

**UNIVERZITA PALACKÉHO**

---

---

**PEDAGOGICKÁ FAKULTA**

**KATEDRA TECHNICKÉ A INFORMAČNÍ VÝCHOVY**

**Sylabus přednášek do**

**předmětu:**

**Technická grafika**

**PhDr. MILAN KLEMENT, Ph.D.**

**OLOMOUC 2005**

## 1. Technická normalizace

Ve výrobě složitých výrobků se žádný výrobce neobejde bez spolupráce s řadou jiných dodavatelů. Prakticky není možné, aby např. jednotlivé díly automobilu vyráběl jediný výrobce.

Vzájemná vyměnitelnost dílů není zaručována samovolně, ale existují určitá pravidla a předpisy. Tato pravidla jsou budována a tvořena samostatným technickým oborem nazvaným **normalizace**. Výsledkem normalizace jsou normy, předpisy a pravidla definující určité standardy, které:

- Usnadňují sériovou, hromadnou výrobu a tím ji zrychlují a zlevňují.
- Urychlují vývoj a zrychlují práci konstruktéra.
- Zlevňují výrobu a tím snižují ceny výrobků.
- Umožňují vzájemnou vyměnitelnost normalizovaných dílů.
- Umožňují na mezinárodní úrovni budovat vzájemné vztahy v oblasti vývoje, výroby a kontroly.

### Druhy norem

**Podnikové normy (PN)** - vypracovávají je normalizační útvary jednotlivých divizí podniku a mohou být podkladem pro další normalizaci.

**Oborové normy (ON)** - platí pro všechny organizace, které jsou v daném oboru začleněny nebo jsou odběrateli.

**Státní normy (ČSN)** - platí na celém území státu. Tvorbu a vydávání řídí Úřad pro normalizaci a měření.

**Mezinárodní normy** - jsou výsledkem normalizační práce, které se účastní několik států. V oblasti technické normalizace je završena tato činnost mezinárodní organizací pro normalizaci ISO (International Standardization Organization), která sdružuje národní normalizační společnosti více než stovky států. Tato organizace vznikla po druhé světové válce v roce 1946.

**Normy ISO** jsou číslovány průběžně v pořadí, v jakém docházejí ke schválení Ústřednímu sekretariátu ISO v Ženevě. Číslo mezinárodní normy je doplněno za dvojtečkou rokem schválení nové, případně upravené normy: **ISO 125-2:1982**

Oblastí **normalizace technických** výkresů se zabývá technická komise ISO/TC 10 Technical Drawings, Product Definition and Related Documentation se sekretariátem DIN (Deutsches Institut für Normung) v Berlíně. Komise je rozdělena na:

subkomise pro teoretické otázky zaměnitelnosti subkomise pro všeobecná pravidla

subkomise pro prostředky pro technické kreslení subkomise pro značky na výkresech

subkomise pro výkresy ve strojírenství a výkresy mechanických částí v elektrotechnice subkomise pro výkresy ve stavebnictví

### Vzájemné vztahy Jednotlivých norem

ISO - mezinárodní technické normy

EN - normy vytvořené pro potřebu EHS, dnes EU ČSN - naše národní normy

Do ČSN jsou zapracována ustanovení mezinárodních norem ISO všude tam, kde je to účelné a možné. Normu ISO je možné do národní normy převzít:

převzetím originálu

překladem jako identickou, někdy i s uvedením originálního textu v angličtině překladem s modifikacemi, které jsou uvedeny jako doplňky

zapracováním, kdy jsou obsah a forma mezinárodní normy pozměněny

## Druhy technických výkresů

V technické praxi se setkáváme s celou řadou dokumentů. Tyto dokumenty jsou podkladem pro výrobu nebo realizaci jiných technických projektů.

**Technický výkres** je základním dokumentem při návrhu nového výrobku nebo projektu. Je souborem informací vyjádřených na určitém nosiči informací v souladu s normalizovanými pravidly, musí být tedy vždy vypracován podle určitých zásad.

