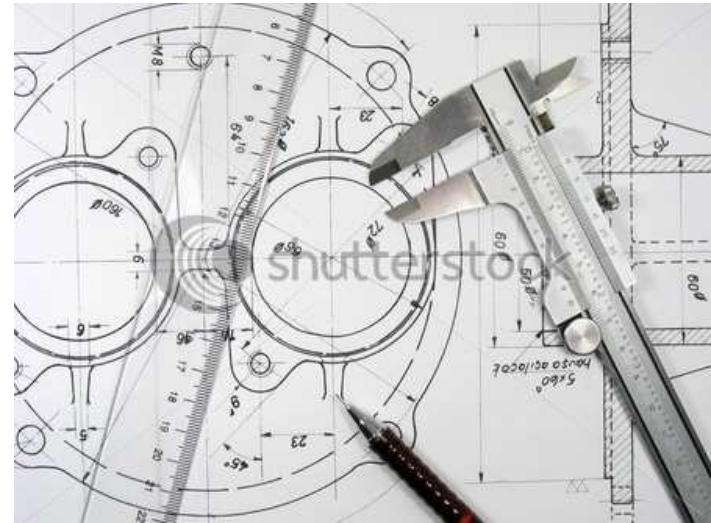
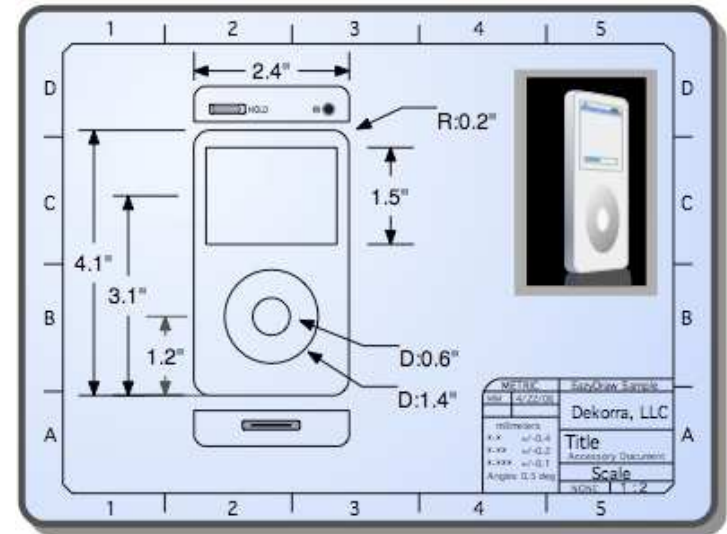




**technické kreslení** - souhrnný název pro všechny druhy grafického vyjadřování v různých vědních, technických a výrobních oborech



**úkolem** technického kreslení je zobrazení trojrozměrných předmětů ve dvojrozměrné rovině



**technická norma** - souhrn ustanovení, která zajišťují přesně určené technické řešení opakujícího se předmětu, práce nebo činnosti

druhy technických norem:

- mezinárodní - označení ISO (International Organization for Standardization)
- evropské – EN
- státní - ČSN (Česká státní norma)
- oborové – ON
- podnikové – PN

*ČSN ISO 5455 Technické výkresy. Měřítko. 01 3112*

<b>Kategorie</b>	<b>Normalizovaná měřítko</b>
<b>Měřítko zvětšení</b>	2:1 5:1 10:1 20:1 50:1
<b>Měřítko skutečné velikosti</b>	1:1
<b>Měřítko zmenšení</b>	1:2 1:5 1:10 1:20 1:50 1:100 1:200 1:500 1:1000

## Technické dokumenty

***náčrty*** – výkresy provedené tužkou bez použití rýsovacích pomůcek a bez ohledu na měřítko kreslení. Slouží např. pro nástin tvaru součásti, jsou v něm zaneseny pouze základní informace. Nebývá výrobním podkladem

***originál*** – výkres vypracovaný s použitím kreslicích pomůcek nebo pomocí kreslicího programu (AutoCAD či jiného grafického softwaru).

***kopie*** – rozmnožení originální podoby výkresu. Provádí se buď ve stejném měřítku jako originál nebo ve zmenšeném měřítku.

### ***Mezi hlavní typy výkresů technické dokumentace patří***

***výkres součásti*** – zobrazuje jednotlivou součást v měřítku vhodném pro výrobu nebo kontrolu. Pro každou součást (ozubené kolo, hřídel,...) je vytvořen samostatný výkres

***výkresy sestav a podsestav*** – využívají se k montáži výrobku (náhledu na celek), obsahují hlavní rozměry určující vazbu na návazné celky, pozice jednotlivých součástí, soupis položek (kusovník)

***montážní*** – slouží k montáži či demontáži hotových celků na místě jejich použití (výrobní linka, lisovna, výtah,...)

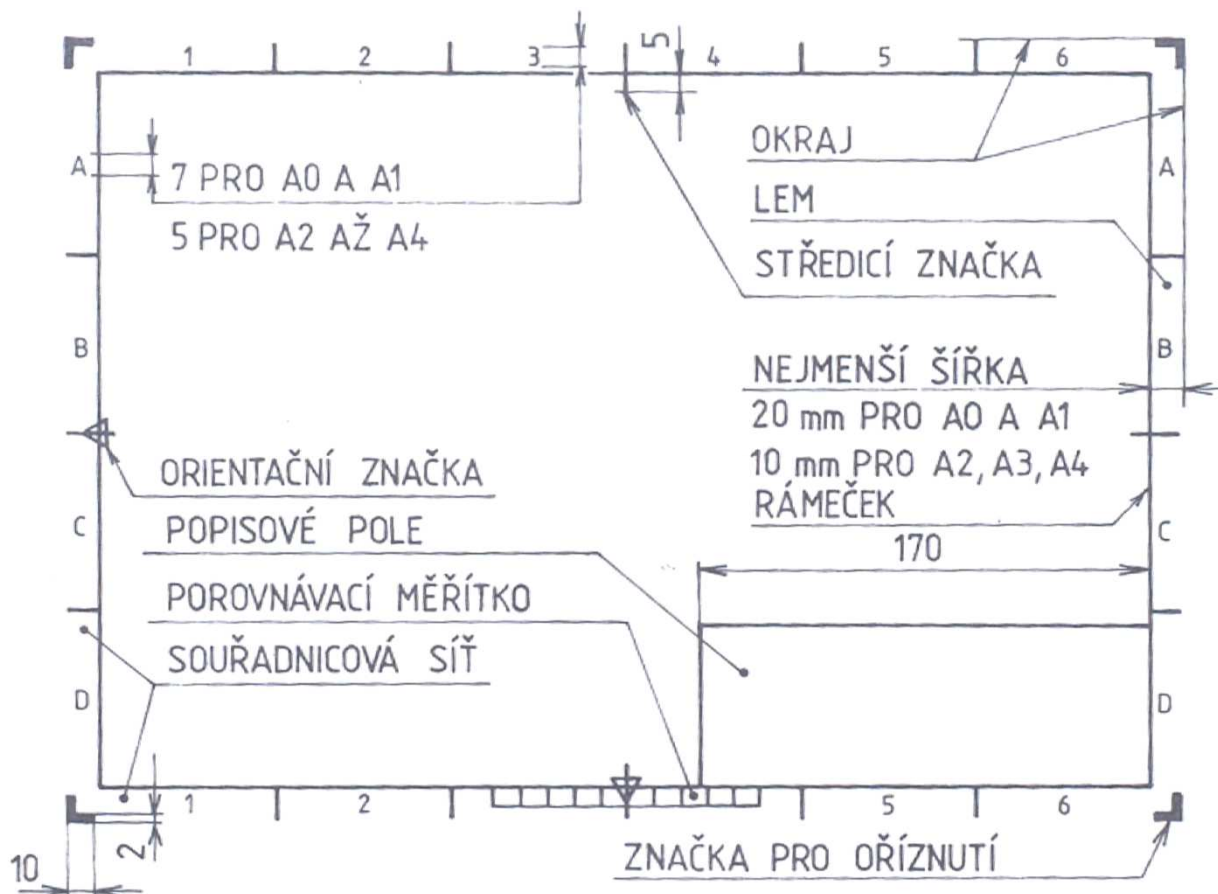
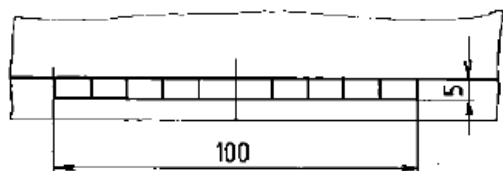
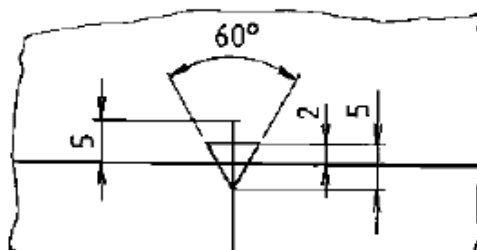
***další*** – výkres skutečného provedení, obrysový, ...

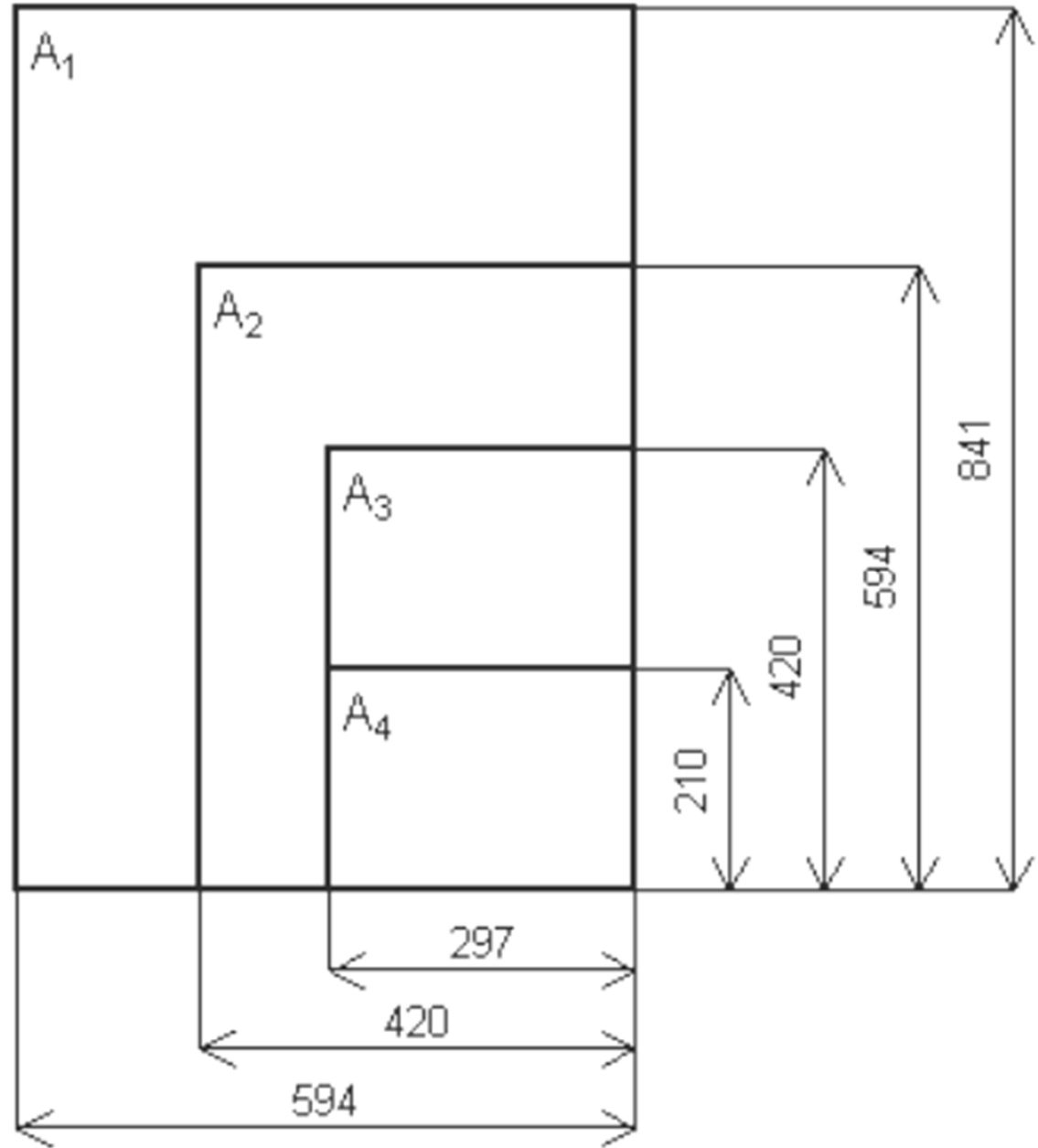
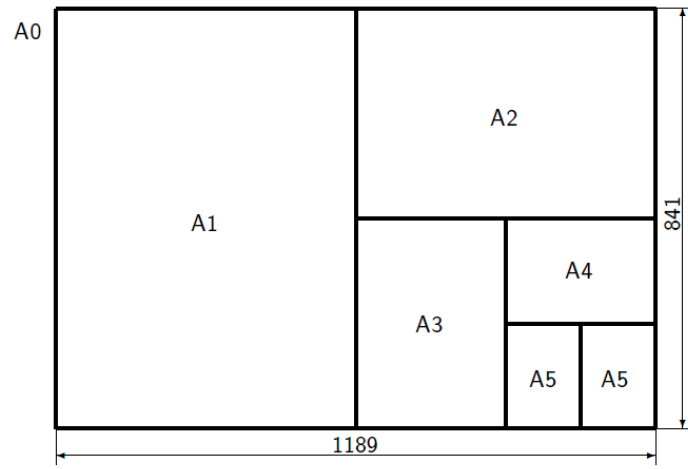
# Formáty výkresů

užívá se řada A normalizovaných metrických formátů

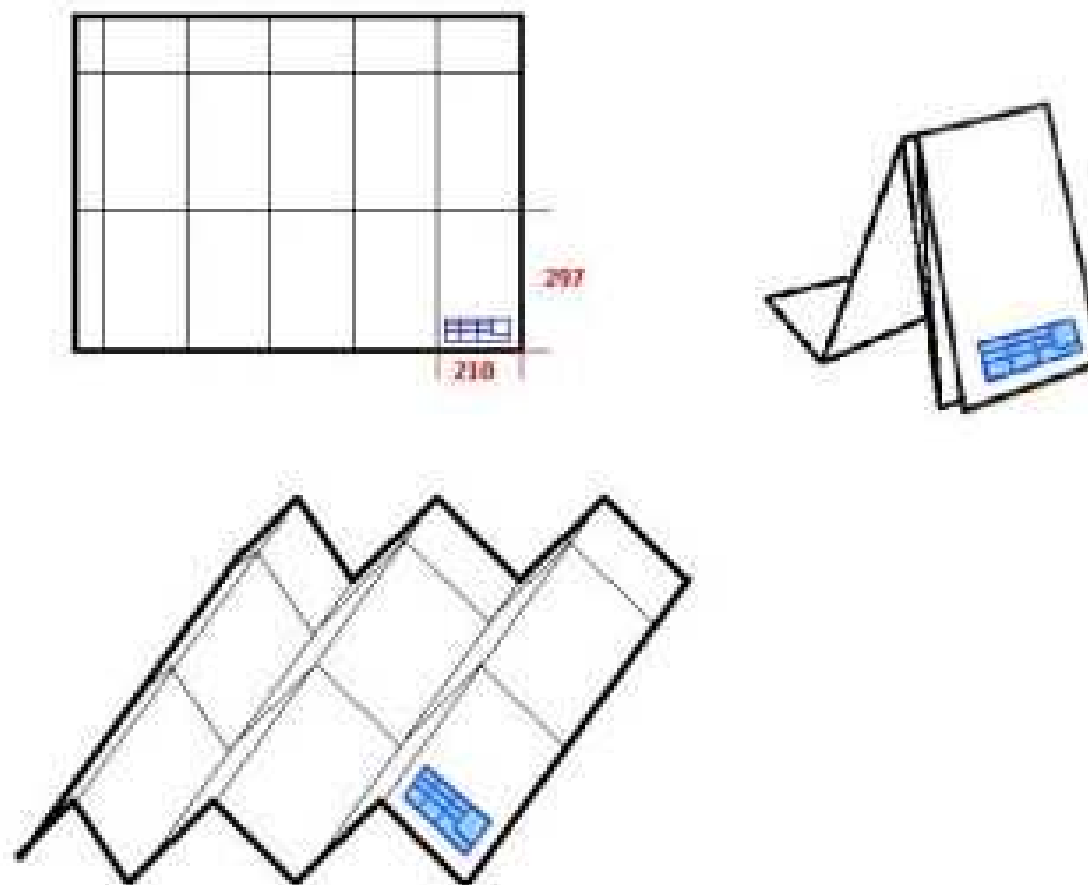
ISO 5457, ČSN 01 3110

základem je formát A0 o ploše 1 m<sup>2</sup> a poměru stran 1:√2





## Skládání výkresů



**Úkol: vezměte si papír o velikosti A4 a složte ho dle obrázku!**

## Druhy čar a jejich použití

Používají se cary:

- plné
- přerušované - čárkované, tečkované
- střídavé – čerchované, čerchované s dvěma tečkami

v tloušťkách (0.18), 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.0, 1.4, 2.0 mm

ve skupinách

Název čáry	skupiny a podskupiny čar					
	a	b	a	b	a	b
tenká	0,18	0,25	0,25	0,35	0,35	0,5
tlustá	0,5		0,7		1,0	
velmi tlustá	1,0		1,4		2,0	

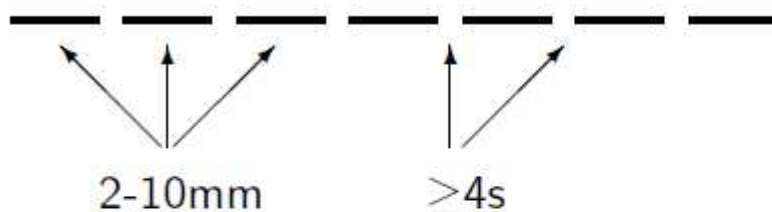
podskupina (a) se používá ve stavebnictví; poměr tloušťek je 1:3:6

podskupina (b) se používá ve strojnictví; poměr tloušťek je 1:2:4



## Druhy čar a jejich použití

čárkovaná čára (tloušťky  $s$ ) se skládá ze stejně dlouhých čárek (2–10 mm), mezi nimiž jsou stejně velké mezery (nejméně  $4s$ )



čerchovaná čára (tloušťky  $s$ ) se skládá z čárek (5–20 mm) a teček; vždy začíná a končí čárkou; mezery jsou nejméně  $4s$ ; místo teček lze použít krátké čárky o délce nejvýše  $3s$



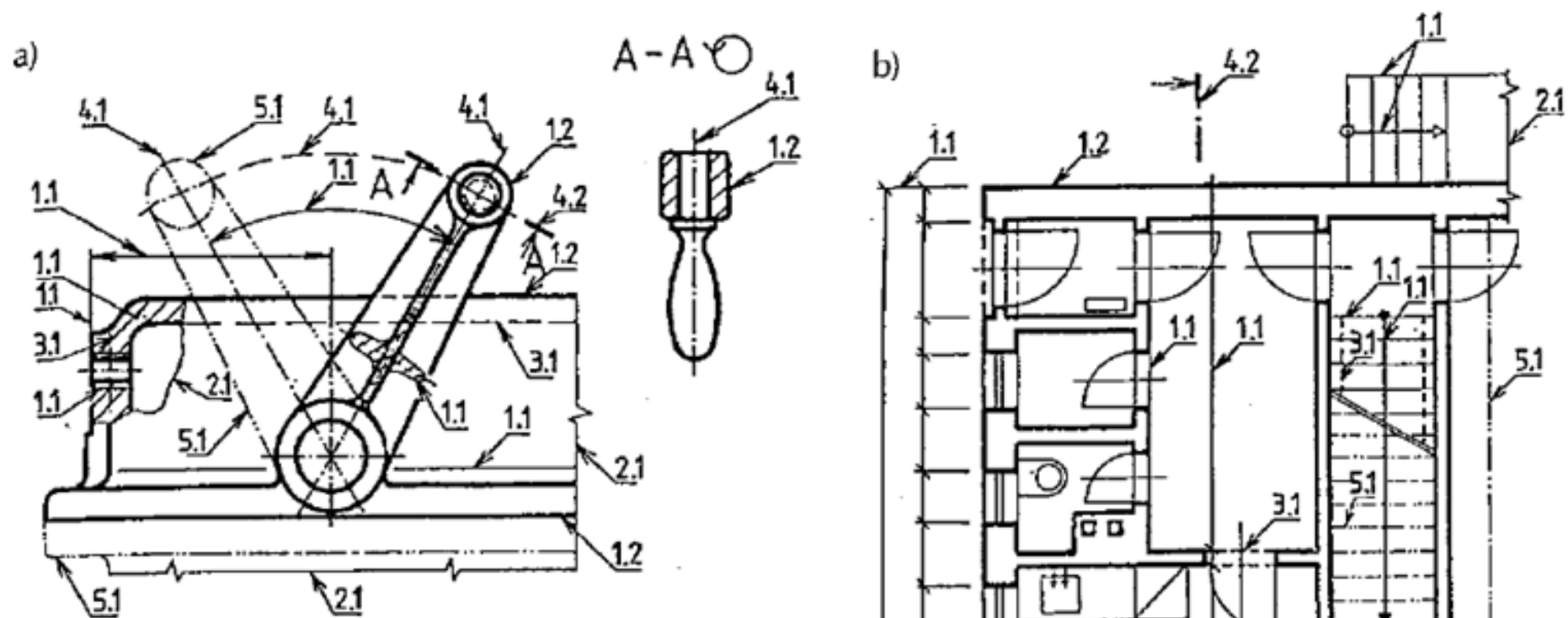
## Druhy čar a jejich použití

Podle vzájemného poměru tloušťek dělíme čáry:

- tenké
- tlusté
- velmi tlusté

Tloušťka čar stejného významu musí být stejná ve všech obrazech téhož výkresu, kreslených ve stejném měřítku.

Čáry, které označují řeznou rovinu, jsou na obou koncích a případně v místě lomu zesíleny na tloušťku tlusté čáry (viz následující obr.)



Obr. 2.8. Druhy čar  
používaných ve strojírenství  
a ve stavebnictví

1.1 tenká čára

1.2 tlustá čára

2.1 tenká plná nepravidelná

3.1 tenká čárkovaná

4.1 tenká čerchovaná

4.2 tlustá čerchovaná

5.1 tenká čerchovaná  
se dvěma tečkami

čerchované čáry se začínají a končí čárkou

čáry se kříží čárkami, tečkované čáry tečkami

čáry se vzájemně navazují čárkami, tečkované čáry tečkami



Zlomy a ohyby tvoří vždy čárky, u tečkovaných tečky

U rovnoběžných přerušovaných a střídavých čar umístěných blízko sebe se mají čárky a mezery, popřípadě vložené obrazové prvky vzájemně střídat



## Popisování technických výkresů

velikost písma: (1,8) 2,5 3,5 5,0 7,0 10,0 14,0 (20,0) mm

typ: kolmé a šikmé písmo typu A: výška =  $14 \times$  tloušťka;

kolmé a šikmé písmo typu B: výška =  $10 \times$  tloušťka

Přednostně se má používat kolmého písma velké abecedy typu B:

charakteristika písma	rozměr	příklad (mm)
výška písmen velké abecedy	10d	5,0
výška písmen malé abecedy	7d	3,5
šířka písmen velké abecedy	6d	3,0
šířka písmen malé abecedy	5d	2,5
mezery mezi písmeny	2d	1,0
mezery mezi slovy	6d	3,0
nejmenší řádkování	17d	8,5
tloušťka písma	d	0,5

**typ A** kolmé ( $d = 1/14h$ ), **typ A** šikmé ( $d = 1/14h$ ) se sklonem  $75^\circ$

**typ B** kolmé ( $d = 1/10h$ ), **typ B** šikmé ( $d = 1/10h$ ) se sklonem  $75^\circ$



A B C D E F G H I J K L M N O P

Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

## Kreslení náčrtů

**Předpokladem pro správné grafické vyjádření myšlenky je dobrá znalost kreslení náčrtů.**

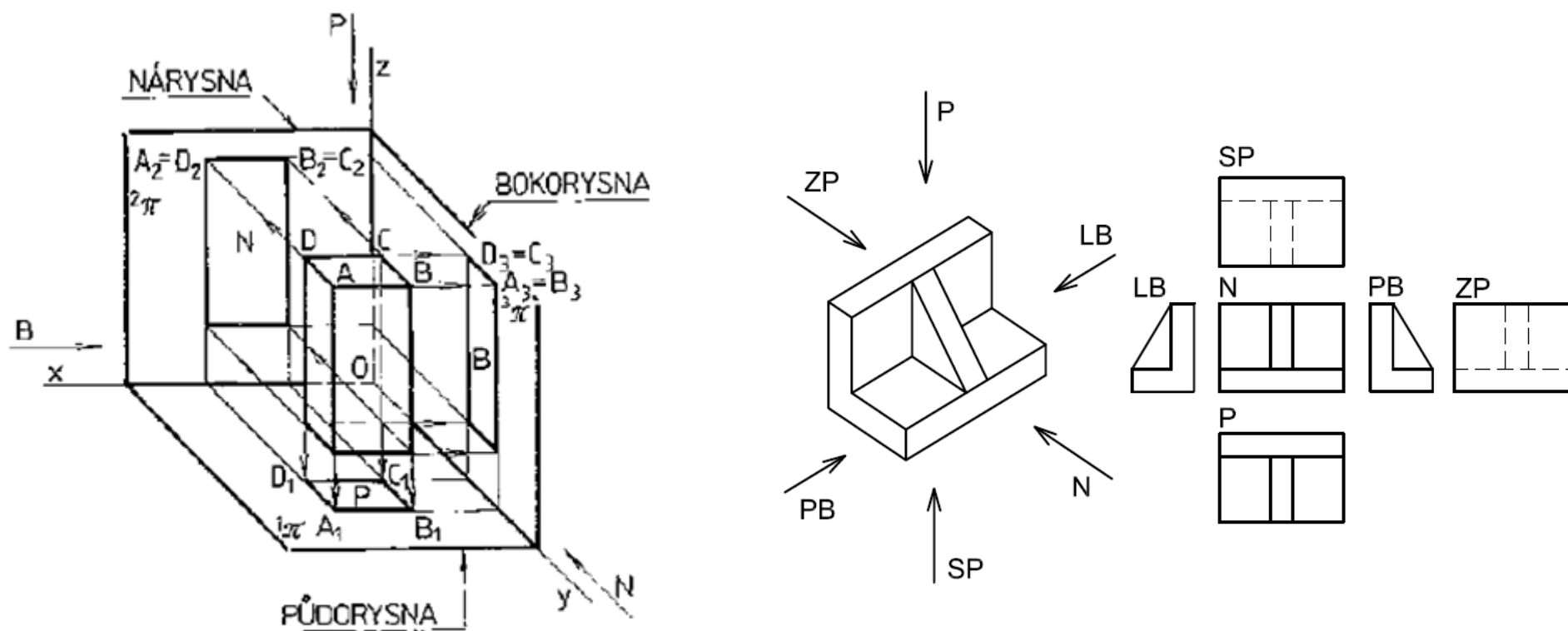
- při kreslení náčrtů se postupuje podle stejných zásad a pravidel, která platí pro kreslení technických výkresů
- některé normalizované součásti (např. šrouby, valivá ložiska, pružiny, ozubená kola) se kreslí schematicky nebo se používá zjednodušené zobrazení
- velmi vhodný je čtverečkovaný nebo milimetrový papír, umožňující rychlejší a přesnější kreslení
- náčrt, který je určen pro informaci nebo jako podklad pro výkres, se nemusí kreslit v měřítku.



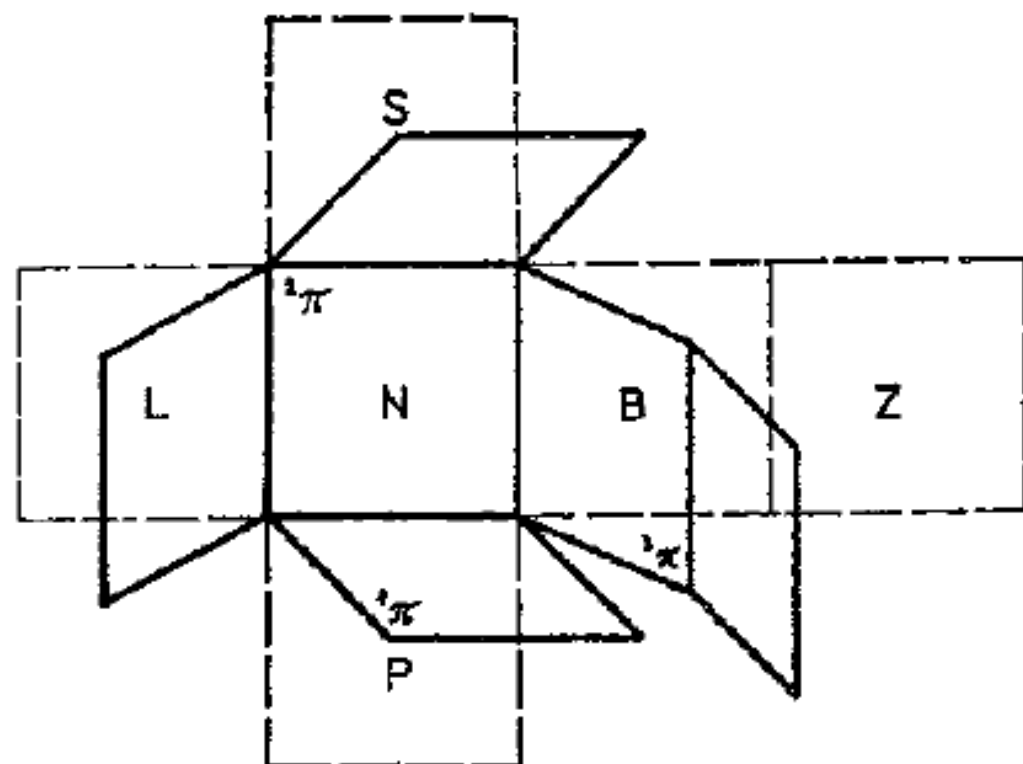
## Technické zobrazování

V technickém zobrazování je tvar výrobku určen nakreslením jeho obrazu, doplněného kótováním, na výkres.

### Pravoúhlé promítání na několik průmětů

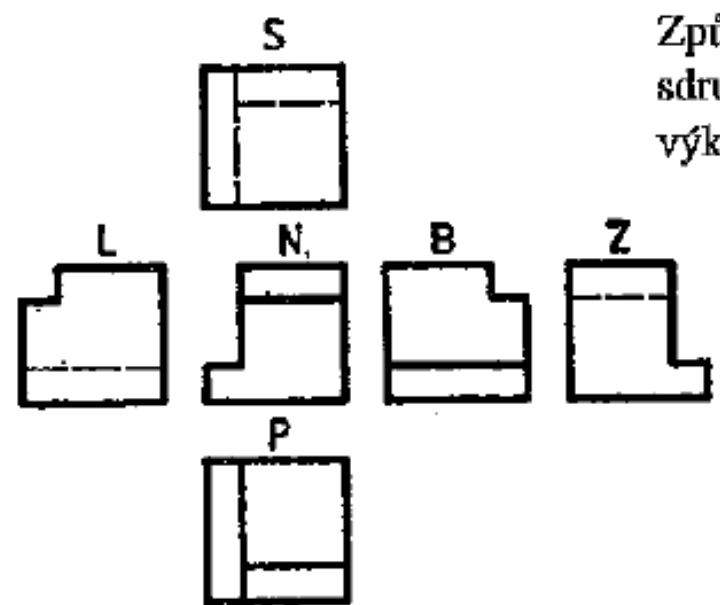
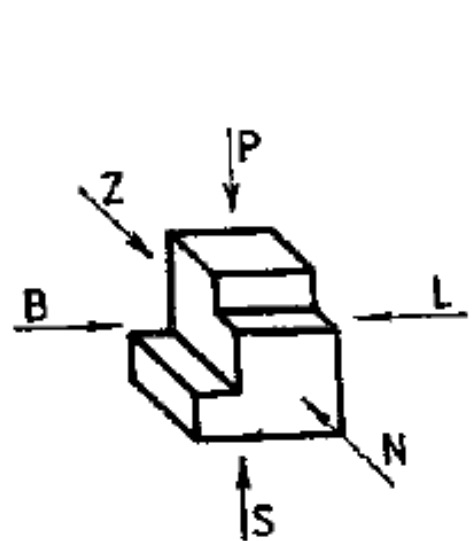


Pravoúhlé promítání kvádrů  
na tři průmětny



Umístění a způsob  
otáčení šesti průmětů do  
nákresné roviny – náryсны

- N – pohled zepředu (nárysy)
- P – pohled shora (půdorysy)
- B – pohled zleva (bokorysy)
- L – pohled zprava
- S – pohled zdola
- Z – pohled zezadu



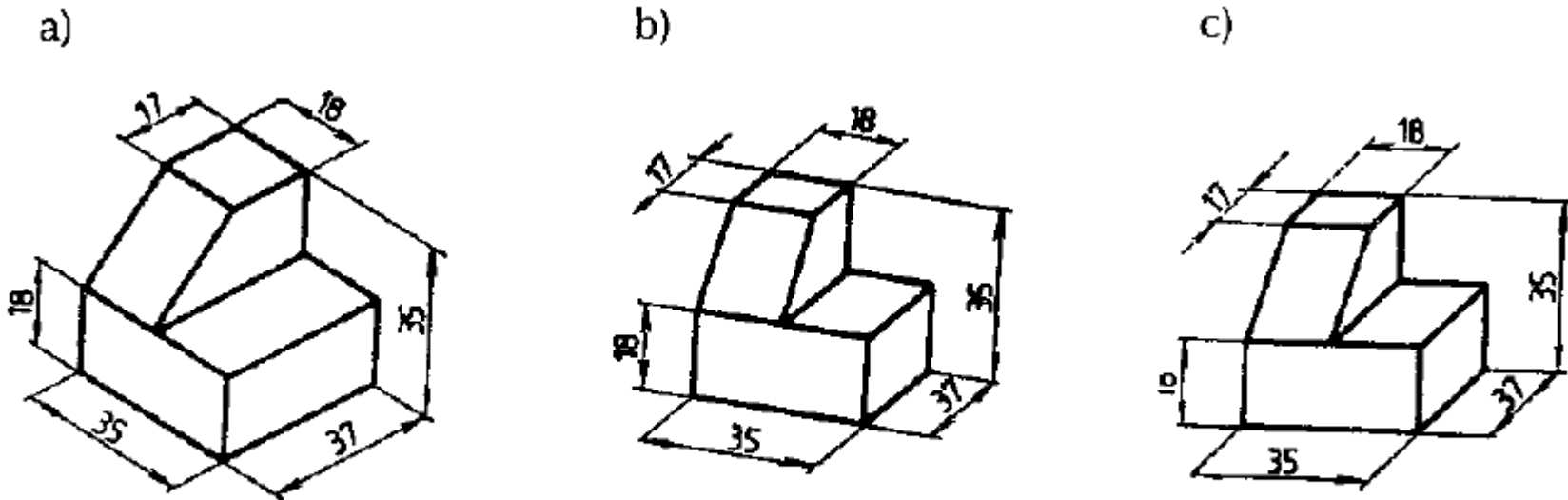
Způsob umístění  
sdružených obrazů na  
výkresu

## Axonometrického zobrazení

Na technických výkresech se dle ČSN 01 3123 mají používat tyto druhy axonometrického zobrazení:


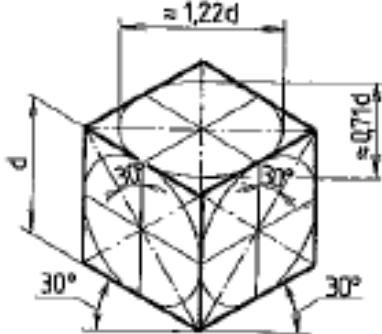
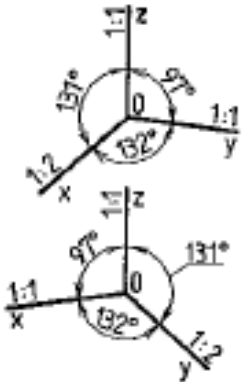
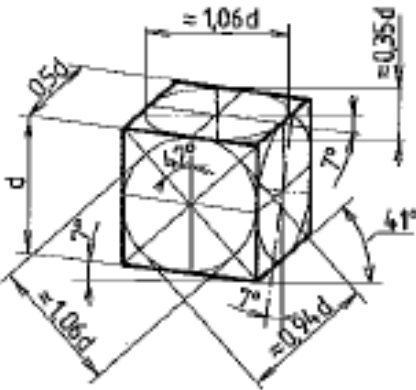
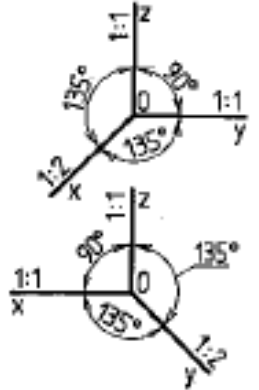
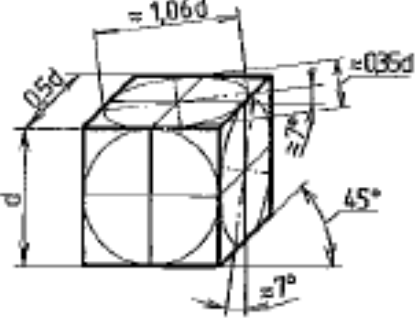
- technická izometrie (pravoúhlá)
- technická dimetrie (pravoúhlá)
- kosoúhlá dimetrie

Zobrazovaná tělesa volíme vzhledem k systému souřadnic  $O(x, y, z)$ , hrany nebo osy zobrazovaných těles volíme pokud možno v osách  $x, y, z$  nebo na přímkách s nimi rovnoběžných.

