukončují žádným z těchto způsobů.



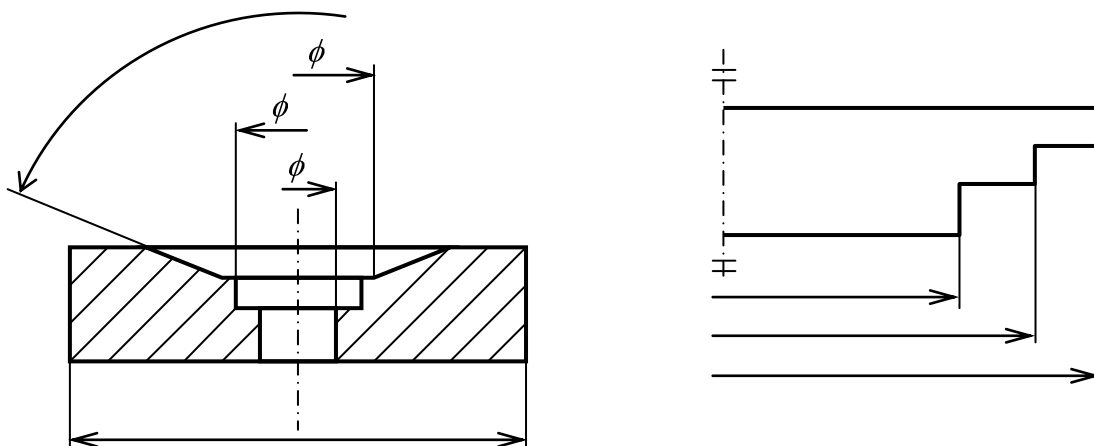
Při kótování přímých délkových rozměrů musí být kótovací čára rovnoběžná s kótovaným rozměrem. Je-li několik kótovacích čar nad sebou, umístíme kratší kótovací čáry blíže obrazu kótované části než delší. Pomocné čáry se při kótování přímých délkových rozměrů kreslí kolmo na kótovaný rozměr. Jestliže by takto vymezená kóta byla nejasná, je možno kreslit pomocné čáry šikmé.



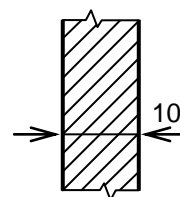
U součástí, které jsou nakresleny přerušované, se kótovací čára nepřerušuje.



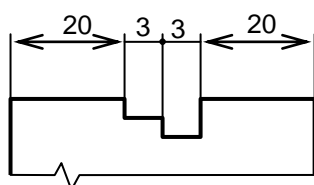
K úspoře práce a zvýšení přehlednosti obrazu je možné používat zkrácených kótovacích čar s jednou šipkou – při kótování poloměrů, průměrů, souměrných a rotačních předmětů. Zkrácené kótovací čáry se přetahují za střed nebo za osu souměrnosti.



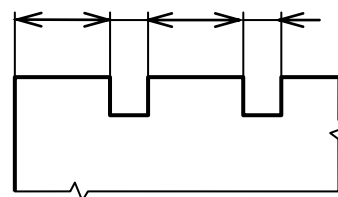
Šipky se mají kreslit uvnitř pomocných nebo obrysových čar. Není-li uvnitř dost místa pro nakreslení šipek a pro zapsání kóty, umístí se šipky vně pomocných nebo obrysových čar na protažené kótovací čáře.



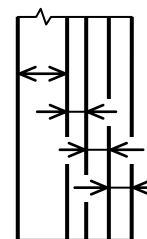
Jestliže se střídají dlouhé a krátké rozměry na společné kótovací čáře, mohou se šipky u kratších kót vynechat.



Vyskytne-li se za sebou v řetězci kót, na téže kótovací čáře několik rozměrů, takže šipky nelze nakreslit uvnitř pomocných čar, lze dvě přilehlé šipky nahradit výraznou tečkou. Krajní šipky se pak kreslí vně krajních pomocných čar.



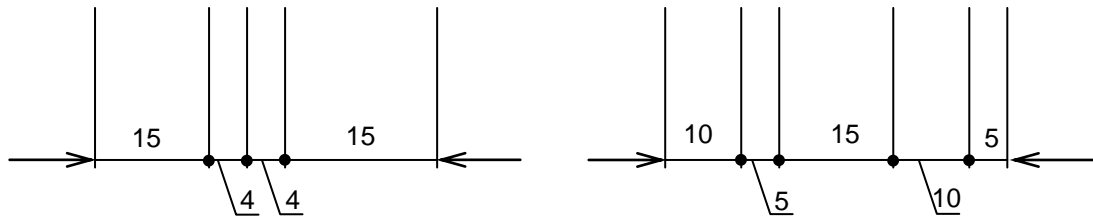
K ohraničení kótovacích čar se nesmí použít teček tehdy, je-li kótovací čára nakreslena v obrazu předmětu přes jeho obrysy. V takovém případě se řetězec kót rozloží na několik samostatných kótovacích čar. Protože šipky nemá protínat žádná čára, kreslí se šipky přes obrysově čáry jen v nevyhnutelných případech a obrysová čára se musí přerušit, u šrafovaných ploch a ploch s grafickým označením se šipky mají kreslit vně těchto ploch.



Kóty se umísťují nad nepřerušovanou kótovací čáru rovnoběžně s ní a poblíž středu kótovací čáry, nebo nad odkazovou čáru. Na zkrácené kótovací čáře se mají kóty psát střídavě. Aby byly kóty čitelné, nesmí se psát přes jakoukoliv čáru v obrazu, ani nesmí být těmito čarami rozděleny, proto je dovoleno zapsat kótu i mimo střed kótovací čáry nebo se čára

obrazu v místě kóty přeruší. Pro napsání kóty v šrafované ploše se šrafování v místě vepsané kóty přeruší, vhodnější je ale napsání kóty mimo šrafovanou plochu.

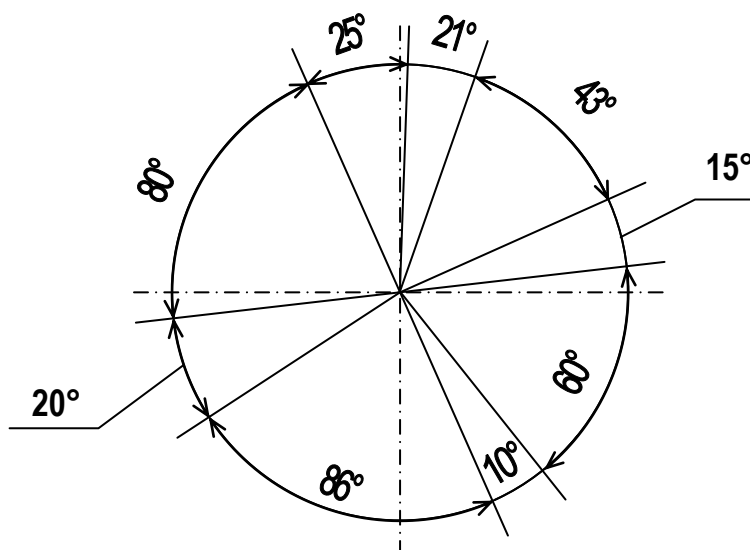
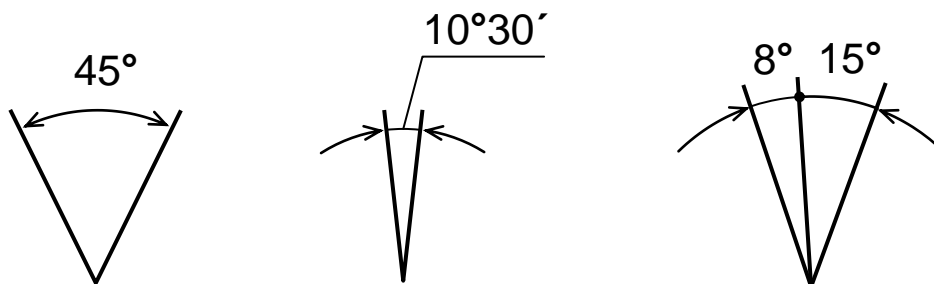
Podle převzaté normy EN ISO 129-1, která se podstatně neliší od ČSN 01 31 30, se mohou kóty zapisovat výhradně nad kótovací čáry a číst zdola a zprava. Tam, kde by řetězcové kóty, psané na kótovací čáře vedle sebe, splývaly, se napíše kóta na odkazovou čáru vedenou od kótovací čáry.