Technické výkresy mohou být dnes vytvořeny klasickým kreslením, nebo na výpočetní technice v určité formě:

- **Skica** je v podstatě náčrt vytvořený od ruky. Bývá často prvním ztvárněním návrhu nového výrobku. Skicu lze vytvořit přímo na papíře, nebo na počítači pomocí grafických programů pro tvorbu kreseb a designu.
- **Originál** je výkresem vytvořeným pomocí pomůcek. Je-li vytvořen na počítači pomocí CAD programů, bývá vykreslen pomocí plotteru. Originální výkres obsahuje jména odpovědných osob, data schválení se záznamem všech změn. Originální výkres je archivován a využívá se pouze pro zhotovení kopií. U vysoce náročných tvarových součástí (např. pracovní části lisovacích nástrojů) bývá často originální výkres nahrazen skupinou geometrických dat.
- **Kopie** je rozmnožený originál pomocí reprografických metod. Slouží jako podklad pro výrobu, montáž a kontrolu vyráběného výrobku.

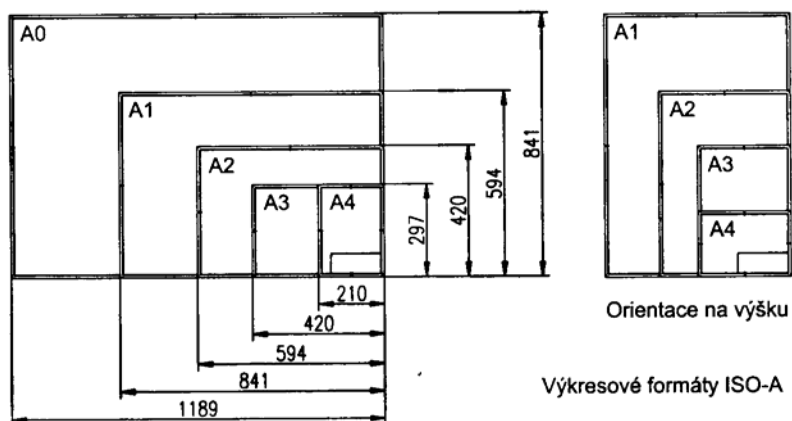
Ve strojírenství velmi často používáme rozdělení výkresů podle určení na:

- Návrhové výkresy zobrazují součásti ve vzájemné poloze včetně uložení a základních rozměrů. Slouží jako podklad pro konečné řešení.
- Výkresy součástí jsou základním podkladem pro výrobu, proto je také někdy nazýváme výrobní. Obsahují veškeré údaje nutné pro výrobu (rozměry, drsnosti povrchu, tolerance tvaru, tepelné zpracování apod.).
- Výkresy podsestav a sestav se využívají pro průběžnou a finální montáž výrobku. Obsahují pouze hlavní rozměry určující vazbu na návazné celky a popis jednotlivých součástí pomocí položek (pozic). Soupis položek je umístěn na výkresu nebo na samostatném listu (kusovník).

## Formáty výkresů

Formáty výkresů jsou určeny normou ČSN **ISO 5457**. Tato norma určuje rozměry výkresových listů a předtisků všech druhů technických výkresů používaných v průmyslu a ve stavebnictví pro klasické kreslení, kopírování a vykreslování na plotterech. Norma definuje tři řady formátů výkresových listů:

- Formáty ISO-A se používají přednostně, jedná se o základní doporučenou řadu rozměrů.
- Prodloužené formáty jsou definovány násobky 3, 4, 5 základní šířky (210mm) formátu A4, případně násobky 3, 4 základní výšky (297mm) formátu A3. V případě, že je to nezbytně nutné, můžeme tedy využít prodloužených formátů A4x3 (297x630), A4x4 (297x841), A4x5 (297x1051), nebo A3x3 (420x891) a A3x4 (420x1189).
- Zvlášť prodloužené formáty jsou vytvořeny opět násobkem šířky pro formát A4 a výšky pro ostatní formáty řady ISO-A. Používají se pouze výjimečně. Příkladem může být formát A4x6 (297x1261).
- Výkresové listy mohou být použity vodorovně, nebo svisle orientované.