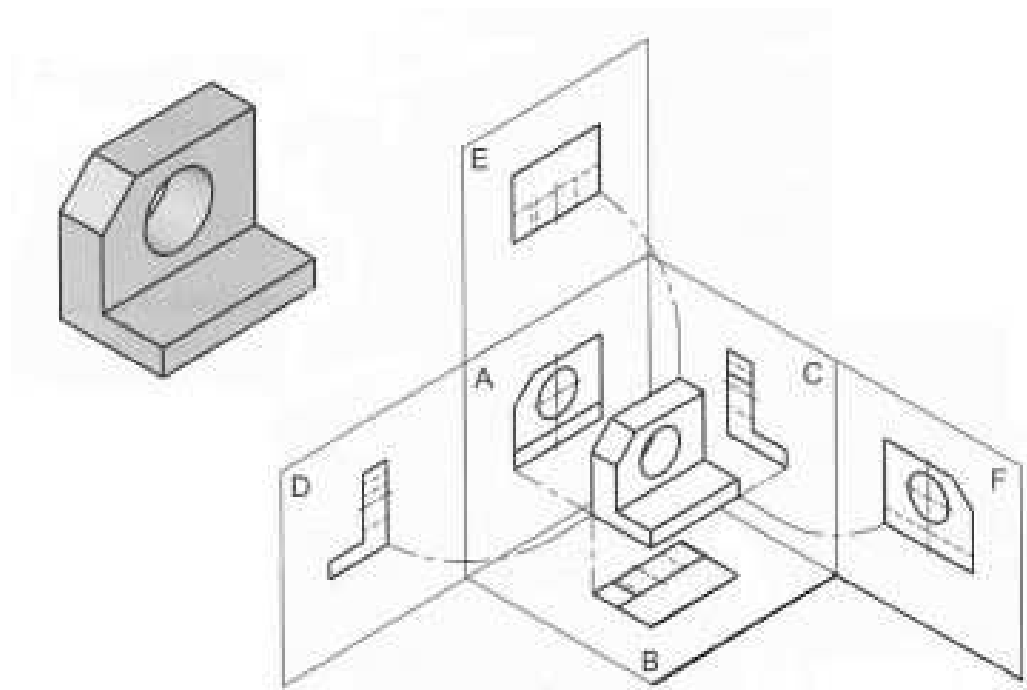


Příklady zobrazení a kótování tělesa:

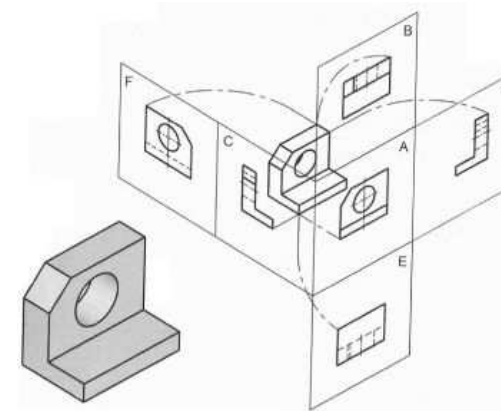
a) v technické izometrii, b) v technické dimetrii, c) v kosoúhlé dimetrii

Druh	Vzájemná poloha os a měřítka pro kreslení (zkrácen)	Zobrazení krychle a průměty kružnic
Technická izometrie (pravouhlá)	 <p>Diagram showing the three axes of technical isometric projection: x, y, and z. The z-axis is vertical, and the x and y axes are at 120° to each other and 135° to the z-axis. The scale factors are 1:1 for the z-axis and 1/2 for the x and y axes.</p>	 <p>Diagram showing the isometric projection of a cube and a circle. The cube is drawn with its edges at 30° to the horizontal. The top edge length is labeled as <math>\approx 1,22d</math> and the depth as <math>\approx 0,71d</math>. The circular faces are shown as ellipses.</p>
Technická dimetrie (pravouhlá)	 <p>Two diagrams showing the axes for technical dimetric projection. The top diagram shows axes at 137° to each other and 132° to the z-axis, with scale factors of 1:1 for z, 1/2 for x, and 1/1 for y. The bottom diagram shows axes at 131° to each other and 132° to the z-axis, with scale factors of 1:1 for z, 1/2 for x, and 1/2 for y.</p>	 <p>Diagram showing the dimetric projection of a cube and a circle. The cube is drawn with its edges at 7° to the horizontal. The top edge length is labeled as <math>\approx 1,06d</math> and the depth as <math>\approx 0,35d</math>. The circular faces are shown as ellipses.</p>
Kosoúhlá dimetrie	 <p>Two diagrams showing the axes for oblique dimetric projection. The top diagram shows axes at 135° to each other and 90° to the z-axis, with scale factors of 1:1 for z, 1/2 for x, and 1:1 for y. The bottom diagram shows axes at 135° to each other and 90° to the z-axis, with scale factors of 1:1 for z, 1:1 for x, and 1/2 for y.</p>	 <p>Diagram showing the oblique dimetric projection of a cube and a circle. The cube is drawn with its edges at 45° to the horizontal. The top edge length is labeled as <math>\approx 1,06d</math> and the depth as <math>\approx 0,35d</math>. The circular faces are shown as ellipses.</p>

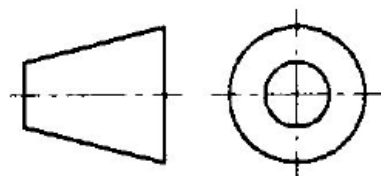
# Zobrazování jednoduchých a složených těles



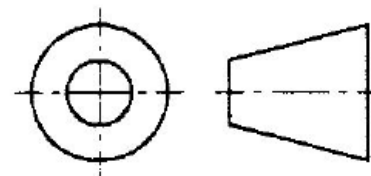
*Promítání ISO E*



*Promítání ISO A*



a) promítání metodou 1. kvadrantu



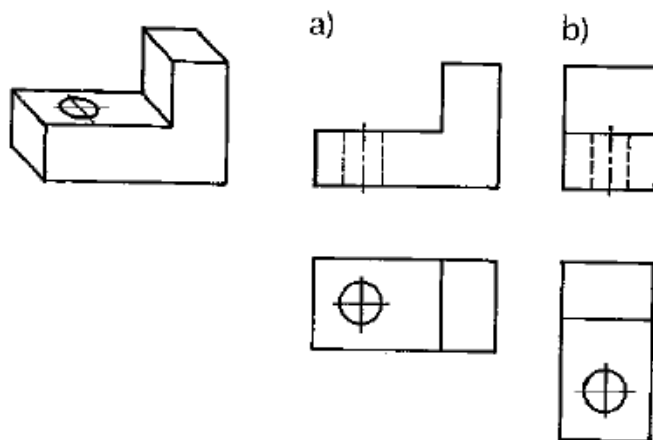
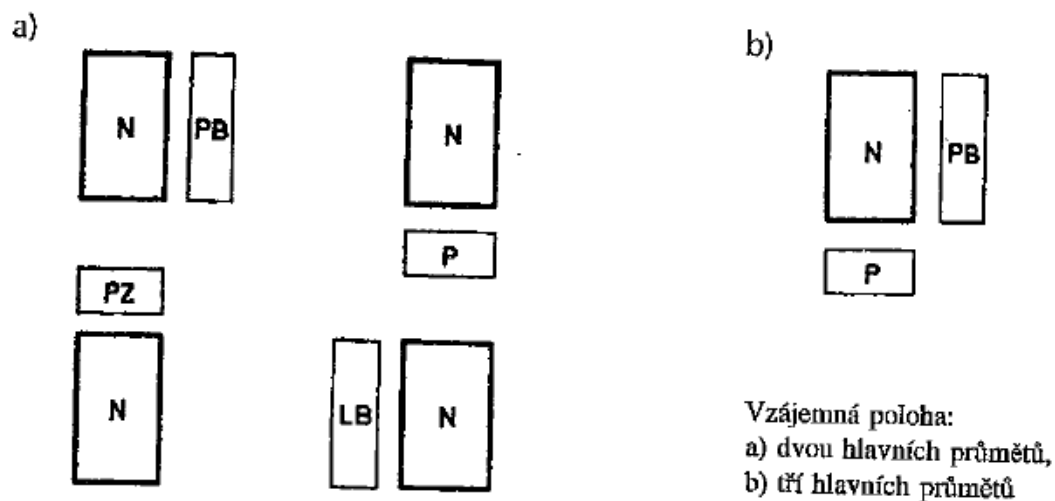
b) promítání metodou 3. kvadrantu

*Značky promítání uváděné na výkresech*

## Zobrazování jednoduchých a složených těles

Při zobrazování těles volíme počet jejich obrazů co nejmenší, avšak takový, aby bylo jimi těleso úplně zobrazeno.

Obvykle vystačíme s hlavními průměty.



Volba průmětů  
 technického tělesa  
 a) správná, b) chybná

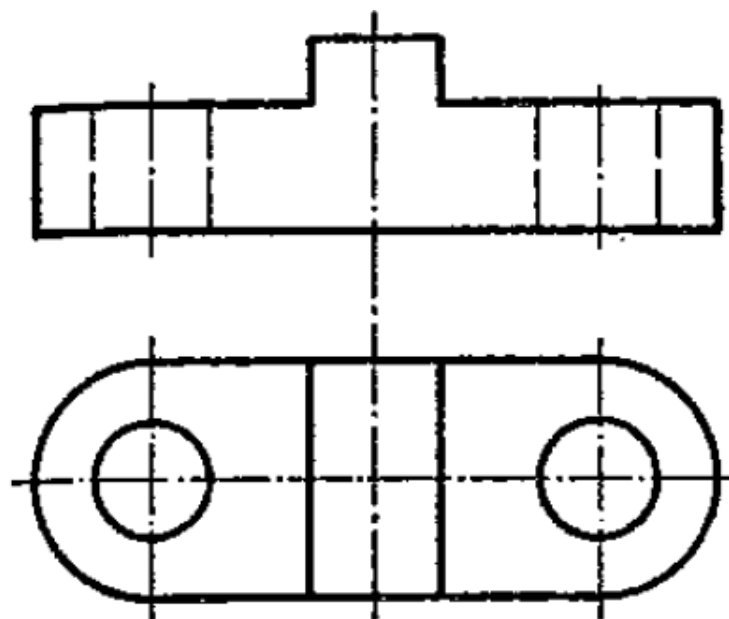
## Zobrazování jednoduchých a složených těles

Těleso má být zobrazeno co nejjednodušeji a bez zbytečných čar, které zhoršují přehlednost výkresu.

Obrazy viditelných obrysů a hran se kreslí tlustou plnou čarou.

Neviditelné hrany tenkou čárkovanou čarou.

Osy kreslíme čerchovanou tenkou čarou u souměrných a pravidelných těles, rotačních součástí a vrtaných děr.

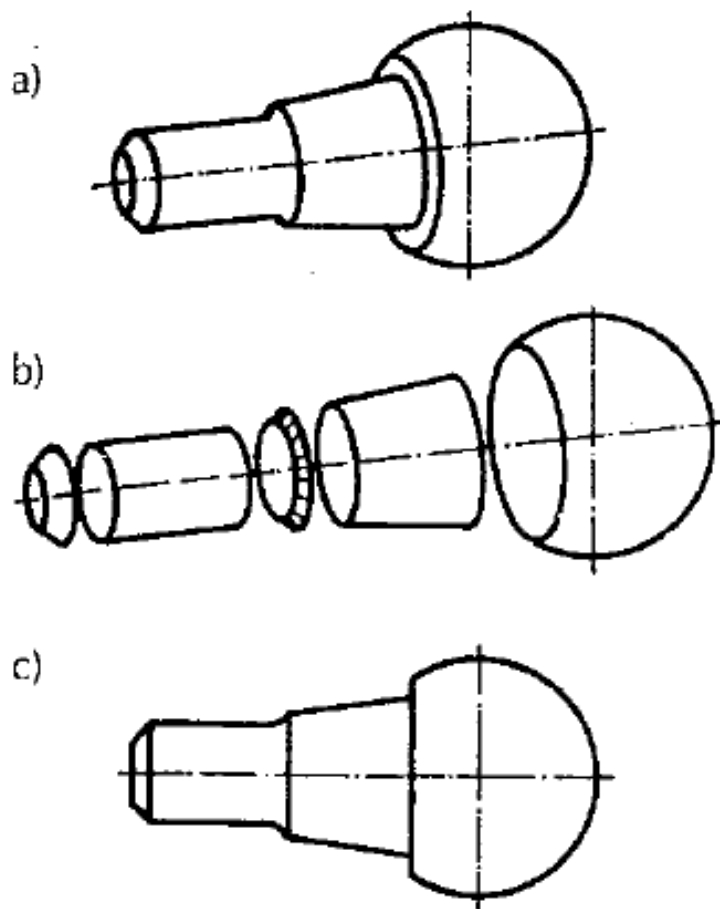


Vyznačení souměrnosti  
a pravidelnosti tělesa

## Zobrazování složených těles

Při určování stereometrické struktury součásti si předmět představíme rozložený na jednoduchá geometrická tělesa, jejichž opětovným složením vznikne daná součást.

Zpravidla zobrazujeme konečný tvar výrobku.



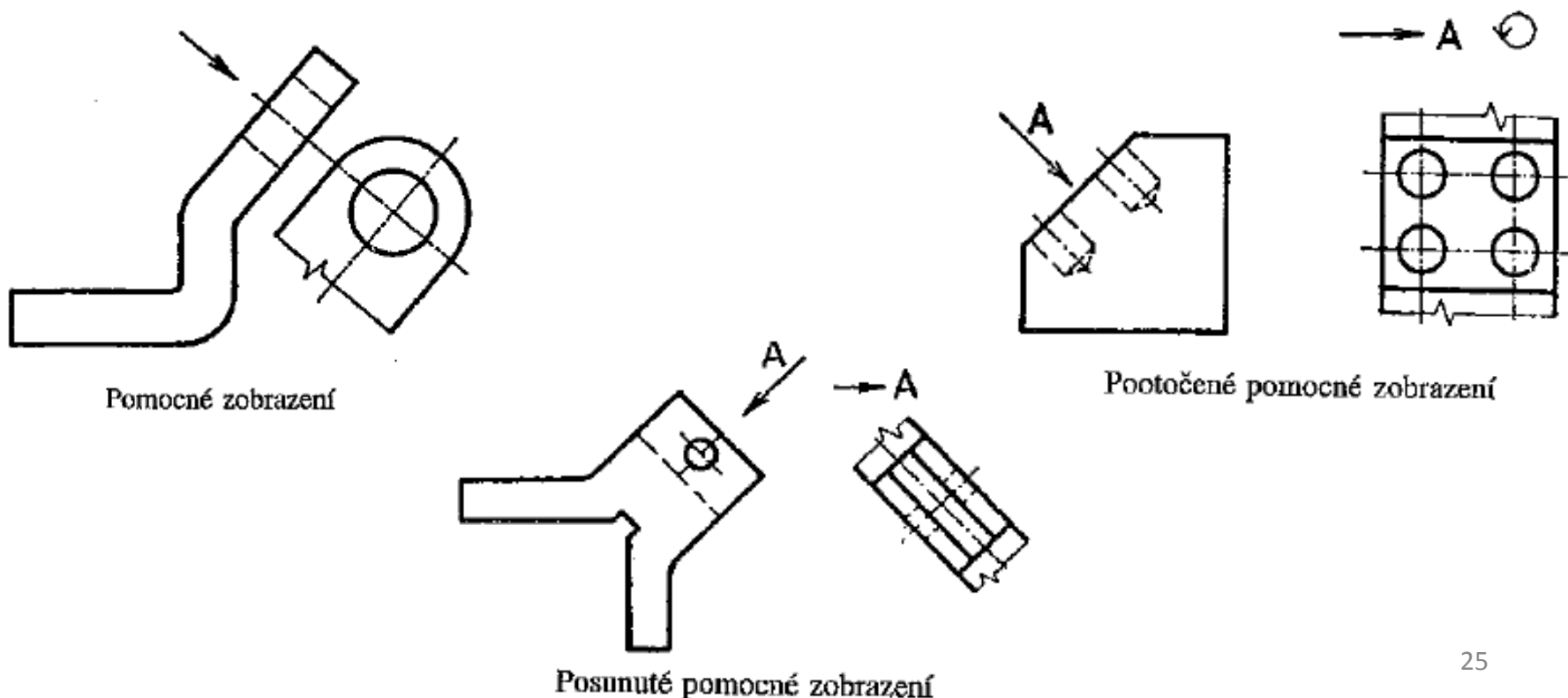
Složené rotační těleso -- kulový čep  
a) axonometrický průmět,  
b) stereometrická struktura,  
c) pravoúhlý průmět



## Promítání do pomocné průmětny

U součástí, při jejichž promítání do hlavních průmětů by vznikaly obrazy zkreslené, složité, nevhodné pro kreslení, kótování, volíme směr promítání do pomocné průmětny.

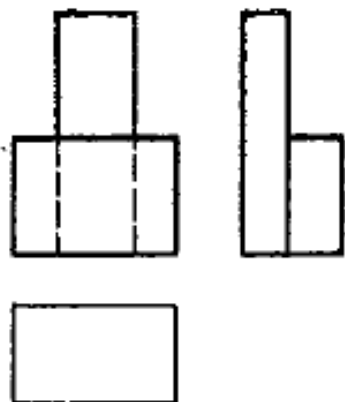
Je-li pomocných průmětů více, označí se směr promítání šipkou a poznávacím písmenem, které musí být uvedeno i v nadpisu pomocného průmětu.



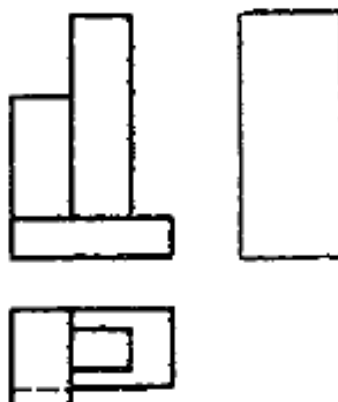
# Nakreslení náčrtu 4

- doplňte naznačené průměty těles

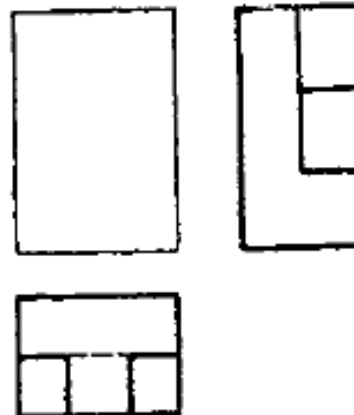
a)



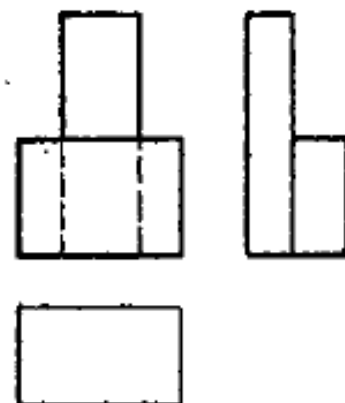
b)



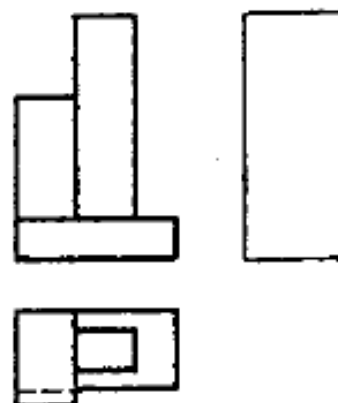
c)



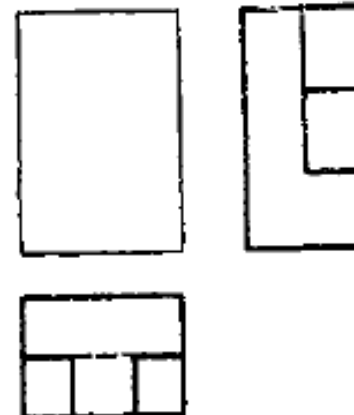
d)



e)

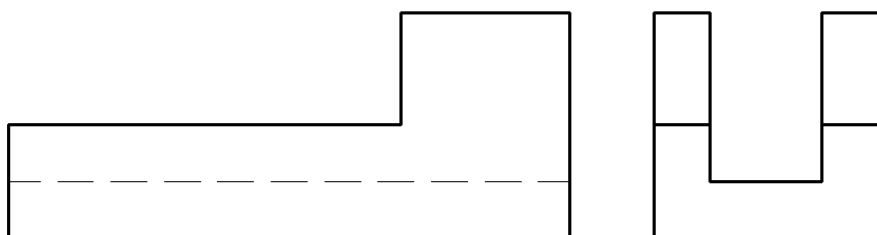


f)

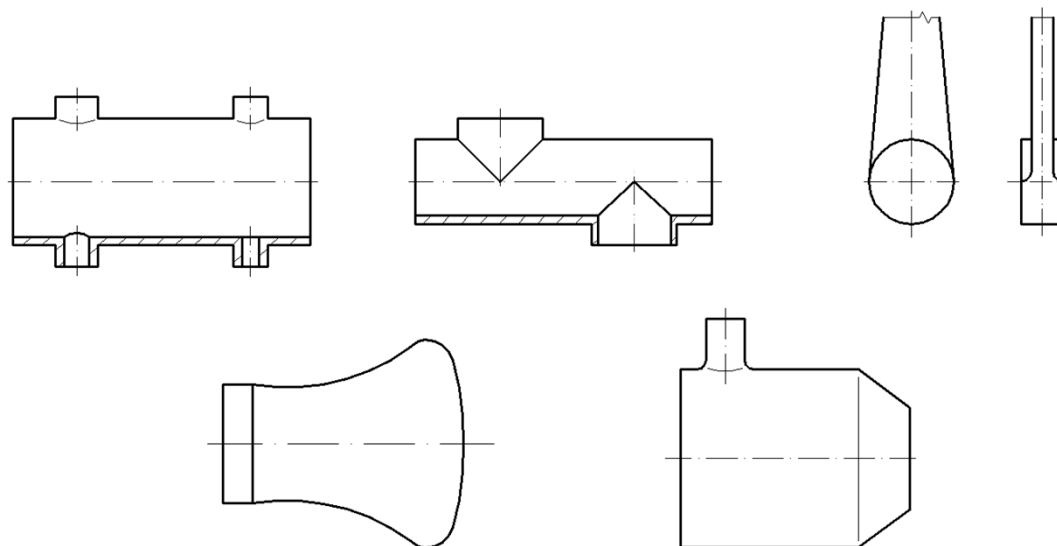


## Pravidla zobrazování na technických výkresech

Viditelné hrany se kreslí tučnou souvislou čarou. Neviditelné (zakryté) obrysy a hrany se kreslí tenkou, čárkovanou čarou a to jen tehdy, je-li to nutné k přesnému určení tvaru nebo k snížení počtu pohledů



Průniky těles se většinou kreslí zjednodušeně či vůbec



## **Průniky kreslíme z hlediska konstrukce a výroby následujícími způsoby:**

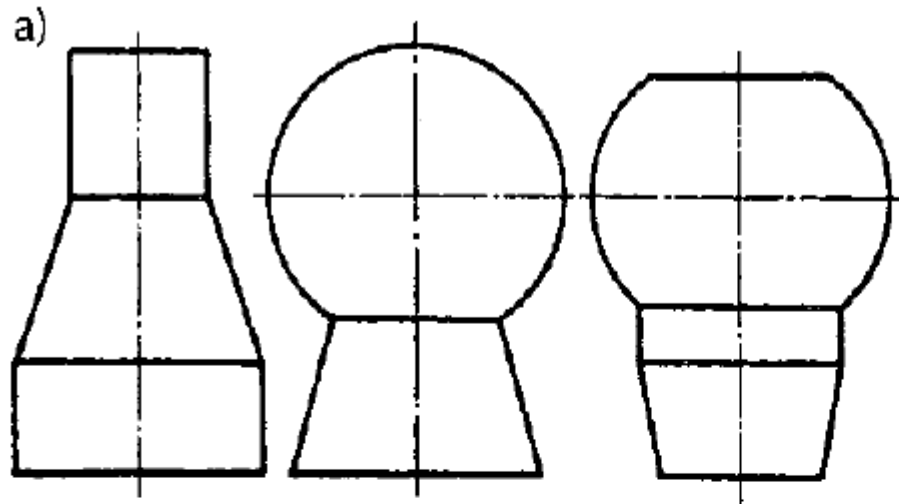
Přesné sestrojení průniků je nutné u součástí, kde se vyžaduje z hlediska konstrukce, výroby nebo vzhledu, např. u svařovaných, nýtovaných, pájených nebo lepených nádob, kotlů, potrubí a jiných výrobků.

Zjednodušeně se průniky kreslí u součástí, u nichž je z hlediska konstrukce i výroby přesné sestrojení průniků zbytečné

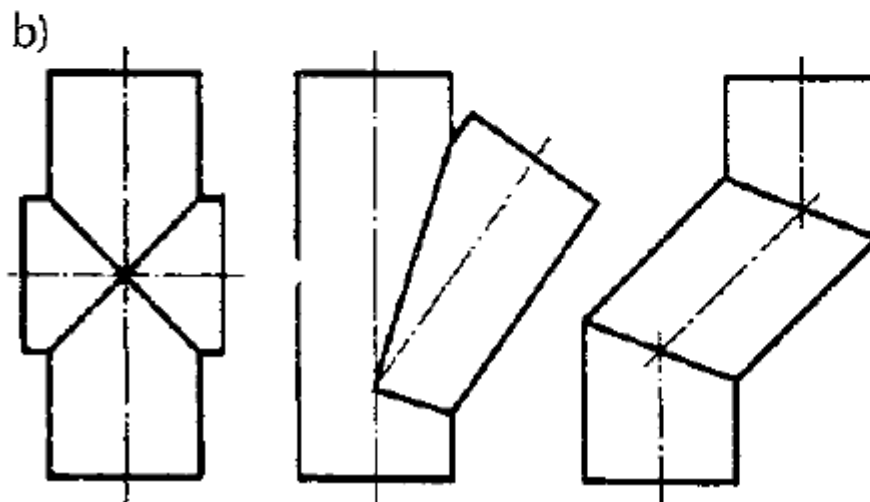
Průniky, které nemají pro konstrukci, výrobu nebo vzhled součásti význam nebo naopak ztěžují čtení výkresů, se kreslit nemusí.

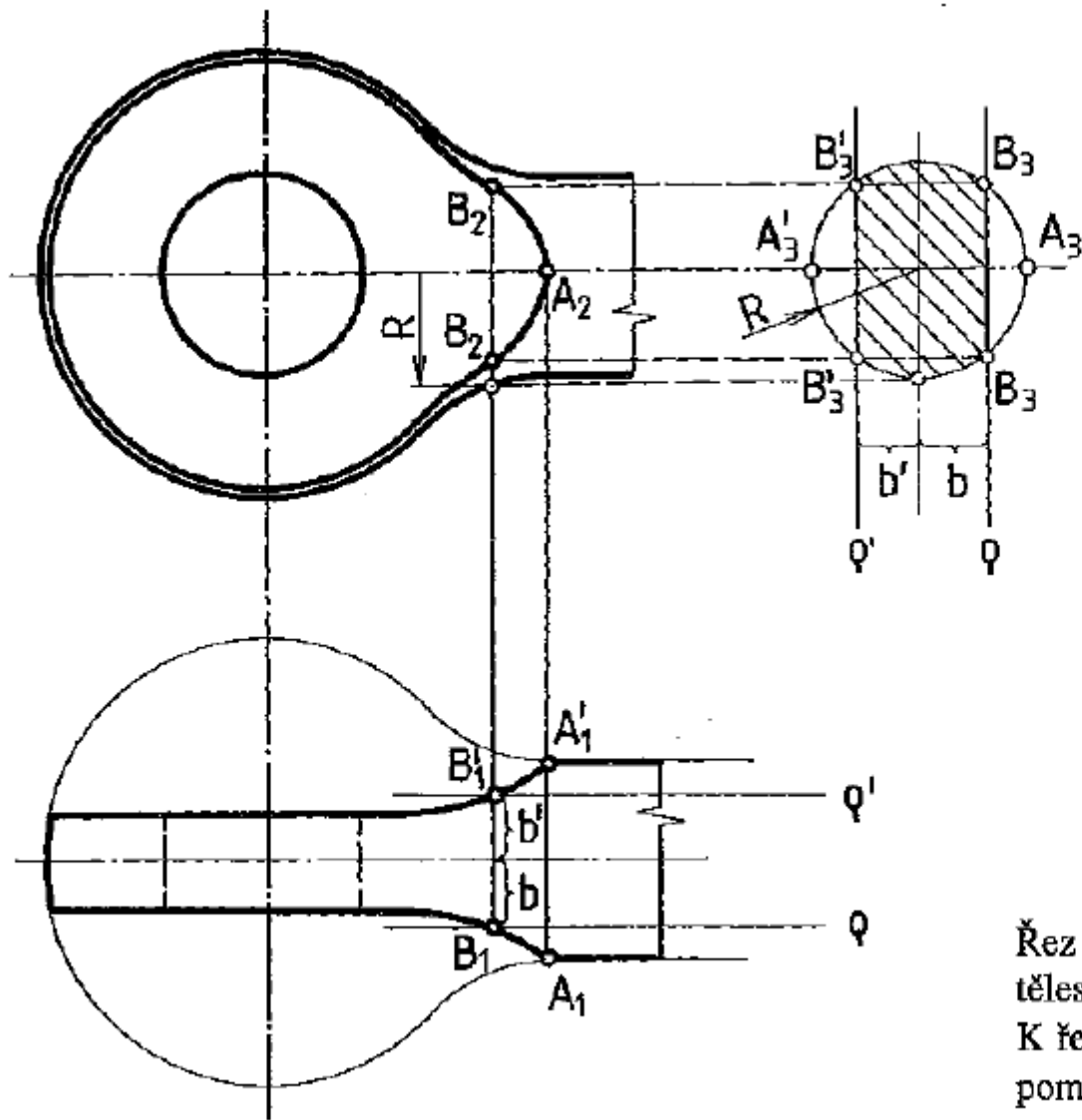
Znatelné průniky se kreslíme čarou stejné tloušťky jako viditelné hrany na výkrese téže součásti. Pouze tam, kde hrany průniku jsou zaoblené nebo průnik tvoří zaoblené přechody, takže je ve skutečnosti málo znatelný, nakreslí se plnou tenkou čarou, která se nedotahuje až k obrysu.

# Průniky

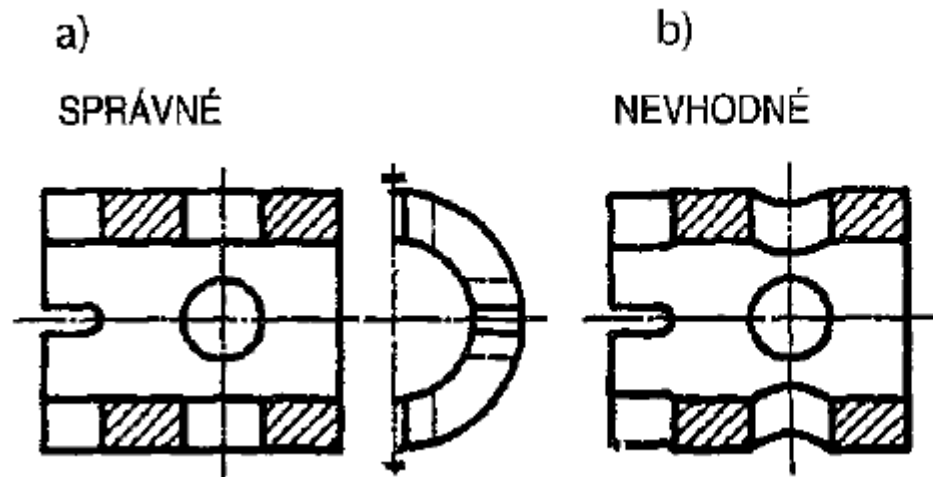


**Průniky**  
a) složených rotačních těles,  
b) válcových částí stejného průměru

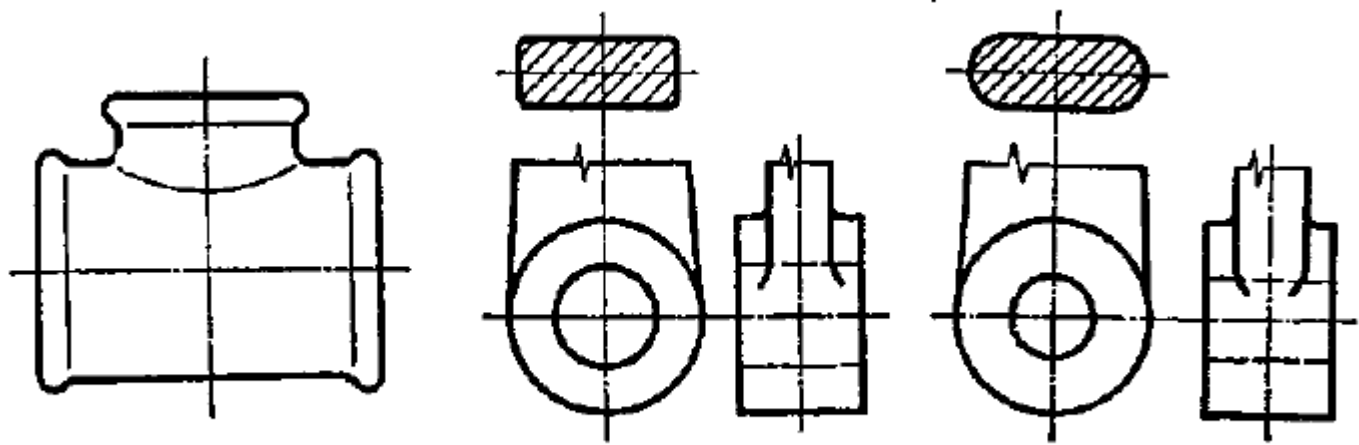




Řez rotačního  
 tělesa oblou řeznou plochou.  
 K řešení průniku je použito  
 pomocných rovin



Průniky v duté válcové součásti  
 a) neprokreslené,  
 b) prokreslené  
 a ztěžující představu o tvaru součásti

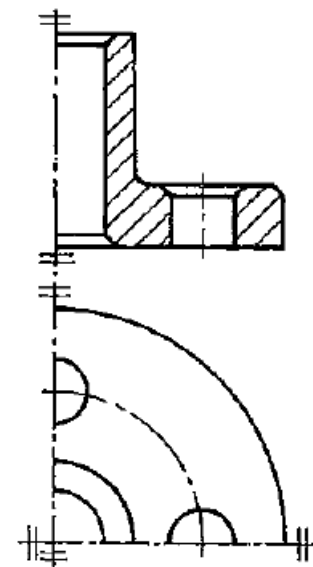
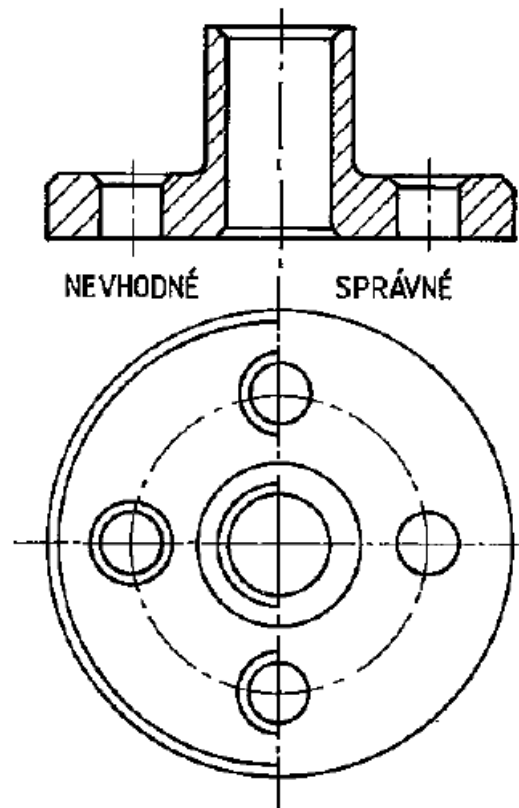


Zobrazení zaoblených přechodů ploch

## Zjednodušování a přerušování obrazů

Při kreslení strojnických výkresů volíme co nejjednodušší a nejúspornější zobrazení předmětu, často i na úkor přesného zobrazení.

Z těchto důvodů nekreslíme na výkresech sestavení zakryté obrysy a hrany zkosení nebo technologické úkosy nakreslíme jednou čarou.



Zjednodušení obrazů

a) vynecháním dvojitých obrysů

u zkosených hran,

b) souměrných součástí zobrazením

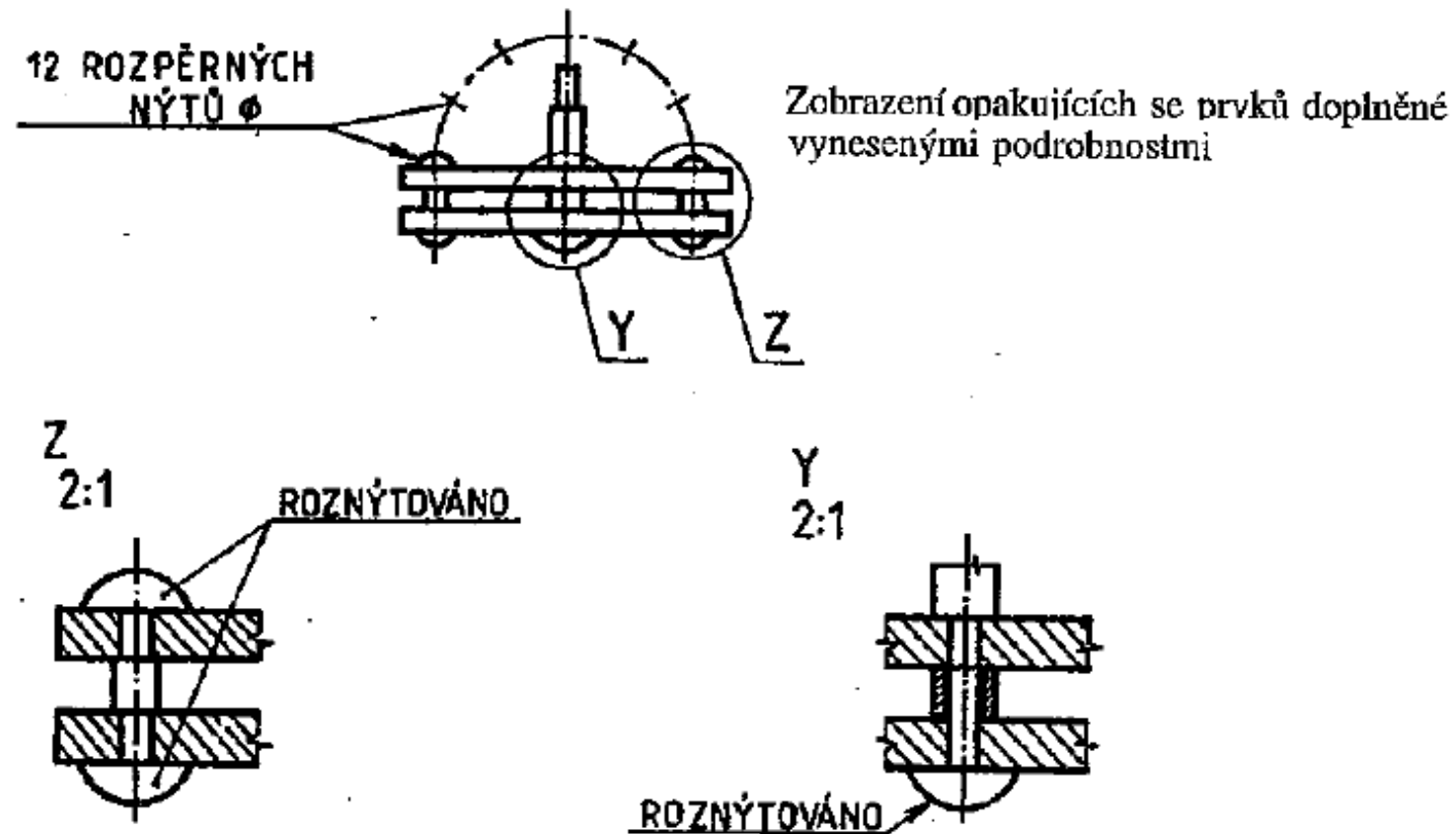
poloviny (čtvrtiny) obrazu



## Zjednodušování výkresů

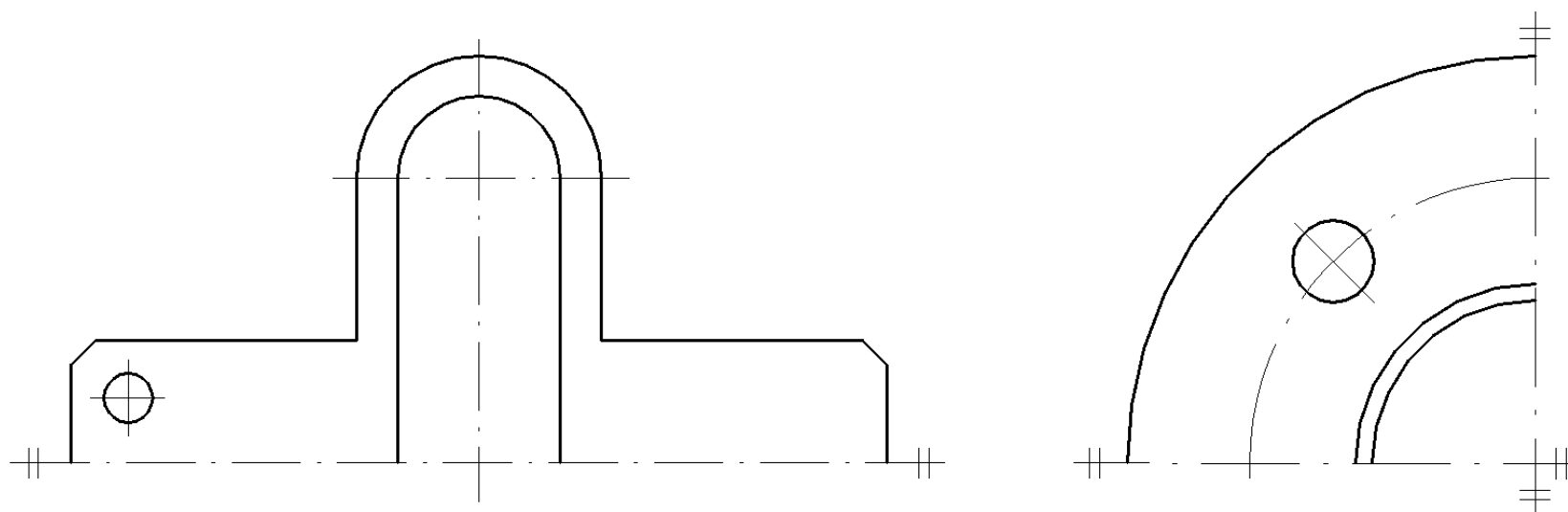
U zobrazení několika stejných prvků kreslíme jen ty, které jsou nutné pro okótování.