6.4 Kótování úhlů

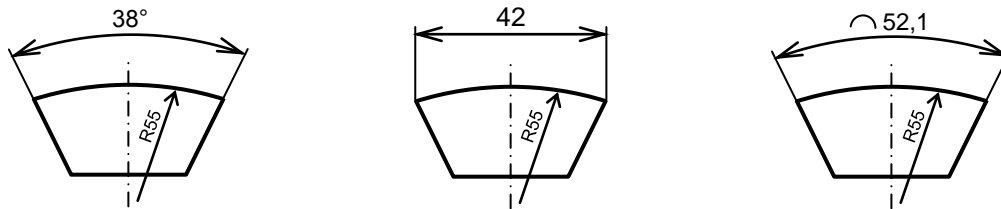
Kótovací čáry se kreslí jako oblouky kružnic se středy ve vrcholech úhlu, pomocné čáry jsou úsečky vycházející z vrcholů. U kótovacího oblouku vymezeného úhlem 30° od vodorovné osy je vhodnější zapisovat kótu vodorovně nad odkazovou čáru.

Nad vodorovnou osu se píše kóty vně kótovacího oblouku, leží-li pod osou, píše se dovnitř kótovacího oblouku. Úhly se kótují ve stupních, minutách a vteřinách ($^\circ$, $'$, $''$). U úhlů menších než 1 se před údaj minut přepisuje 0.

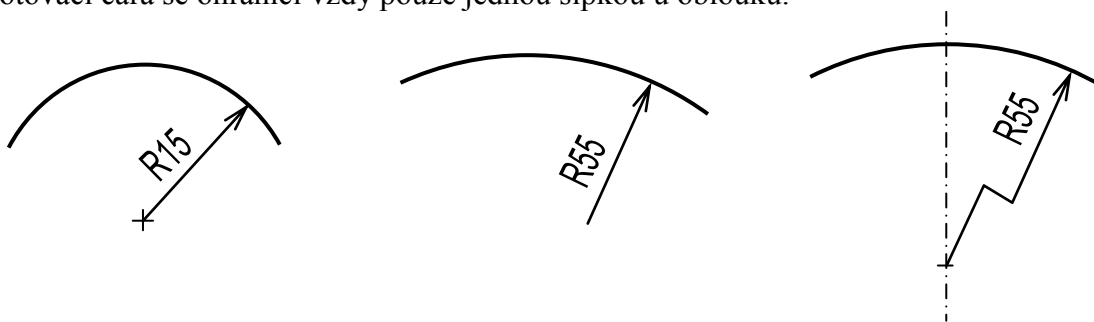


6.5 Kótování oblouků, poloměrů a průměrů

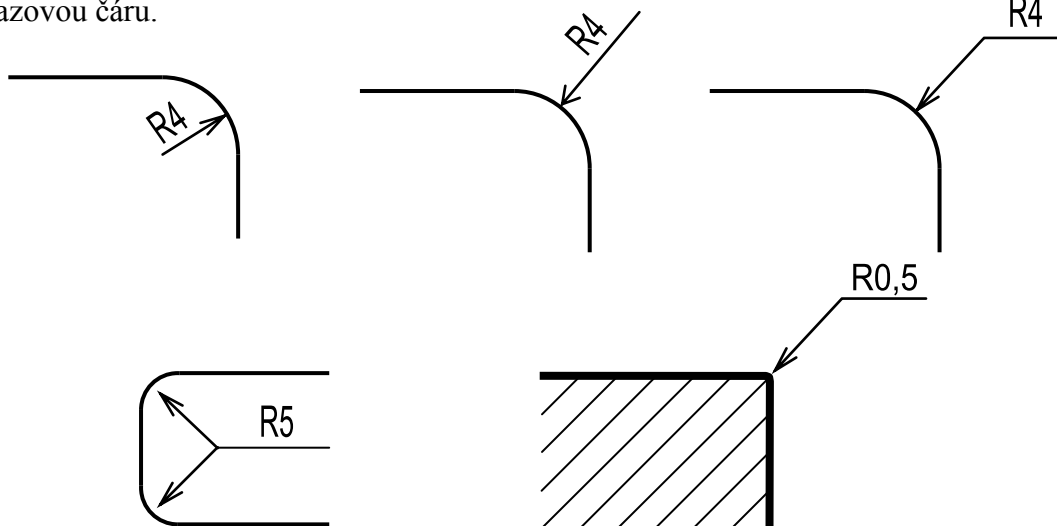
Kruhové oblouky se kótují udáním jejich poloměru, před který se napíše písmeno R a jedním z těchto údajů: kóta středového úhlu, délka tětivy, délky oblouku na daném poloměru.



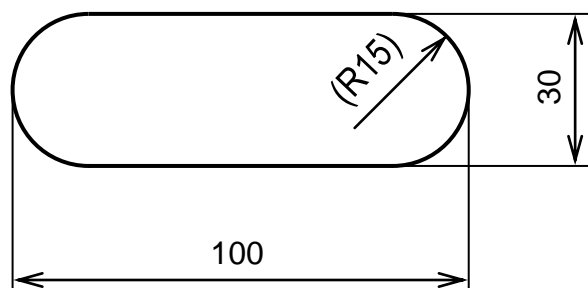
Při kótování poloměrů se kótovací čáry vedou ze středu oblouku nebo ve směru, kde leží střed oblouku, nebo může být nakreslena jako dvakrát lomená čára, jejíž krajní úsečky jsou rovnoběžné, přičemž ta, která končí na oblouku, musí směřovat do skutečného středu. Kótovací čára se ohraničí vždy pouze jednou šipkou u oblouku.