Obrázek č. 2.3, Řada výkresových formátů ISO-A

Formát výkresů volíme vždy s ohledem na přehledné zobrazení objektů a dostatečnou rozlišitelnost výkresu.

### Skládání výkresů

Skládání výkresů je uvedeno v národní normě ČSN Ol 3111. V úvodu je nutné podotknout, že se skládají pouze kopie výkresů. Originály a matrice pro výrobu kopií se archivují v nesloženém stavu z důvodu možného poškození a jednoduchého vkládání do reprografických zařízení. K ukládání se využívají speciální archivační skříně se zásuvkami.

### Postup skládání výkresů

- výkresy skládejte postupným ohybem - nejdříve skládáme po šířce výkresu, pak po délce, popisové pole musí být vpředu - originály výkresů neskládejte .

#### Postup skládání výkresů

- výkresy skládejte postupným ohybem
- nejdříve skládáme po šířce výkresu, pak po délce, popisové pole musí být vpředu
- originály výkresů neskládejte

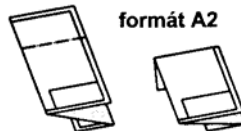
základní formát A4



formát A3



formát A2



výsledkem je vždy formát A4



Obrázek č. 2.4, Skládání výkresů na formát A4

Postup skládání kopií výkresu je uveden na obrázku. Výsledkem je vždy formát A4 s popisovým polem na čelní straně složeného výkresu.

### Úprava výkresových listů

Při tvorbě výkresové dokumentace musíme dodržovat nejen velikost výkresu, ale řadu dalších pravidel. Mezinárodní norma předepisuje prvky na výkresu, které jej identifikují, umožňují snadnou orientaci a slouží pro porovnávání přesnosti originálu s kopií.



**Lem** mezi krajem oříznutého výkresového listu a rámcem kreslicí plochy by měl být pro formáty A1 a AO široký nejméně 20mm (výjimečně 10 mm) a pro A4,A3,A2 nejméně 10 mm (výjimečně 7mm). Pro potřeby vázání je nutné lem rozšířit minimálně na 20mm.

**Souřadnicová síť** usnadňuje orientaci na výkresu například při telefonické konzultaci konstrukčního problému. Je doporučena pro všechny formáty. Norma ISO předepisuje šířku polí 25 až 75mm. Popis polí umísťujeme minimálně Smm od okraje oříznutého listu mimo kreslicí plochu v lemu a provádí se číslicemi 1,2,3, ... v jednom směru a písmeny A, B, C, ...AA, BB, CC..., ve směru druhém. Pole souřadnicové sítě se zobrazují na všech stranách výkresu a jsou oddělena minimálně O,Smm silnou čarou.

**Značky pro oříznutí** kreslíme ve všech rozích výkresu. Zvýrazněný roh musí mít rameno dlouhé minimálně 10mm s tloušťkou čáry 2mm.

**Orientační značky** se zakreslují pomocí rovnostranného trojúhelníku ve středu jedné z kratších a jedné z delších stran, tak aby vždy alespoň jedna směřovala vrcholem ke kresličovi. Slouží pro správnou orientaci kreslicího listu při čtení a kreslení.

**Porovnávací měřítko** se využívá pro srovnání rozměrů kopie a originálu. Umísťuje se v lemu výkresu těsně u rámce. Měřítka je 100 mm dlouhá a 8 mm široká s dělením po 10 mm bez číselného popisu.

Středící značky slouží pro snadnější umístění výkresu při kopírování. Zobrazují se uprostřed délky každé strany.