Ostatní se vyznačí buď osami, nebo ohraničením jejich plochy v obrazu s uvedením počtu opakujících se prvků.



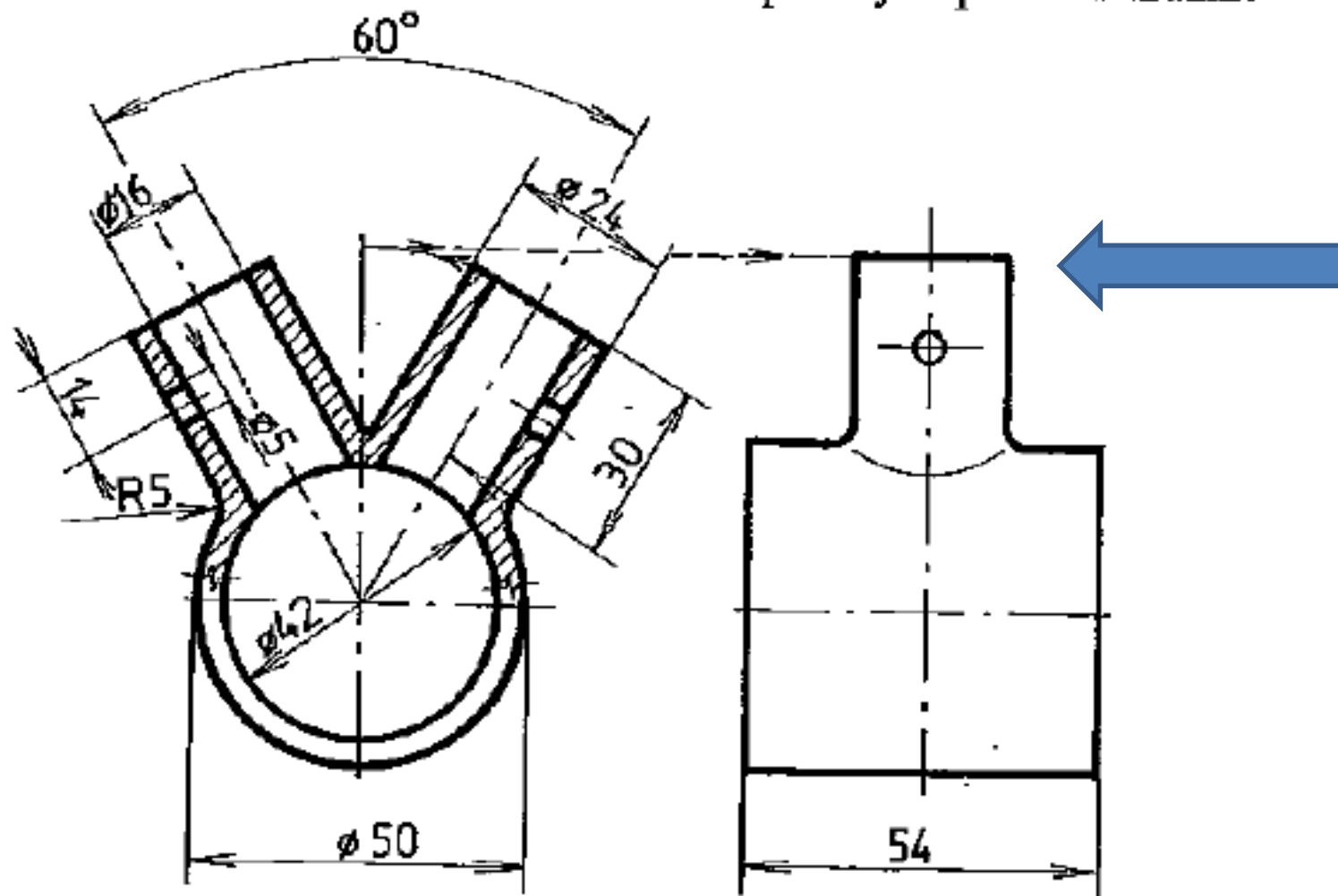
## Souměrné předměty

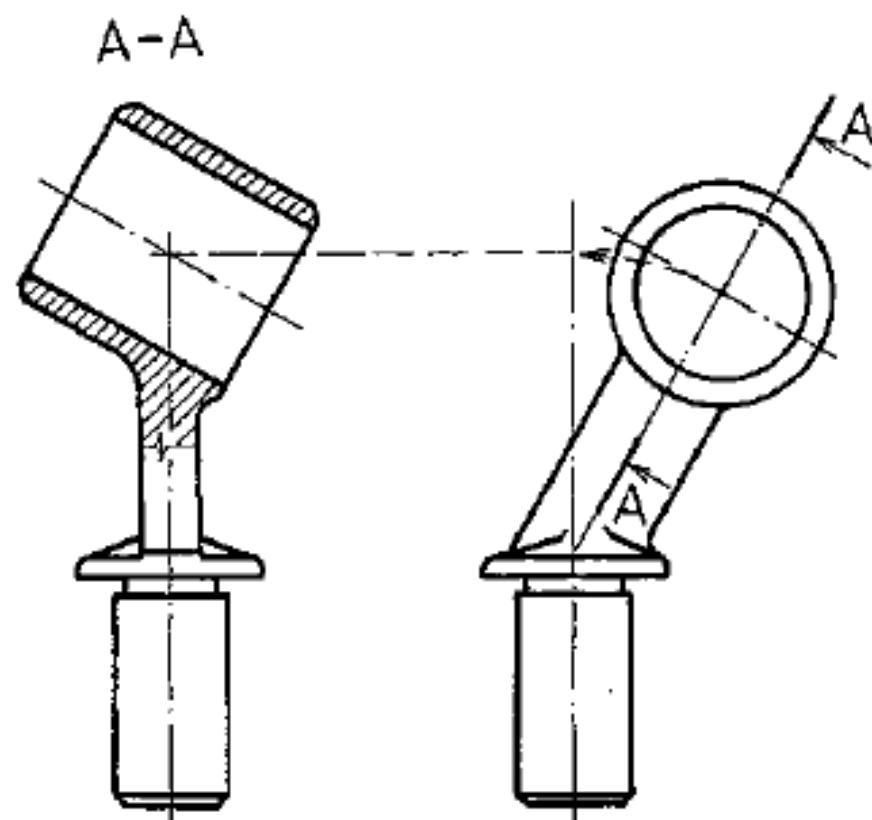
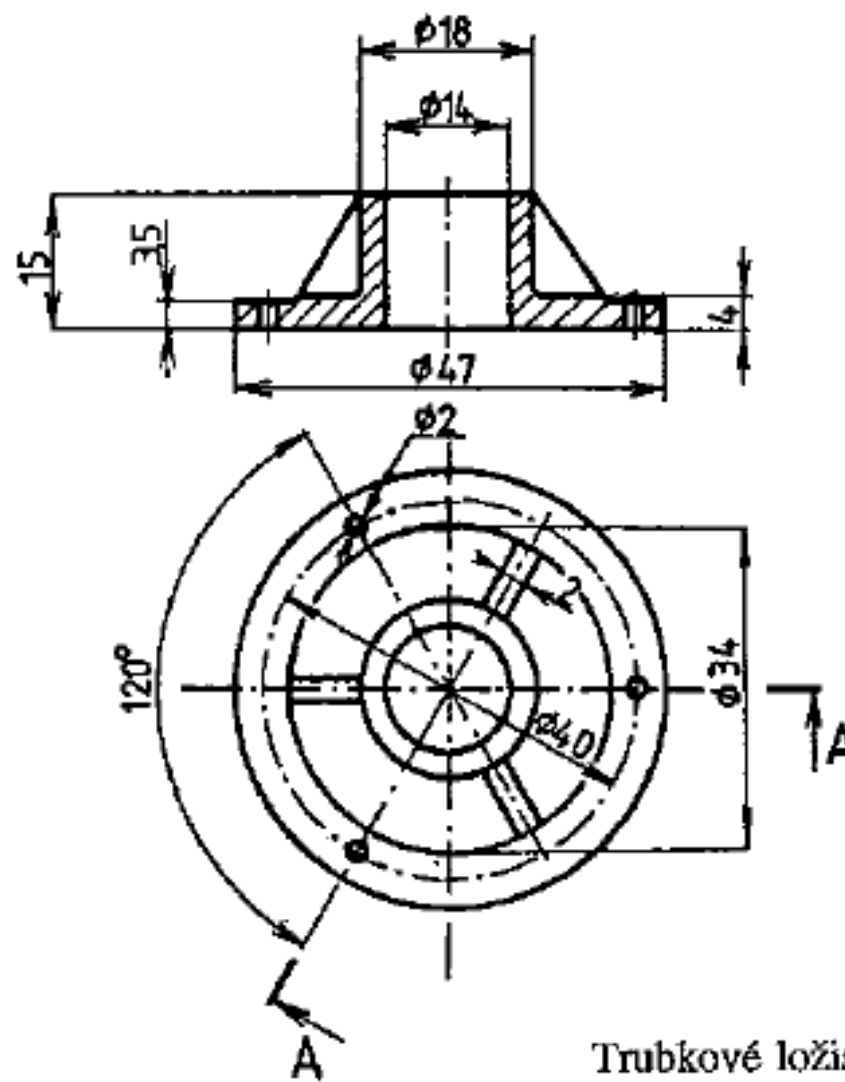
Souměrné předměty je možné zobrazit zjednodušeně, polovinou nebo jen čtvrtinou jejich obrazu. Osy souměrnosti se v těchto případech označují na obou koncích krátkými rovnoběžnými úsečkami kolnými k ose.



*Kreslení symetrických předmětů*

Zjednodušené zobrazení  
trubkové tvarovky v bokorysu,  
bez elipsovitéch průmětů kružnic





## Přerušování obrazů

Vyobrazení	Popis
<p>1                      2</p>	<p>1. Přerušování tyče kruhového průřezu se ohraničí dvěma plnými tenkými čarami se zlomy.                  2. Přerušovaný obraz trubky.</p>
<p>3                      4</p>	<p>3. Přerušovaný obraz čtvercové tyče.                  4. Přerušování ohraničením tenkou plnou čarou kreslenou od ruky.</p>
<p>5                      6</p>	<p>5. U obrazů, kde by mohla nastat záměna čáry pro přerušování s jinou čarou, se kreslí šikmo k obrysovým hranám.                  6. Přerušování bez ohraničení.</p>
<p>7</p>	<p>7. Přerušování opakujících se tvarových prvků.</p>
<p>8</p>	<p>8. Přerušování součástí s proměnlivým průřezem.</p>

## Zobrazování řezů a průřezů

Správné použité řezů a průřezů na strojnických výkresech zvyšuje názornost obrazu, usnadňuje kótování vnitřních dutin součásti a často ušetří kreslení dalších průmětů.

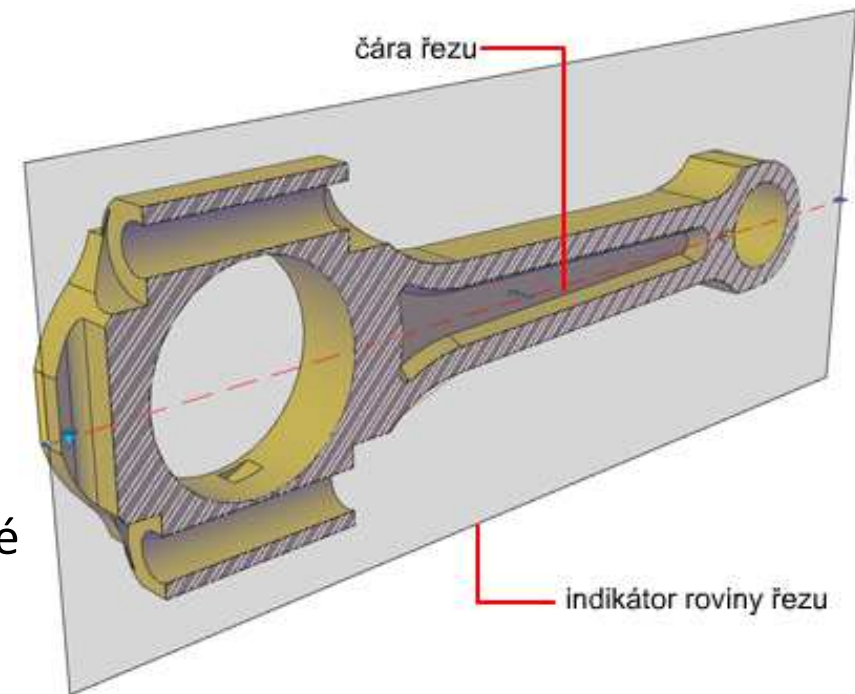
V řezu se zobrazují ty části tělesa, které leží v rovině řezu a za ní. Myšlená rovina řezu se vede tak, aby se v obrazu řezu zobrazily charakteristické tvary předmětu.

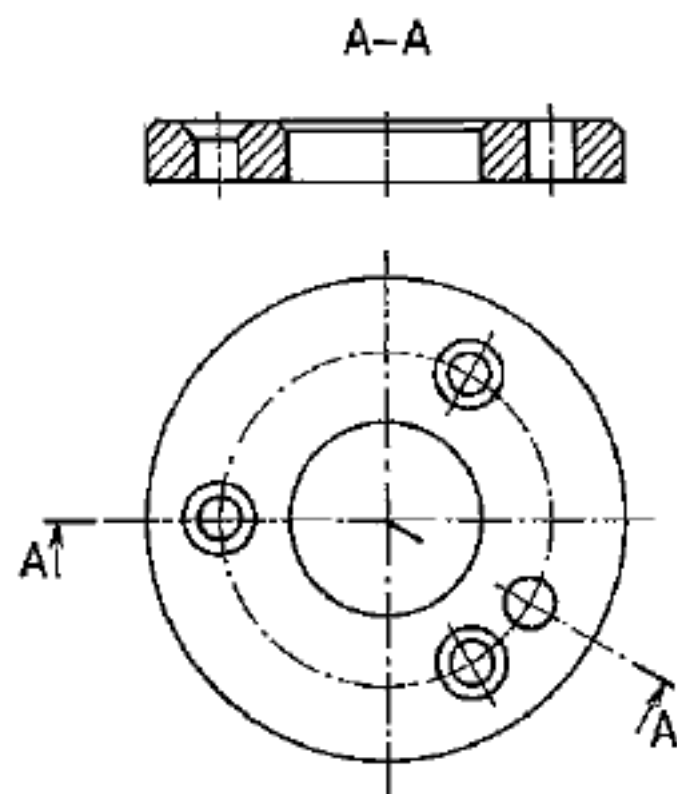
Řezy se podle počtu rovin řezu rozdělují na:

- jednoduché – jedna rovina řezu
- složené – více rovin řezu

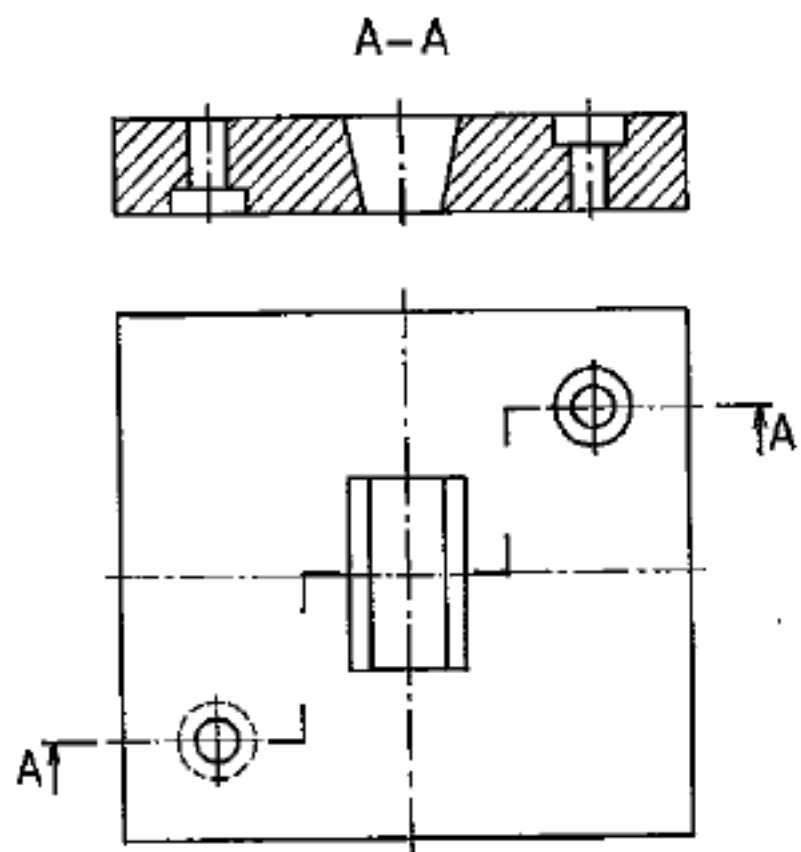
Složené řezy mohou být

- lomené – jestliže se roviny řezu protínají pod úhlem větším než  $90^\circ$
- stupňovité – roviny řezu jsou rovnoběžné





Lomený složený řez



Stupňovitý složený řez a jeho průběh

## Zobrazování řezů a průřezů

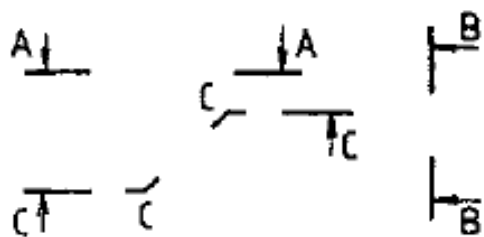
Poloha myšlené roviny řezu se označuje úsečkami kreslenými tlustou plnou čarou vně obrazu, popř. i uvnitř obrazu.

Zalomení myšlené roviny řezu se označí uvnitř obrazu zalomenými úsečkami.

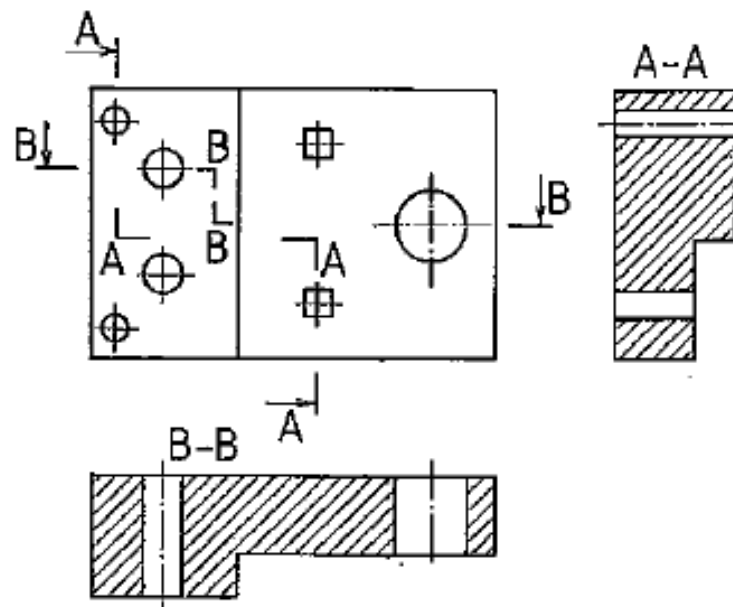
Směr promítání se podle potřeby označí šipkou ve směru pohledu na myšlenou rovinu řezu.

Myšlená rovina řezu i zobrazený řez se označí písmeny velké abecedy

Písmena se přepisují k šipkám, udávající směr promítání

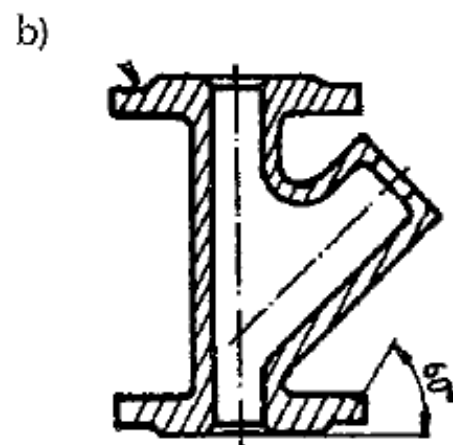
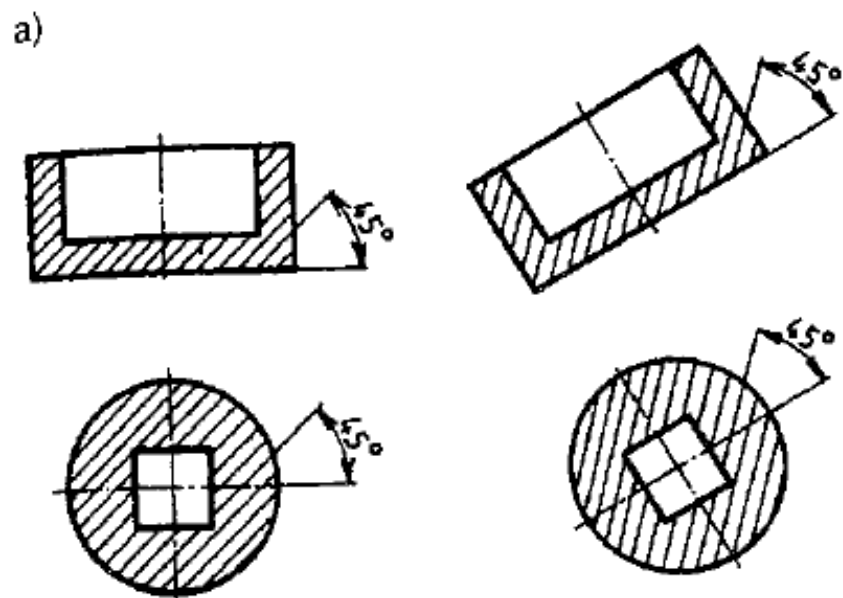


Označení řezu a směru promítání

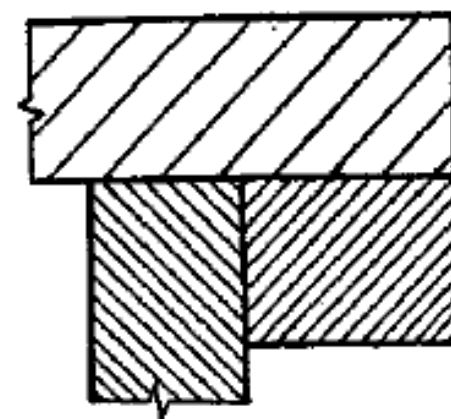
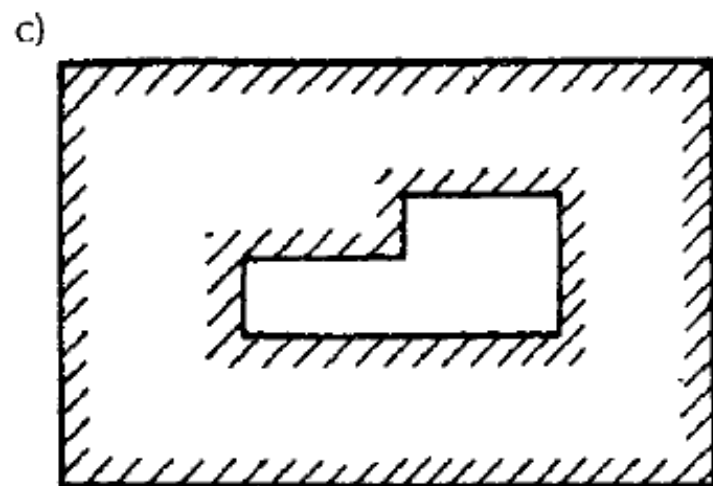


Způsoby značení myšlených rovin řezů a průřezů

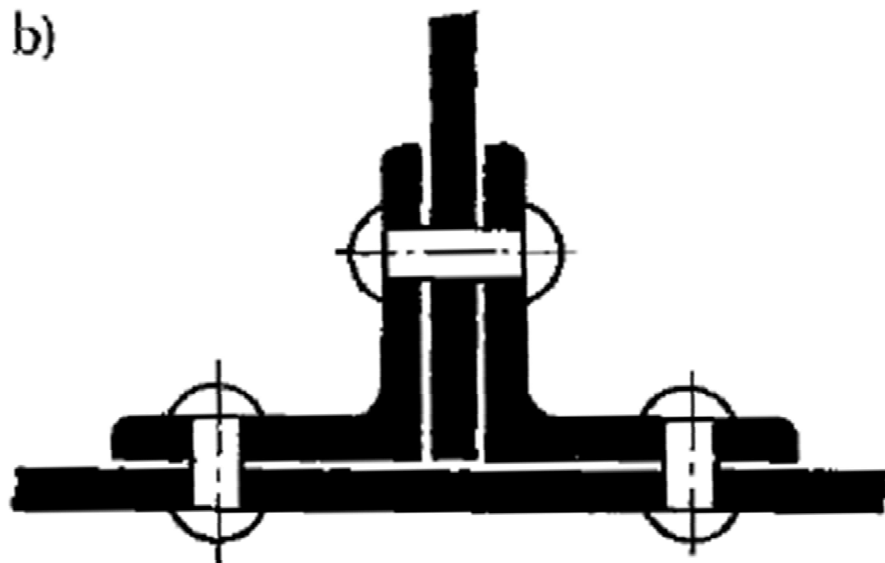
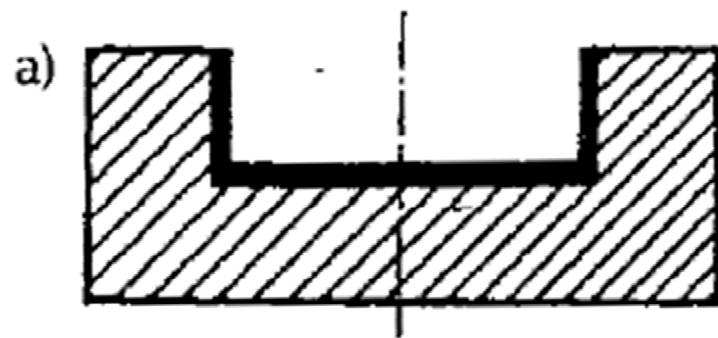




Grafické označování řezů a rovin řezů  
 a) šrafováním přednostně pod úhlem  $45^\circ$ , b) šrafováním výjimečně pod úhlem  $60^\circ$ , c) u ploch velkých rozměrů pouze po okrajích

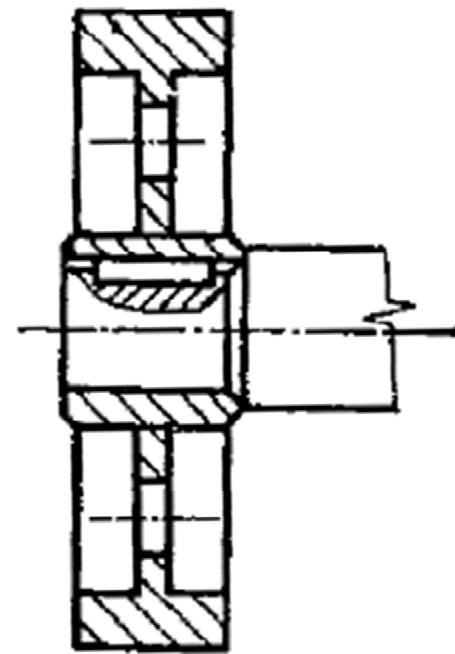


Šrafování přilehlých ploch řezů

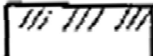


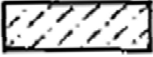



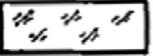
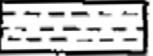


Vyznačení úzkých ploch řezů:

a) vyčerněním, b) vyčerněním ploch a zdůrazněním mezer



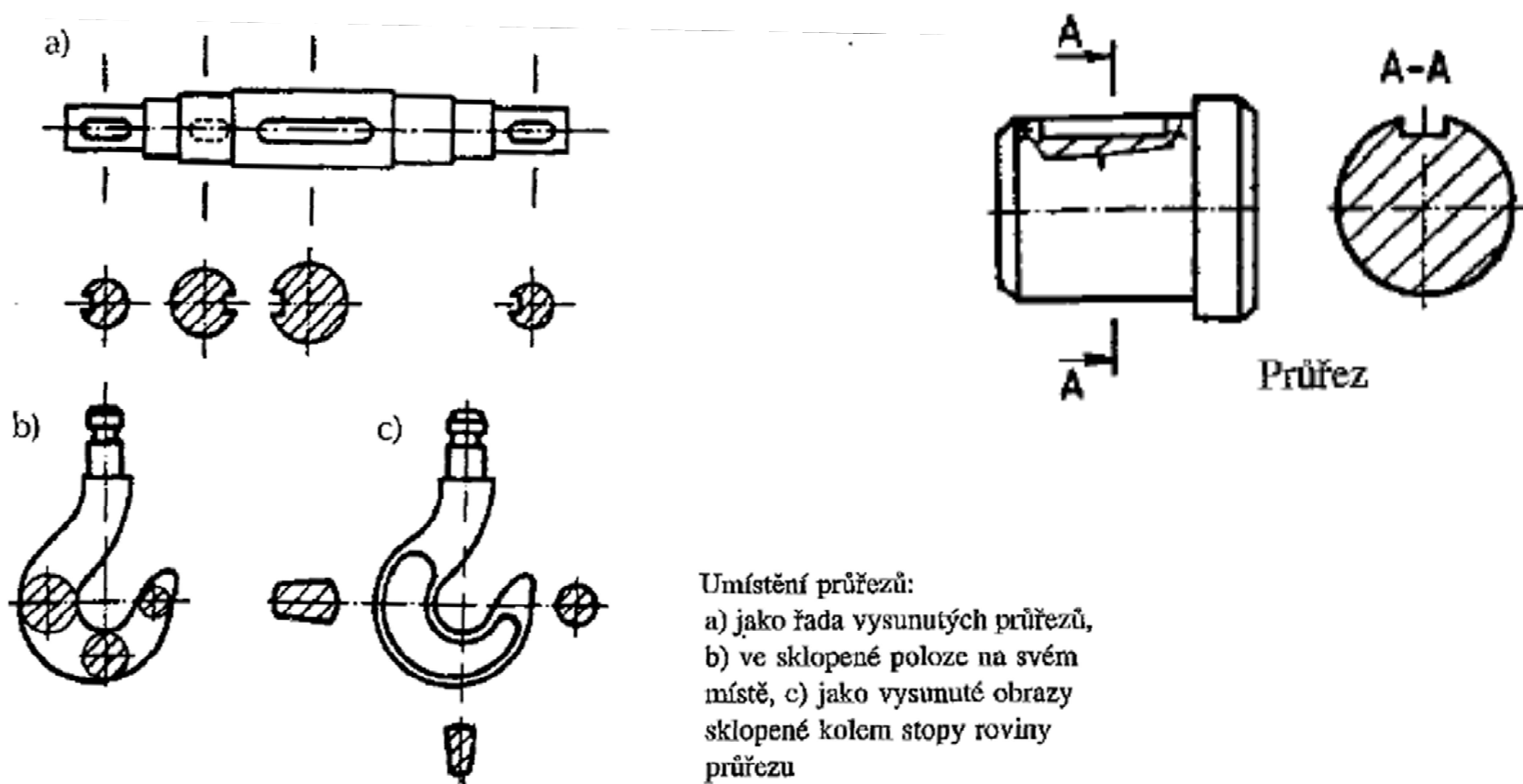
Označení řezných ploch  
nerozebiratelného spoje

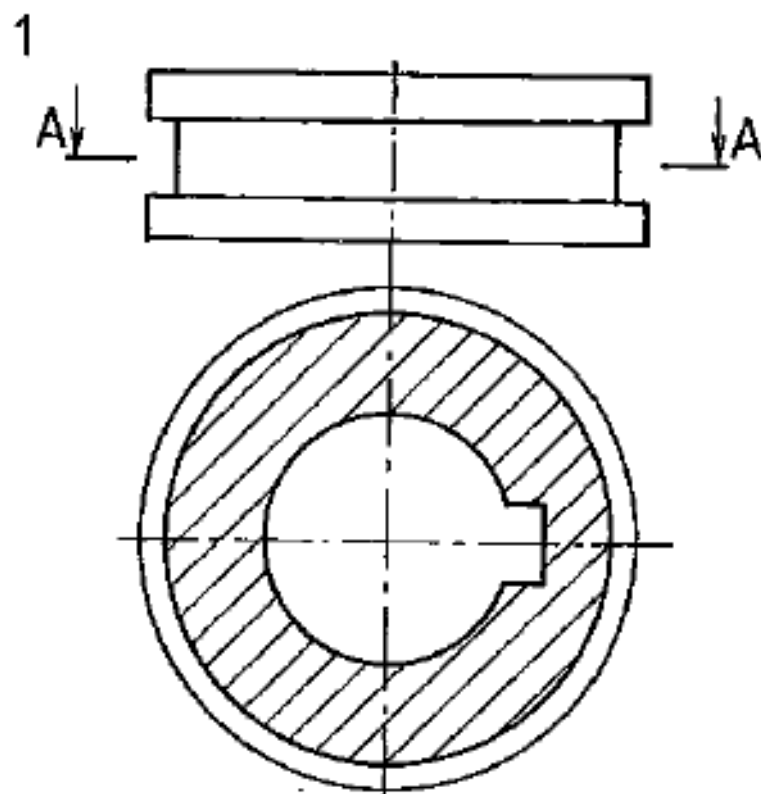
Název materiálu	Grafické označení
Zemina původní – kreslí se u obrysu	
Kámen	
Keramika a silikátové zdicí materiály (cihlářské výrobky pálené i nepálené, stavební keramika, elektroporcelán, tvárnice z lehčených betonů)	
Beton	
Dřevo – směr vláken dřeva se nerozlišuje	
Kovy a jejich slitiny	
Plasty, pryž apod.	
Sklo a jiné průhledné materiály	
Kapaliny	

## Průřezy

Průřez je obraz myšleného řezu jednou rovinou, a to pouze v této rovině, takže část předmětu ležící za touto rovinou se nezobrazuje.

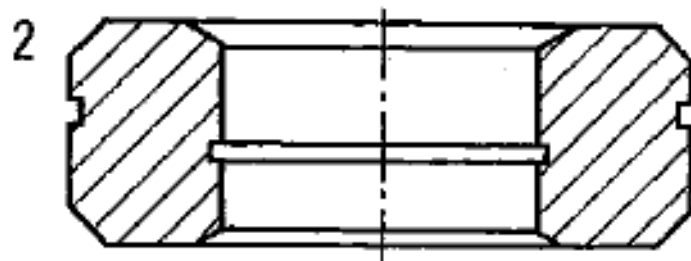
Průřezy se umísťují ve směru promítání nebo na osu otáčení jako otočené a vysunuté průřezy





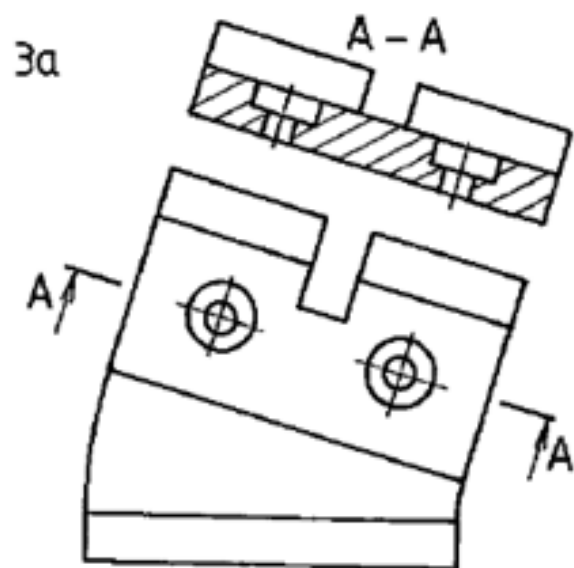
### 1. Vodorovný řez

Druh řezu, při kterém je myšlená rovina řezu rovnoběžná s vodorovnou průmětnou (půdorysnou). Je využíván nejčastěji pro zobrazování stavebních objektů v půdorysu. Myšlená vodorovná rovina řezu se vede zpravidla v  $1/3$  výšky zobrazovaného podlaží nebo 1 m nad zobrazovanou úrovní.



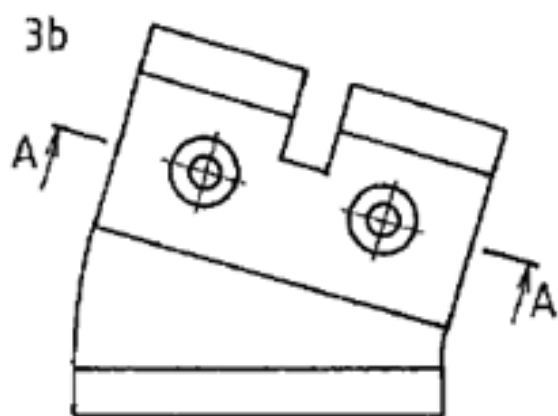
### 2. Svislý řez

Myšlená rovina řezu je rovnoběžná se svislou průmětnou (nárysou nebo bokorysnou). Svislé řezy mohou být příčné (rovnoběžné s bokorysnou), nebo podélné (rovnoběžné s nárysou).

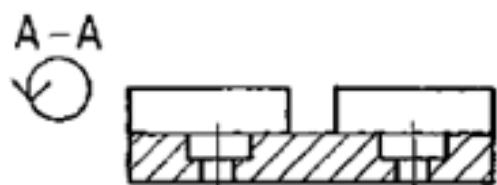


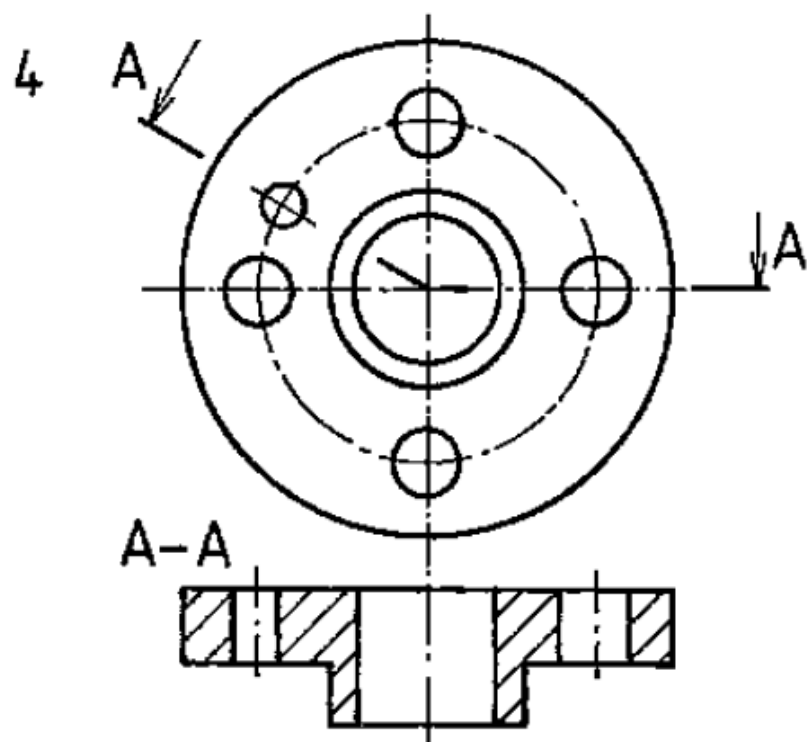
### 3. Šikmý řez

U tohoto řezu není myšlená rovina řezu rovnoběžná se žádnou průmětovou (obr. 3a). Šikmý řez se umísťuje zpravidla ve směru promítání. Označení řezné roviny i obrazu řezu je zřejmé z obr. 3a.