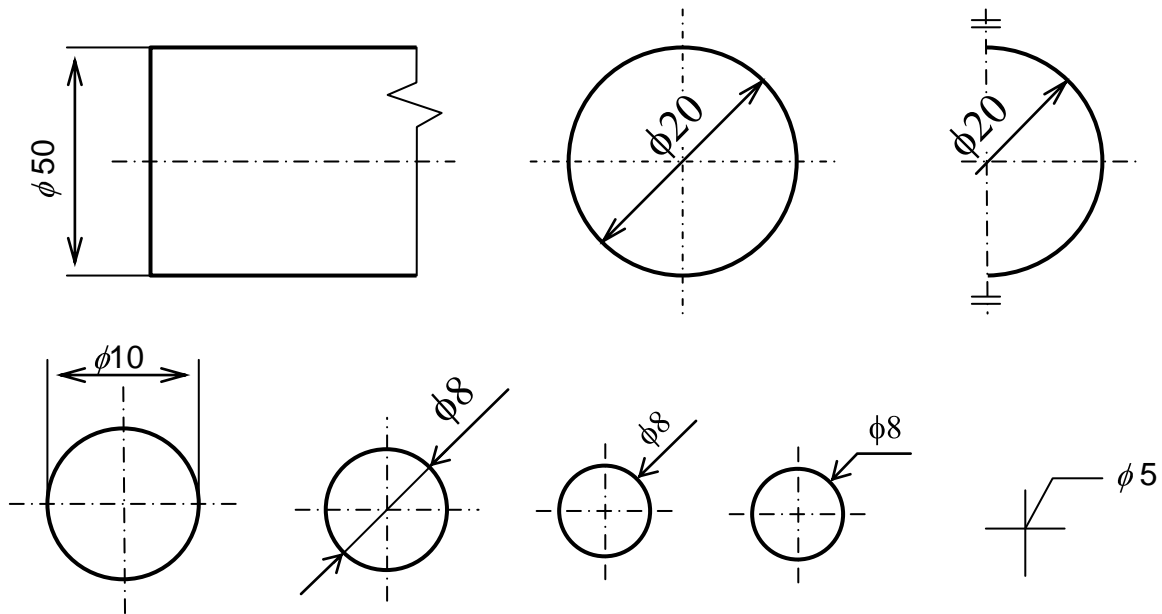
U malých poloměrů se kótovací čára kreslí od neoznačeného středu oblouku, ohraničí se šipkou uvnitř nebo vně oblouku a kóta se zapíše na prodlouženou kótovací čáru nebo na odkazovou čáru.



Jsou-li obloukem kružnice, napojeným tečně, spojeny dvě rovnoběžné úsečky, jejichž vzdálenost je zakótována, zakótuje se poloměr takového oblouku v oblých závorkách.



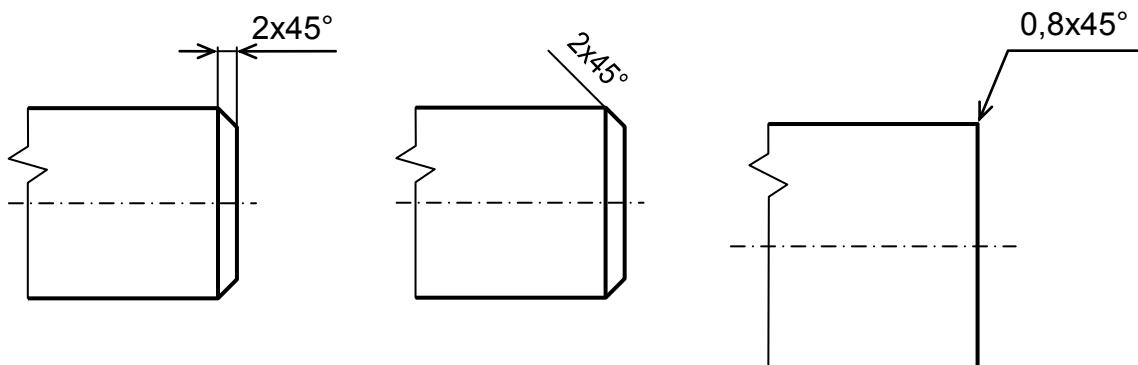
Kótování průměrů je možné následujícími způsoby: u kružnic, které jsou zobrazeny jako úsečky, délkou této úsečky, u kružnic, které jsou zobrazeny jako kružnice nebo jejich části, na kótovacích čarách kreslených přímo v obraze kružnice. Malé průměry lze kótovat i kótami psanými na prodlouženou kótovací čáru, případně na odkazovou čáru. U ještě menších průměrů lze použít zkrácenou kótovací čáru s jednou šipkou nebo lze kótu umístit na nebo k odkazové čáře vedené z průsečíku os nezobrazené kružnice. Před číselnou hodnotu průměru se musí napsat značka ϕ .



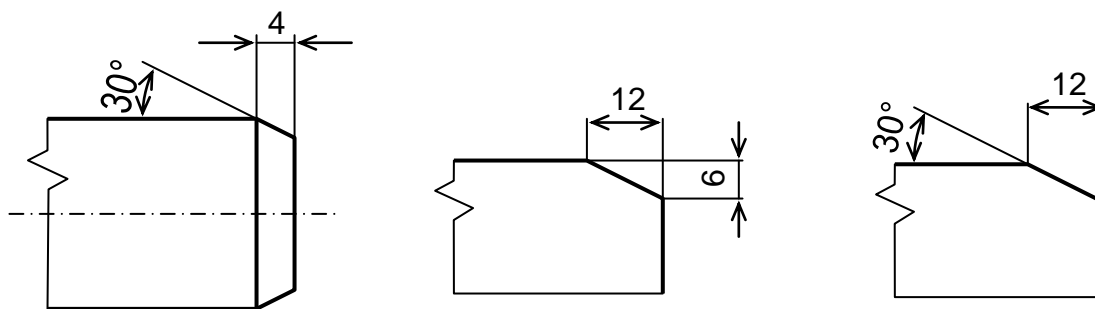
6.6 Kótování zkosení hran

Při výrobě vznikají na součástech ostré hrany a otřepty, které je většinou nutno s ohledem na bezpečnost, montáž a funkci odstranit. Není-li na výkrese předepsáno zkosení nebo zaoblení hrany, a není-li u hrany nápis OSTRÁ HRANA, provede se ve výrobě zaoblení s poloměrem $R 0,4$ nebo zkosení $0,4 \times 45^\circ$.

Zkosení hran pod úhlem 45° kótujeme součinem velikosti zkosení a úhlu 45° , a zapisuje se na kótovací čáru, odkazovou čáru nebo k odkazové čáře.

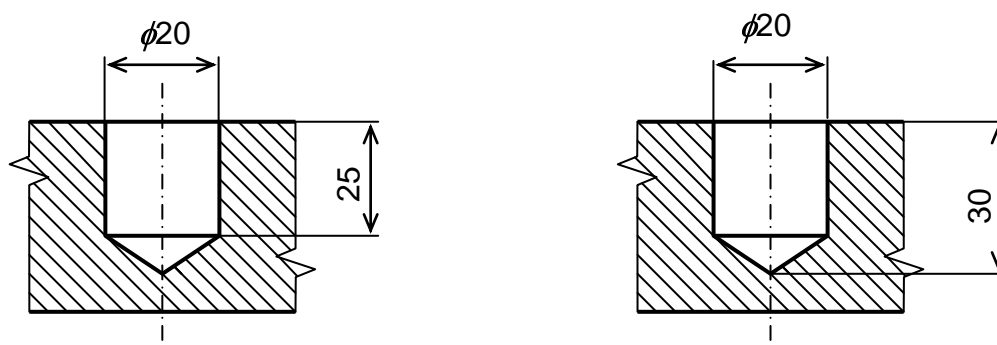


Hrany zkosené pod jiným úhlem než 45° se kótují buď dvěma délkovými rozměry nebo jedním délkovým a jedním úhlovým rozměrem, na rotačních součástech délkovým rozměrem ve směru osy a úhlovým rozměrem.