## Měřítka zobrazování

Pro úpravu velikostí zobrazeného objektu na výkresu používáme měřítko, které udává poměr délkového rozměru objektu na originálním výkrese k délkovému rozměru stejného objektu ve skutečnosti. Při volbě měřítka vycházíme z několika základních informací:

- účel a obsah výkresu
- složitost a hustota kresby zobrazovaného předmětu
- požadavek na čitelnost a přesnost zobrazovaných informací

Existují tři typy měřítka, které můžeme využít při tvorbě výkresové dokumentace:

- **měřítka skutečné velikosti** odpovídá poměru **1:1** (podíl je konstantní a délkový rozměr zobrazeného objektu je stejný jako u skutečného objektu)
- **měřítka pro zvětšení** 2:1, 5:1 apod. (podíl se zvětšuje a délkový rozměr zobrazeného objektu je větší než u skutečného objektu)
- **měřítka pro zmenšení** 1:2, 1:5 apod. (podíl se zmenšuje a délkový rozměr zobrazeného objektu je menší než u skutečného objektu)

| Typ měřítka       | Normalizovaná měřítka zobrazení  |
|-------------------|--|
| Zvětšení          | 2:1; 5:1; 10:1; 20:1; 50:1   |
| Skutečná velikost | 1:1  |
| Zmenšení          | 1:2; 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10000 |

**Tabulka č. 4. Doporučené hodnoty měřítka podle ISO 5455**

Zápis měřítka na výkresech se provádí slovem **Měřítka** s uvedením příslušného poměru (např. **MĚŘÍTKO 1:5**), pokud nemůže dojít k nejasnostem, lze použít pro zápis měřítka pouze poměr (**1:5**). Na výkresech zapisujeme měřítko hlavního obrazu na příslušné místo v popisovém poli. Pokud je pro zvýšení čitelnosti některých částí výkresů použito jiné měřítko, uvádí se k odkazu na položku nebo u písmene vyznačujícího tvarovou podobnost, případně řez.

## Technické písmo

Písmo je společně s kresbou zobrazenou na výkresu základním prostředkem pro sdělování informace. Písmo na výkresu musí být vždy čitelné. Požadavky na zápis znaků v technických výkresech určuje norma ISO 3098:1974 a ČSN O1 3115.

Písmo může být vytvořeno několika základními způsoby:

- psaním volnou rukou, případně s využitím sítě
- pomocí šablony
- počítačem řízeným kreslicím zařízením (plotterem) a popisovacím zařízením

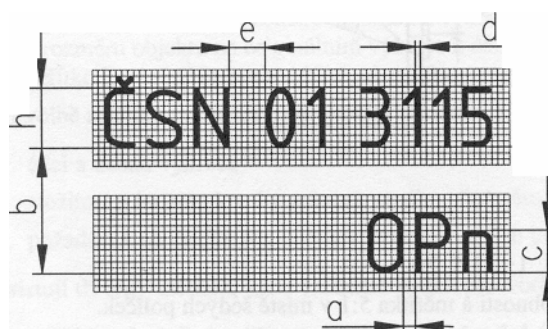
**Velikost písma** je odvozena od výšky písmen velké abecedy. Normou je tato hodnota definována jako **h** [mm]. Velikost písma je odstupňována geometrickou řadou.

Písmo může být psáno jako kolmé na základní čáru, nebo jako šikmé.

| Geometrická řada výšek písma čar [mm]  |        |        |     |   |   |    |             |
|--|--------|--------|-----|---|---|----|-------------|
| Výška odvozená od výšky velkých písmen | (1,8)* | (2,5)* | 3,5 | 5 | 7 | 10 | (14)* (20)* |