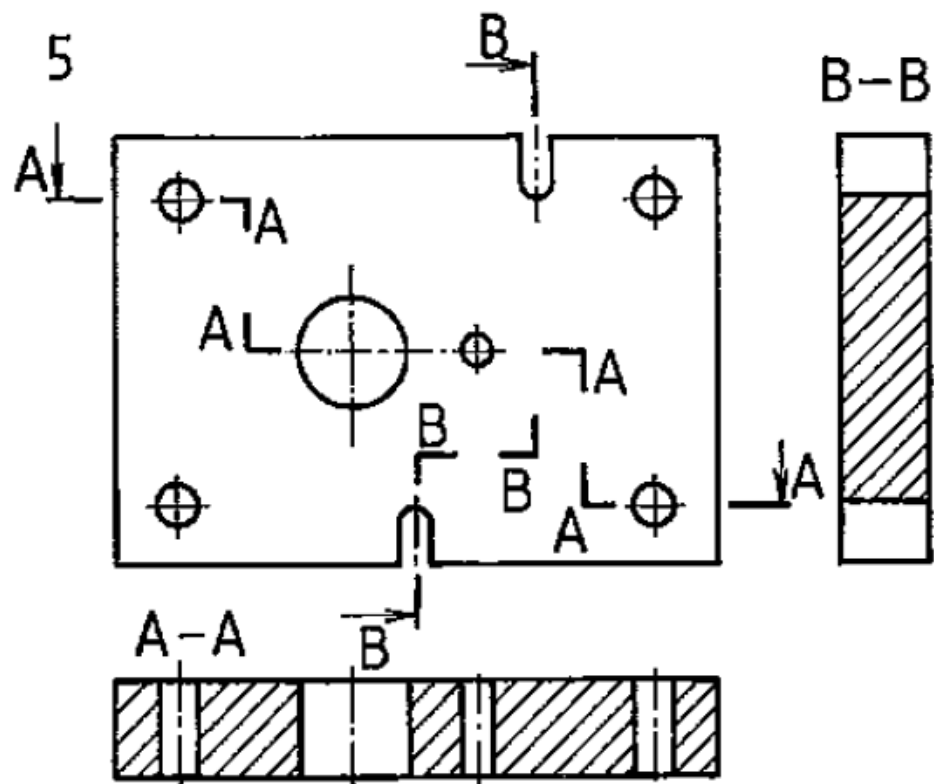
Šikmý řez je možno pootočit, musí se však označit podle obr. 3b.





#### 4. Lomený řez

Při zobrazení předmětu lomeným řezem se myšlená rovina řezu lomí v úhlu větším než  $90^\circ$ . Prvky, které rovina řezu protíná, se zobrazují otočené do jedné roviny. Prvky viditelné za rovinou řezu se zobrazují promítnuté do lomené roviny podle zásad pro zobrazování předmětu v pohledu.

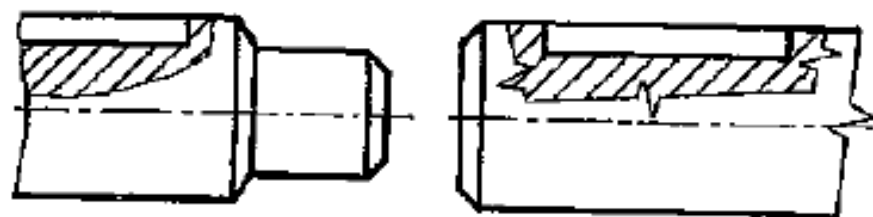


### 5. Stupňovitý řez

Myšlené roviny řezu (dvě nebo několik) se pravoúhle zalomí. Prvky, které rovina řezu protíná, se zobrazují posunuté do téže roviny. Zobrazují se jen ty části, které jsou viditelné ve směru promítání (rovina řezu se nerozvinuje).



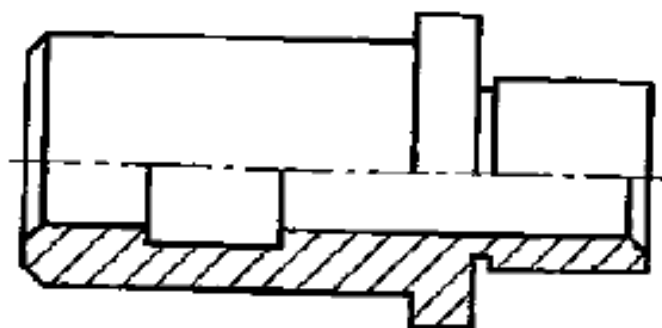
6



### 6. Částečný řez

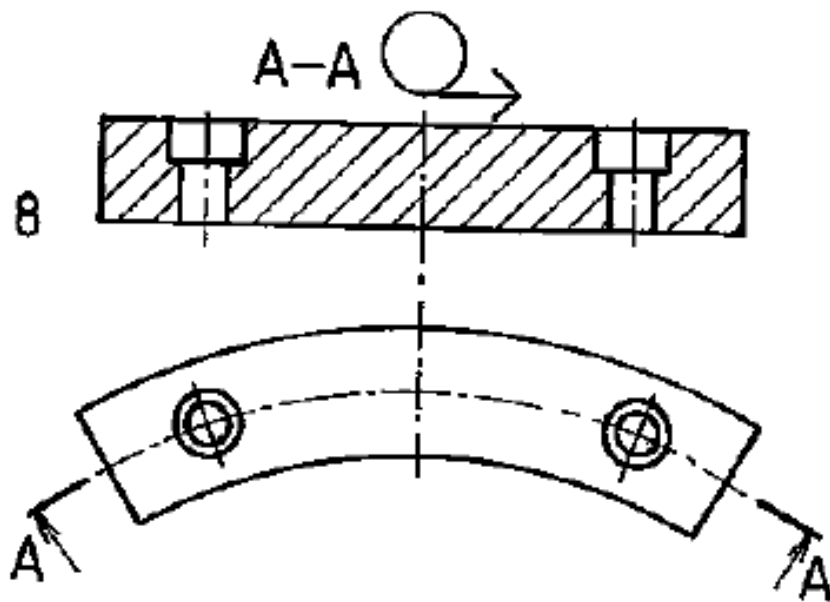
Zobrazuje pouze vymezenou část předmětu zobrazeného v pohledu. Rozhraní mezi pohledem a řezem se označí nepravidelnou čarou od ruky nebo čarou se zlomy. Rozhraní mezi pohledem a řezem se nesmí shodovat s čarou zobrazující hranu nebo plochu předmětu. Částečný řez se obvykle neoznačuje písmeny.

7



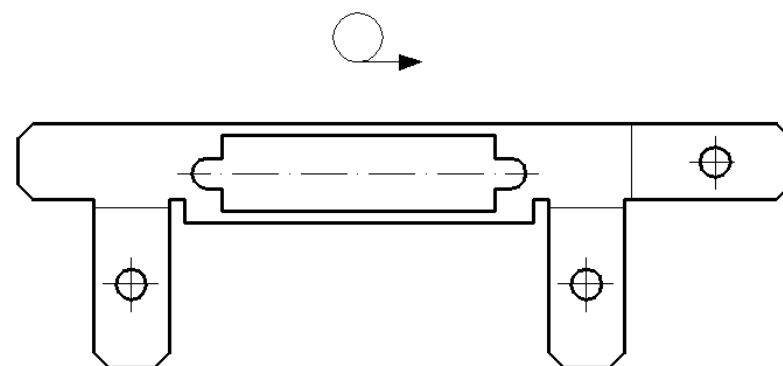
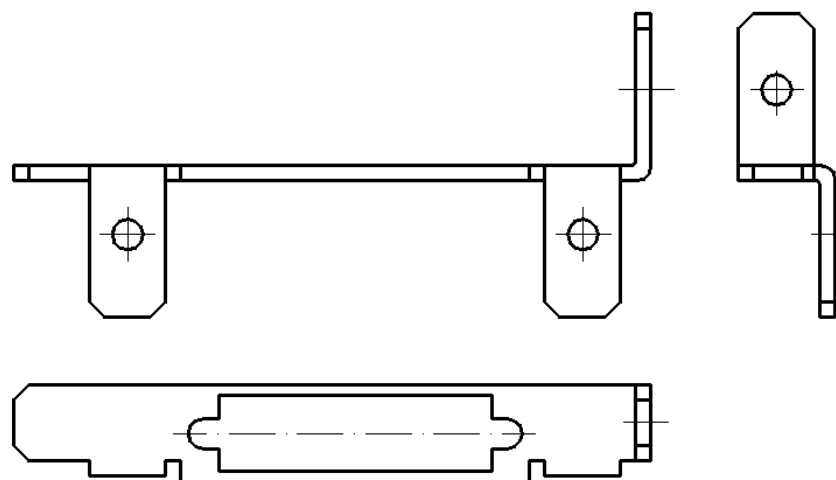
### 7. Poloviční řez

Souměrné součásti lze zobrazit v jedné polovině v řezu a v druhé polovině v pohledu. V řezu zobrazujeme vždy dolní nebo pravou polovinu součásti. Rozhraní mezi pohledem a řezem tvoří osa souměrnosti. Poloviční řez se neoznačuje.



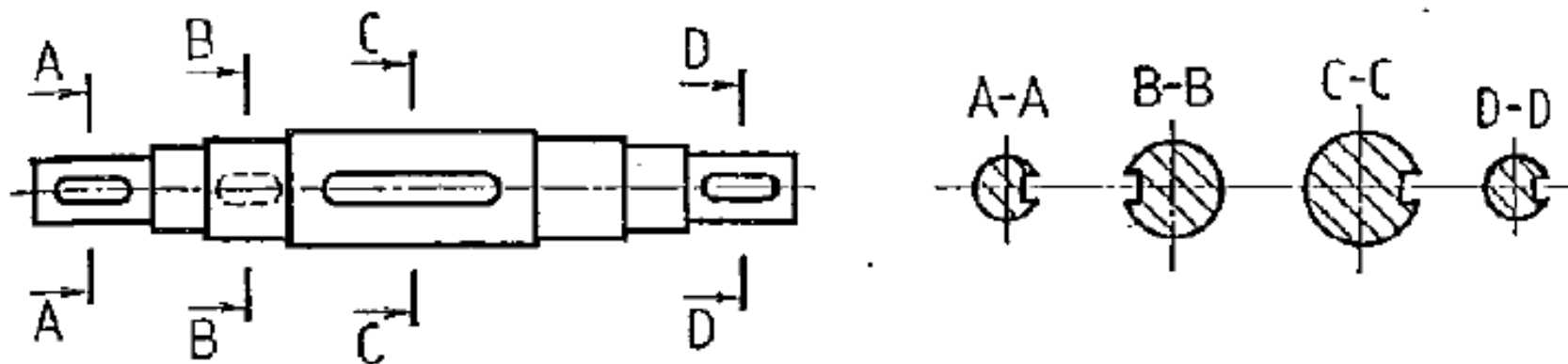
### 8. Rozvinutý řez

U zakřivených součástí rozvineme řez do roviny tak, aby nevznikl zkreslený obraz. Označení obrazu řezu doplníme značkou.



*Rozvinutý pohled*

V některých případech můžeme roviny řezů a obrazy průřezů umístit na libovolném místě výkresu. V těchto případech musíme obrazy označit.



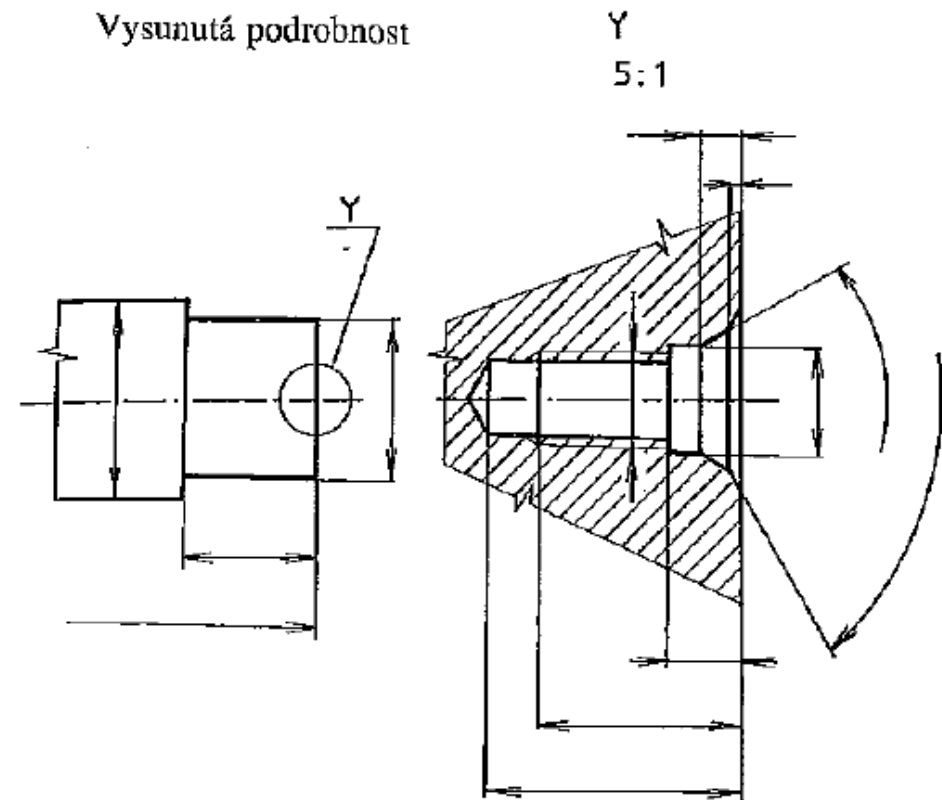
**Označení řezných rovin při  
umístění průřezů ve směru promítání**

## Vynesené prvky

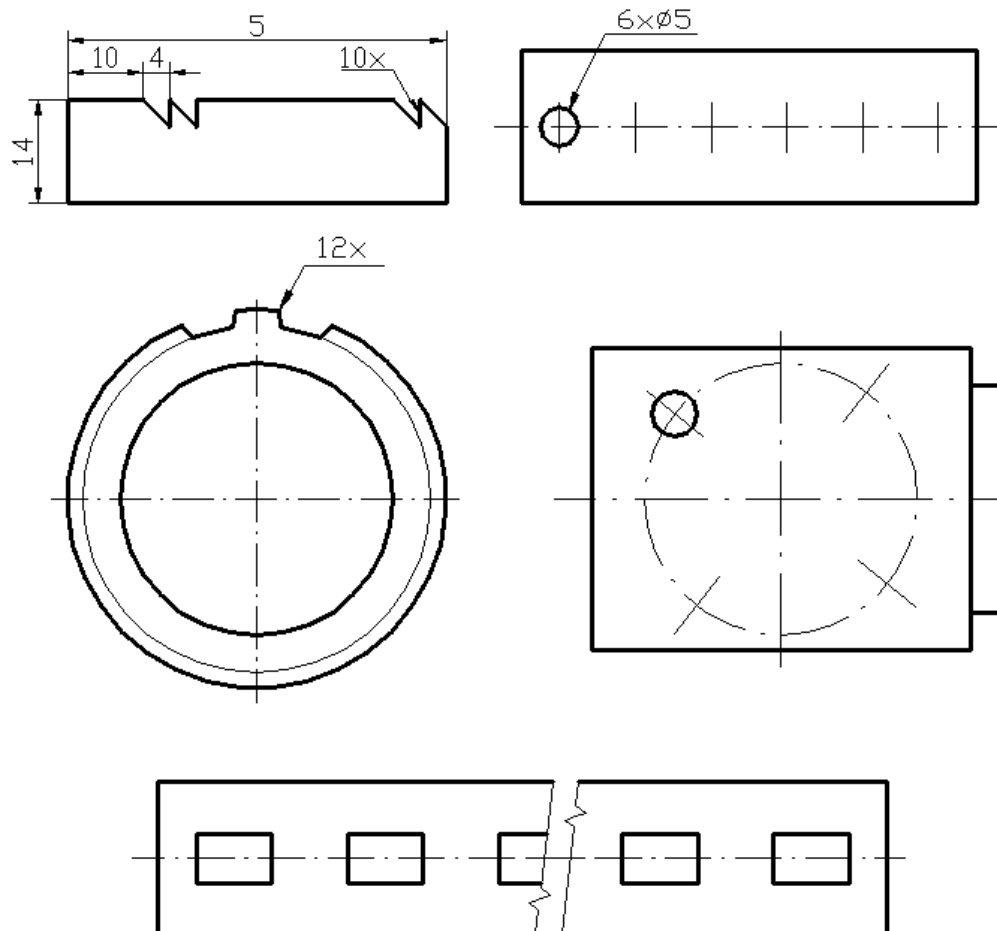
Pro větší názornost a přehledné kótování používáme tzv. vynesené prvky, nakreslené ve zvětšeném měřítku, jako doplňující obraz libovolné části předmětu.

Zobrazená část se uzavře v základním obrazu tenkou kružnicí, oválem apod., s označením vysunutého prvku na odkazové čáře písmeny velké abecedy.

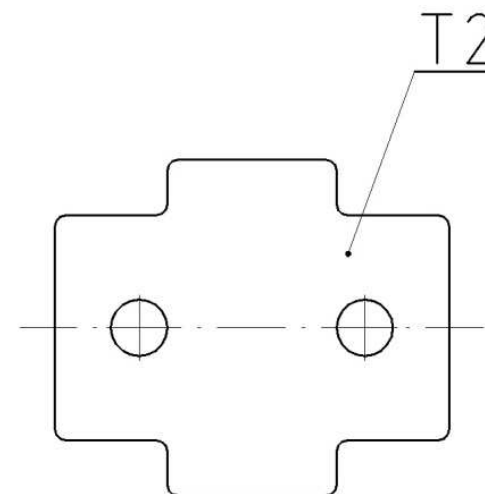
Vysunutá podrobnost se označí shodným písmenem jako v základním obrazu s uvedením měřítka



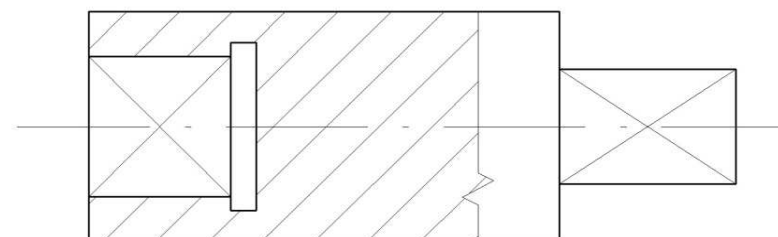
## Tvarové podobnosti



## Předměty shodné tloušťky



## Kreslení rovinných ploch

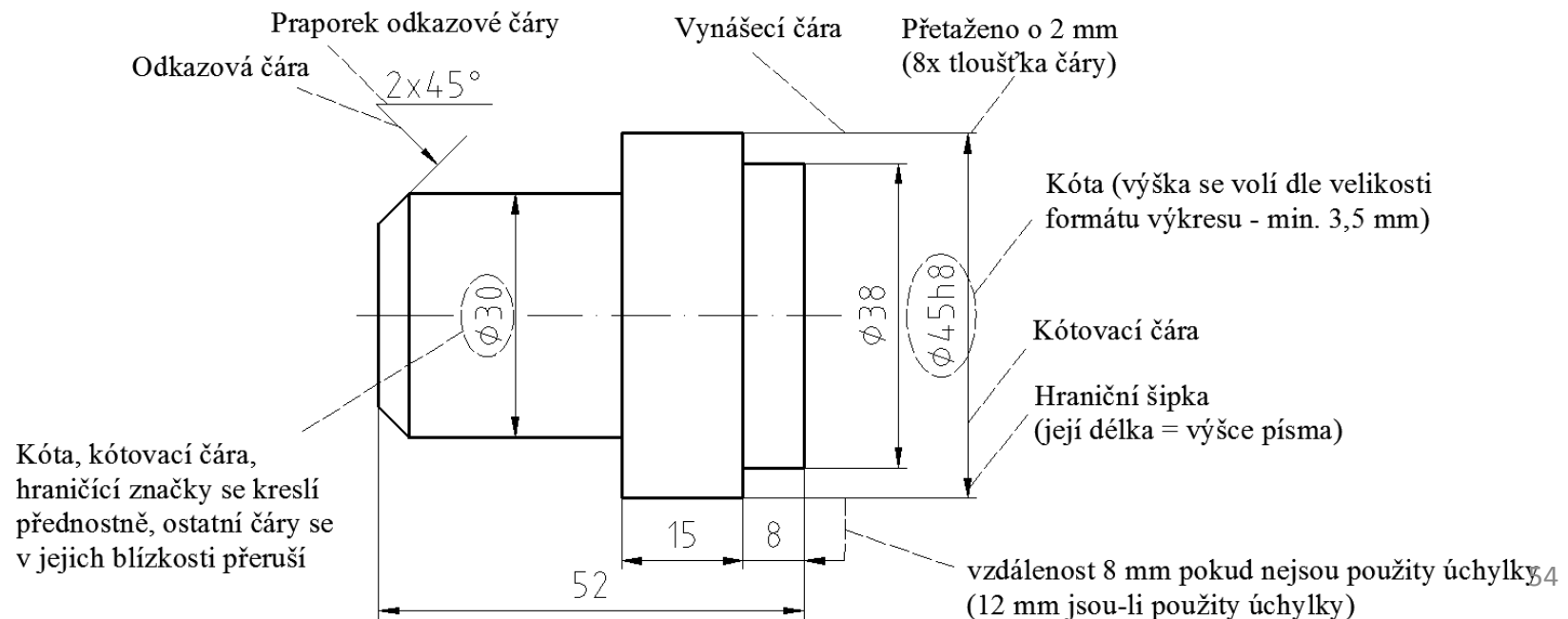


# Kótování na strojnických výkresech

Kótování patří k nejzodpovědnější práci při kreslení výkresů. Požaduje hluboké znalosti odborné a rozsáhlé znalosti technologické.

Správné a účelné kótování usnadňuje čtení výkresů, výrobu a montáž, zaručuje vyměnitelnost součástí a snižuje zmetkovitost.

Po formální stránce musí vyhovovat normám pro technické výkresy (ČSN 01 3131).



## Základní pojmy a pravidla kótování

Kótování na výkrese se musí jednoznačně určit tvar, velikost a vztahy jednotlivých prvků.

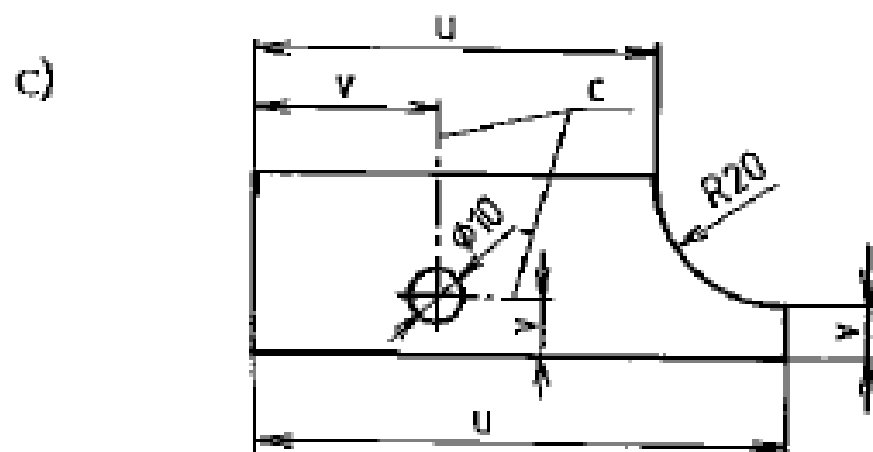
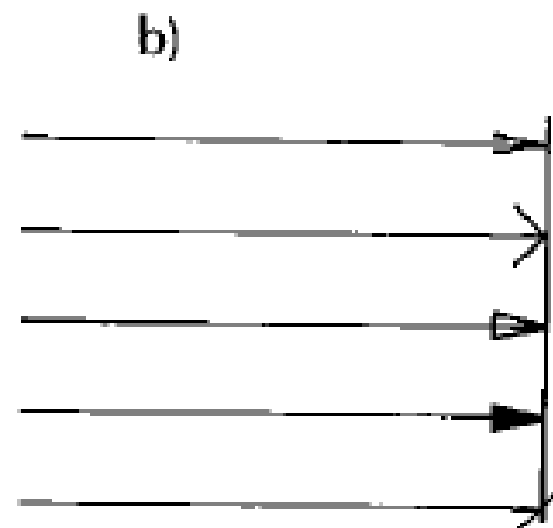
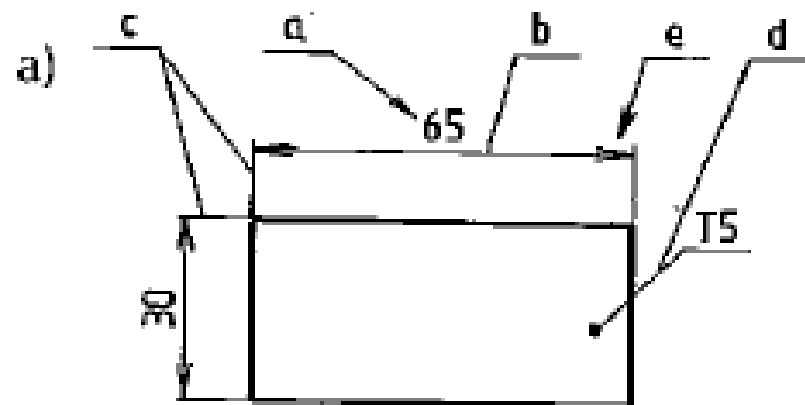
Potřebný rozměr se má přímo bez počítání z jiných kót.

Stejný rozměr se na výkrese kótuje pouze jednou.

Číslo určující požadovanou nebo skutečnou velikost rozměrů nebo polohu předmětu a jeho částí, bez zřetele na měřítko, ve kterém je předmět nakreslen.

Na výkresech se kóty zapisují v milimetrech bez označení měřicí jednotky mm.

Úhly kótujeme ve stupních, minutách a vteřinách s uvedením příslušného označení, např.  $25^{\circ}32'20''$ .



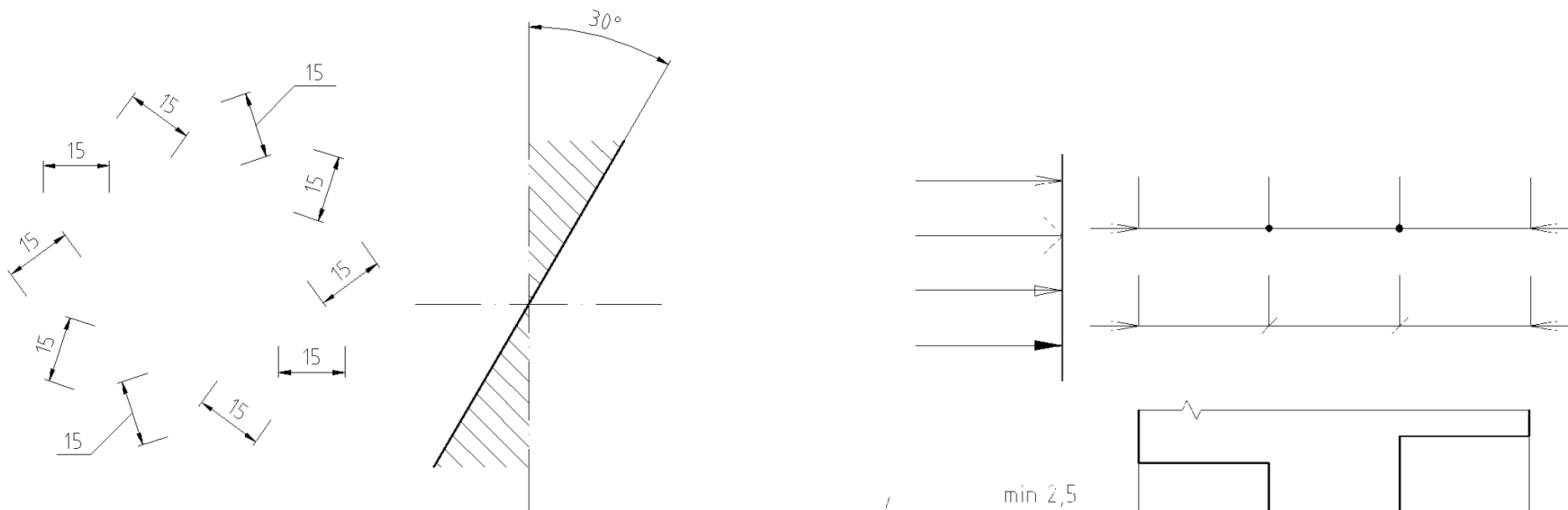
### Prvky pro kótování

a) přehled: *a* – kóta, *b* – kótovací čára, *c* – pomocná čára,

*d* – odkazová čára, *e* – hraničící šipka, b) tvary hraničících šipek: otevřené, uzavřené nebo vyplněné,

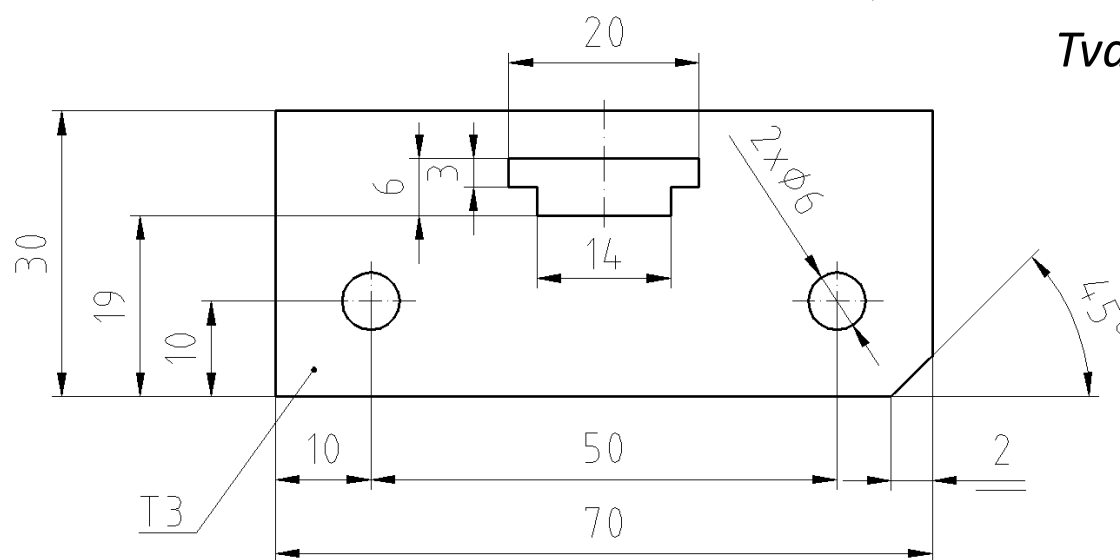
c) umístění hraničících šipek: *u* – uvnitř pomocných nebo obrysových čar, *v* – vně pomocných nebo obrysových čar



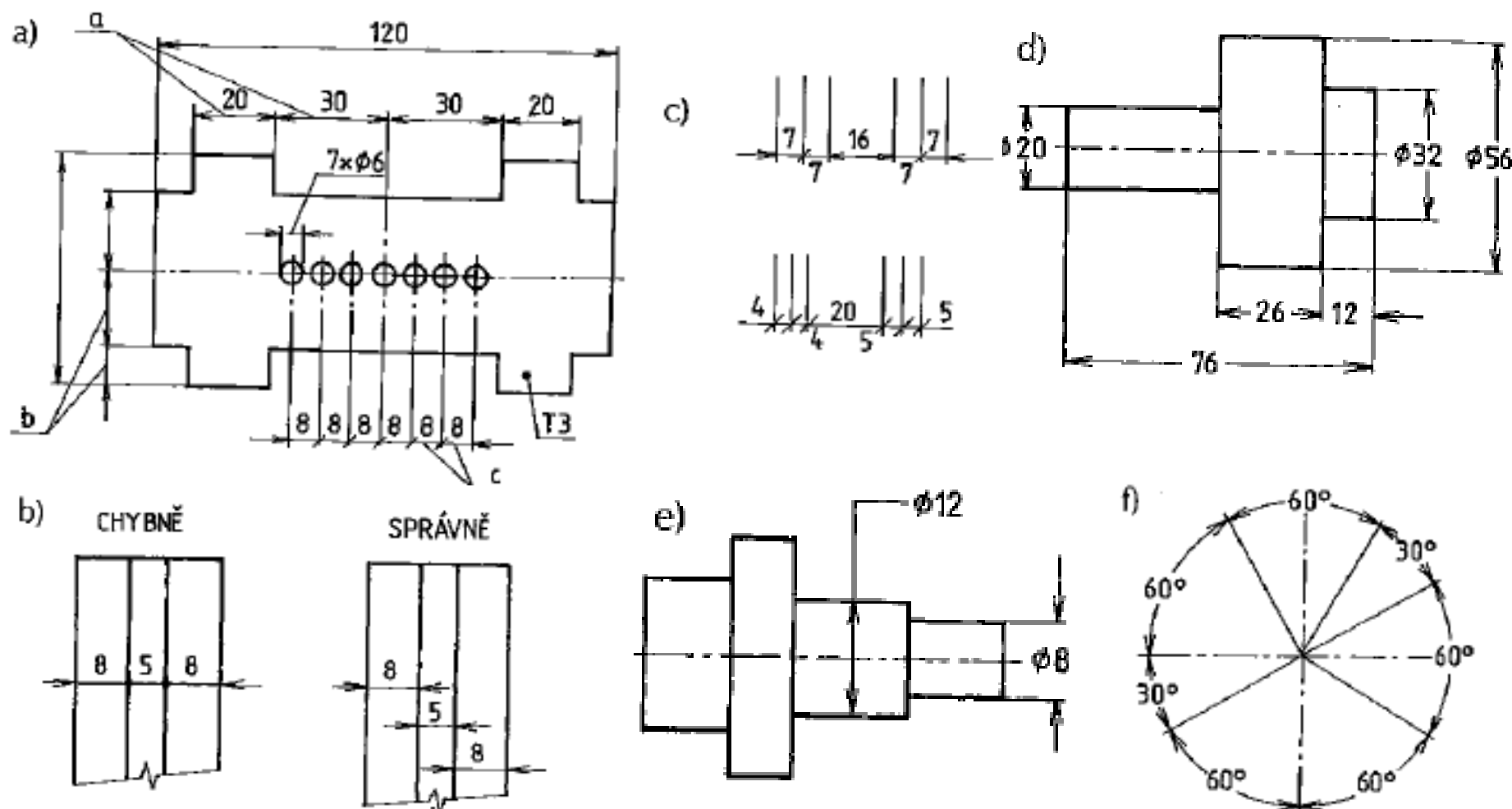


*Orientace kót nad praporkem odkazové čáry*

*Tvary kótovacích šipek*

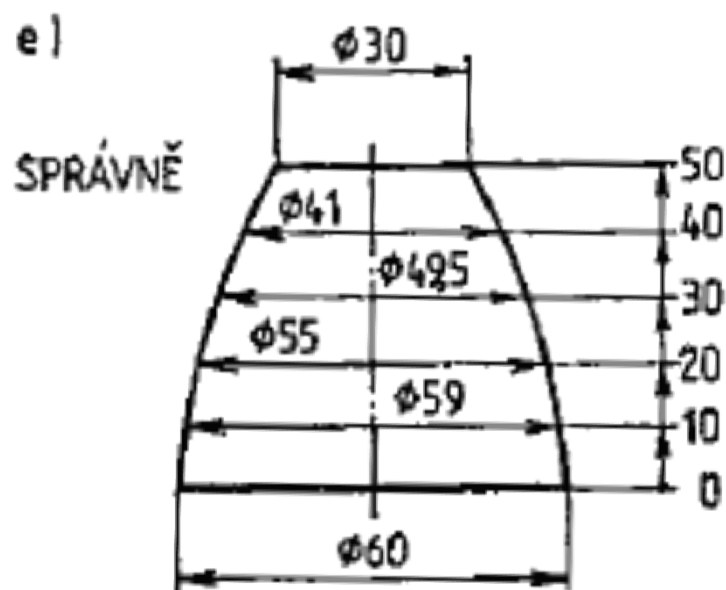
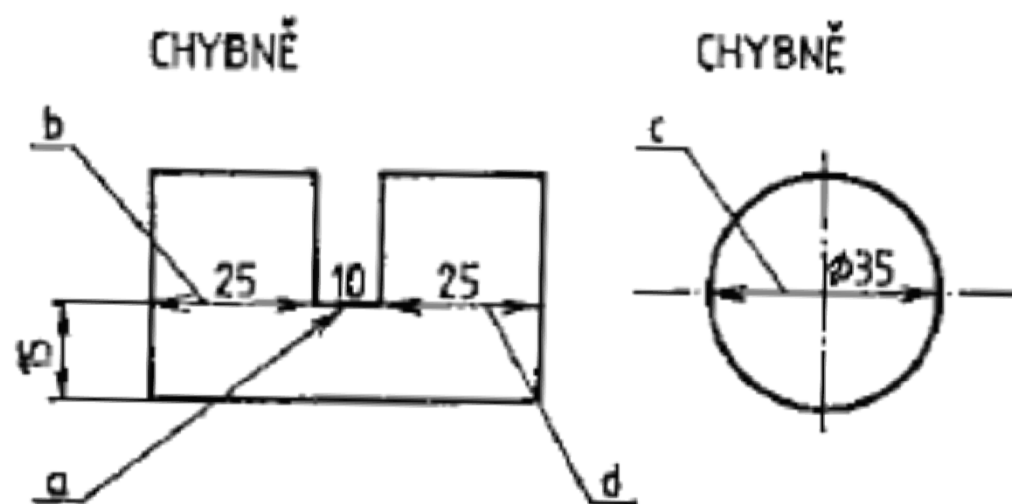


*Styl kótování*



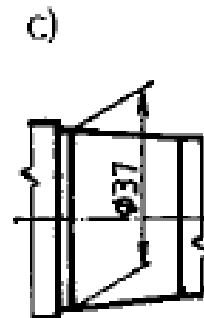
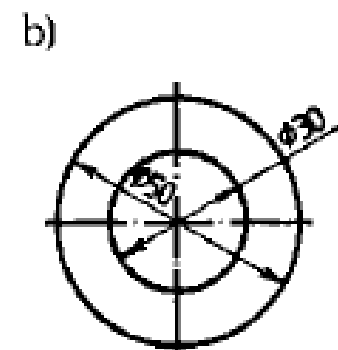
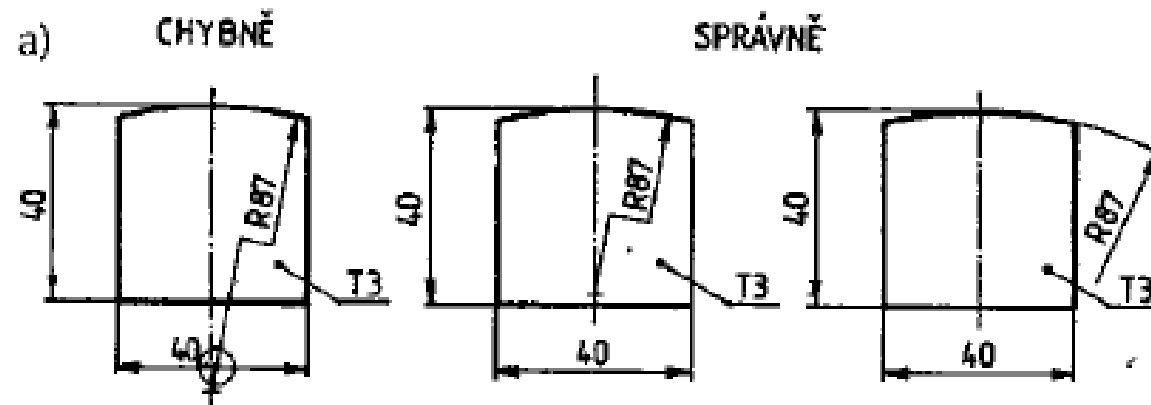
### Zapisování rozměrů

a) při řetězcovém řazení kót, b) při rozložení řetězce na dílčí kóty, c) střídavý zápis kót nad a pod kótovací čarou, d) v mezeře přerušené kótovací čáry, e) s vynecháním kótovací čáry, f) úhlových hodnot do mezery v přerušené kótovací čáře