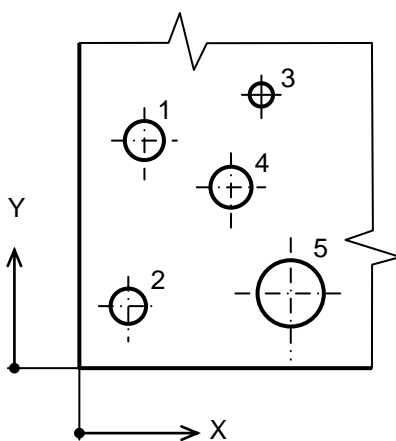


6.7 Kótování děr

U díry kótujeme její průměr a polohu os vzhledem k jiným osám nebo hranám. Není-li díra průchodná, kótuje se její hloubka – zpravidla pouze její válcová část. Je-li nezbytné zachovat minimální tloušťku stěny výrobku, kótuje se hloubka až k vrcholu kužele. Kuželové ukončení (dno) díry se kreslí s vrcholovým úhlem 120° a nekótuje se. Jiný úhel než 120° se musí okótovat.



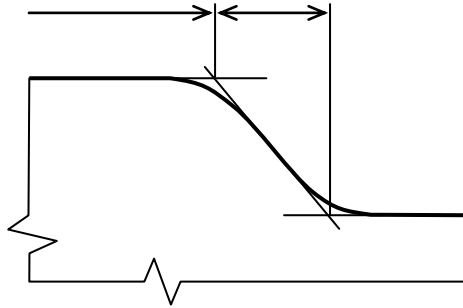
Opakují-li se stejné díry na roztečné přímkce nebo kružnici, není třeba všechny zobrazovat a k určení polohy stačí nakreslit jen osy a okótuje se jejich poloha. Polohy většího počtu nepravidelně rozložených děr se může kótovat pravoúhlými souřadnicemi v soustavě dvou vhodně zvolených základen. Jednotlivé díry se označí a souřadnice středů a průměrů se zapíší do tabulky.



	X	Y	ϕ
1			
2			
3			
4			
5			

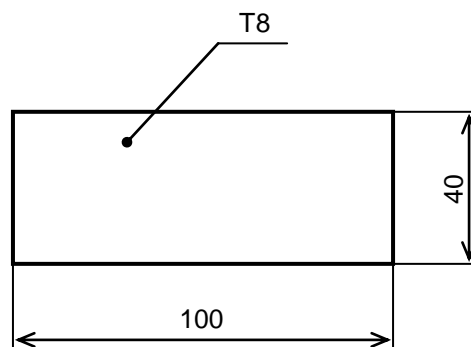
6.8 Kótování přechodů

Zaoblené přechody a zaoblené hrany se kótují k myšleným průsečíkům obrysových čar sousedních ploch. Obrysové čáry se prodlouží a kótuje se od jejich průsečíku.



6.9 Kótování desek a tyčí

Ploché součásti lze zobrazit jedním pohledem.



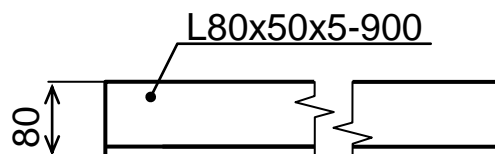
Tyče kruhové, obdélníkové, tvarové, trubky a tenkostěnné profily – neboli polotovary s neměnným průřezem, zhotovené válcováním, tažením apod. se před kótou rozměru průřezu označují značkou průřezu podle ČSN EN ISO 5261:2000 (013142) – Technické výkresy.

Označení průřezu může být obrazové nebo písmenné.

Příklady označení tyčí a profilů:

Tyč kruhová	ϕ	KR
Trubka kruhová	ϕ	TR KR
Tyč čtvercová	\square	4HR
Trubka čtvercová	\square	TR 4HR
Tyč plochá	\equiv	PL
Trubka obdélníková	\equiv	TR OBD
Tyč šestihranná	\hexagon	6HR
Tyč šestihranná	\hexagon	TR 6HR
Tyč trojúhelníková	\triangle	3HR
Tyč úsečová	\cap	US
Tyč L Profil L	L	L
Tyč T Profil T	T	T
Tyč I Profil I	I	I
Tyč H Profil H	H	H
Tyč U Profil U	C	U

Označení tvarové tyče s udáním rozměrů průřezu a délky:

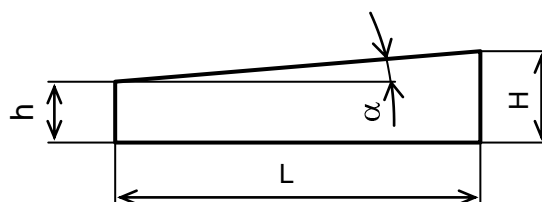


7. Sklon a kužel

7.1 Kótování sklonu

U klínů, klínových drážek, skloněných ploch kótujeme **sklon (úkos)**.

$$\text{sklon} = \frac{\text{rozdíl výšek}}{\text{délka}} = \frac{H-h}{L} = \text{tg}\alpha$$



Na výkrese se sklon přímek a ploch zapisuje poměrem 1 : X, kde $X = L : (H - h)$. Před poměr 1 : X se kreslí značka sklonu ζ - orientuje se shodně se sklonem plochy nebo přímkou. Údaj o sklonu přímkou nebo plochy se umístí ke skloněné obrysové čáře nebo na praporek odkazové čáry vedené od skloněné obrysové čáry a ukončené na ní šipkou.



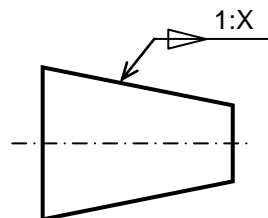
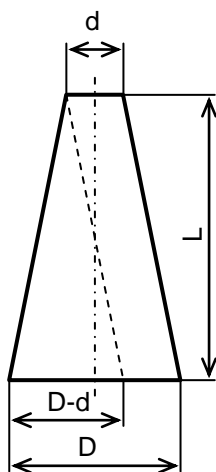
Sklon plochy se někdy udává v procentech. Počet procent: $p = 100/X$.

7.2 Kótování kužele

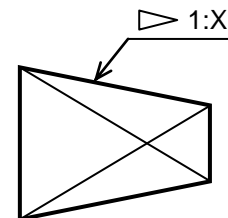
Při kótování kužele kótujeme jeho **kuželovitost**.

Kuželovitost kuželové plochy a jehlanovitost bočních ploch pravidelného čtyřbokého jehlanu se udává poměrem rozdílů $(D - d) : L$. Vypočtená hodnota se převede na poměr 1 : X, kde

$$X = L : (D - d). \text{ Kuželovitost: } C = \frac{D - d}{L} = 2 \operatorname{tg}(\alpha / 2).$$



Označení kuželovitosti rotačního kužele



Označení jehlanovitosti čtyřbokého jehlanu

8. Výrobní výkres a výkres sestavení

Výrobní výkres (prováděcí výkres) je výkres, obecně tvořený podle originálu, obsahující všechny údaje potřebné pro realizaci (výrobu).

Součásti všech montážních skupin a podskupin se kreslí jako samostatné detailní výkresy.