\* velikosti nejsou doporučeny pro popis technických výkresů

**Tabulka č. 5. Řada výšek písma používaných v technické dokumentaci**



**Obrázek č. 2.14, Parametry technického písma ISO**

| Parametr písma typu A nebo typu B                       | Označení | Typ A     | Typ B     |
|---|----------|-----------|-----------|
| Tloušťka čáry   | d        | (1/14) h  | (1/10) h  |
| Výška písmen  | h        | (14/14) h | (10/10) h |
| Výška písmen malé abecedy                               | c        | (10/14) h | (7/10) h  |
| Dolní dotah písmen malé abecedy                         |          | (4/14)h   | (3/10) h  |
| Horní dotah písmen malé abecedy                         |          | (4/14) h  | (3/10) h  |
| Výška diakritických znamének                            |          | (5/14) h  | (4/10) h  |
| Mezera mezi písmeny                                     | a        | (2/14) h  | (2/10) h  |
| Nejmenší řádkování pro písmo s diakritickými znaménky   | b        | (25/14) h | (19/10) h |
| Nejmenší řádkování pro písmo bez diakritických znamének | b        | (21/14) h | (15/10) h |
| Nejmenší řádkování pro písmena pouze velké abecedy      | b        | (17/14) h | (13/10) h |
| Mezera mezi slovy                                       | d        | (6/14) h  | (6/10) h  |

**Tabulka č. 6, Parametry písma v poměru k výšce velkého písma h [mm]**

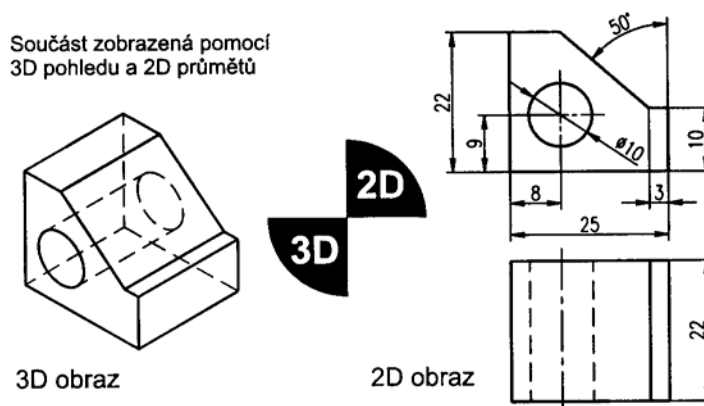
## 2. TECHNICKÉ ZOBRAZOVÁNÍ

V technické praxi se velmi často setkáváme s potřebou zobrazení prostorových útvarů pomocí náčrtu nebo přesně kresleného výkresu.

Existují v podstatě dva typy zobrazení objektů.

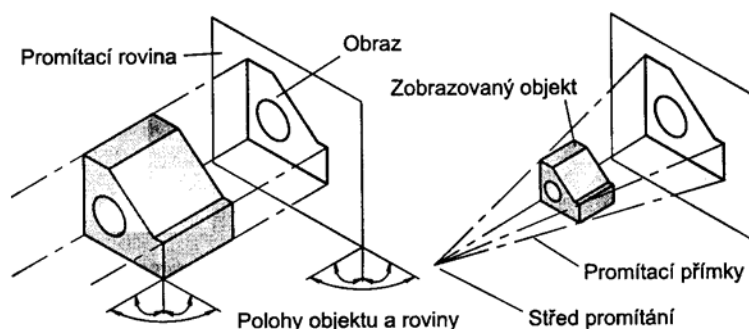
Velmi používanou metodou je dodnes plošné **2D** zobrazení, kdy nahlížíme na těleso v určitém směru a výsledný pohled promítneme na určitou **průmětnu** (rovinu).

Názornější, ale obtížnější metodou je **3D** prostorové zobrazení.



Obrázek č. 3.1, Prostorové zobrazování a průměty

Jednotlivé typy zobrazení vznikají promítáním objektu pomocí pomyslných sledovacích paprsků nazvaných **promítací přímky**.



Obrázek č. 3.2, Základní pojmy používané při popisu promítání

Objekty jsou pomocí promítacích přímek promítány na rovinu, kterou nazýváme **promítací rovina** (průmětna). Promítání rozdělujeme podle směru promítacích přímek a středu promítání do tří základních skupin.