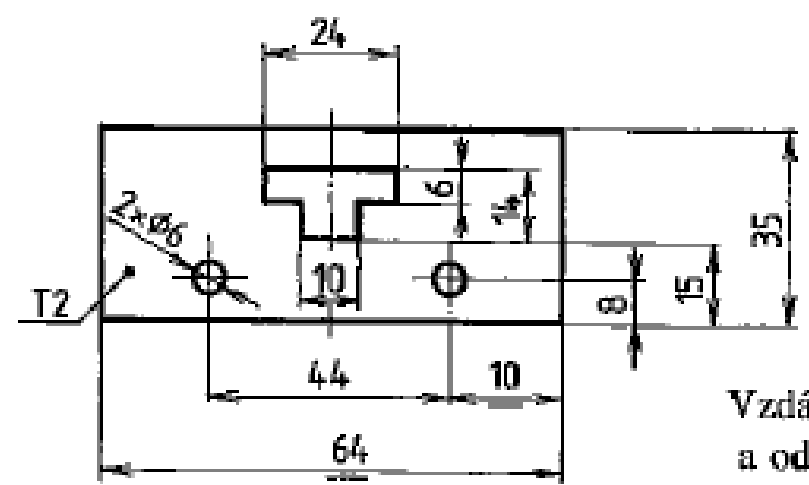


### Příklady

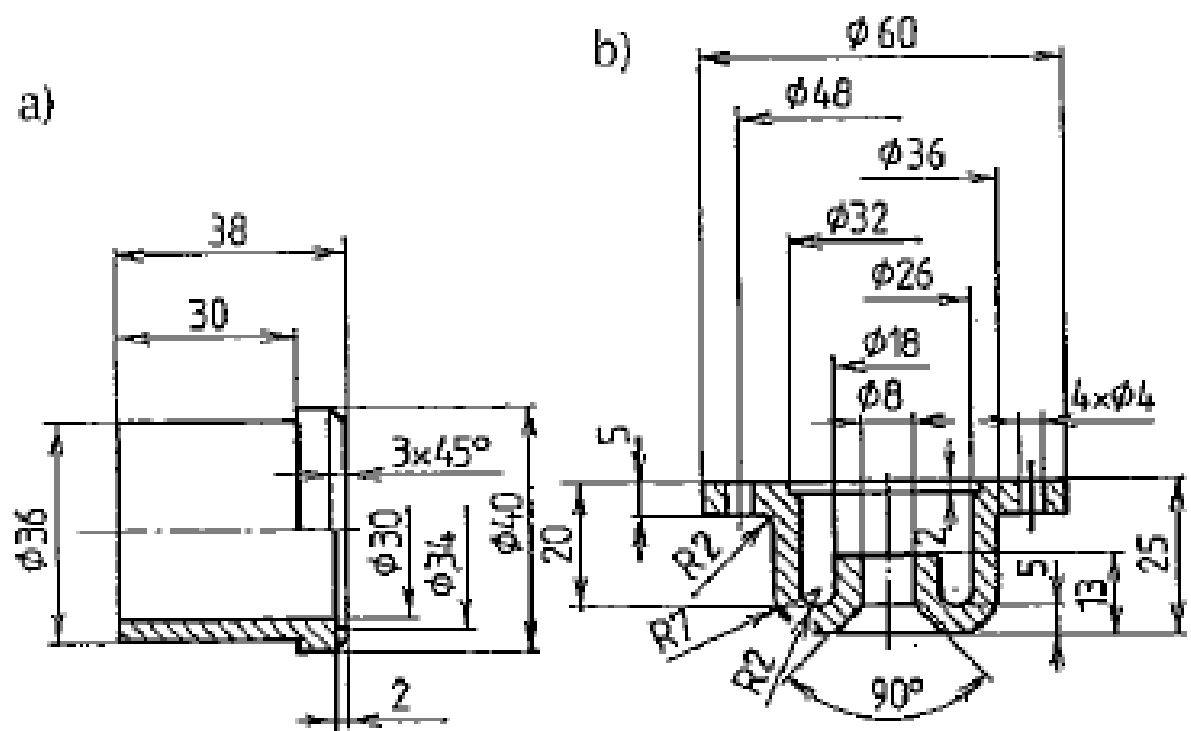
a) chybného ztotožnění kótovací čáry s obrysovou čarou (a), s pomocnou čarou jiné kóty (b), s osou (c), chybné navázání na obrysovou čáru (d), b) dovoleného navázání pomocné čáry na čáru kótovací při zjednodušeném kótování



Obr. 5.4. Umístění kótovacích čar  
 a) Ukázka vhodné změny umístění kótovacích čar poloměru R87,  
 b) přípustné křížení vnitřních kótovacích čar průměrů,  
 c) rovnoběžně s kótovaným rozměrem

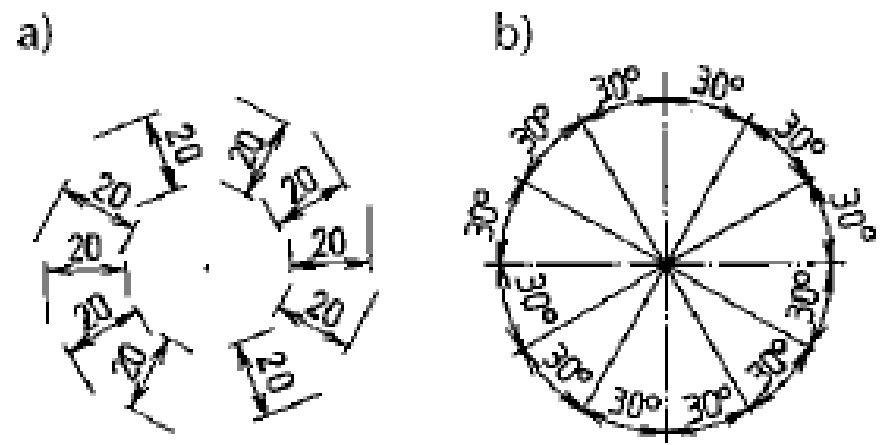


Vzdálenost kótovacích čar navzájem  
 a od obrysových čar



Kótování obrazu

a) v polovičním řezu zkrácenými kótovacími čarami, b) v podélném řezu zkrácenými kótovacími čarami a současným prostřídáním čar zprava a zleva



Zapisování kót podle polohy kótovacích čar

# Soustavy kót, funkční a technologické kótování

## Soustavy kót

Při kótování používáme tyto způsoby:

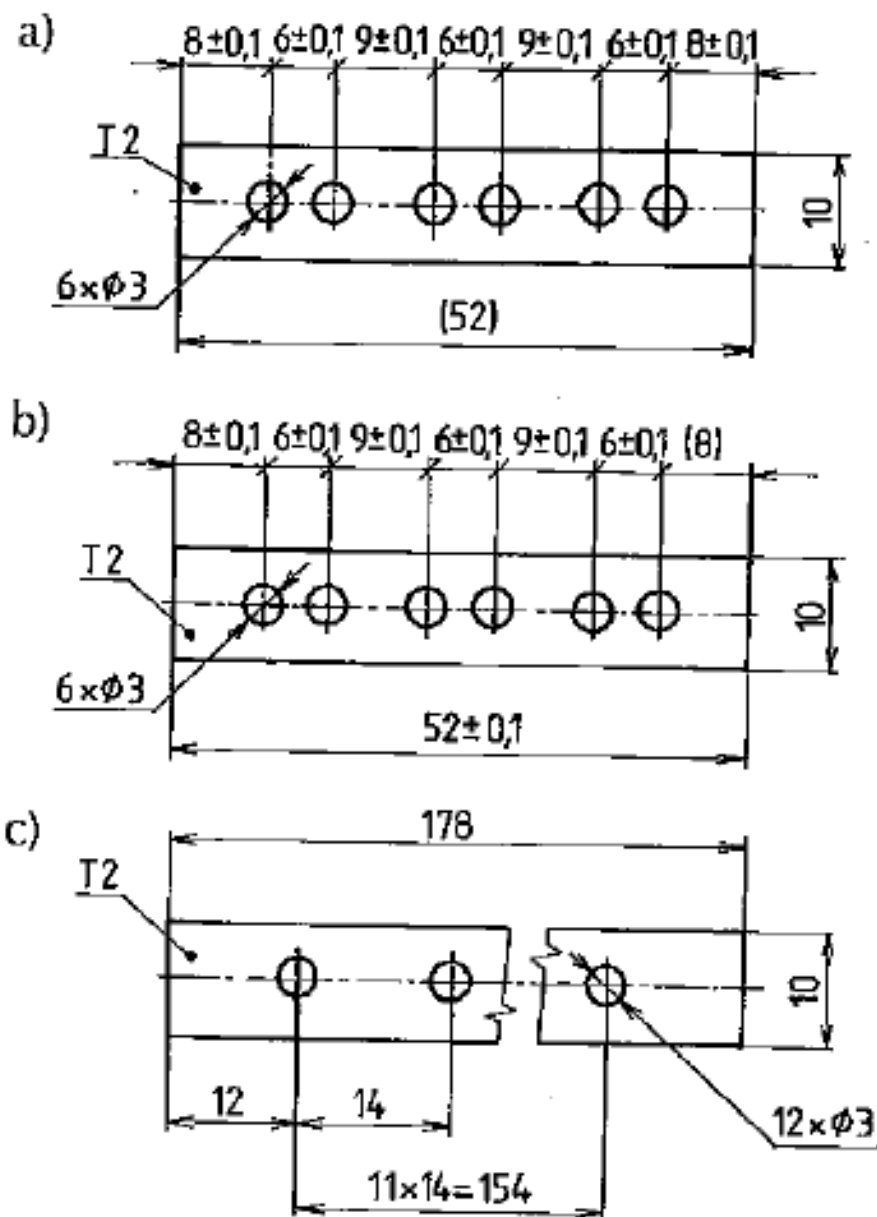
- řetězcové kótování
- kótování od společné základny
- souřadnicové kótování
- smíšené kótování

Řetězcové kótování můžeme použít tehdy, jestliže součet mezních úchylek jednotlivých rozměrů neovlivní funkci nebo vyměnitelnost součásti .

Součtovou kótu řetězce kót můžeme použít pouze tehdy, když její horní (dolní) mezní rozměr se může rovna součtu horních (dolních) mezních rozměrů dílčích kót.

Jestliže součet mezních úchylek dílčích řetězových kót překročí hodnotu stanovenou normou, zapíše se jedna kóta v řetězci do oblých závorek jako kóta informativní, popř. se může jedna nedůležitá kóta vypustit.

Řetězce kót stejných rozměrů lze kótovat součinem.



Uzavřený řetězec kót  
s mezními úchytkami:

a) součtová kóta v oblých závorkách  
je informativní, b) v řetězci kót  
s mezními úchytkami je jedna  
nedůležitá kóta pouze informativní,  
je uvedena v oblých závorkách nebo  
může být vynechána a součtová kóta  
může mít zapsány mezní úchytky,  
c) řetězec kót stejných rozměrů  
okótovaný součinem

## **Kotování od společné základny**

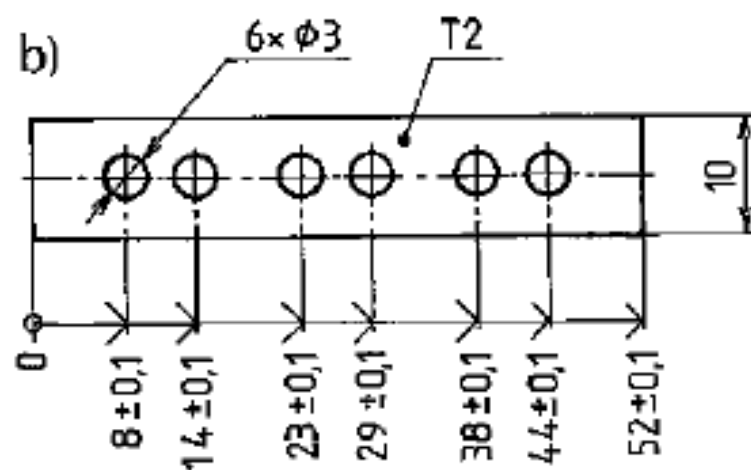
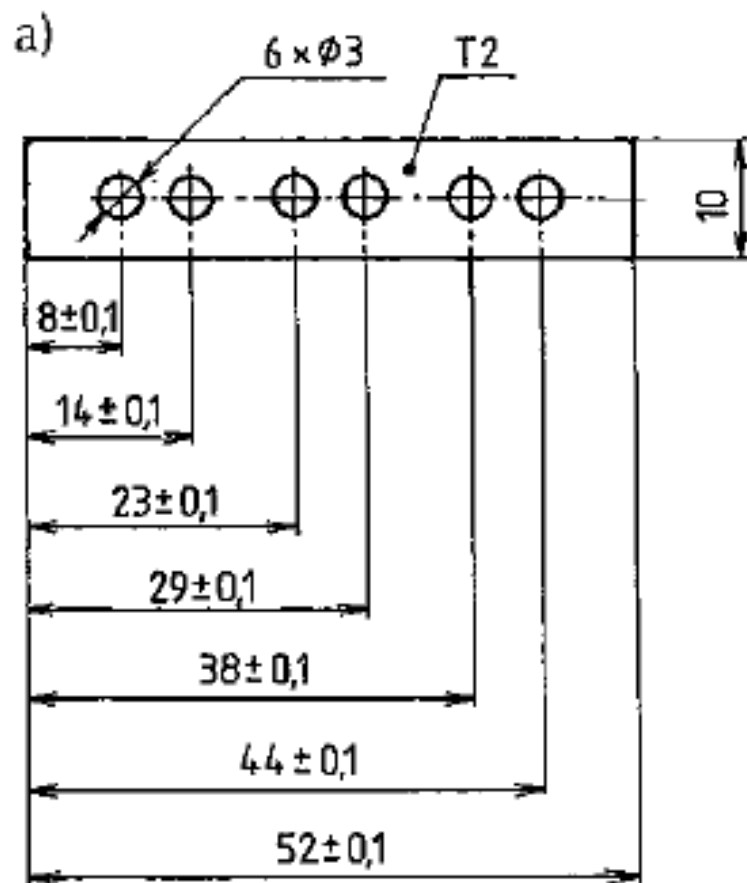
V případech, kdy je to z technologického nebo funkčního hlediska účelné, kótují se délkové nebo úhlové rozměry od určité společné základny.

Tuto základnu mohou na součásti tvořit obrobená plocha, tj. přesně upravená plocha sloužící jako výchozí pro měření a obrábění dalších ploch tělesa, hrana, osa souměrnosti apod., zobrazené jako obrysové části, pomocné čáry, osy apod.

Poněvadž při kótování od společné základny se vyskytuje veliké množství rovnoběžných kót a na výkrese není někdy dost místa, je možno použít zjednodušené kótování od základny.

Rovněž při kótování těles s nepravidelným křivkovým obrysem použijeme zjednodušené kótování od základny.





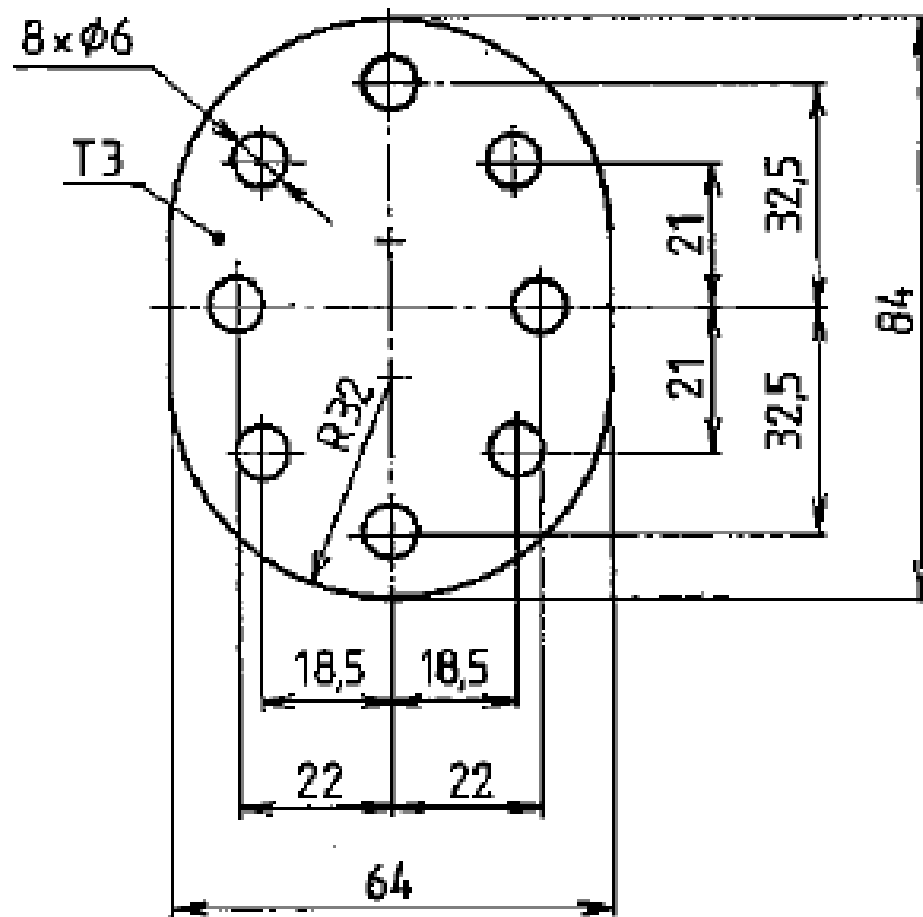
Obr. 5.9. Kótování

a) od společné základny,

b) zjednodušené kótování od společné základny,

## Souřadnicové kótování

- určuje polohy bodů od dvou na sebe kolmých základen

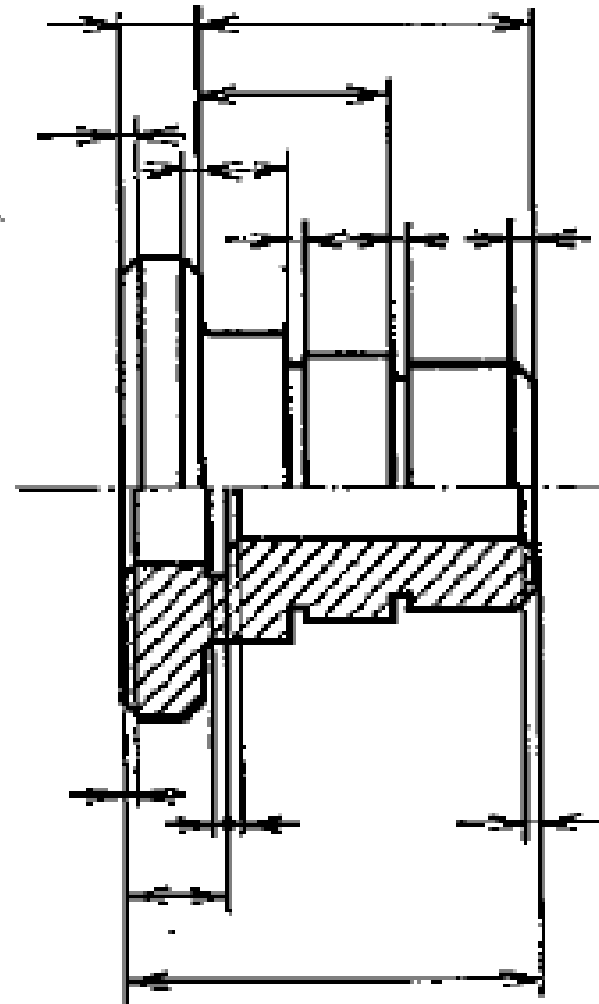


## Smíšené kótování (řetězcové a od společné základny)

### Smíšené kótování

Je kombinací řetězcového kótování a kótování od společné základny.

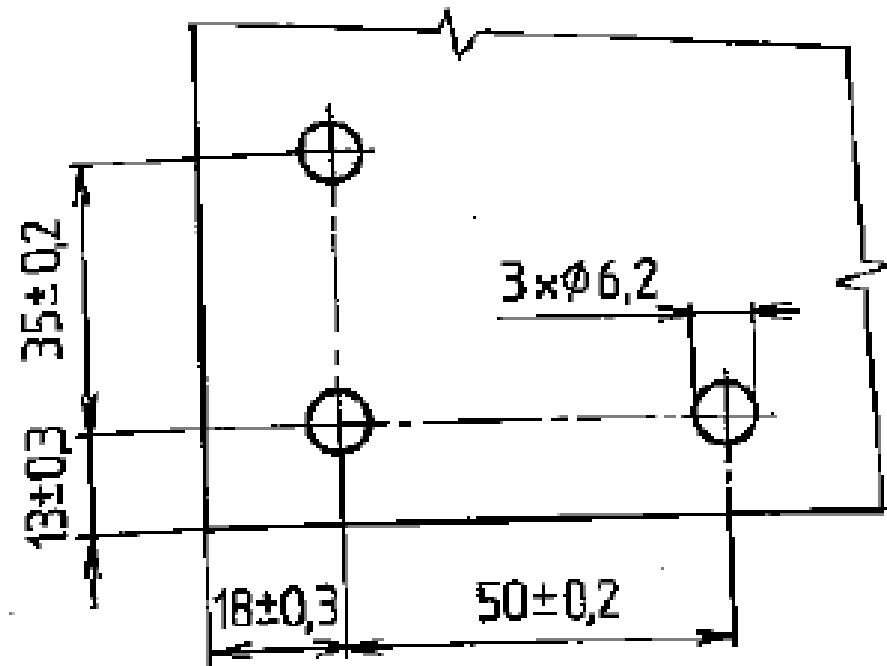
Použijeme jej tehdy, je-li to z hlediska funkčního nebo technologického účelné.



## Funkční a technologické kótování

Kóty určujeme se zřetelem na:

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



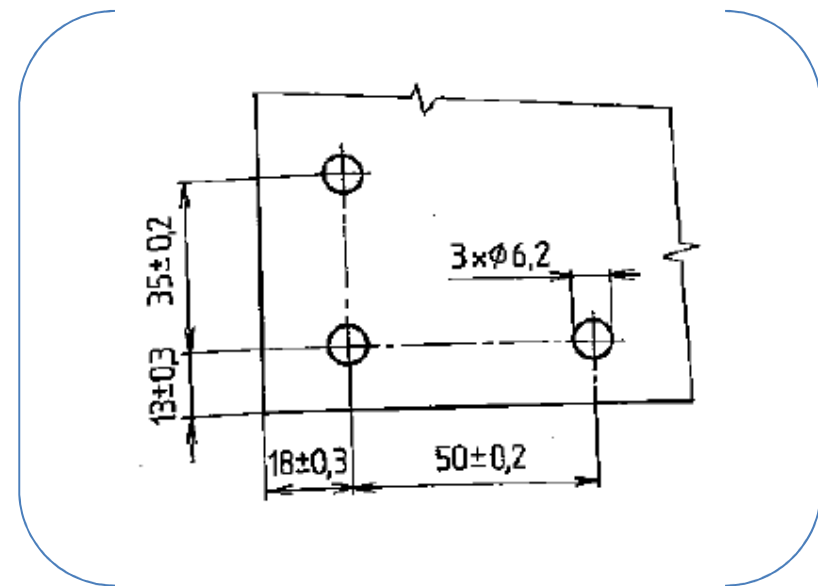
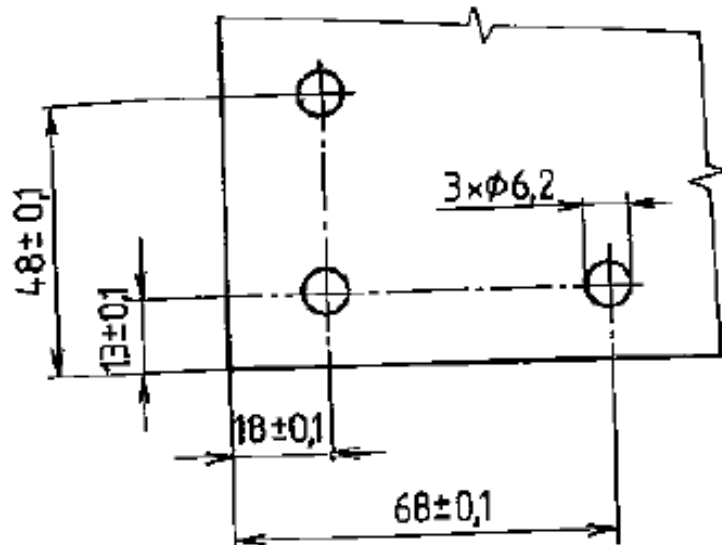
**Funkční kótování.** Kótujeme rozměry, na nichž závisí funkce a montážní vyměnitelnost součástí. Funkčním rozměrům předepisujeme největší možné mezní úchyly, tj. úchyly, při jejichž překročení již vzniká zmetek. Funkční rozměry mohou být nezávislé na postupu výroby a způsobu měření.

**Technologické kótování.** Při tomto kótování přihlížíme.

- k postupu výroby
- ke způsobu kontroly (měření)

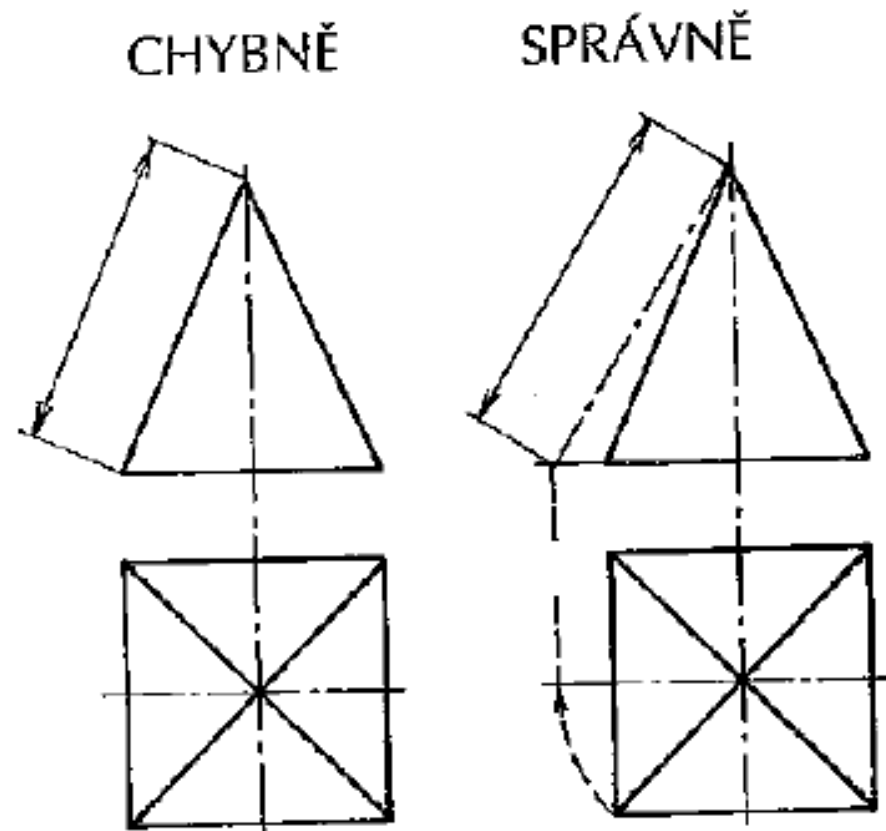
Kótování se zřetelem na postup výroby vyžaduje kóty, které udávají přímo všechny rozměry potřebné pro daný výrobní postup.

Mezní úchytky technologických kót musí být takové, aby byly dodrženy požadované mezní úchytky funkčních rozměrů.



## Zřetelnost a přehlednost kótování

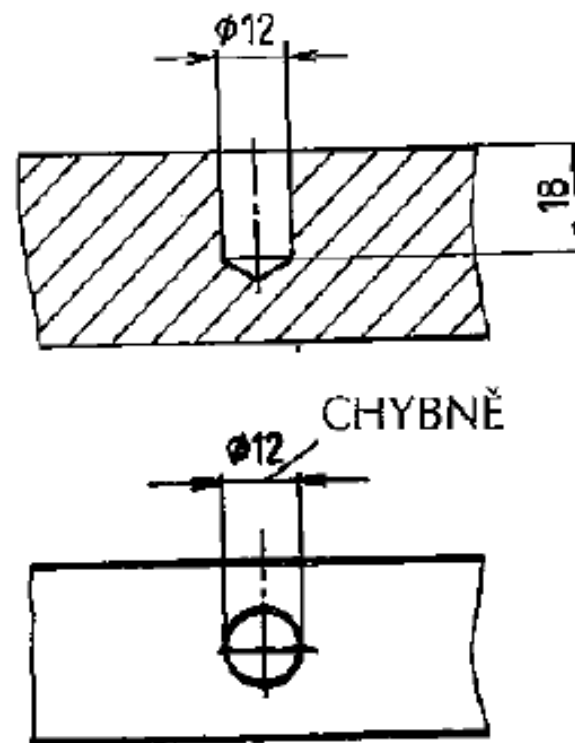
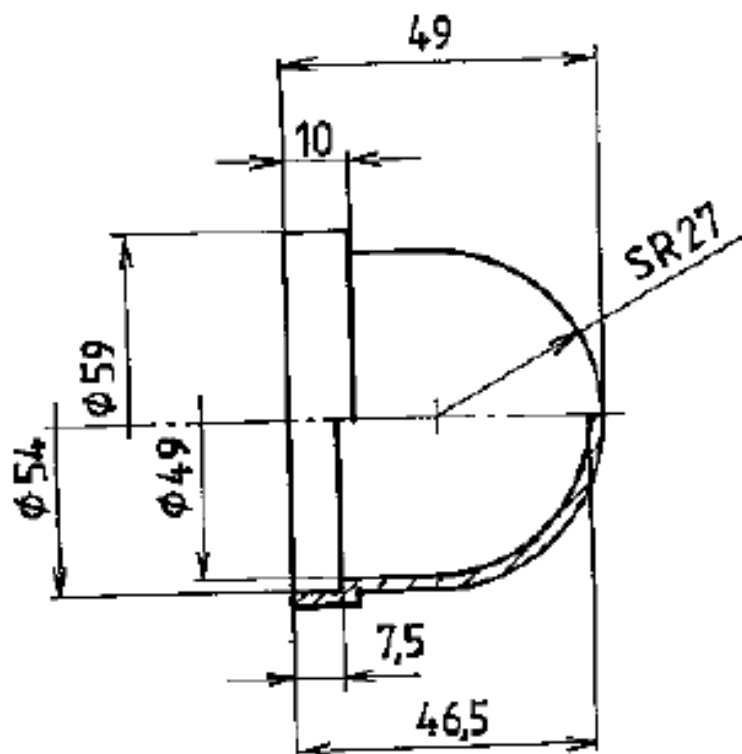
Při zobrazení součásti v několika průmětech se vypisuje kóta do toho obrazu, kde je kótovaný rozměr nejzřetelnější. V obrazu, kde se rozměr promítá zkráceně, se kóta nepíše.



## Zřetelnost a přehlednost kótování

V obrazu nakresleném v polovičním řezu se umísťují kóty vnějších prvků na straně pohledu a vnitřních prvků na straně řezu.

Kóty rozměrů téhož předmětu nebo tvarového prvku se umísťují pokud možno v stejném obrazu; např. průměr a hloubka díry.



## **Nekótované (zřejmé) rozměry**

Některé rozměry jsou zřejmé ze zobrazení a nemusíme je kótovat, pokud to není potřeba z funkčního, výrobního, montážního nebo jiného důvodu.

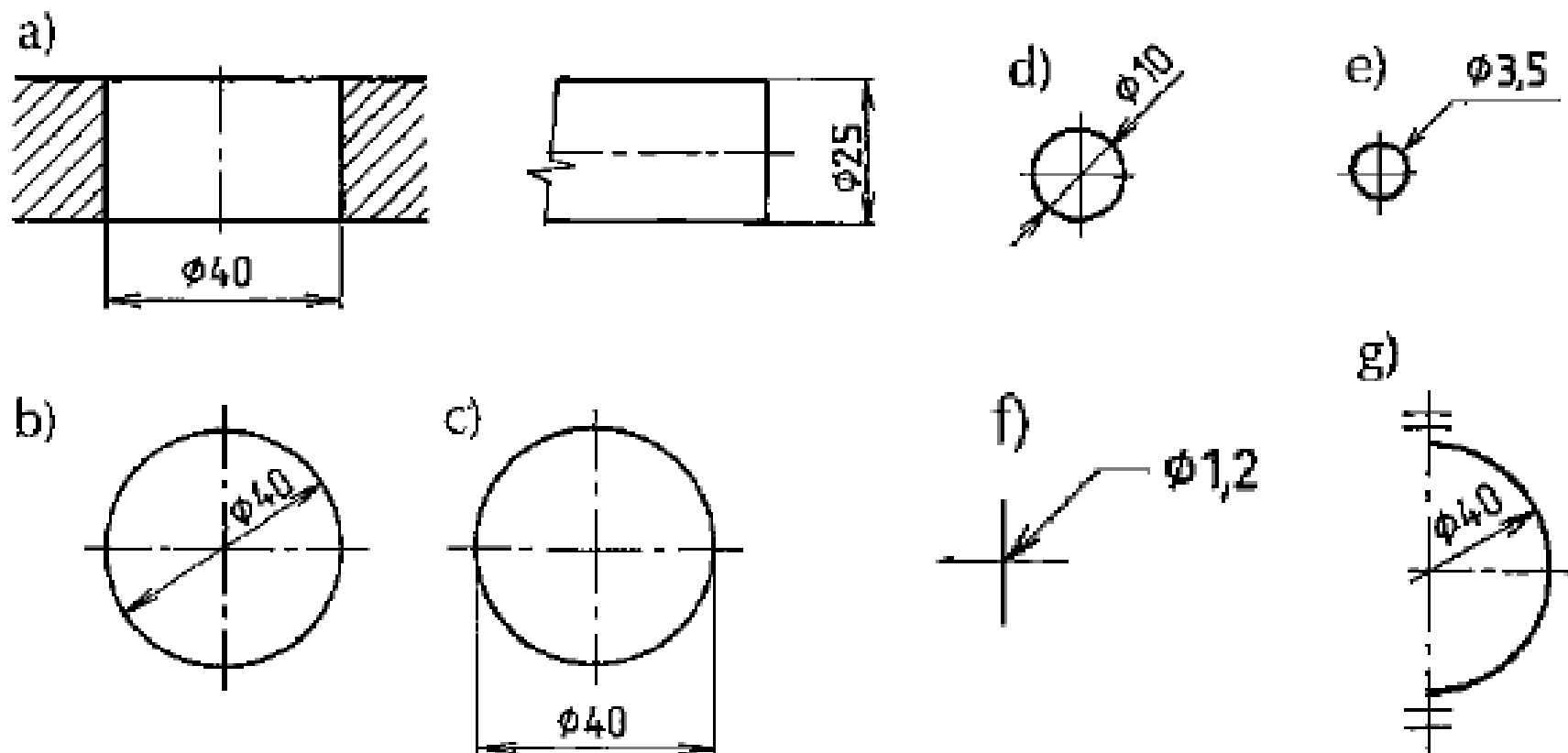
## **Kótování průměrů**

Průměr, který je v průmětu zobrazen jako úsečka, se kótuje délkou této úsečky.

Průměr, který je zobrazen jako kružnice, se kótuje:

- kótou umístěnou v obrazu
- kótou umístěnou vně obrazu
- kótou umístěnou k prodloužené kótovací čáře
- kótou umístěnou na odkazové čáře ukončené šipkou na obrysu kružnice
- kótou umístěnou na odkazové čáře vedené z průsečíku os nezobrazené kružnice
- kótou umístěnou na neúplné kótovací čáře v případě, že kružnice není zobrazena celá Neúplná kótovací čára je ohraničena jen jednou šipkou





### Kótování průměrů

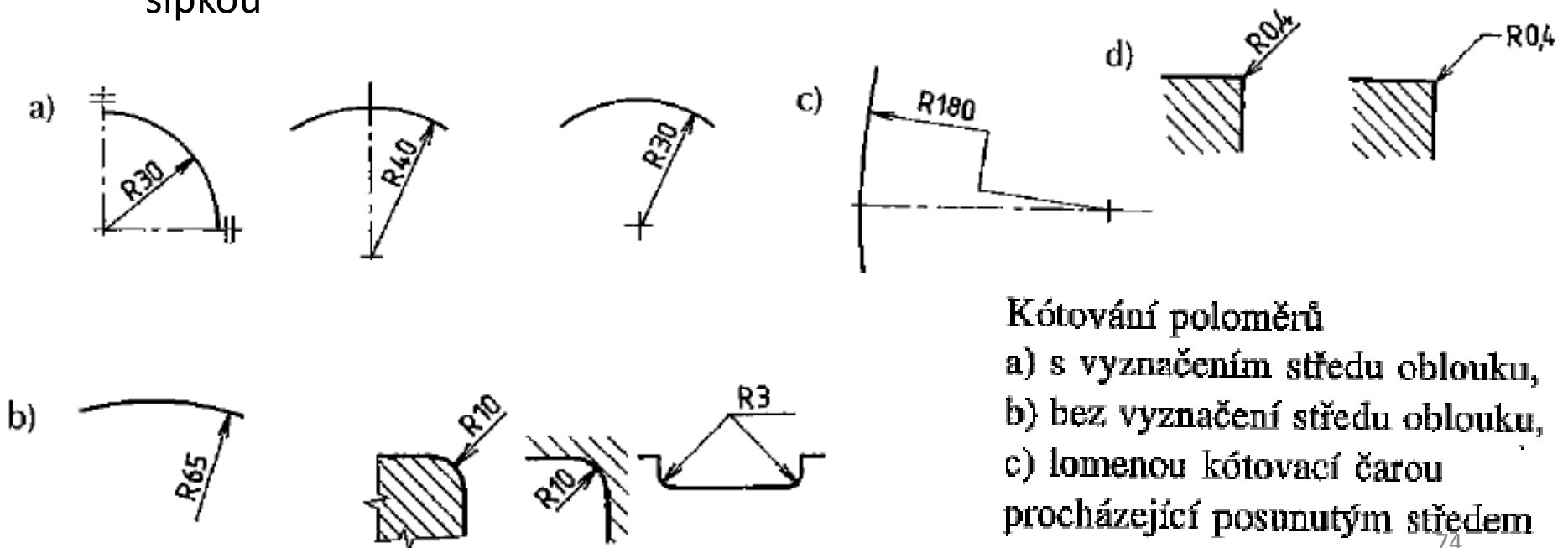
a) průměr zobrazen a kótován jako úsečka, b) kótou uvnitř obrazu, c) kótou vně obrazu, d) kružnic malých průměrů, e) kružnic velmi malých průměrů, f) nezobrazených kružnic, g) neúplnou kótovací čarou

## Kótování poloměrů

Před číselnou hodnotu velikosti poloměru oblouku se jako nedílná část kóty zapisuje vždy značka R.