Výjimku tvoří pouze neopracované normalizované součástky. Montážní podskupiny se kreslí na výkresech podsestav a montážní skupiny na výkresech sestav. Výsledné výrobky se znázorňují na výkresech hlavních sestav.

8.1 Výkres součásti

je výkres zobrazující jednotlivou součást v normalizovaném měřítku a obsahující všechny údaje potřebné k úplnému určení součásti pro výrobu. Výkres součásti musí jednoznačně určit:

- tvar součásti
- velikost součásti
- přesnost výroby
- materiál (výchozí, konečný, polotovar)
- jakost povrchu
- povrchovou úpravu
- údaje pro výrobu, kontrolu, zkoušení.

Většina výkresů obsahuje doplňující slovní údaje a tabulky, které je nutno použít, není-li to možné vyjádřit graficky. Texty musí být přesné a stručné, nesmí obsahovat zkratky slov, kromě zkratk normalizovaných. Popisy se umísťují zpravidla rovnoběžně s popisovým polem výkresu.

Kolem obrazu se na praporcích odkazových čar umísťují jen krátké popisy – např. počet konstrukčních prvků.

Text se na výkrese umísťuje nad popisové pole. Mezi textem a popisovým polem nesmí být zobrazení, tabulky apod. Tabulky parametrů výrobků, stanovené normami se kreslí podle norem. Ostatní tabulky se umísťují na volném místě výkresu vpravo od obrazů nebo pod nimi.

8.2 Výkres sestavení

je výkres zobrazující vzájemnou polohu nebo tvar skupiny smontovaných částí vyšší konstrukční úrovně. Výkresy sestavení jsou kresleny tak, aby nárys sestavení odpovídal poloze, jakou zaujímá celek ve stroji. Počet obrazů se volí co nejmenší, ale tak, aby bylo možno nakreslit vazby součástí a všechny druhy součástí jednoznačně označit.

Jednotlivé součásti se označují pozičními čísly. Pozice tj. arabské číslice se zapisují výrazným písmem (velikost 7 – 12mm) nad krátkou tlustou vodorovnou úsečku vně obrazu. Úsečka se spojuje tenkou vynášecí čarou s obrazem označované součásti, kde se ukončí výraznou tečkou v ploše nebo šipkou na obrysové hraně. Všechna čísla pozic se uspořádají do řad nebo sloupců, soustředěných pokud možno v základním obrazu. Vynášecí čáry pozic se nesmí vzájemně křížit nebo splývat s jinými čarami. Každá pozice se smí na jednom výkresu sestavení vyskytovat pouze jednou.

Kreslí se takové podrobnosti, které nelze znázornit na výkresech součástí, neboť vyplývají až z funkčních souvislostí. Kreslí se součástky, které nemají detailní výkresy. Součástky, které se při montáži deformují (např. pružiny) se znázorňují ve tvaru přetvořeném.

Pohyblivé součásti se většinou kreslí v některé z krajních poloh. Když je třeba vyšetřit možnost kolize s jinými součástmi, kreslí se ještě v dalších polohách, ale jen tenkými čarami. Sestavení se už detailně nekótují, udávají se pouze rozměry, které se musí dodržet při montáži nebo jsou důležité pro sestavení. Nemají se uvádět kóty, které jsou již na detailních výkresech, aby nedocházelo k duplicitě.

Značky drsnosti povrchu, lícovací značky a značky úchylek se uvádějí jen u ploch, na nichž se při montáži provádějí dokončovací výrobní operace.

K výkresu sestavení se zhotovuje seznam součástí, případně podsestav, které obsahuje. Tento seznam se nazývá kusovník a provede se buď přímo na výkrese jako nástavba popisového pole (píše se a čísluje od spodu) nebo mimo výkres (píše se a čísluje odshora).

9. Opravy a změny na výkresech a seznamech položek

Změna výkresu je oprava, vypuštění nebo doplnění údajů na výkrese po jeho zhotovení, bez změny jeho označení.

Změny: - formální
- technické

Formální změna

je změna, která nemění tvar ani jakost výrobku. (Doplnění chybějící čáry v zobrazení, chybějících rozměrů, doplnění nenakreslené značky, doplnění šrafování, poznámka.) Jsou to i změny vyvolané změnou technických norem (změna označení materiálu, drsnosti povrchu, značek tolerance...).

Formální změna se nezapisuje do změnové části popisového pole ani nad popisové pole.

Technická změna

je změna, kterou se mění vlastnosti předmětu (např. technologie výroby, změna geometrického tvaru, fyzikálních vlastností, konstrukce předmětu, změna jakosti materiálu, změna hodnoty drsnosti povrchu, změna tolerance tvaru, polohy, kóty, hmotnosti...)

Technická změna se musí zapsat do výkresu.

Změny výkresu jsou dovoleny tehdy, jestliže se jimi nenaruší zaměnitelnost s dříve vyrobeným předmětem. Pro záznam změn je určena změnová část popisového pole. Každá změna výkresu, která vyvolá změnu v jiném dokumentu, se musí provést ve všech souvisejících dokumentech. Podkladem pro změnu je hlášení o změně. Organizace, která změní originál výkresu, rozešle hlášení o změně organizacím, které používají kopie změněného výkresu.

Změny se provádějí: - škrtem
- výmazem
- pořízením nového originálu

Změna škrtem se provede seškrtnáním měněných částí plnými tenkými čarami. Nový údaj se kreslí nebo píše v bezprostřední blízkosti přeškrtnuté změny. V zobrazení se změněná část zpravidla vymezení plnou tenkou uzavřenou čarou a přeškrtně se. Změněná část zobrazení se umístí vedle původního, v původním měřítku společně s nápisem „NAHRAZUJE PŘEŠKR TNUTÉ“. Pokud se nenaruší zřetelnost zobrazení lze původní obrysy přeškrtnat tenkými šikmými čarami a nový obrys nakreslit v originále tak, aby bylo možné rozeznat původní stav.

Změna výmazem se provede tehdy, nelze-li změnit výkres škrtem (nedostatek místa, složitost zobrazení nebo by škrtem utrpěla čitelnost výkresů) a není-li účelné pořízení nového originálu. Měněné části se odstraní a napíší se nové údaje.

Změna pořízením nového originálu se dělá, jestliže by jiným způsobem změny byla narušena zřetelnost původního zobrazení, nebo není-li na výkrese dost místa k provedení změny. Nový originál dostane stejné číslo jako původní, který se ruší. Zachovává-li se dosavadní výkres, opatří se poznámkou „NEPLATNÉ, STARÝ VÝKRES“.

Změny na výkrese se označí písmeny malé abecedy. Všechny změny zapsané nebo nakreslené současně se označí stejným písmenem. Značka změny se píše do kroužku o ϕ 6-12mm, který se spojí tenkou plnou čarou se změněnou součástí.