### Rovnoběžné promítání

Při tomto způsobu promítání jsou myšlené promítací přímky vzájemně rovnoběžné a současně rovnoběžné se směrem promítání, který nesmí být rovnoběžný s průmětnou.

### Kosoúhlé promítání

Způsob rovnoběžného promítání, při němž promítací přímky svírají s průmětnou jiný než pravý úhel. Promítací rovina je rovnoběžná s jednou ze souřadných rovin a s čelní stěnou zobrazovaného předmětu.

### Středové promítání

Narozdíl od rovnoběžného promítání vychází promítací přímky u středového promítání ze společného středu promítání. Tento bod nesmí ležet v průmětně.

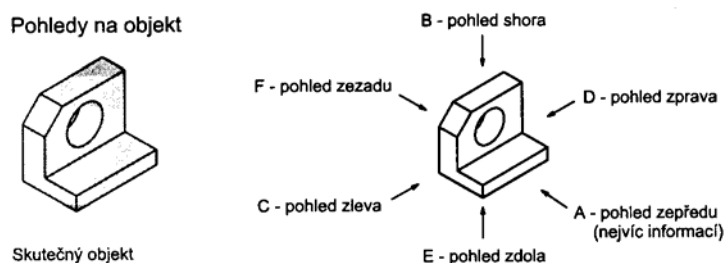


## 2.1 PROMÍTÁNÍ POUŽÍVANÉ V TECHNICKÉ PRAXI

Pro technickou praxi se postupně zavedlo několik typů promítání, jejichž základem je rovnoběžné, kosohlé a středové promítání. Výsledkem může být 2D a 3D zobrazení objektu.

### Pravouhlé promítání

Objekt je promítán na zpravidla tři až šest navzájem kolmých průměten. Zobrazovaný předmět promítáme rovnoběžnými promítacími přímkami, jejichž směr svírá s průmětnou pravý úhel ( $90^\circ$ ).

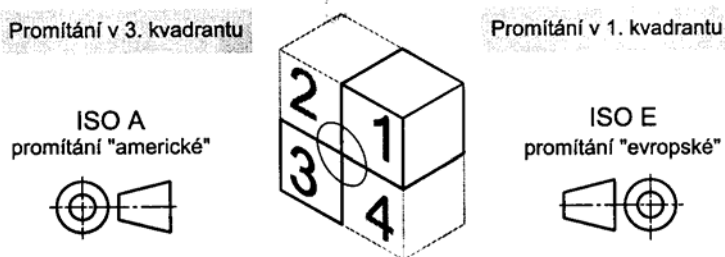


Obrázek č. 3.4, Pohledy na zobrazovaný objekt

Za **hlavní pohled** se snažíme volit vždy ten, který obsahuje nejvíc informací, zpravidla orientovaný ve výrobní poloze.

### Metody pravouhlého promítání

Existují dvě metody pravouhlého promítání, které se liší umístěním objektu vůči pozorovateli a průmětnám. Pro promítání se využívá prvního a třetího kvadrantu (viz obrázek).

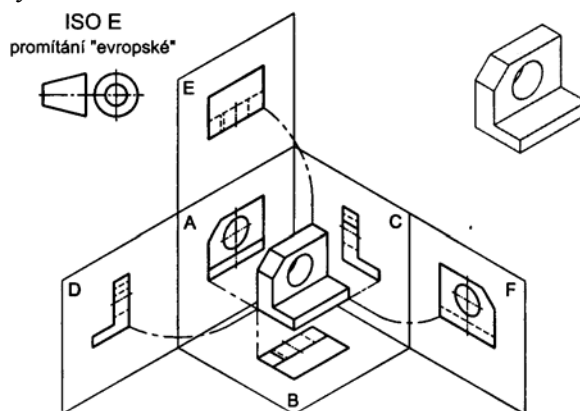


Obrázek č. 3.5, Orientace promítání v prvním a třetím kvadrantu

Promítání v prvním kvadrantu se používá v evropských zemích, a proto se nazývá „evropské“. Promítání ve třetím kvadrantu se nazývá „americké“.