Kótovací čára poloměru se vede:

- z vyznačeného středu oblouku
- ve směru do středu oblouku
- ve směru do středu oblouku a nalézá-li se střed oblouku mimo kreslicí plochu a je nutno jeho polohu vyznačit, lomí se kótovací čára
- od hrany nezobrazeného, ale kótovaného malého zaoblení a hraničí se šipkou



### Kótování poloměrů

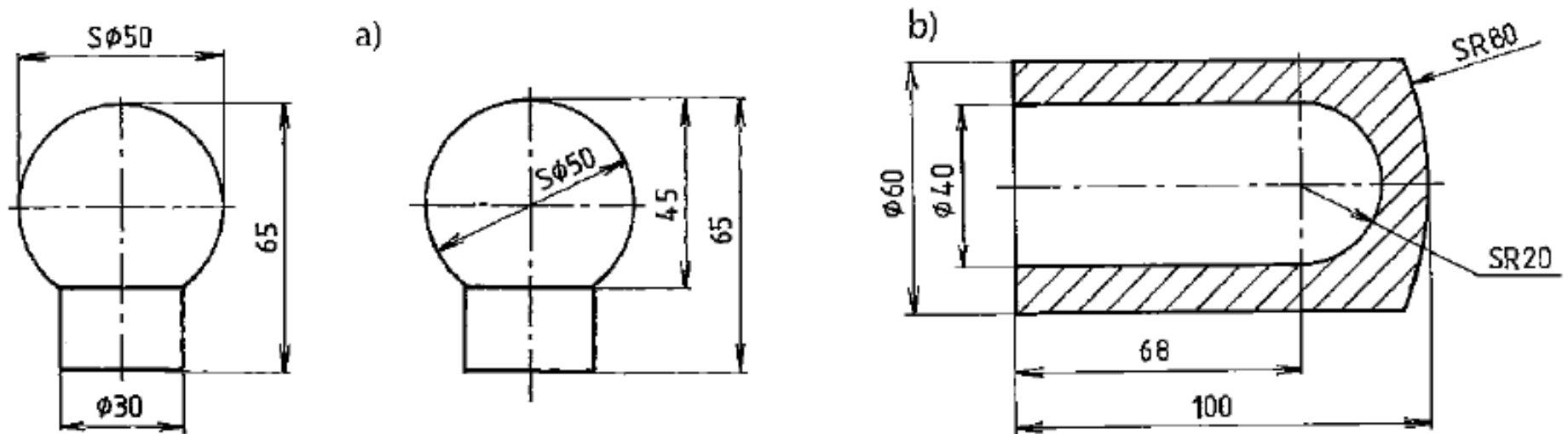
a) s vyznačením středu oblouku,  
b) bez vyznačení středu oblouku,  
c) lomenou kótovací čarou  
procházející posunutým středem  
oblouku, d) malých zaoblení

## Kótování koulí

Kulová plocha se kótuje:

- průměrem, je-li zobrazena větší část než polovina koule
- poloměrem, je-li zobrazena menší část než polovina koule

Při kótování průměru nebo poloměru kulové plochy zapisujeme před značkou průměru ( $\varnothing$ ) nebo poloměru (R) značku S

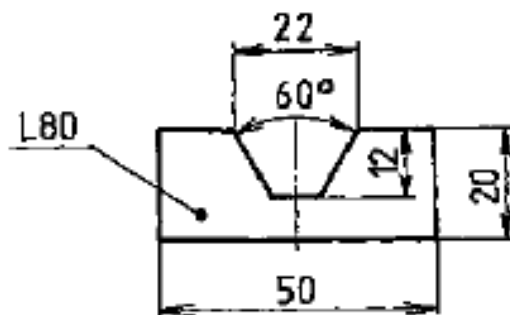
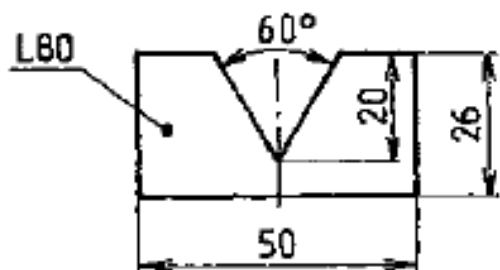


Kótování kulové plochy

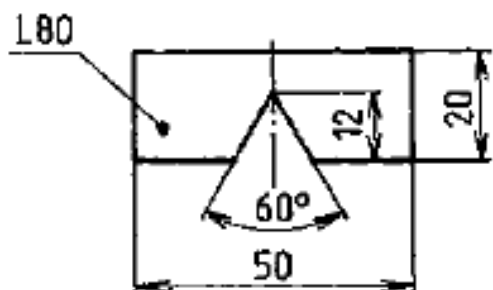
a) průměrem, b) poloměrem

## Kótování úhlů

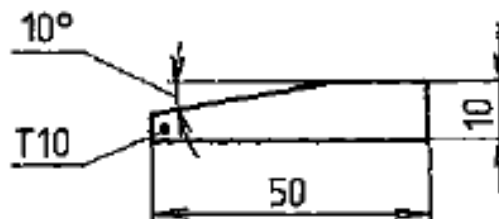
a)



b)



c)



### Kótování úhlů

kótovací čarou s hraničícími šípkami, které se dotýkají:

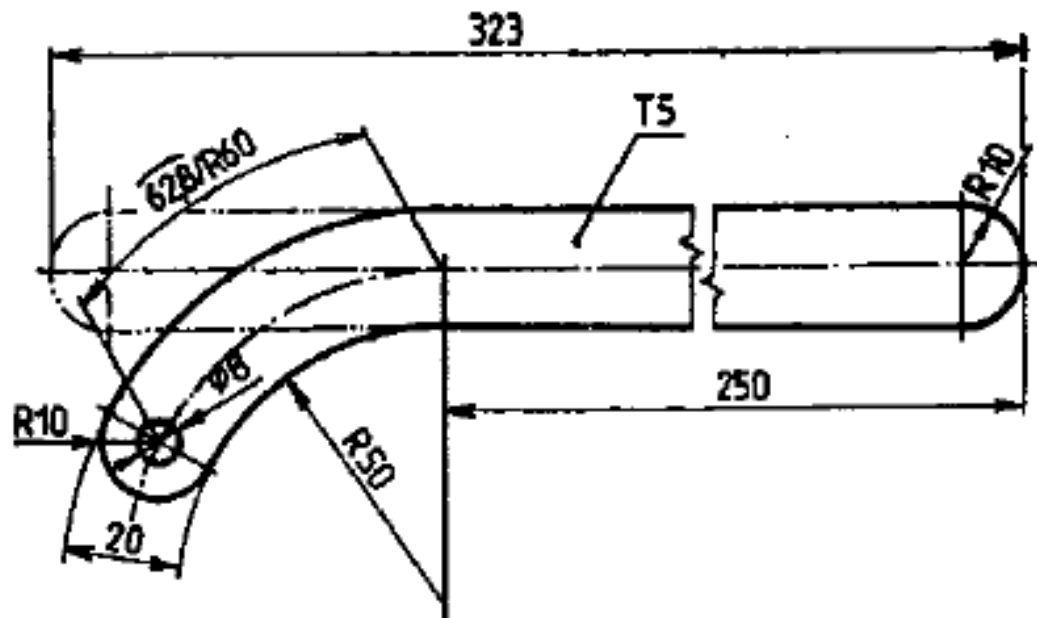
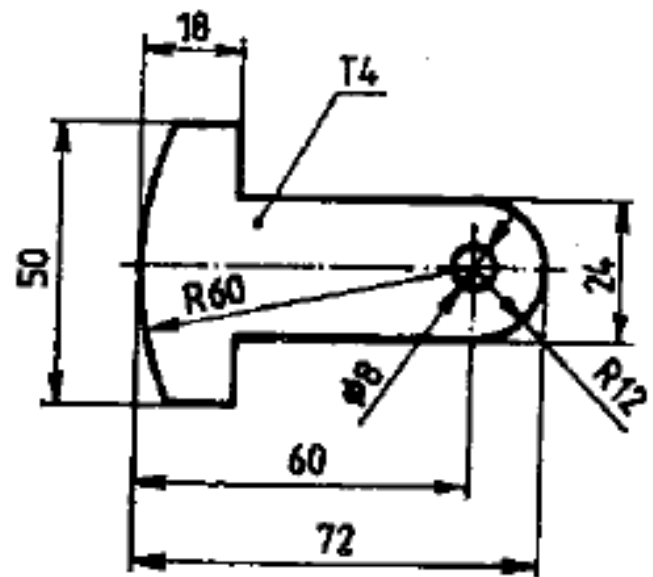
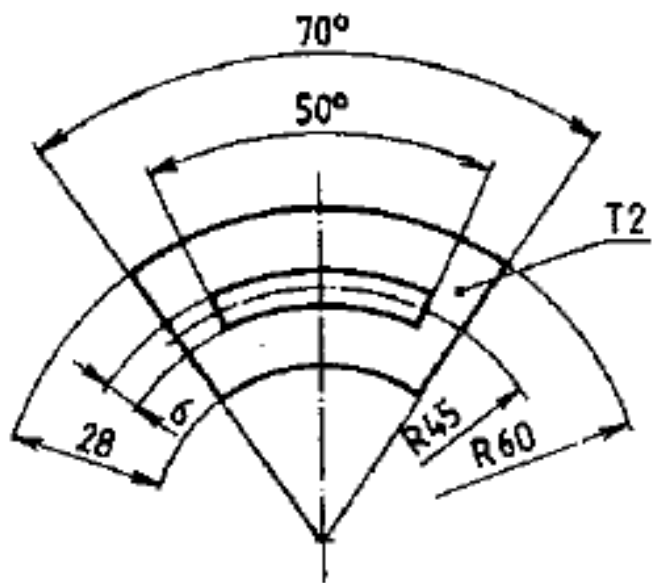
a) obrysových čar uvnitř úhlu, b) pomocných čar uvnitř úhlu, c) jedné pomocné a jedné obrysové čáry; hraničící šípky jsou uvnitř úhlu

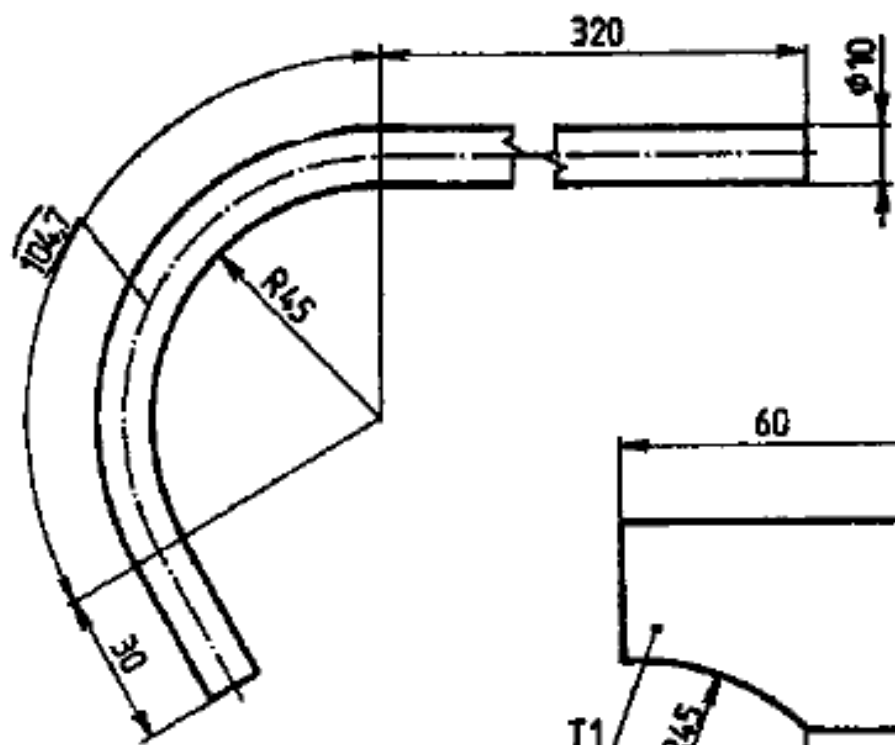
## Kótování oblouků

Při kótování oblouků se musí vždy okótovat jeho poloměr a jeden z těchto údajů:

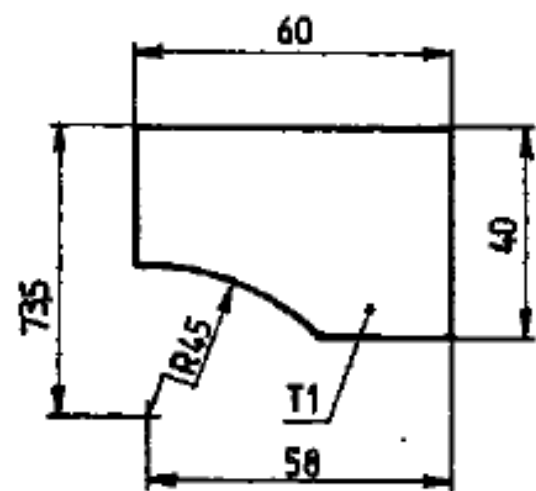
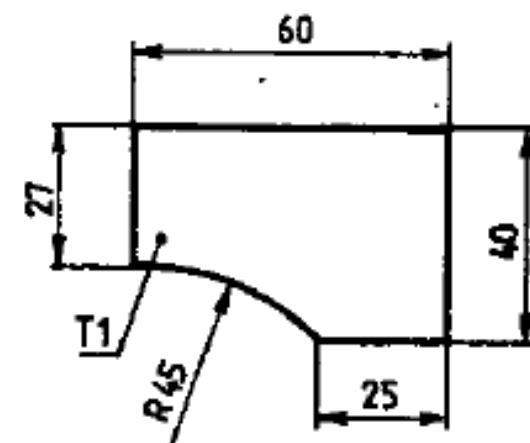
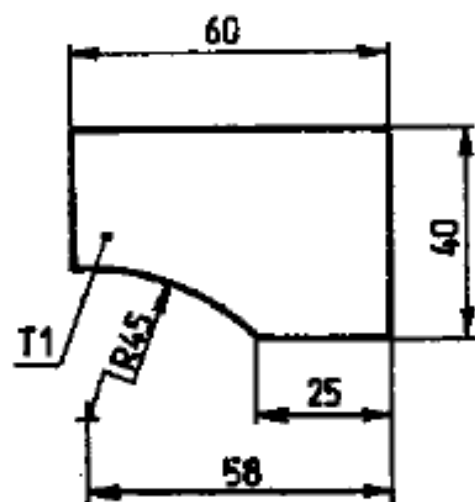
středový úhel  
délka tětivy  
délka oblouku

a poloha oblouku na součásti





ROZVINUTÁ DÉLKA 455

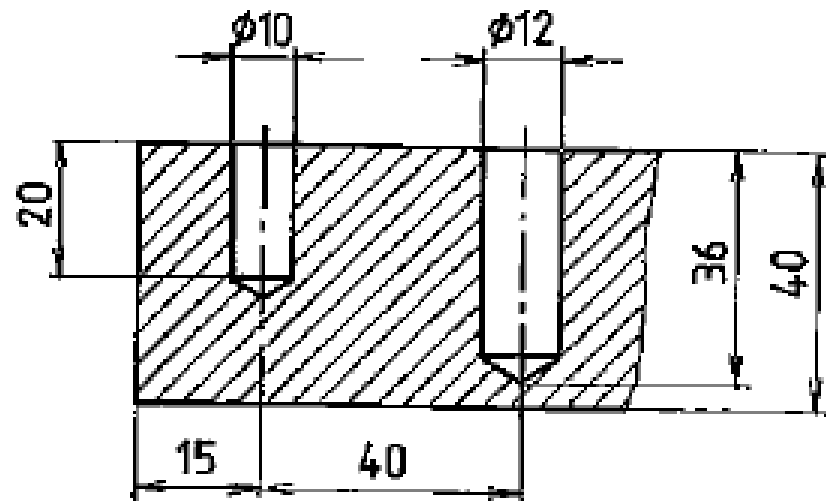
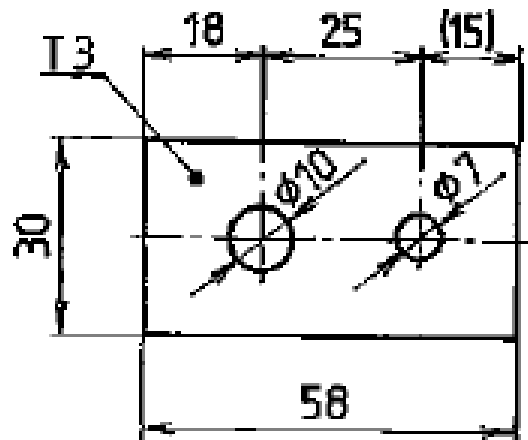


## Kótování děr a jejich roztečí

U díry kótujeme její průměr a polohu její osy vzhledem k jiným osám, hranám apod.

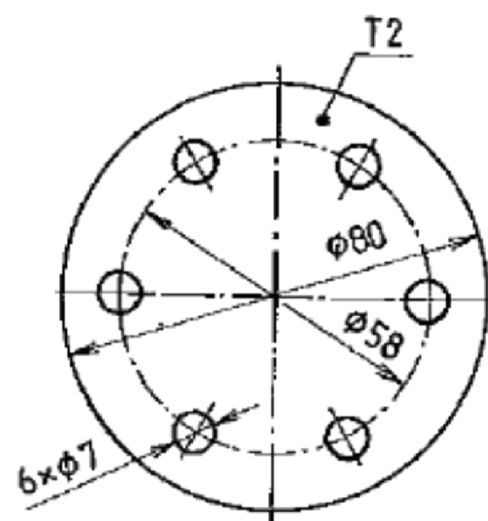
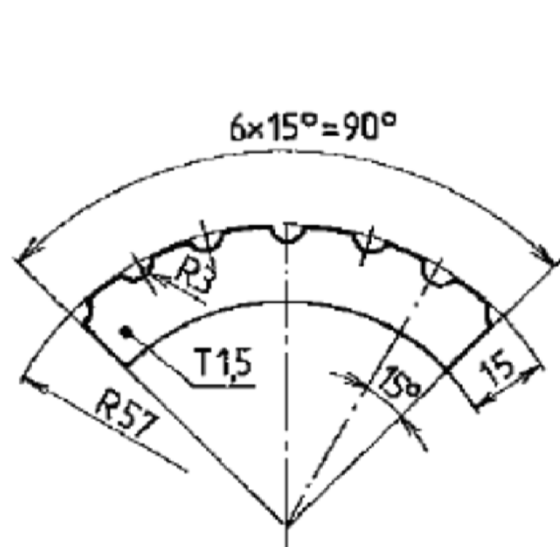
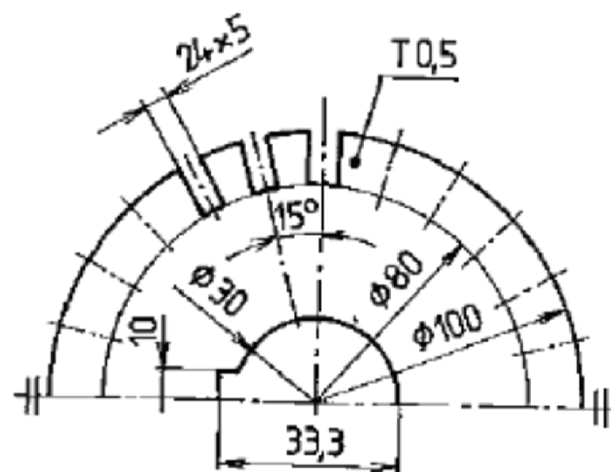
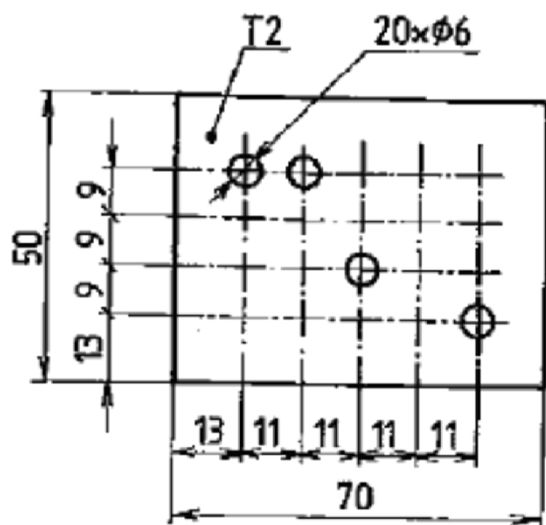
Není-li díra průchozí, kótuje se její hloubka.

U součástí, kde je nebezpečí, že by hrot kužele vrtáku při neopatrném vrtání neprůchodné díry mohl součást provrtat, se hloubka díry kótuje až k vrcholu kuželového zakončení díry.

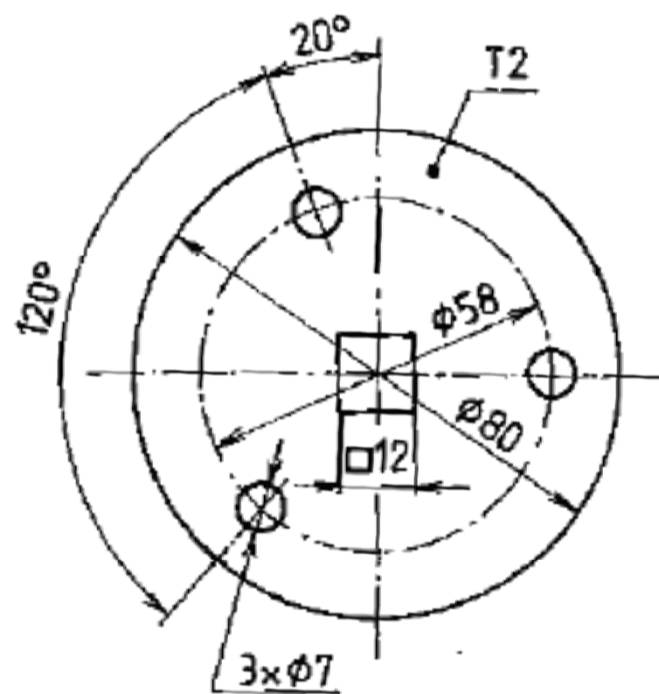


## Kótování děr a jejich roztečí

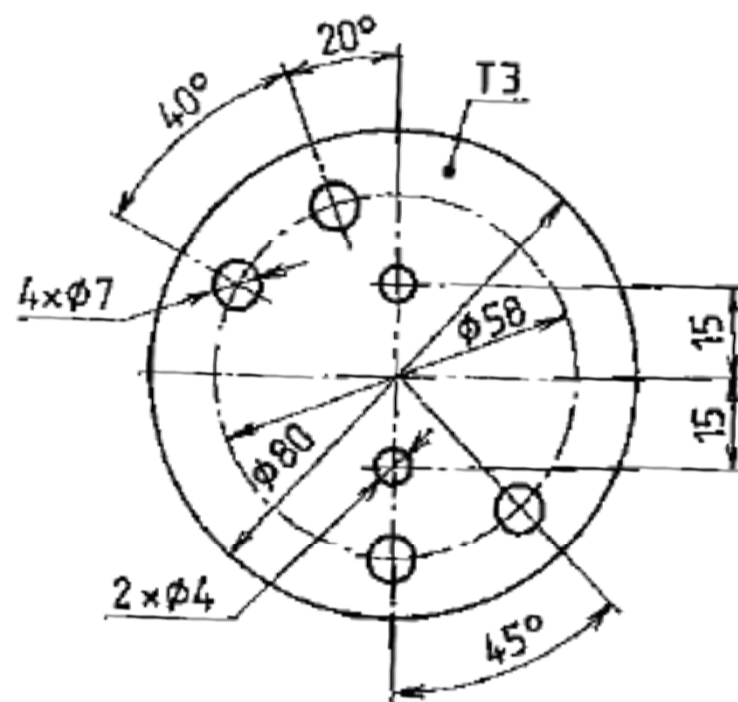
Je-li na obraze několik stejných děr, okótuje se rozměr jedné díry s udáním jejich počtu.



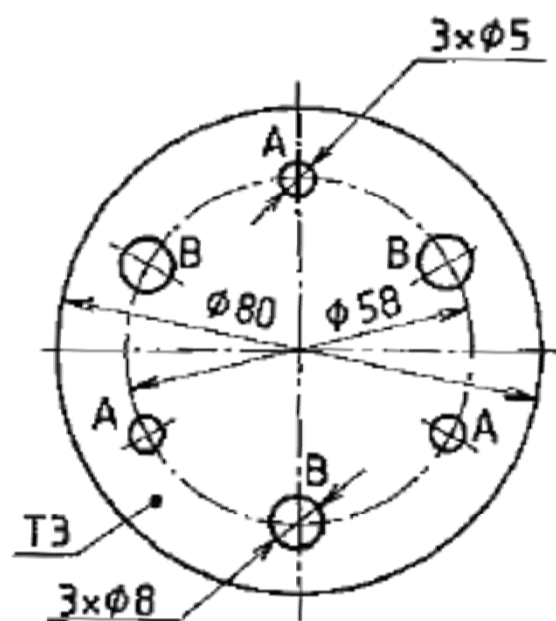




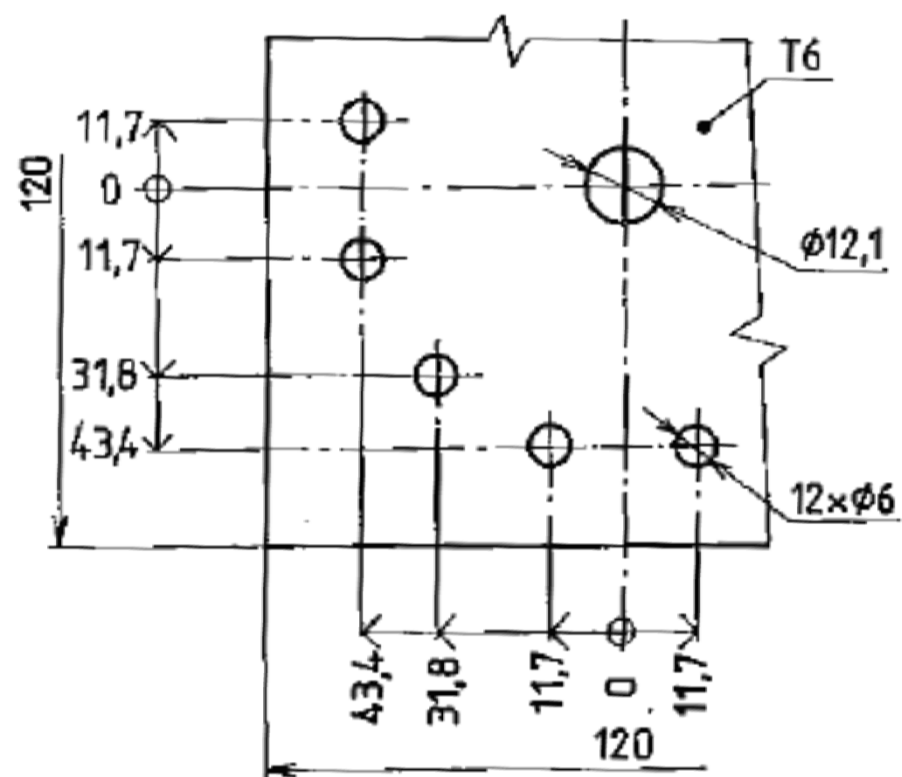
Kótování úhlu pootočení soustavy děr



Kótování nepravidelně rozložených děr

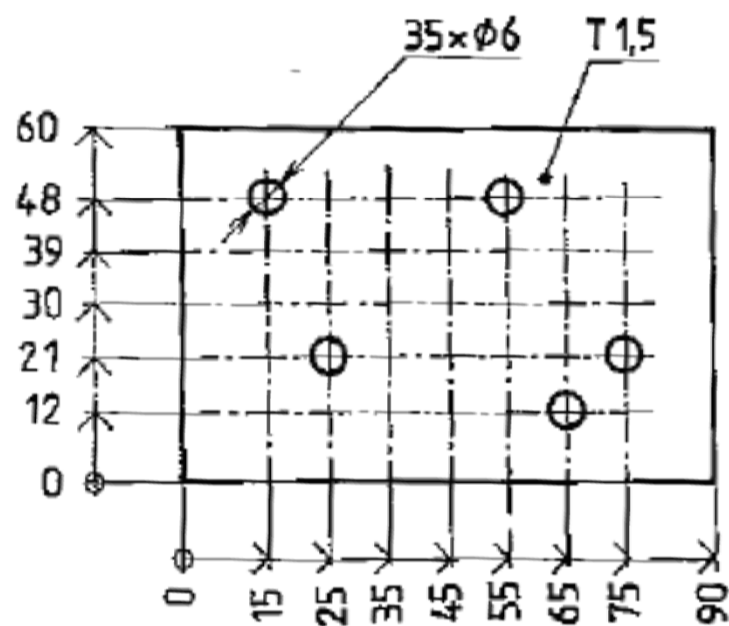


Kótování dvou různých skupin stejných děr

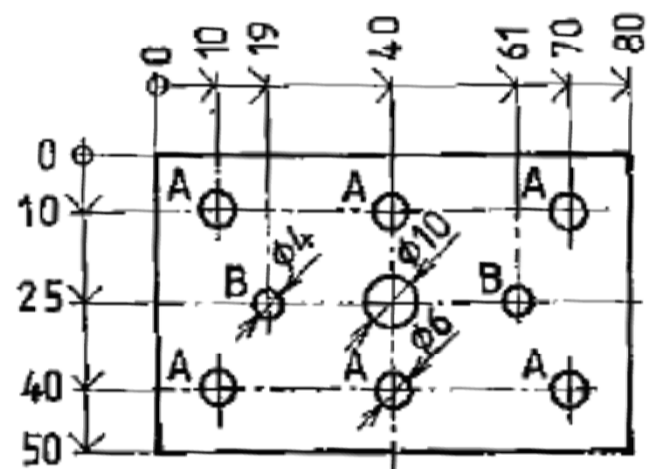


Souřadnicové kótování středů děr

a)

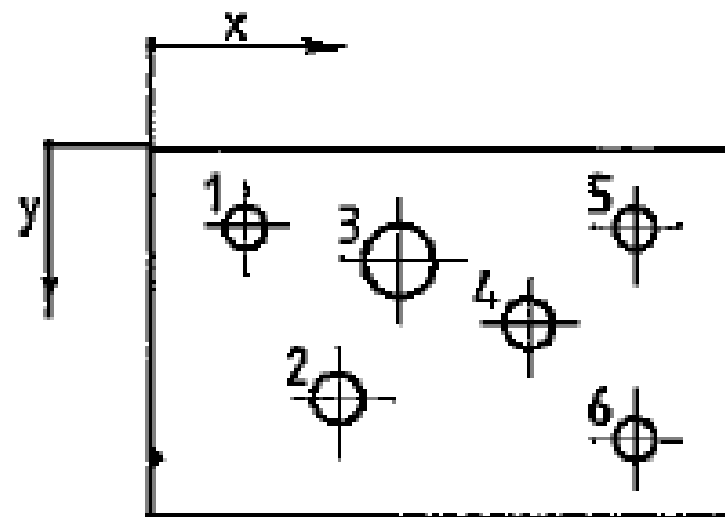


b)



Zjednodušené kótování děr od zvolených základěn:

a) všechny díry jsou stejné, b) stejné díry různých soustav jsou označeny písmeny velké abecedy

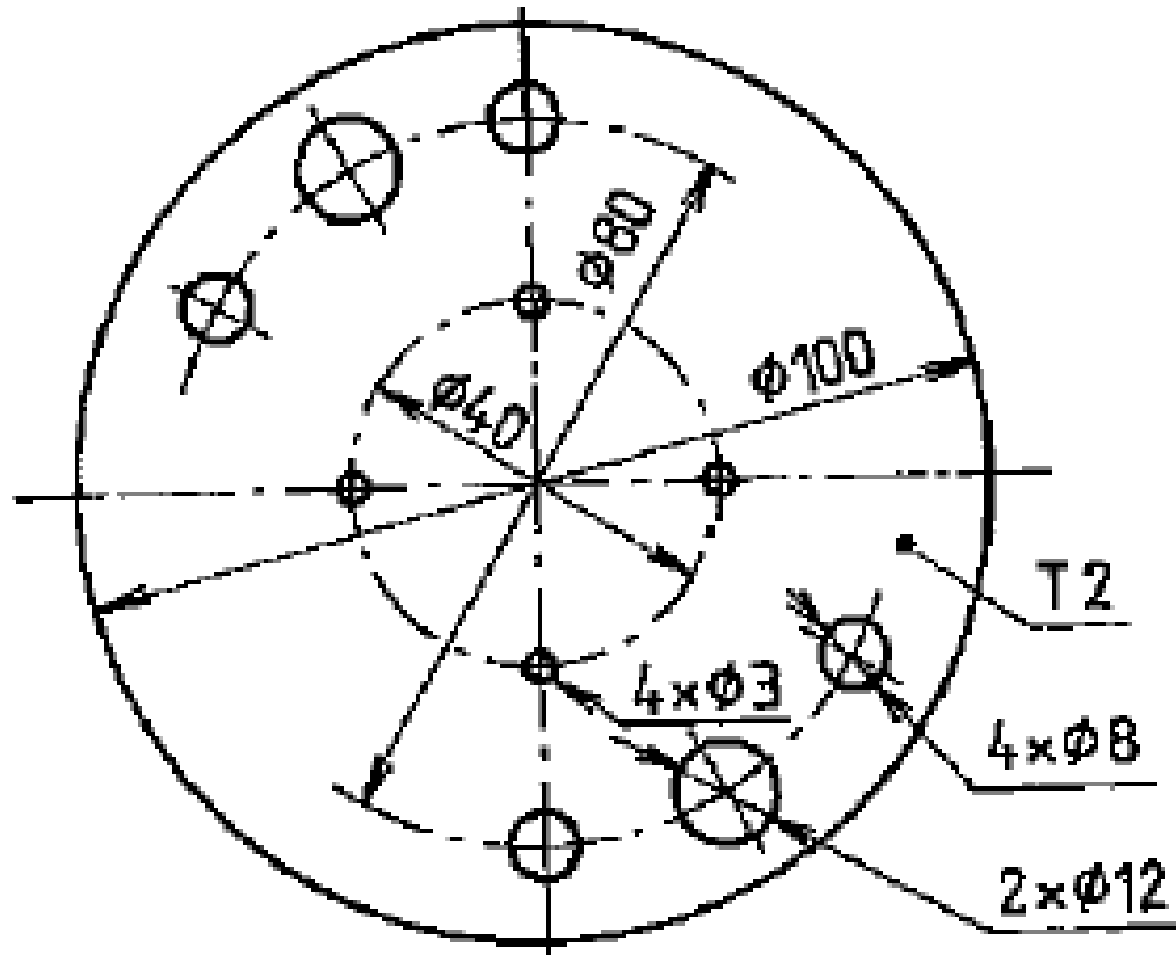


	1	2	3	4	5	6
x	13	26	34	52	66	66
y	10	34	15	23	10	40
$\phi$	6	7	10	7	6	6

Kótování polohy středů kružnic  
 pravoúhlými souřadnicemi a uspořádání údajů  
 do tabulky

## Nakreslení náčrtu 6

- nakreslete obrázek



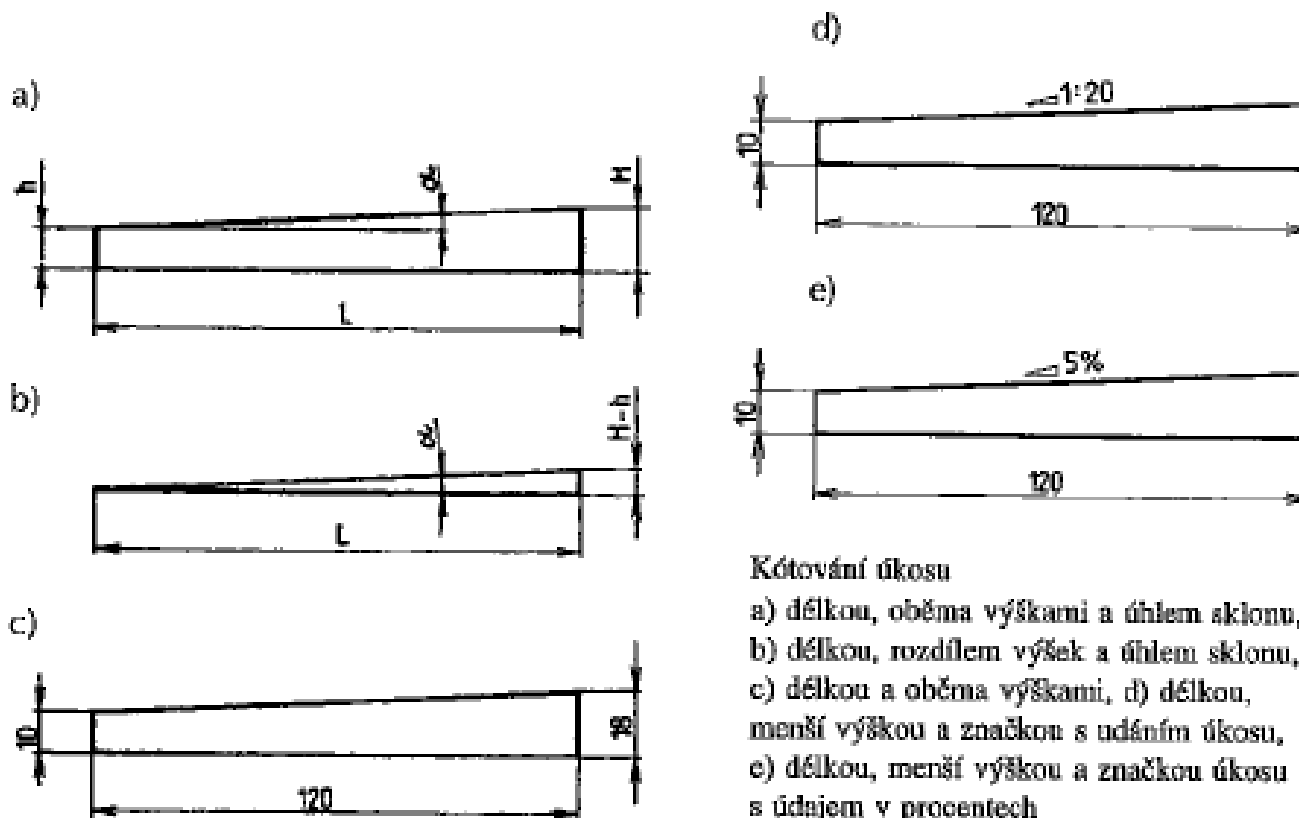
# Kótování sklonu přímek a ploch kuželovitosti, jehlanovitosti, hranolů, zkosených hran a přechodů

## Kótování sklonu (úkosu)

U klínů, klínových drážek, skloněných ploch apod. kótujeme tzv. sklon čili úkos.

Na výkrese se sklon výšek a ploch zapisuje poměrem  $1 : X$ , např.  $1:10$ , kde  $X=L(H-h)$ . Před poměr  $1:X$  se kreslí značka sklonu.

Někdy se sklon udává v procentech – např.  $25\% = 1:4$



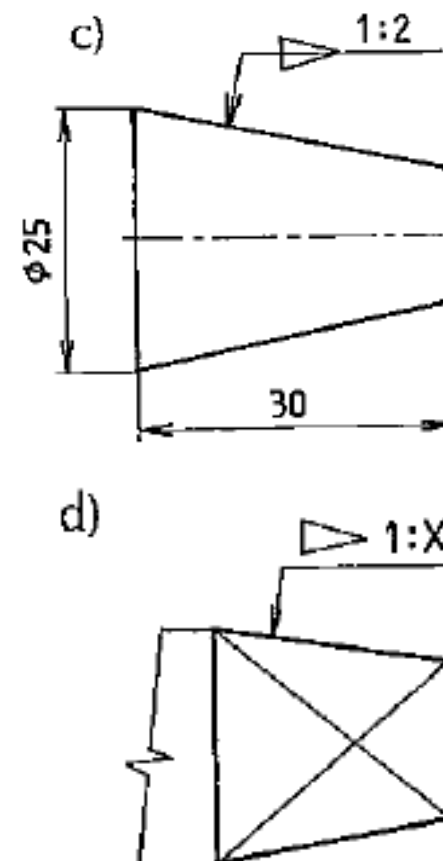
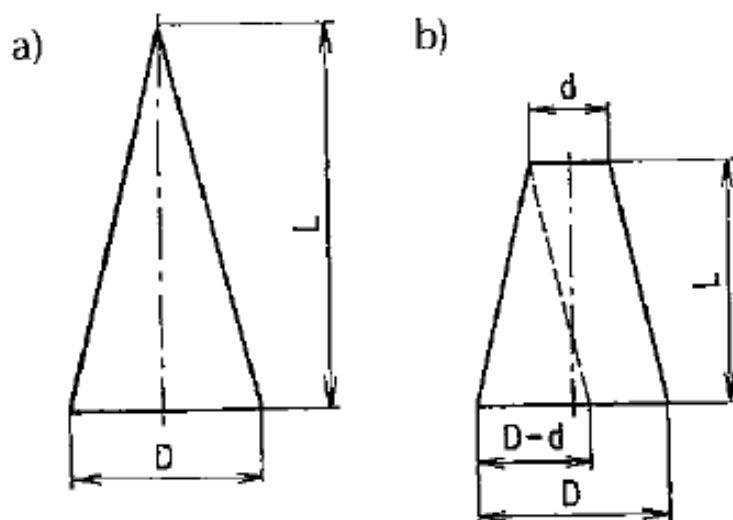
## Kótování kuželovitosti

Jedním ze způsobů, jak okótovat kužel, okótovat jeho kuželovitost.