Záznam změny na výkrese se provede v jednotlivých rubrikách popisového pole podle změny:

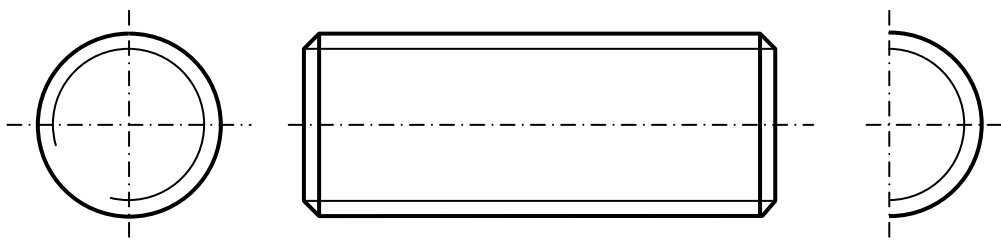
ZMĚNA	- stručný popis změny nebo evidenční číslo hlášení o změně
DATUM	- den změny na výkrese
PODPIS	- podpis osoby, která výkres změnila
INDEX ZMĚNY	- zapíše se písmena označení jednotlivých změn
ČÍSLO VÝKRESU	- do oddělené části za číslo výkresu se zapíše index poslední změny, při zapsání další změny se index předcházející změny škrtně nebo vymaže.

Změna se musí provést tak, aby bylo možné zjistit původní stav.

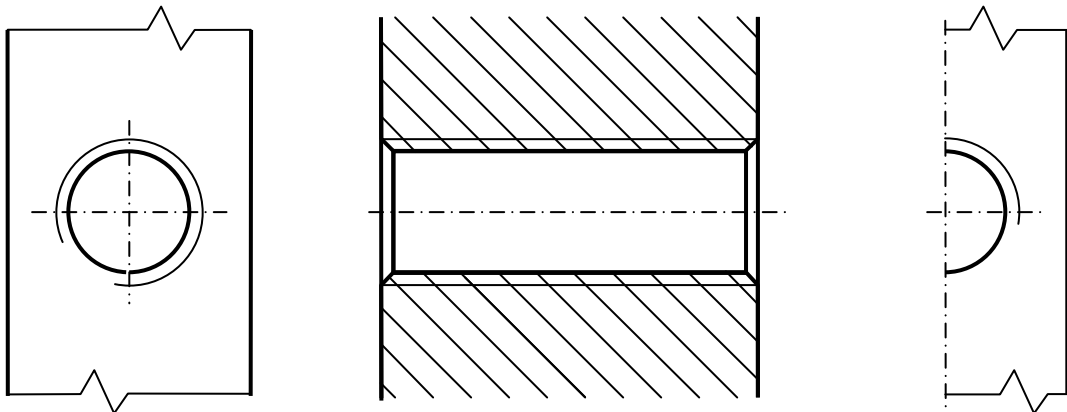
10. Šrouby, matice a šroubová spojení

10.1 Kreslení šroubů, matic a šroubových spojení

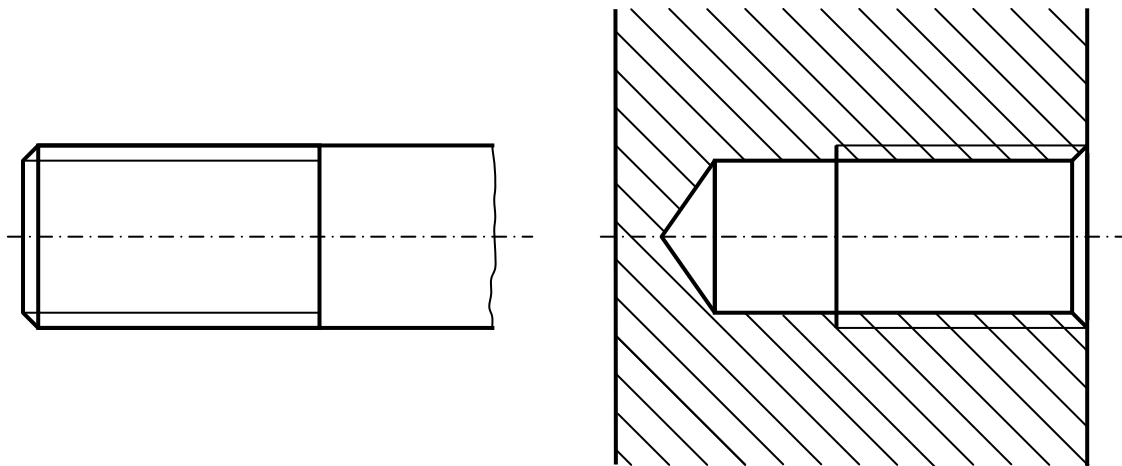
Všechny normalizované závity se znázorňují podle normy zjednodušeně tak, že se kreslí průměty obrysů válců odpovídajících velkému a malému průměru závitu. **Vnější závit** se zobrazí plnými tlustými čarami na velkém průměru závitu a plnými tenkými čarami na malém průměru závitu.



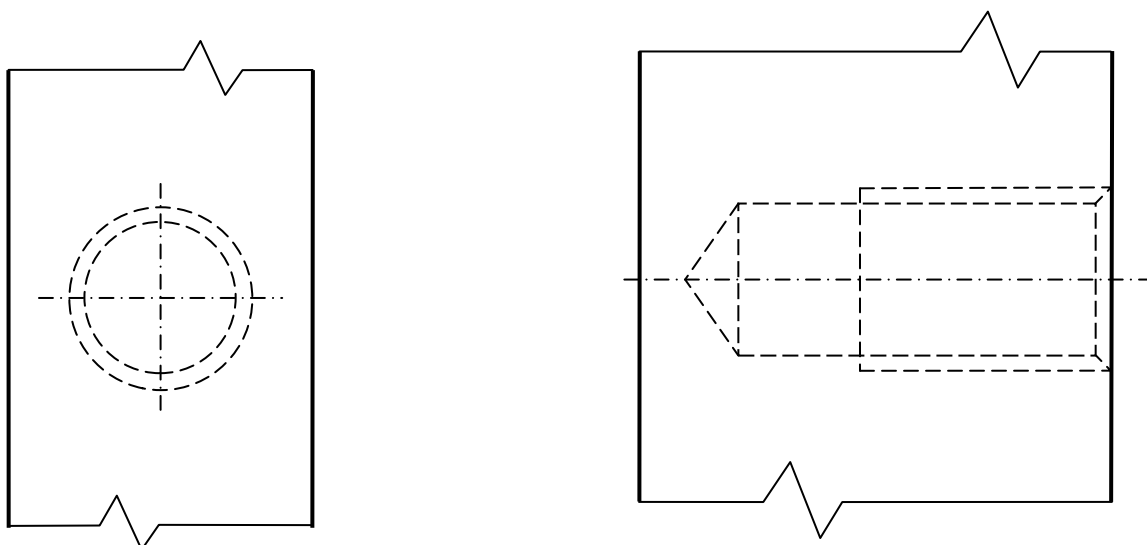
Vnitřní závit se zobrazí plnými tlustými čarami na malém průměru závitu a plnými tenkými čarami na velkém průměru závitu. Šrafování se kreslí až k plné tlusté čáře.



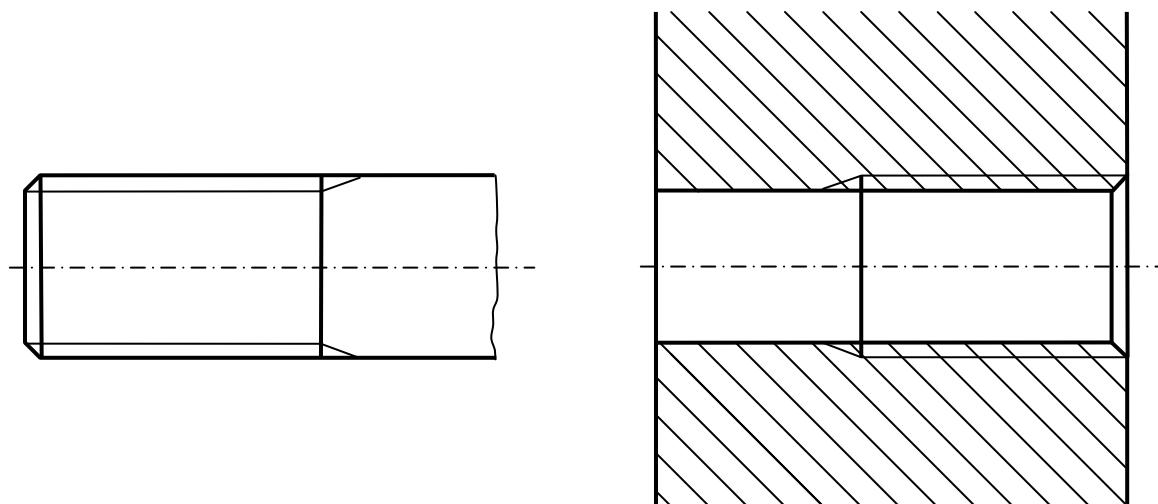
Čára ohraničující délku závitu se kreslí tam, kde končí plný profil a začíná výběh závitu. Hranice závitu se vede vždy až k čáře znázorňující velký průměr závitu a kreslí se plnou tlustou čarou.



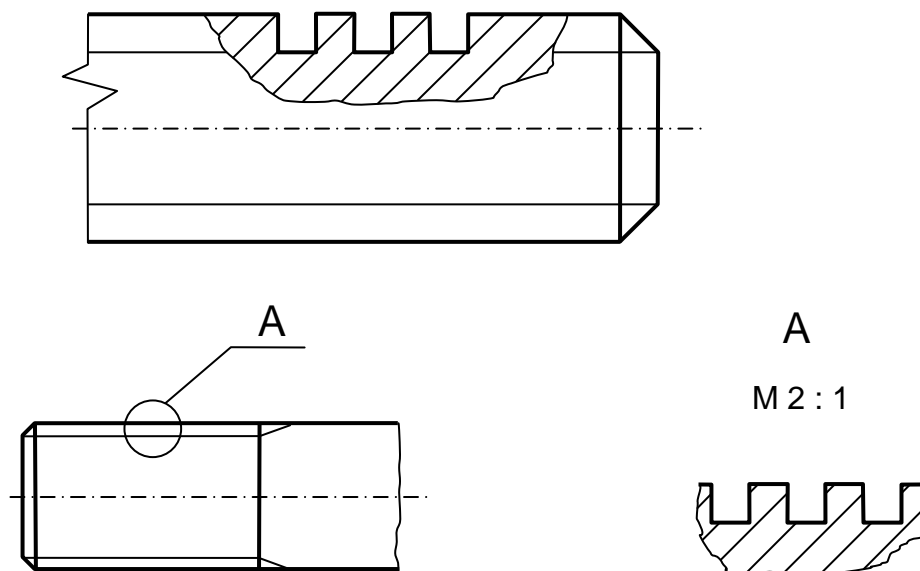
Závit, který je neviditelný se musí zobrazit čárkovanými tenkými čarami stejné tloušťky na velkém i malém průměru.



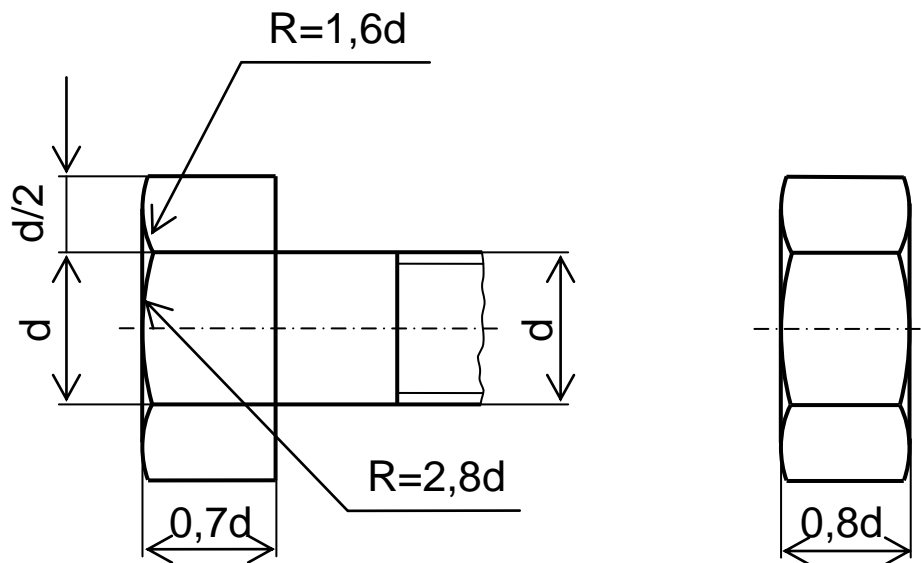
Výběh závitu se zobrazuje plnou tenkou čarou.



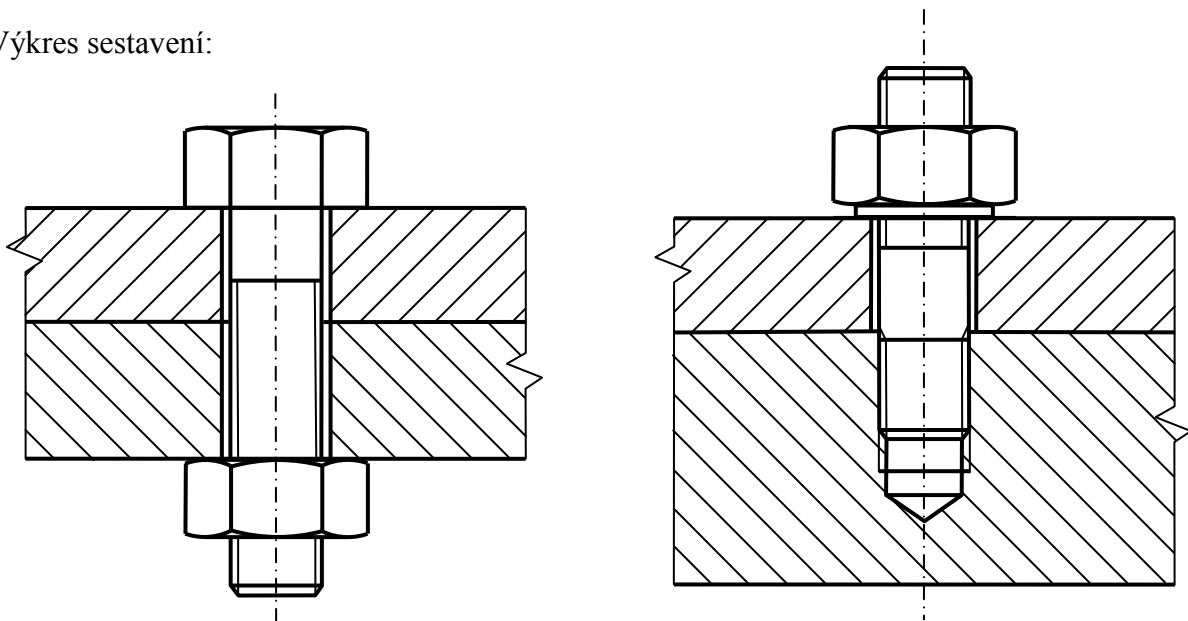
Jestliže není profil závitu normalizovaný, musí se nakreslit v obraze součásti částečný řez nebo jako vynesená podrobnost.