Rotační kužel, tj. kužel, jehož podstava je kruh a přímka určená vrcholem a středem podstavy je k rovině podstavy kolmá, má kuželovitost  $D/L$ .

Kuželovitost kuželové plochy komolého je dána poměrem rozdílů poměrů a délky kužele  $(D-d):L$ . Hodnota se převede na poměr  $1:X$ , kde  $X=L:(D-d)$ .

Před hodnotu kuželovitosti, nakreslíme značku kuželovitosti.



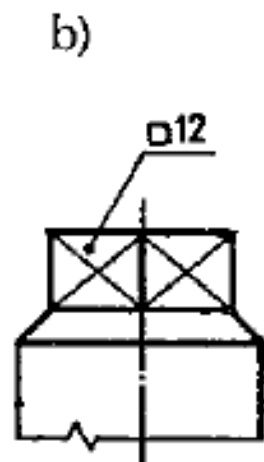
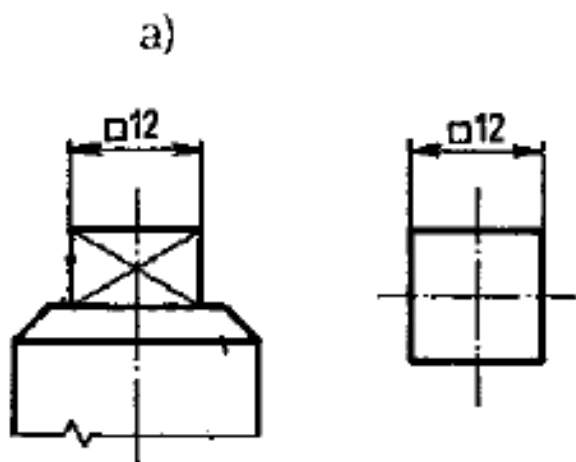
### Kótování kuželovitosti

a) kuželovitost rotačního kužele,  
b) kuželovitost (jehlanovitost) komolého tělesa, c) kreslení a umístění značky s hodnotou kuželovitosti, d) kreslení a umístění značky s hodnotou jehlanovitosti

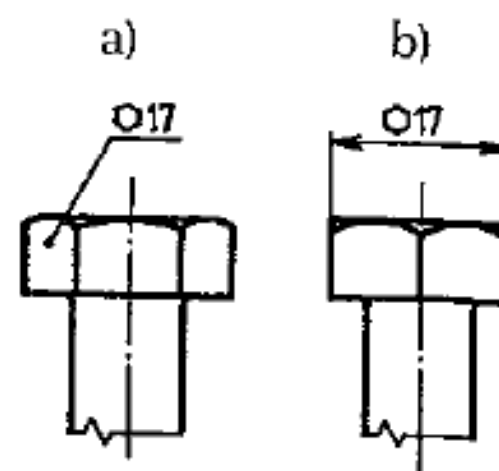
## Kótování hranolů

Čtyřhran nebo díra čtvercového průřezu zobrazené v průčelné poloze se zjednodušeně kótují tak, že se před kótu strany čtverce napíše značka □ .

Šestihran v průčelné poloze se kótuje vzdálenosti rovnoběžných bočních ploch na odkazové čáře a před kótu se nakreslí značka ◻ . Šestihran zobrazený v nárožní poloze, v níž se promítá otvor klíče, se kótuje obvyklým způsobem



Čtyřhran  
a) v průčelné poloze, b) v nárožní poloze



Šestihran  
a) v průčelné poloze,  
b) v nárožní poloze



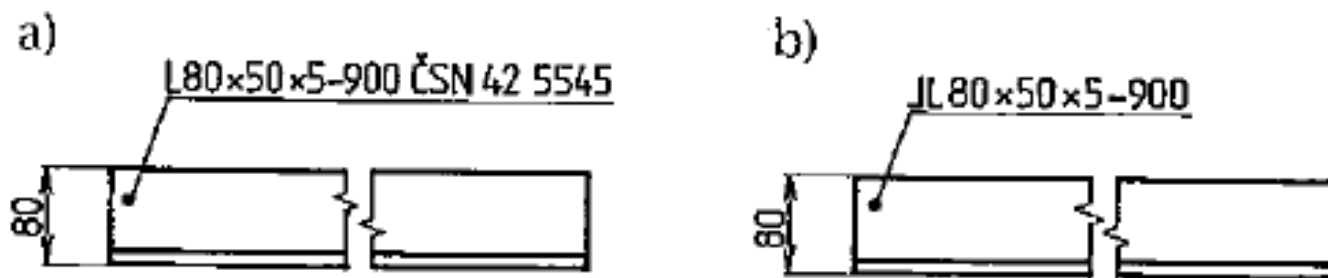
Tyče kruhové, obdélníkové, tvarové, trubky, tenkostěnné profily apod. Polotovary s neměnným průřezem zhotovené válcováním, tažením apod. se před kótou rozměru průřezu označují značkami průřezu dle ČSN 01 3142-2 .

Označování výrobků a jejich částí v konstrukční dokumentaci.

Označení průřezů může být obrazové nebo písemné. U průřezů složených ze dvou nebo více profilů se značky kreslí v odpovídající vzájemné poloze profilů.

V označení se mohou uvádět i jiné údaje, např. délka polotovaru, která se od označení průřezu oddělí pomlčkou.

Nenormalizované rozměry profilů se na výkresech musí okótovat.

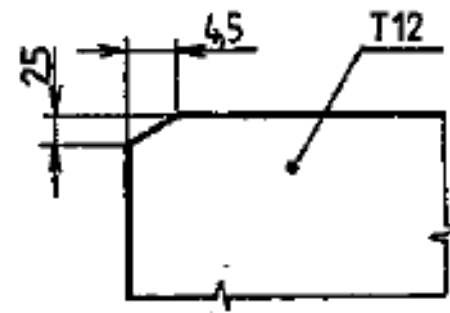
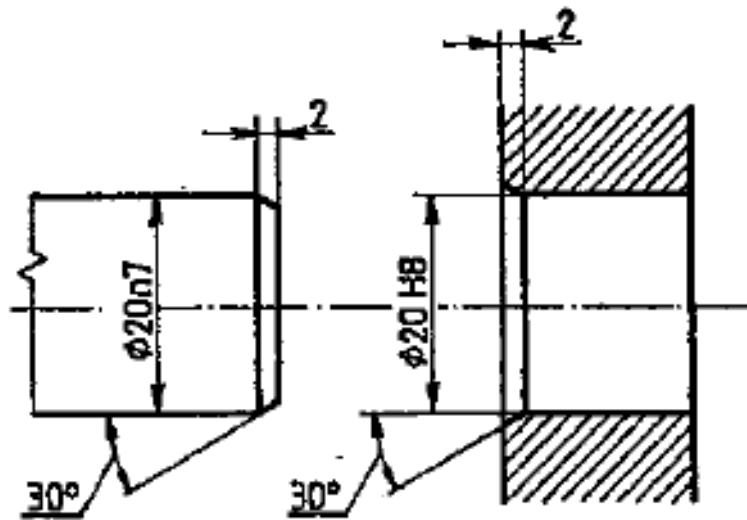
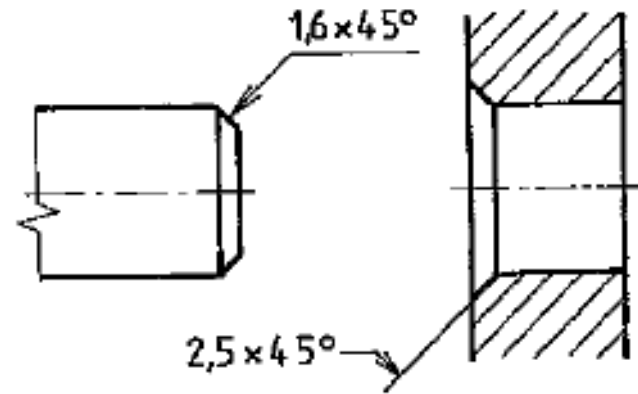
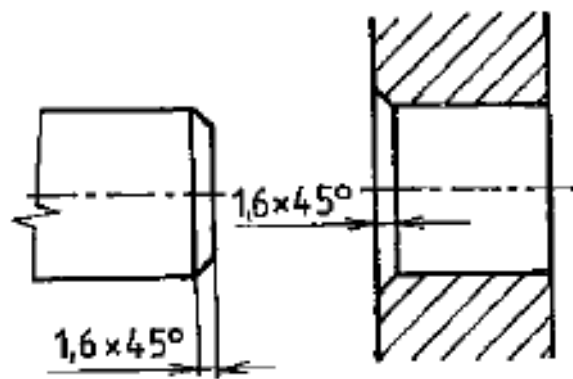


### Označení tvarové tyče

a) obrazovou značkou s udáním rozměrů průřezu, délky a čísla normy polotovaru,

b) obrazovou značkou, která polohou udává současně uspořádání označených tyčí s udáním rozměrů průřezu a délky

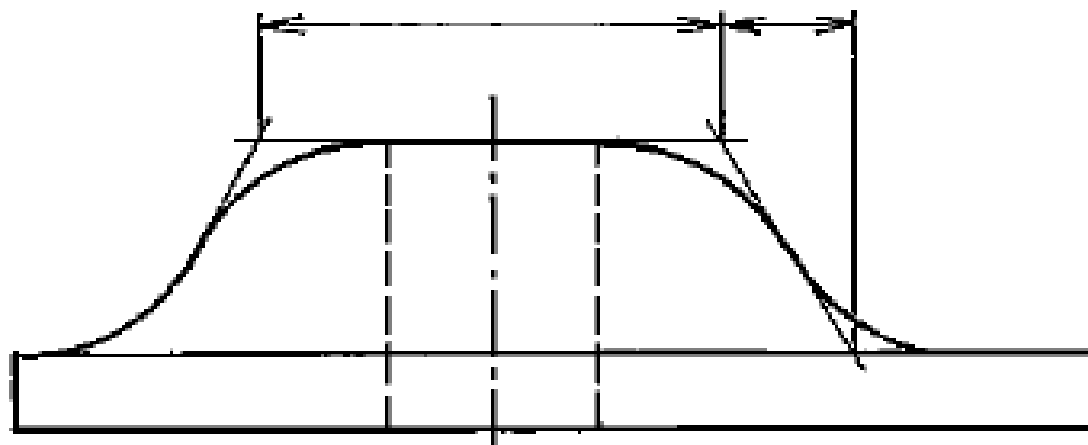




## Kótování přechodů

Zaoblené přechody a zaoblené hrany se kótují k myšleným průsečíkům obrysových čar sousedních ploch takto: (viz obr.)

- obrysové čáry se prodlouží tenkými pomocnými čarami a kótuje se od jejich průsečíku;
- tenkou pomocnou čarou se prodlouží jedna obrysová čára a kótuje se od jejího průsečíku s další obrysovou čarou; pomocná čára se přitom přetahuje přes obrysovou čáru.



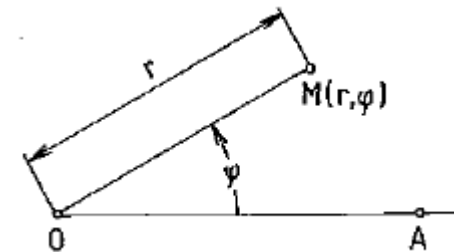
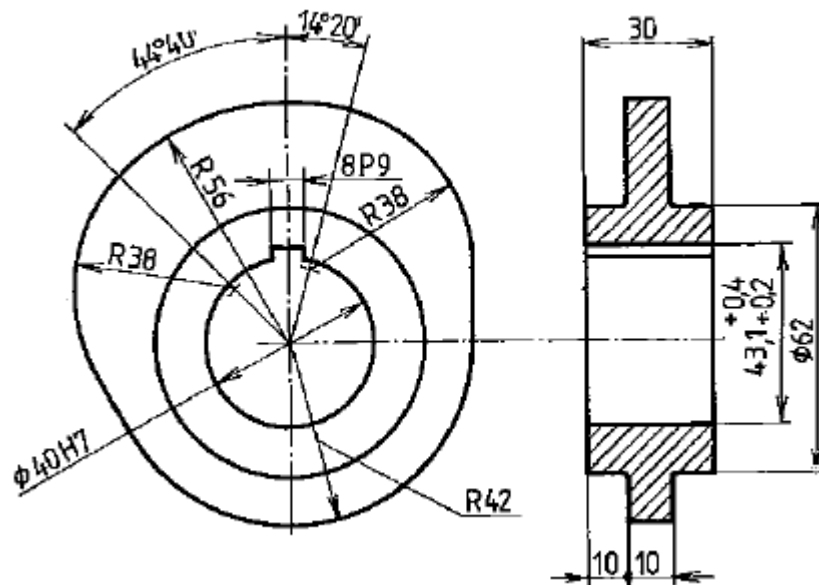
**Kótování zaoblených přechodů**

# Kótování křivek a křivkových tvarů, tabulkové kótování a kótování rozměrů dané plochy

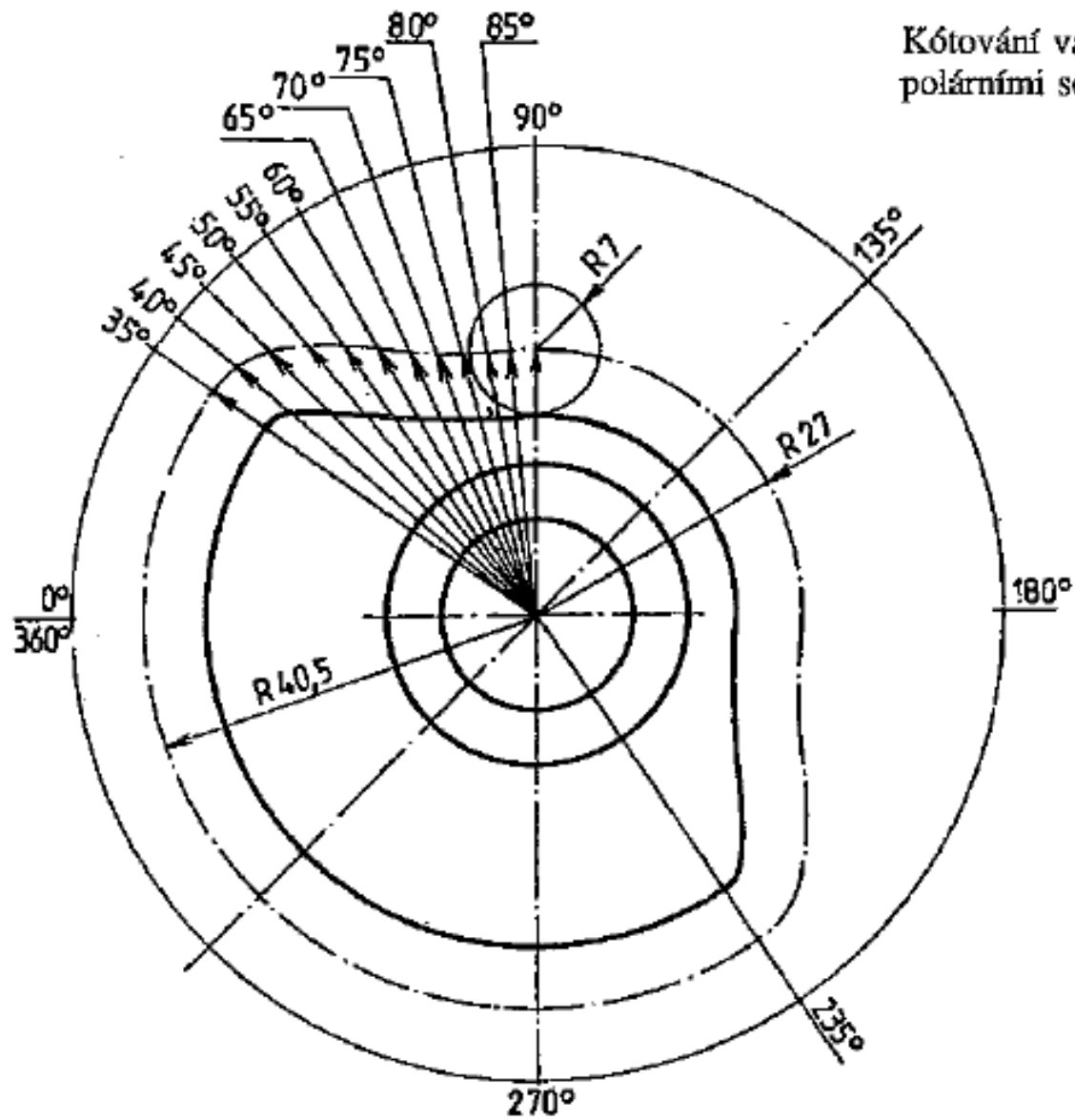
## Kótování křivkových obrysů

Mezi součásti s křivkovými obrysy patří především vačky, různé šablony apod. Obrysy méně přesných obvodových vaček se kótují poloměry.

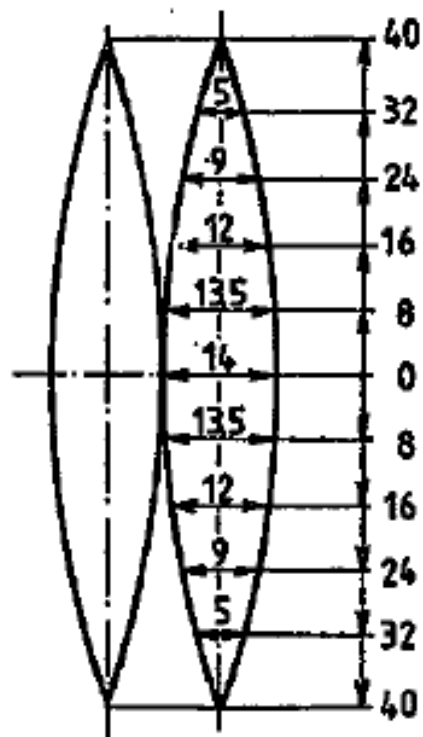
Přesné vačky se kótují polárními souřadnicemi.



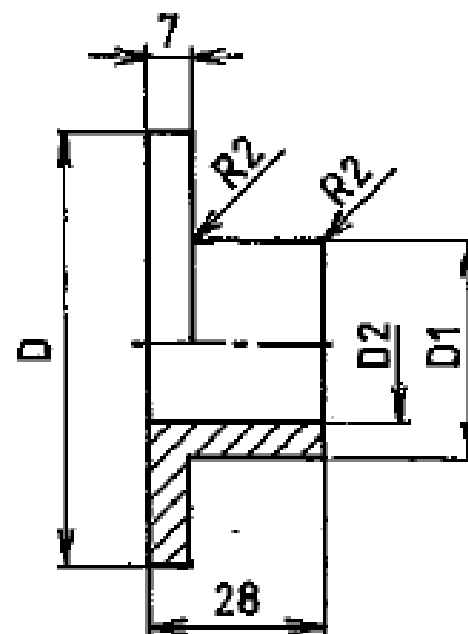
Kótování vačky  
polárními souřadnicemi



	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°
R	40,5	40	39	37	35	33	31	29	27	27	27

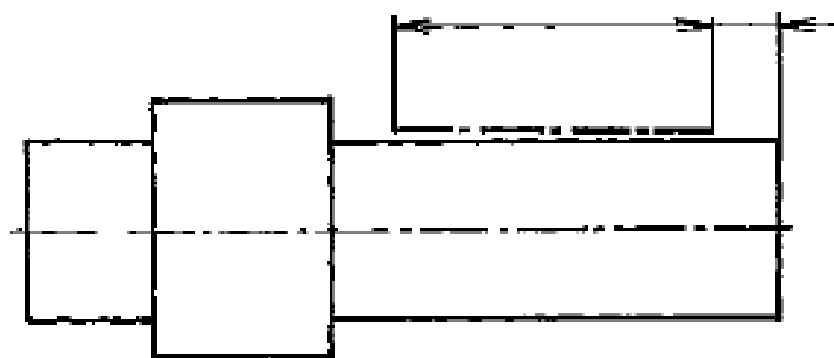


Zjednodušené kótování od společné základny



Tabulkové kótování

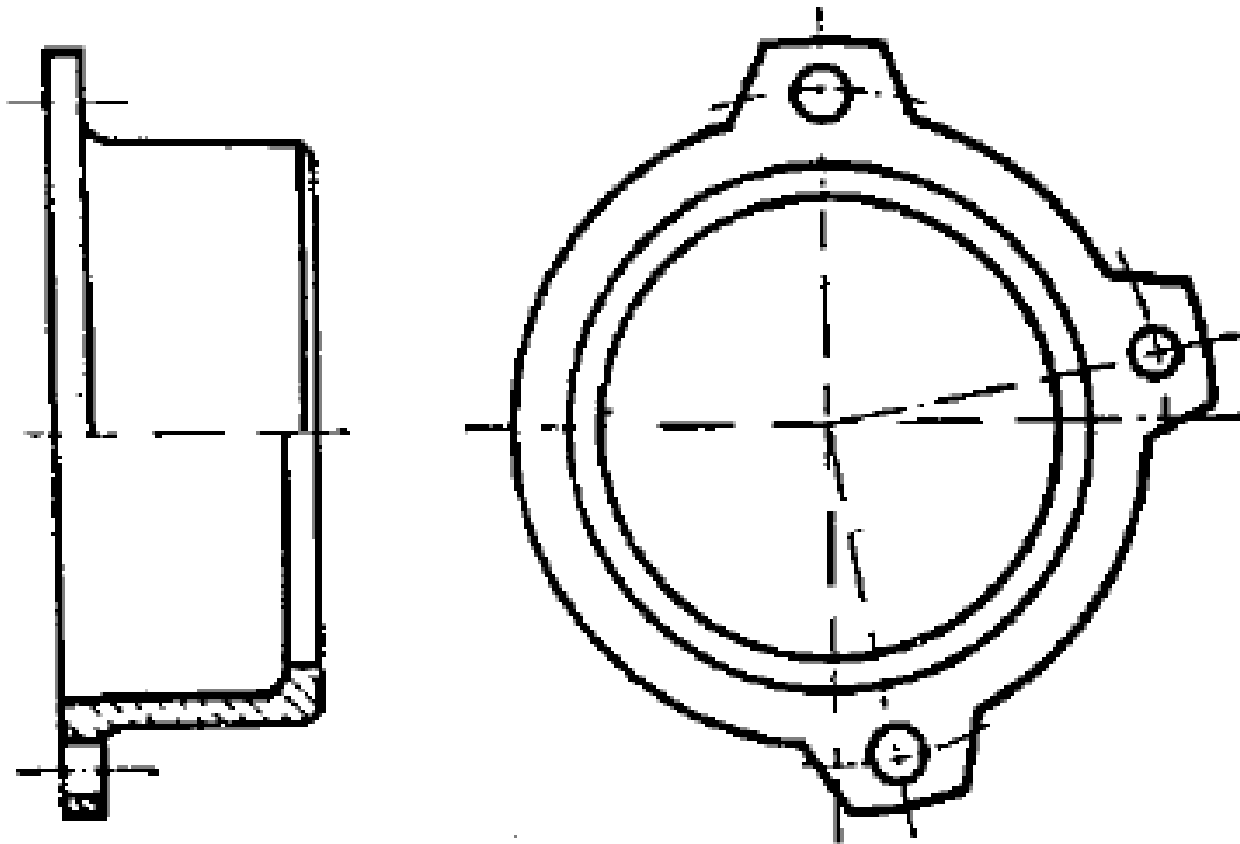
SOUČÁST	D	D1	D2
A	70	35	25
B	90	45	35
C	120	60	50



Kótování plochy omezené velikosti

## Nakreslení náčrtu

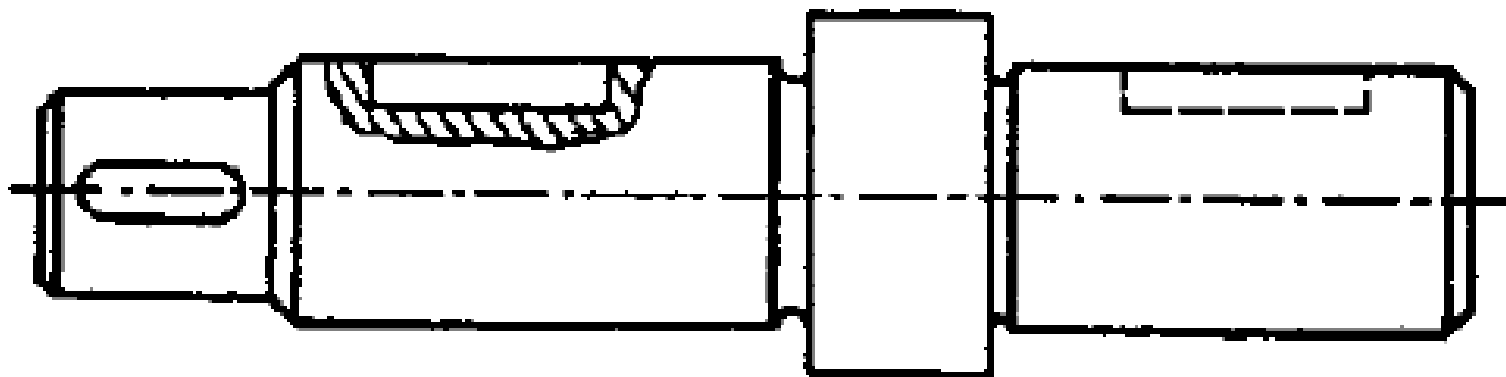
- daný obrázek nakreslete jako kótovaný náčrtek





## Nakreslení náčrtu

- nakreslete obrázek, zakreslete šířku a hloubku drážek podle strojnických tabulek. Průměr čepů 18 mm a 32 mm



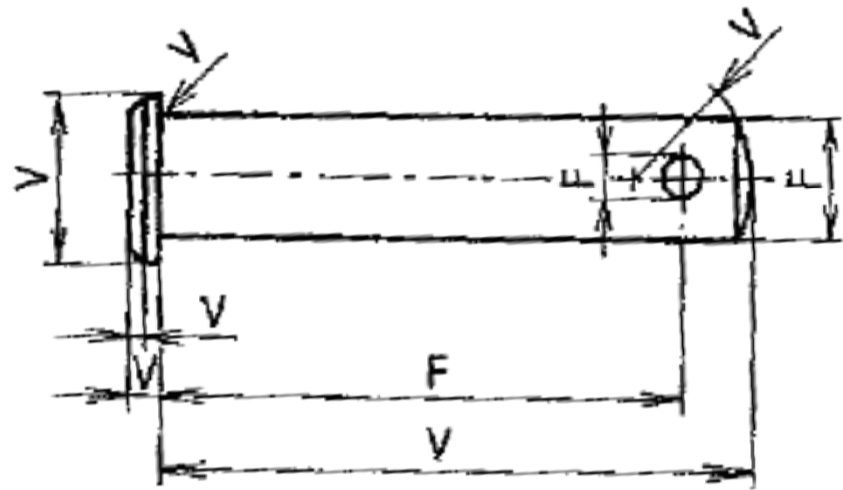
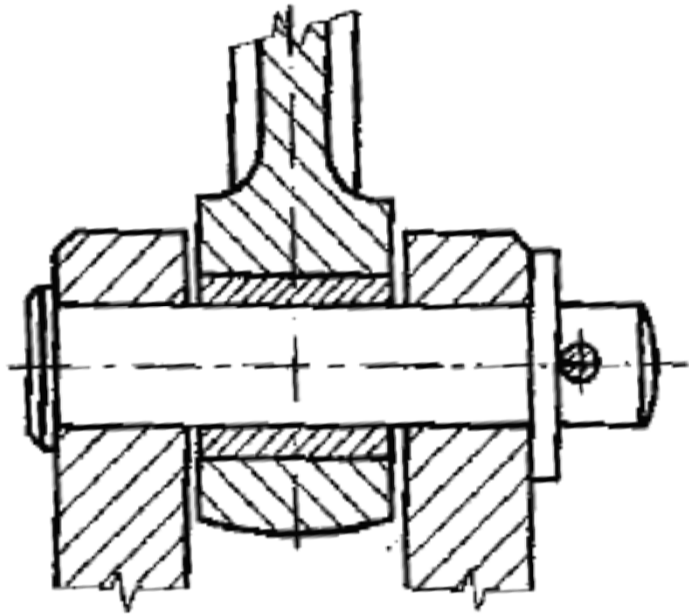
## **Předepisování přesnosti rozměrů, tvaru a polohy**

Skutečné rozměry vyrobené součásti se vždy liší od jmenovitých rozměrů udaných na výkrese rozměry, tzn., že nejsou vyrobeny s absolutní přesností.

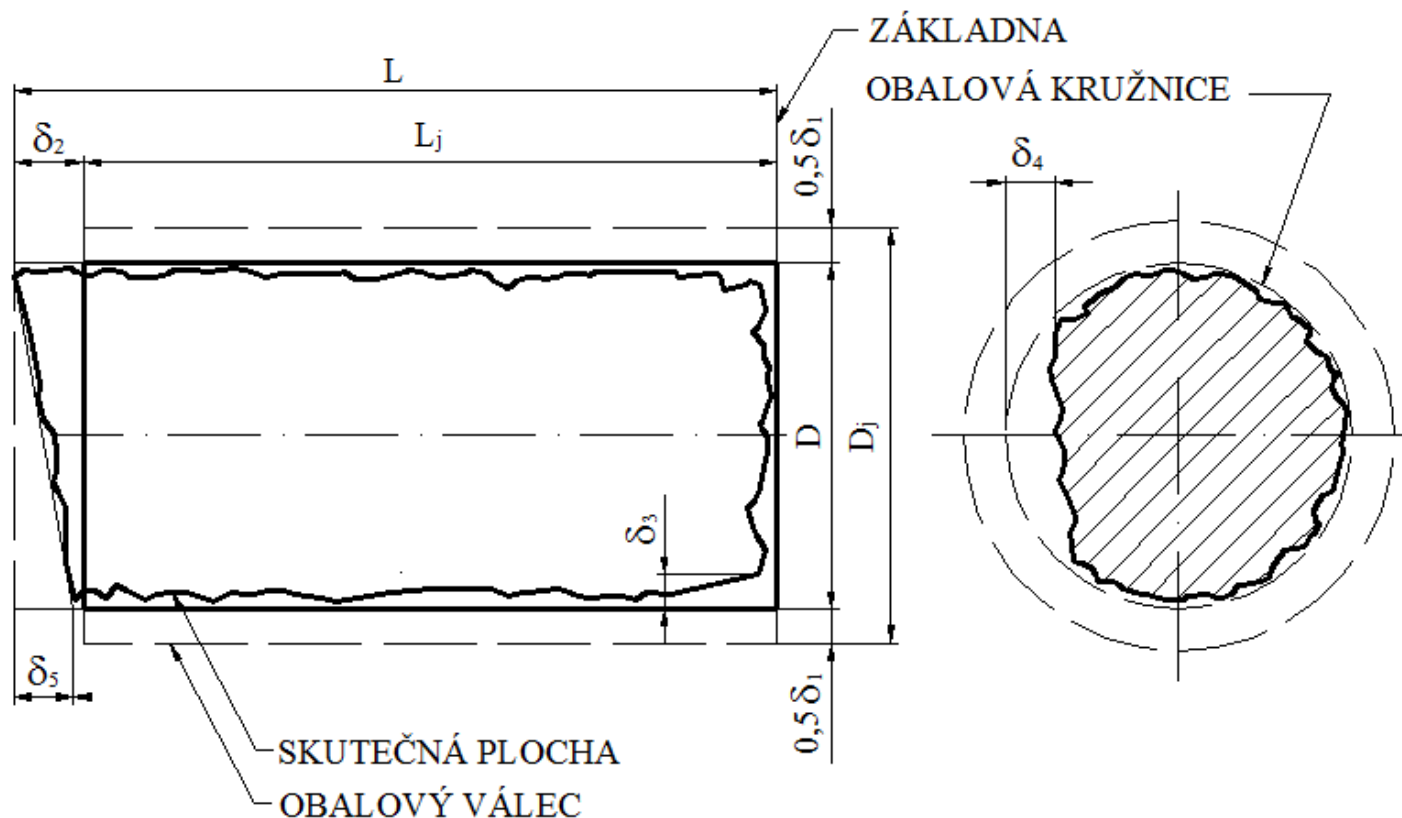
Ke splnění daného účelu postačí, aby součásti byly vyráběny s rozměry v určitých mezích, které mají vyhovující přesnost.

Předepsání těchto mezí, a tím i přesnosti s jakou mají být vyrobeny, se provádí tolerováním.

Tolerování rozměrů klade na přesnost výroby vyšší požadavky, a proto je účelné tolerovat jen ty rozměry, na jejichž přesnosti záleží funkce součásti a její vyměnitelnost. Tyto rozměry se nazývají funkční rozměry.



Mezní úchytky (rozměru, tvaru a polohy) jsou definovány prostřednictvím tzv. **obalových ploch**



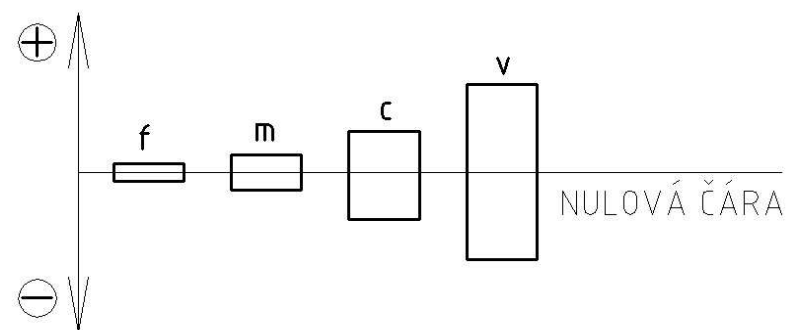
*Zobrazení obalové plochy*

Legenda:  $D_j, L_j$  – jmenovité rozměry (průměr a délka), předepsané na výkresu,  $D, L$  – rozměry (průměr a délka) obalové plochy (válece),  $\delta_1$  – úchylka rozměru (průměru),  $\delta_2$  – úchylka rozměru (délky),  $\delta_3$  – geometrická úchylka tvaru (válcovitosti),  $\delta_4$  – geometrická úchylka tvaru (kruhovitosti),  $\delta_5$  – geometrická úchylka polohy (rovnoběžnosti).

Tolerance se předepisují tehdy, je-li to podstatné z hlediska požadavků na funkčnost součásti. V jiném případě pro zakótované rozměry platí společný předpis tzv. všeobecných tolerancí pro délkové i úhlové rozměry. Z hlediska tolerování jsou tedy definovány 3 typy kót:

- kóty funkční – důležité z hlediska funkce, toleranční značka nebo mezní úchytky se zapisují za jmenovitou hodnotu rozměru
- kóty nefunkční (tzv. volné) – platí pro ně všeobecné mezní úchytky (ČSN 01 4240 – ISO 2768-1) ve 4 třídách přesnosti
- kóty informativní – jako jediné nemají toleranci (jmenovitý rozměr se uvádí v kulatých závorkách). Je buď kótou součtovou (celkovou) v řetězci kót nebo jednou z řetězce kót.

Označení	Název
f	Jemná (fine)
m	Střední (middle)
c	Hrubá (coarse)
v	Velmi hrubá (very coarse)



*Třídy přesnosti délkových rozměrů*

Poz.	Název - Rozměr		Číslo výkresu		Materiál konečný	Třída odpadu	Čistá hmotnost	Mn.
	Polotovary		Číslo normy		Materiál výchozí	Jednotka	Hrubá hmotnost	
Poznámka					Celková čistá hmotnost [kg]			
Index	Změna	Datum	Podpis	Fakulta výrobních technologií a managementu Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem				
Starý výkres		Nový výkres						
Mikrofilm		Promítání		Skupina		Typ		
Čís. svitku		Tolerování ISO 8015		Název				
Sestava		Přesnost ISO 2768						
Pozice		Neoznačené drsnosti		Číslo výkresu				
Měřítka	Kreslil		Podpis					Datum
	Přezkoušel							
	Norm. ref.							
	Schválil							
1						4		List

Tolerance ve velmi hrubé třídě je přibližně desetkrát větší oproti toleranci ve třídě jemné.

ISO 2768 – m

Třída přesnosti		Mezní úchytky pro základní rozsah rozměrů						
Označení	Název	0,5 do 3	přes 3 do 6	přes 6 do 30	přes 30 do 120	přes 120 do 400	přes 400 do 1000	přes 1000 do 2000
<b>f</b>	<b>jemná</b>	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5
<b>m</b>	<b>střední</b>	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2
<b>c</b>	<b>hrubá</b>	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2,0	± 3,0
<b>v</b>	<b>velmi hrubá</b>	-	± 0,5	± 1,0	± 1,5	± 2,5	± 4,0	± 4,0

## Tolerování rozměrů, základní pojmy, uložení

Horní mezní rozměr ( $HMR, hmr$ ) je větší z obou mezních rozměrů.

Dolní mezní rozměr ( $DMR, dmr$ ) je menší z obou mezních rozměrů

Jmenovitý rozměr ( $JR$ ) je rozměr, k němuž se vztahují oba mezní rozměry

Horní mezní úchylka ( $ES, es$ ) je algebraický rozdíl mezi horním mezním rozměrem a jmenovitým rozměrem.

Dolní mezní úchylka ( $EI, ei$ ) je algebraický rozdíl mezi dolním mezním rozměrem a jmenovitým rozměrem.

Tolerance ( $T$ ) je rozdíl mezi horním a dolním mezním rozměrem, nebo také algebraický rozdíl mezi horní a dolní mezní úchylkou.

$$T = HMR - DMR = ES - EI$$



# Uložení

Vzájemný vztah dvou strojních součástí, který si nejčastěji představíme jako vztah válcového hřídele a díry, se nazývá **uložení**.

## Rozeznáváme tato uložení:

- **s vůlí**, u nichž je zaručena minimální vůle, která umožňuje vzájemný pohyb součástí;
- **s přesahem**, který zaručují určitý nejmenší přesah zabezpečující požadovanou nehybnost (pevnost) spojení;
- **přechodná**, u nichž se může vyskytovat buď vůle (nejvýše  $V_{\max}$ ), nebo přesah (nejvýše  $P_{\max}$ ), podle toho, ke kterému meznímu rozměru se blíží skutečné rozměry.

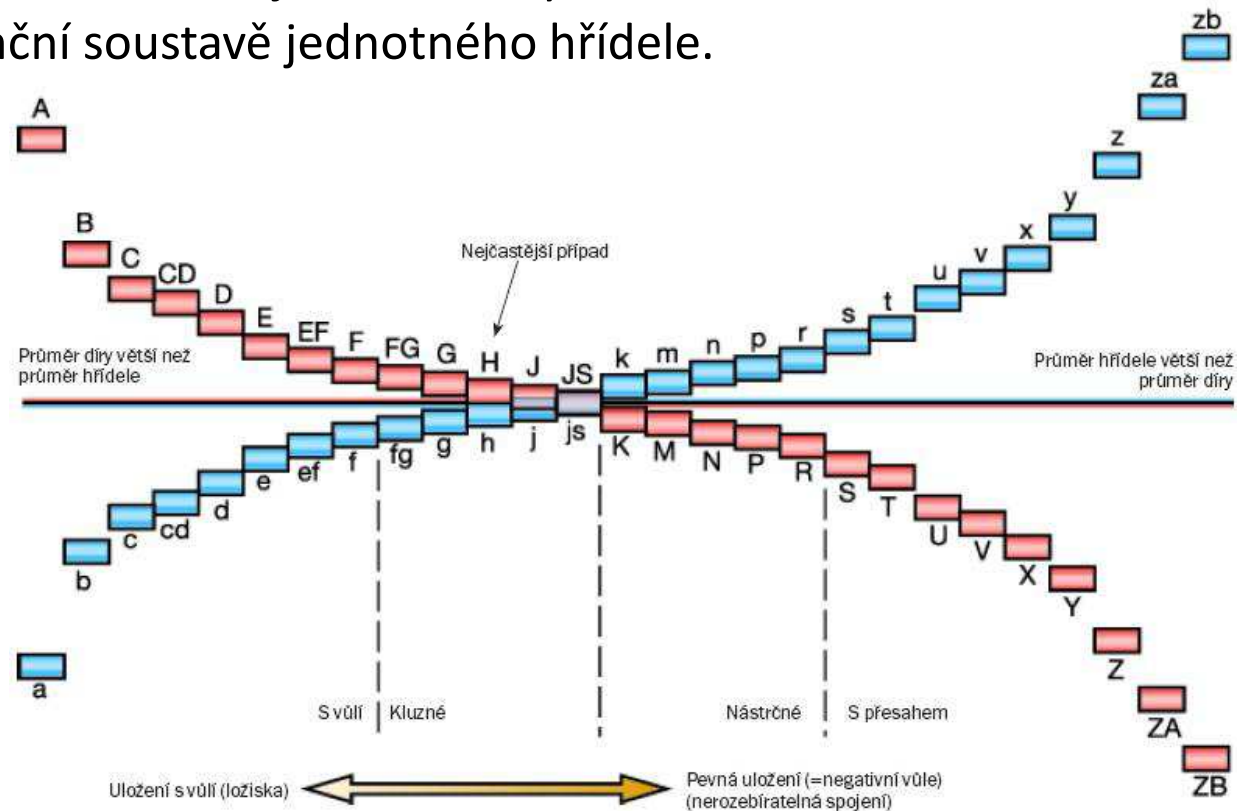
Lícováním docílíme u funkčně vázaných ploch součástí jistého stupně volnosti vzájemného pohybu součástí. Rovněž můžeme zaručit jistý odpor, který je nutný k jejich spojení či rozebrání.

# Toleranční soustavy

Lícovací soustava tolerancí a uložení dovoluje teoreticky libovolně kombinovat různě tolerované díry a hřídele. Z praktických důvodů se v praxi uplatňují dvě lícovací soustavy, jednotné díry a jednotného hřídele.

Všech druhů uložení součástí lze dosáhnout dvojím způsobem:

- v toleranční soustavě jednotné díry.
- v toleranční soustavě jednotného hřídele.



**Toleranční pole** (obdélníky na předchozím obrázku) je plocha obdélníku, jehož vodorovné strany příslušejí horní a dolní mezní úchylce a výška udává velikost tolerance.

Toleranční pole je tedy určeno velikostí tolerance a její polohou vzhledem ke jmenovitému rozměru.

<b>Uložení s vůlí</b>
<p>H11/a11, <b>H11/c11</b>, H11/c9, H11/d11, A11/h11, <b>C11/h11</b>, D11/h11</p> <p>Uložení s velkou vůlí u součástí s velkými tolerancemi.  <b>Použití</b> - Otočné čepy, západky, uložení součástí určených ke svaření, uložení vystavená účinkům koroze, znečištění prachem a tepelným nebo mechanickým deformacím.</p>
<p>H9/C9, H9/d10, <b>H9/d9</b>, H8/d9, H8/d8, <b>D10/h9</b>, D9/h9, D9/h8</p> <p>Točné uložení se značnou vůlí bez větších požadavků na přesnost vedení hřídele.  <b>Použití</b> - Vícekrát uložené hřídele výrobních a pístových strojů, součásti, které se otáčejí jen zřídka, nebo se pouze kývají.</p>
<p><b>H9/e9</b>, <b>H8/e8</b>, H7/e7, <b>E9/h9</b>, E8/h8, E8/h7</p> <p>Točné uložení s větší vůlí bez zvláštních požadavků na přesnost uložení.  <b>Použití</b> - Uložení dlouhých hřídelí, např. u zemědělských strojů, ložiska čerpadel, ventilátorů a pístových strojů.</p>

<b>Uložení přechodná</b>
H8/j7, H7/js6, <b>H7/j6</b> , J7/h6
Posuvné uložení s malou vůlí nebo nepatrným přesahem. Součásti se dají složit nebo rozebrat ručně. <b>Použití</b> - Lehce rozebíratelná uložení nábojů ozubených kol, řemenic a pouzder, stavěcí kroužky, často vyjímaná ložisková pouzdra.
H8/k7, <b>H7/k6</b> , K8/h7, <b>K7/h6</b>
Shodné uložení s malou vůlí nebo malým přesahem. Součásti lze spojit nebo rozebrat bez použití velké síly pryžovou palicí. <b>Použití</b> - Demontovatelná uložení nábojů ozubených kol a řemenic, ruční kola, spojky, brzdové kotouče.
H8/p7, H8/m7, H8/n7, H7/m6, <b>H7/n6</b> , M8/h6, N8/h7, <b>N7/h6</b>
Pevné uložení s nepatrnou vůlí nebo malým přesahem. Montáž uložení lisováním malou silou. <b>Použití</b> - Pevné zátky, narážená pouzdra, kotvy elektromotorů na hřídeli, věnce ozubených kol, lícované šrouby.

<b>Uložení s přesahem</b>
H8/r7, <b>H7/p6</b> , <b>H7/r6</b> , <b>P7/h6</b> , R7/h6
Lisované uložení se zaručeným přesahem. Montáž součástí lze běžně provádět lisováním za studena. <b>Použití</b> - Náboje spojkových kotoučů, ložisková pouzdra.
H8/s7, H8/t7, <b>H7/s6</b> , H7/t6, <b>S7/h6</b> , T7/h6
Lisované uložení se středním přesahem. Montáž součástí lisováním za tepla, lisování za studena lze provádět pouze za použití velkých sil. <b>Použití</b> - Trvalé spojení ozubených kol s hřídelí, ložisková pouzdra.
H8/u8, H8/u7, H8/x8, H7/u6, U8/h7, U7/h6
Lisované uložení s velkým přesahem. Montáž lisováním velkou silou za rozdílných teplot součástí. <b>Použití</b> - Trvalé spojení ozubených kol s hřídelí, příruby.

## SOUSTAVA TOLERANCÍ A ULOŽENÍ

Soustava tolerancí a uložení je součástí evropské normalizace ČSN EN 20286-1 (01 4201).

**Toleranční stupeň** udává velikost tolerančního pole pro daný rozměr. Pro rozměry do 500 mm bylo vytvořeno 20 tolerančních stupňů (*IT01, IT0, IT1, ..., IT18*). Pro rozměry od 500 mm do 3 150 mm je používáno pouze 18 tolerančních stupňů (*IT1, ..., IT18*).

Základní tolerance pro rozměry do 500 mm

Rozsah jmenovitých rozměrů (mm)		Toleranční stupeň									
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8
přes	do	Tolerance (μm)									
-	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54
120	189	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63
189	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72
250	315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97

## GEOMETRICKÉ TOLERANCE TVARU A POLOHY

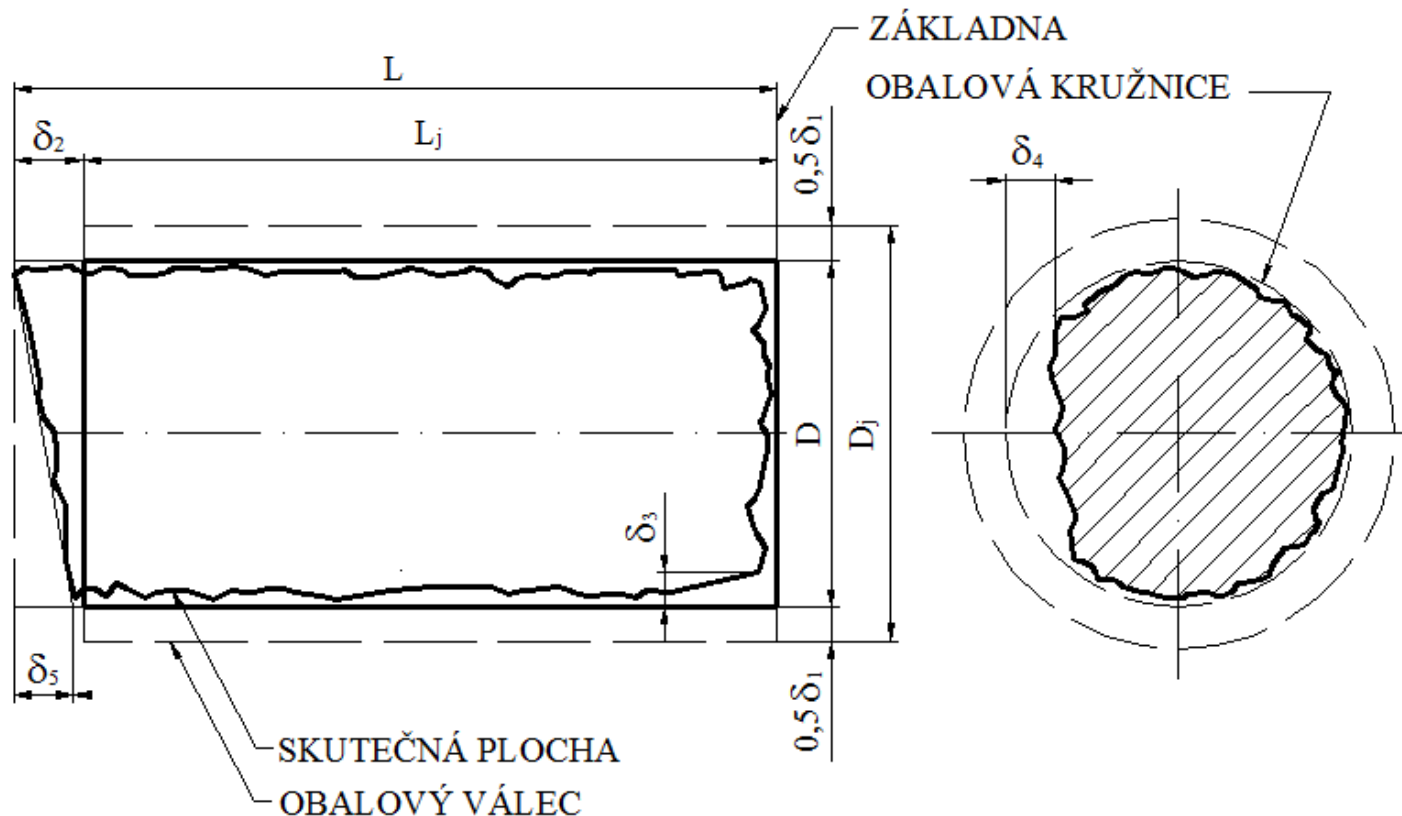
Geometrické tolerance tvaru a polohy podléhají normalizaci ČSN 01 4401 až 01 4431. Správná funkce součásti je závislá nejen na dodržení požadované přesnosti rozměrů, ale také předepsaného geometrického tvaru ploch a jejich vzájemné polohy.

Všeobecné geometrické tolerance

Označení	Název
<i>H</i>	Nejpřesnější
<i>K</i>	Střední
<i>L</i>	Nejméně přesný

ISO 2768-*mK*

Mezní úchytky (rozměru, tvaru a polohy) jsou definovány prostřednictvím tzv. **obalových ploch**



*Zobrazení obalové plochy*

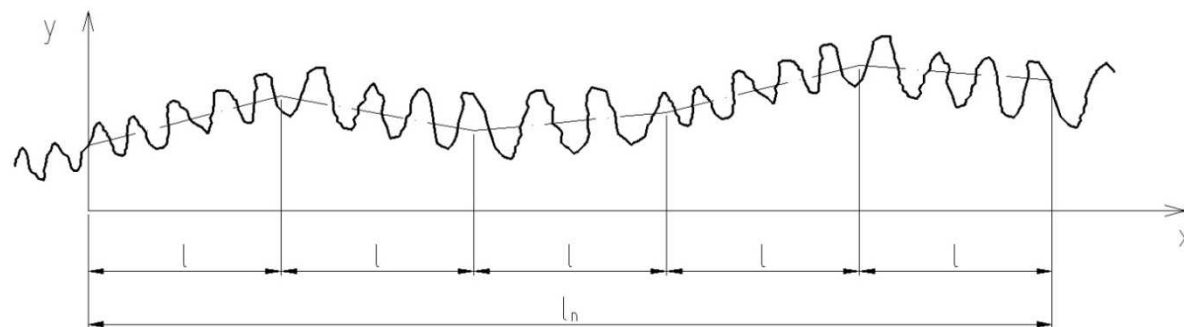
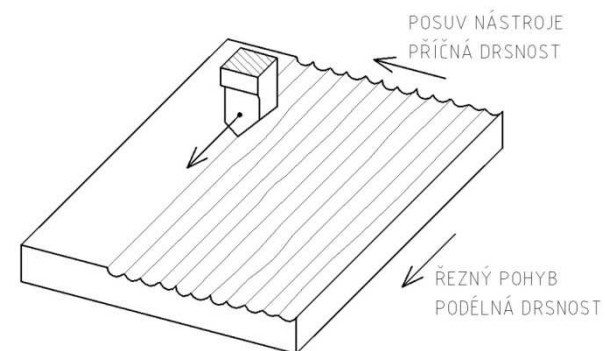
Legenda:  $D_j$ ,  $L_j$  – jmenovité rozměry (průměr a délka), předepsané na výkresu,  $D$ ,  $L$  – rozměry (průměr a délka) obalové plochy (válece),  $\delta_1$  – úchylka rozměru (průměru),  $\delta_2$  – úchylka rozměru (délky),  $\delta_3$  – geometrická úchylka tvaru (válcovitosti),  $\delta_4$  – geometrická úchylka tvaru (kruhovitosti),  $\delta_5$  – geometrická úchylka polohy (rovnoběžnosti).

# JAKOST POVRCHU

Předpokladem správné funkce strojních součástí je kromě rozměrové a tvarové přesnosti i vhodná jakost povrchu jejich funkčních ploch.

Drsnost povrchu významně ovlivňuje funkční vlastnosti stykových ploch (součinitel tření, rychlost opotřebení, doba záběhu, životnost součásti apod.).

U běžných způsobů obrábění není drsnost povrchu shodná ve všech směrech, proto je rozlišována podle směru pohybu obráběcího nástroje na drsnost *příčnou* a *podélnou*

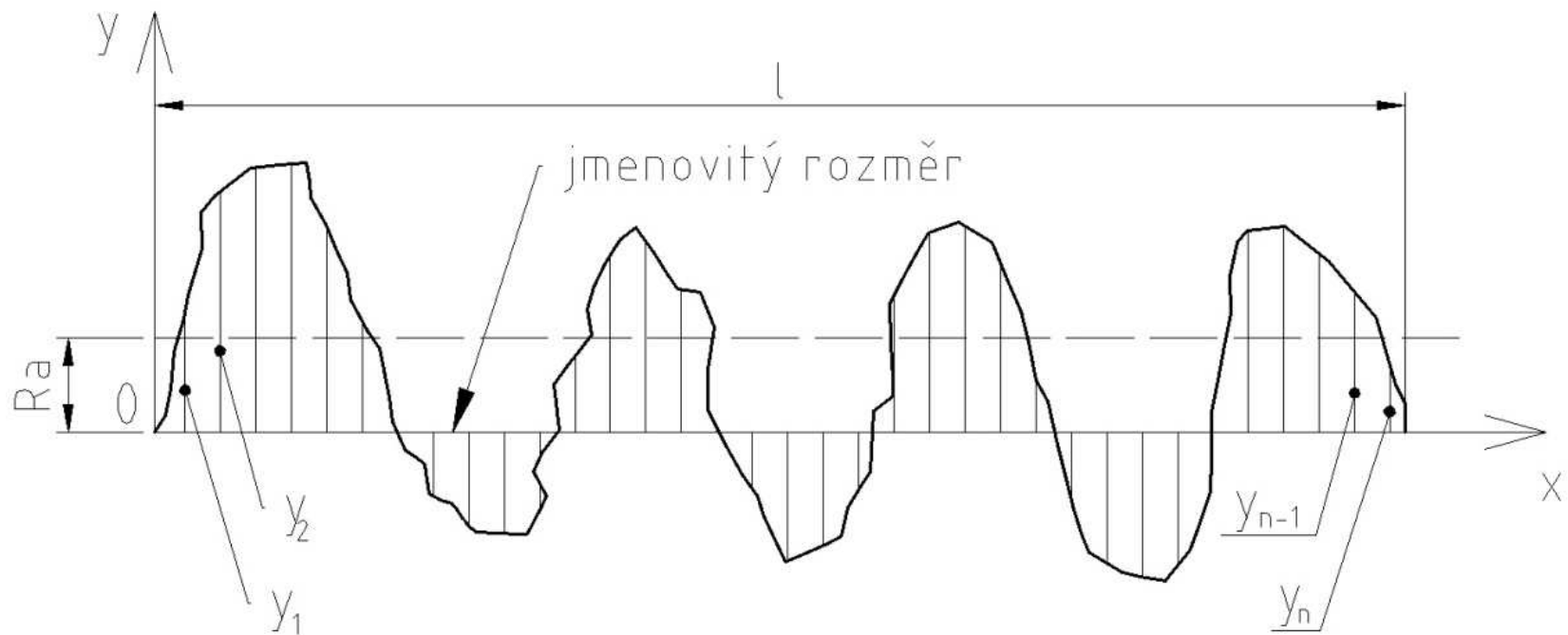


*Profilograf drsného povrchu (vyhodnocovaná délka  $l_n$  zde zahrnuje 5 základních délek  $l$ )*



Stupeň drsnosti můžeme určovat měřením nebo porovnáváním.

V ČR se přednostně užívá k posuzování jakosti povrchu průměrná **aritmetická úchylka** posuzovaného profilu ( $R_a$ ).



*Profilová křivka obrobeného povrchu.*

Nejvyšší povolené hodnoty drsností Ra v závislosti na tolerančních stupních IT

Rozměry [mm]		Toleranční stupeň							
		IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12
přes	do	Drsnosti povrchu Ra							
1	3	0,2	0,4	0,4	0,8	1,6	3,2	3,2	6,3
3	6			0,8				6,3	
6	10	0,4	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	12,5	
10	18								
18	30	0,8	0,8	1,6	3,2	6,3	12,5	25	
30	50								
50	80	1,6	1,6	3,2	6,3	12,5	25		
80	120								
120	180	1,6	1,6	3,2	6,3	12,5	25		
180	250								
250	315	1,6	3,2	6,3	12,5	25	25		
315	400								
400	500	3,2	6,3	12,5	25	25	25		

## Směrnice pro použití $R_a$ (vybrané číselné hodnoty přednostní řady)

$R_a$ [ $\mu\text{m}$ ]	Směrnice pro použití
<b>0,012</b>	Nejhladší funkční plochy, které mají mít co nejmenší opotřebení při vysokých tlacích nebo vysokou zobrazivost. Měřicí plochy nejpřesnějších měřidel (např. základních měrek, metalografické výbrusy).
<b>0,1</b>	Kluzné plochy hřídelů pro přesná uložení s malou vůlí, čelní opěrné plochy axiálních ložisek, lapované písty a díry hydraulických zařízení. Činné plochy měřidel. Leštěné plochy s nízkou zobrazivostí; základní povrch pro ozdobné elektrolytické pokovování těžkých neželezných kovů.
<b>0,4</b>	Kluzné plochy se střední kluznou rychlostí a středním tlakem; vodící plochy u obráběcích strojů. Stykové plochy nepohyblivých rozebíratelných uložení a za studena lisovaných uložení menších rozměrů. Funkční plochy broušených ozubených kol, šneků, vaček, boky závitů pohybových šroubů. Volné plochy se stupnicemi. Základní povrch pod výstelky ložisek.
<b>0,8</b>	Kluzné plochy s menší kluznou rychlostí (běžné provedení). Stykové plochy pro narážená a lisovaná uložení, válcové středící plochy rozebíratelné. Těsnící plochy před zabroušením. Funkční plochy řemenic pro obvodovou rychlost nad $.s^{-1}$ . Leštěné plochy rukojetí.
<b>1,6</b>	Kluzné plochy hřídelů a ložisek s občasným nebo ručním pohonem. Vodící plochy s občasným vzájemným pohybem (např. drážky pro klíny a pera). Stykové plochy dělených skříní a vík pro tenká a tvrdší těsnění. Volně vyčnívající plochy rychle se otáčejících součástí a běžné plochy ovlivňující proudění tekutin.
<b>3,2</b>	Kluzné plochy s velmi malou kluznou rychlostí a bez nároku na přesnost uložení. Stykové plochy bez velkých požadavků na těsnost a přesnost styku, těsnící plochy pro měkká těsnění, volné plochy otáčejících se součástí obrobene pro dynamické vyvážení, plochy pro netmelené nátěry.
<b>6,3 (12,5)</b>	Hrubě obrobene dosedací plochy bez vzájemného pohybu. Volně obrobene plochy, které nejsou funkční (např. čelní plochy hřídelů, ozubených kol a řemenic). Obrobene plochy pro upínání při výrobě a plochy pro nátěry.

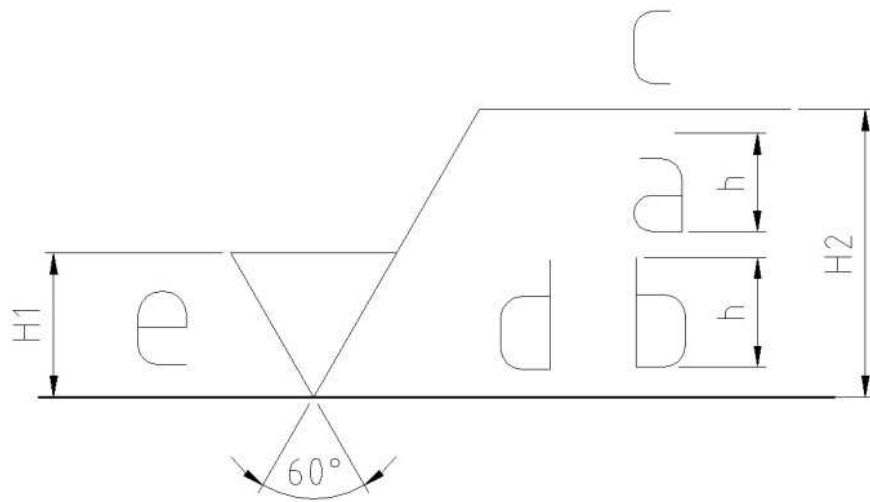
## OZNAČOVÁNÍ DRSNOSTI POVRCHU

Struktura povrchu se na výkrese musí předepsat příslušným označením pro všechny plochy součásti kromě ploch, pro které není nutné používat takovýto předpis. Mezi tyto plochy například patří

- plochy s hrubými povrchy, na které se nekladou žádné požadavky (vrtané díry pro nýty a spojovací šrouby, otvory pro odlehčení konstrukce, vnitřní plochy odlitků či výkovků apod.)
- ploch prvků součástí, jejichž drsnost je předepisována příslušnou normou (zápichy, zkosení, zaoblení, středící důlky, závity apod.).

<b>značka drsnosti</b>	▽	▽▽	▽▽▽	▽▽▽▽	▽▽▽▽
<b>způsob opravení plochy</b>	velmi hrubě obrobena	hrubě obrobena	jemně obrobena	broušeno	lapováno

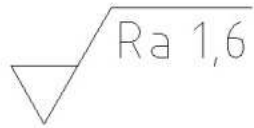
Tato metoda byla v roce 1951 zavedena normou ČSN 01 4450 „*Drsnost povrchu součástí*“.



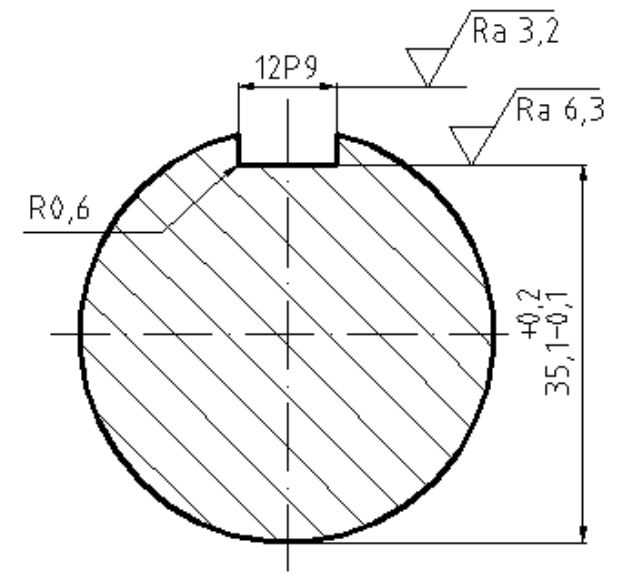
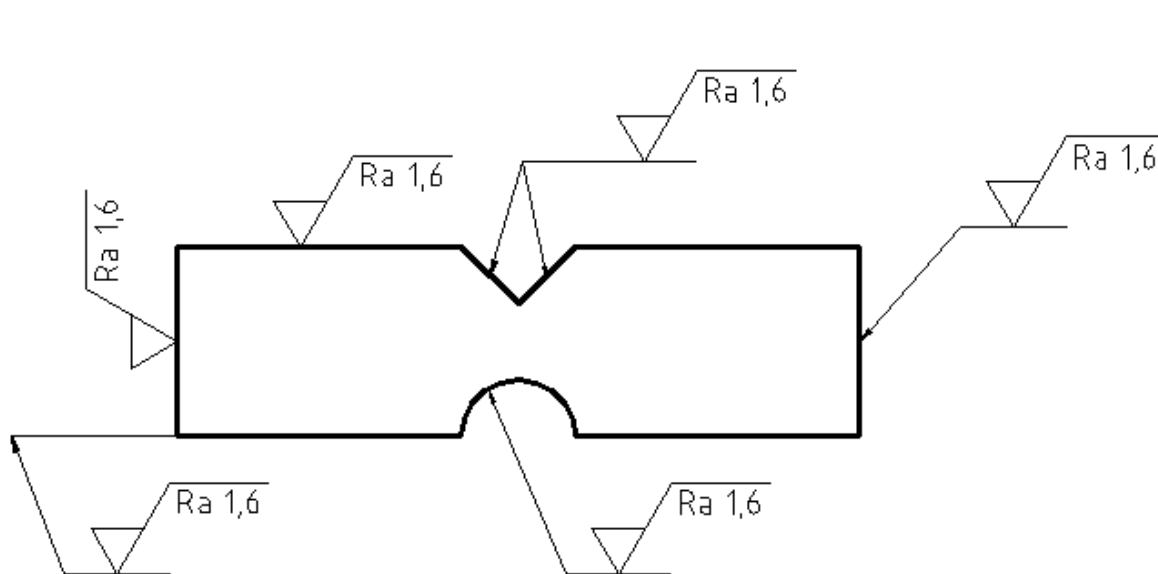
*a* - jediný požadavek na strukturu označeného povrchu,  
*b* – dva nebo více požadavků na strukturu povrchu  
*c* – výrobní proces (technologické zpracování povrchu)  
*d* – směr nerovností (stopy po nástroji)  
*e* – přídavek na obrábění.

<b>Výška číslic a písmen zápisu <i>h</i> [mm]</b>	3,5	5	7	10
<b>Tloušťka čáry pro písmo i značku [mm]</b>	0,35	0,5	0,7	1,0
<b>Výška <i>H1</i> [mm]</b>	5	7	10	14
<b>Výška <i>H2</i> [mm] (minimální)</b>	10,5	15	21	30

## Značení struktury povrchu



## Příklady umístování grafických značek jakosti povrchu

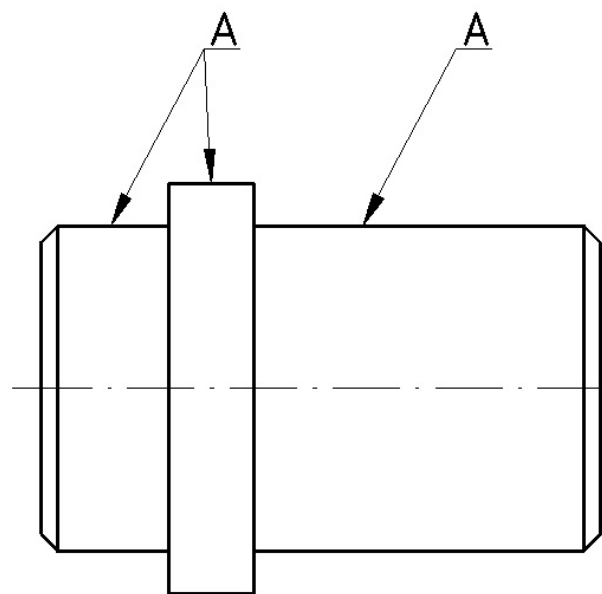
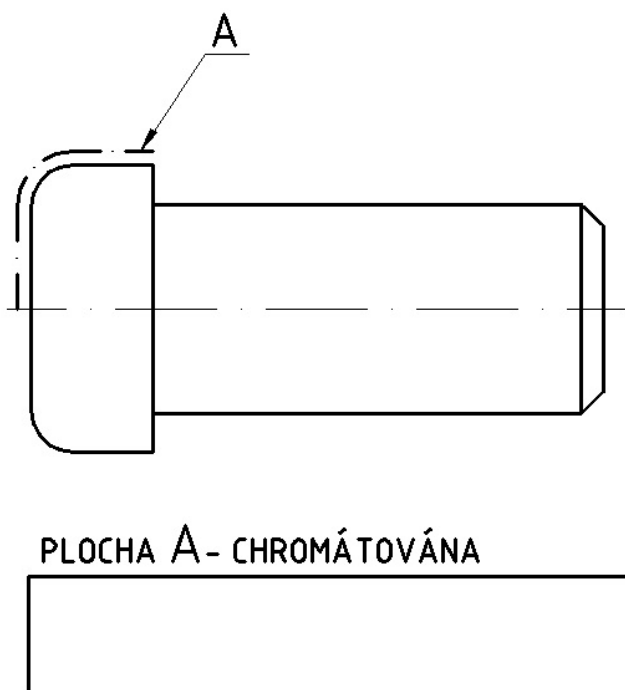


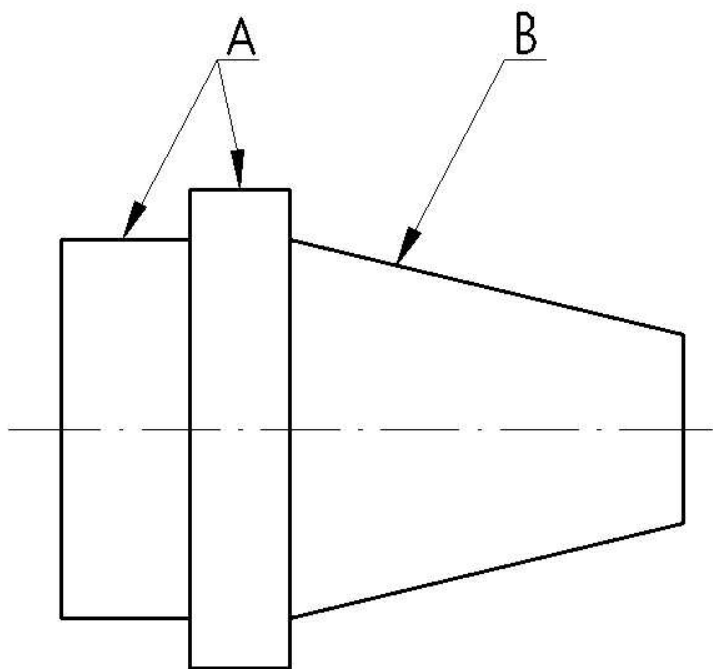
## PŘEDEPISOVÁNÍ ÚPRAVY POVRCHU

Funkce součásti často vyžaduje, aby některé z jejích ploch splňovaly dané specifické vlastnosti

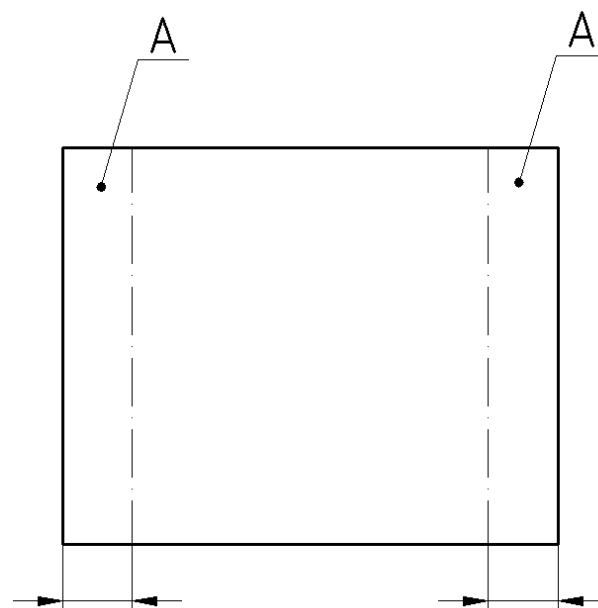
norma ČSN 01 3146

Předepisování povlaků se provádí buď předepsáním v technických požadavcích na výkrese, nebo přímo na odkazové čáře





*Označení různých povlaků*



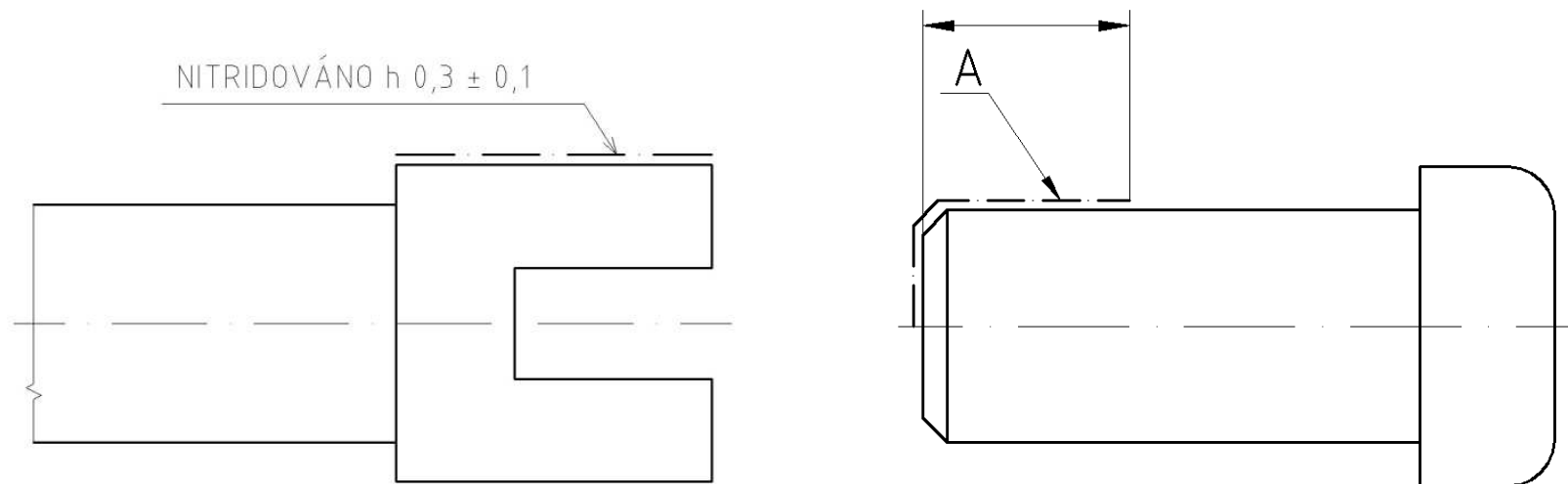
*Označení ploch bez povlaků*



## PŘEDEPISOVÁNÍ TEPELNÉHO A JINÉHO ZPRACOVÁNÍ

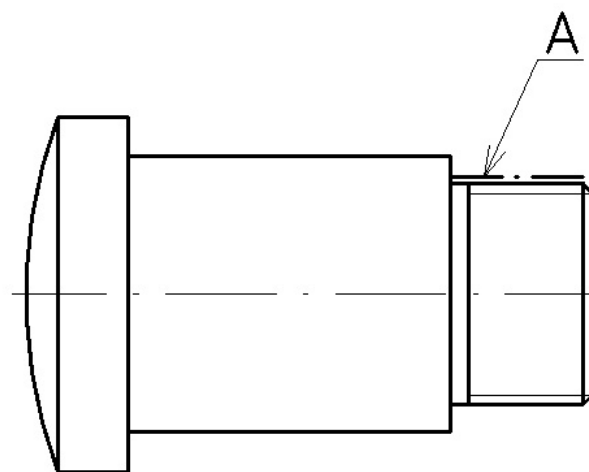
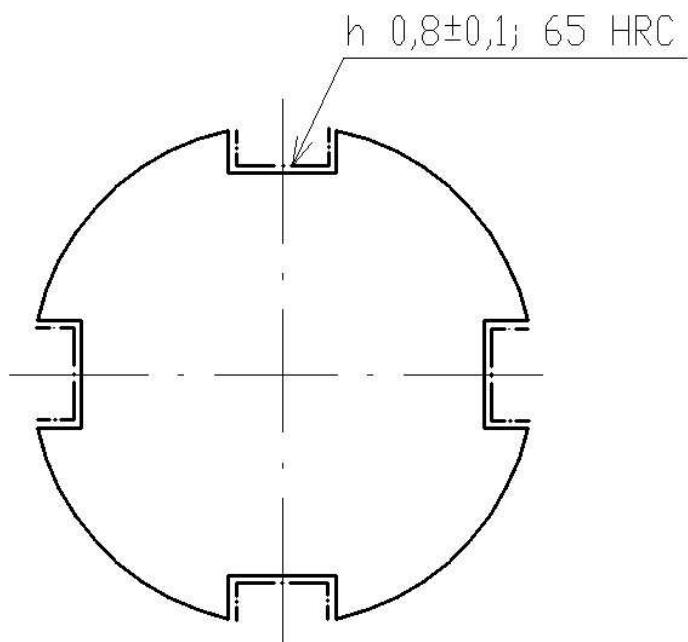
Na výkrese tepelně zpracovávané součásti je nutno uvést údaje o vlastnostech materiálu, které byly získány tepelným zpracováním.

Příkladem může být tvrdost (*HRC, HRA, HB, HV*, atd.), mez pružnosti, vrubová houževnatost apod.



$65 \pm 2$  *HRC* nebo Cementováno  $h\ 0,8 \pm 0,1$  mm,  $65 \pm 2$  *HRC* nebo Žíháno apod.

$R_m \geq 500 \text{ MPa}$ , 60 HRC apod.



65 ± 2 HRC, KROMĚ PLOCHY A

# KRESLENÍ STROJNÍCH SOUČÁSTÍ A SPOJŮ

Mnoho strojních součástí se v konstrukčních celcích často opakuje. Aby se ušetřila práce konstruktéra a také výrobní náklady, jsou jejich rozměry, tvar, hmotnost, aj. normalizovány. Tyto tzv. spojovací součásti se kreslí jen na výkresech sestavení, příkladem jsou šrouby, matice, kolíky, pera.

## KRESLENÍ VÝROBNÍCH VÝKRESŮ

Pro každou součástku se zpravidla nakreslí samostatný výkres, který musí obsahovat tyto skupiny informací

- o tvaru hotové součástky, tj. o tvaru v jakém se součástka montuje
- o rozměrech (velikosti) součástky a požadavcích na přesnost rozměrů a geometrie prvků
- o kvalitě povrchu součástky (drsnosti, resp. úpravě povrchu)
- o materiálu (polotovaru)
- o způsobu kontroly.

Samostatné výkresy se nemusí kreslit, pokud se jedná o součástky, které vznikly oddělením (řezáním, stříháním apod.) z normalizovaného polotovaru

## VÝKRESY SESTAVENÍ

výkresy sestavení musí obsahovat informace o

- vzájemné poloze a vzájemné souvislosti jednotlivých částí montážní jednotky,
- informace potřebné pro smontování součástí
- pro následnou kontrolu smontovaného celku
- charakteru uložení
- přesnosti
- drsnosti povrchu těch tvarových prvků, které se obrábějí nebo kontrolují podle výkresu montážní jednotky
- hlavních rozměrech (celková délka, šířka, výška)
- přípojovacích rozměrech (rozměry výstupních konců hřídelů apod.)
- upevňovacích a ustavovacích rozměrech.