Normalizované šestihřanné hlavy šroubů a matic se znázorňují na výkresech většinou zjednodušeně.



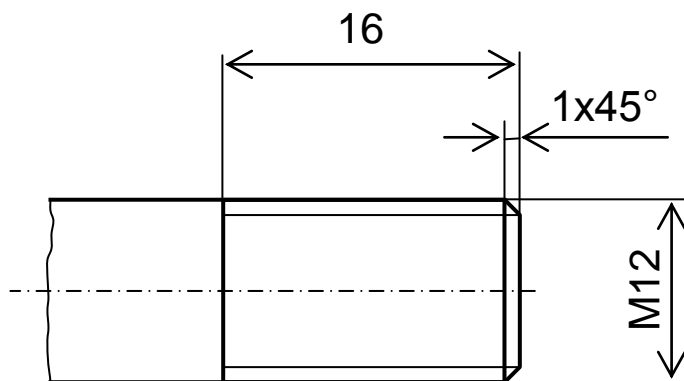
Výkres sestavení:



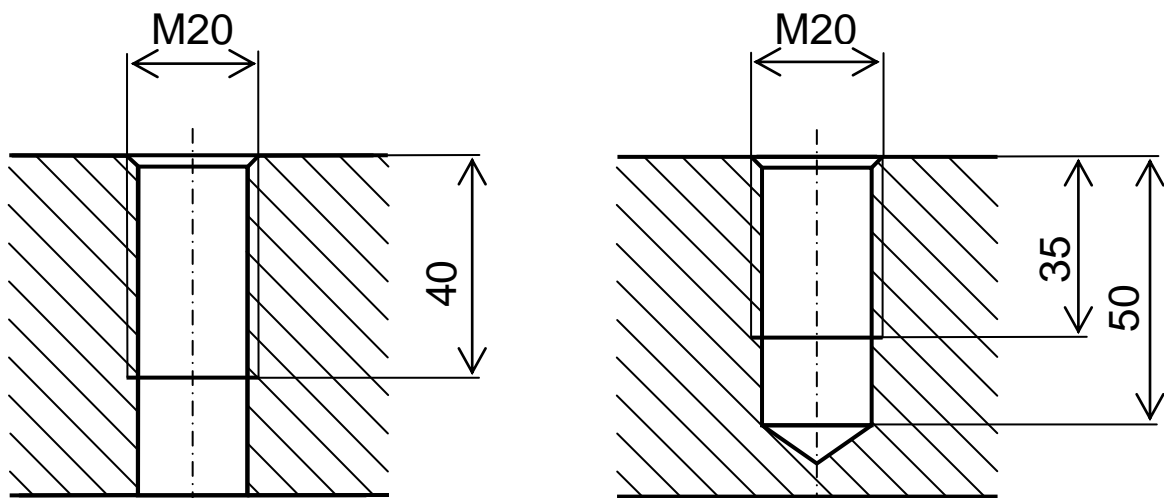
10.2 Kótování závitů

Závit se kótuje v podélném pohledu nebo v řezu, v němž je patrná délka a ukončení závitu. U závitů šroubů se kótuje velký průměr závitu, jeho funkční délka, označí se druh závitu, případně se uvede velikost stoupání a to jde-li o závit pravý nebo levý. Je-li šroub licován, je třeba uvést i licovací značku. Funkční délkou se rozumí délka bez výběhu. Výjimku tvoří závrtný šroub.

Kótování závitu:

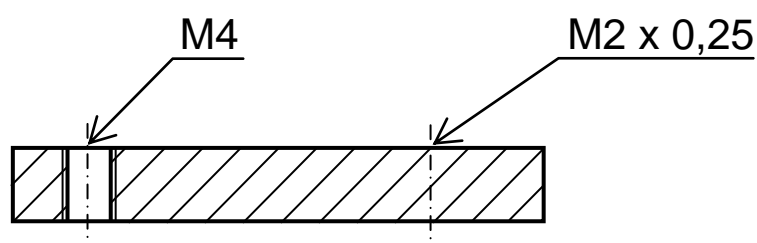
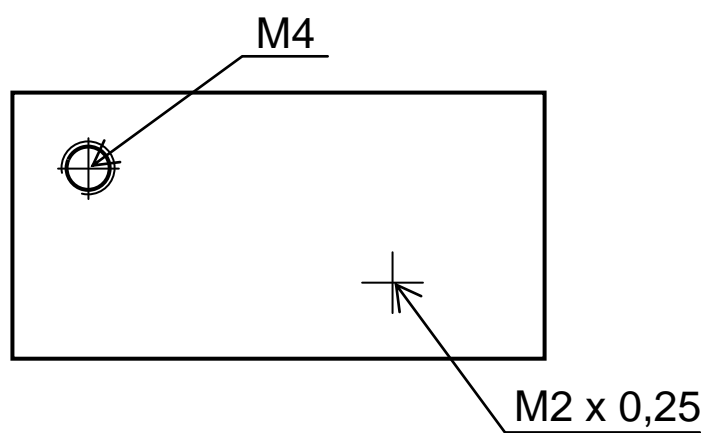


Výběh závitu se zpravidla nekreslí, je-li nakreslen a odpovídá-li normě, není třeba ho kótovat.



U neprůchodné díry se kótuje celková délka díry bez kuželového zakončení.

Díry se závitem malého průměru lze kótovat zjednodušeně připsáním údaje o druhu závitu a jeho velkém průměru na praporek odkazové čáry směřující šipkou k ose díry nebo průsečíku os.



K označení závitu se připsují další údaje:

M – metrický závit

M12

M24 x 2

- s jemnou roztečí

M24 LH

- levý závit

W – Whithwordův závit

W 5/8"

- 5/8 palce

G – trubkový závit

G 3/8"

- jmenovitá světlost trubky 3/8 palce

Za pomlčkou může být značka tolerančního pole závitu:

M20 x 1,5 LH – 6g

Závitové uložení se předepíše spojením tolerančních značek pro závit matice a šroubu:

M10 – 6H/6g

Délka zašroubování, na kterou se vztahuje tolerance závitu se píše za pomlčku za uložení:

M12 – 7g – 25

11. Použitá literatura:

- [1] Doc. Ing. Jiří Skařupa, CSc.: Technické kreslení, skriptum VŠB – TU Ostrava 1986
- [2] Jiří Havlík, Tadeáš Szlachta: Základy strojnictví, skriptum VŠB – TU Ostrava 1996
- [3] J. Leinveber, J. Švercl a kol.: Technické kreslení a základy deskriptivní geometrie, Scientia, spol.s r.o. 1998
- [4] František Drastík : Technické kreslení I. pravidla tvorby výkresů ve strojírenství, MONTANEX 2005
- [5] František Drastík: Normativně technická dokumentace – pravidla tvorby a používání, MONTANEX 1998
- [6] Doc. Ing. František Drastík, CSc. A kol.: Strojnická příručka