### Promítání v prvním kvadrantu

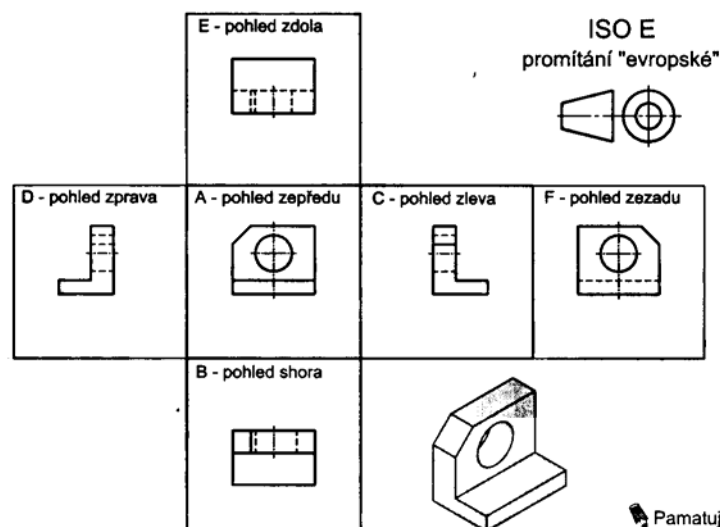
Jedná se o způsob pravouhlého promítání, při němž leží objekt mezi pozorovatelem a průmětnou. Tento typ promítání se nazývá ISO E.



Obrázek č. 3.7, Objekt zobrazovaný promítáním v prvním kvadrantu

Po rozložení jednotlivých promítacích rovin do jediné získáváme soustavu sružených obrazů. Tyto obrazy jsou rozloženy vzhledem k hlavnímu pohledu (zepředu).

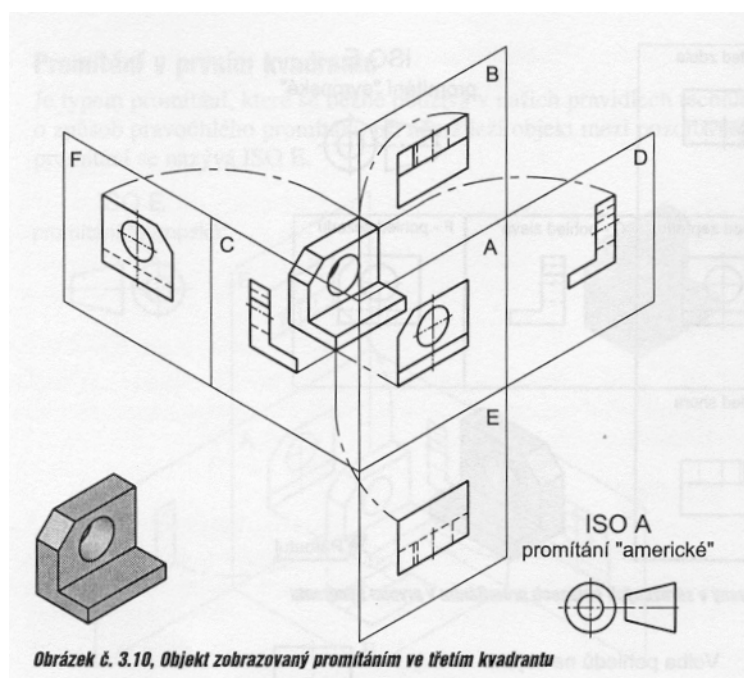
Velmi často používanou kombinací sružených obrazů ve výkresové dokumentaci je kombinace pohledu zepředu, pohledu shora a pohledu zleva. Při volbě pohledů je vždy nutné zvážit jejich optimální počet pro plné zobrazení objektů.



Obrázek č. 3.8, Objekt zobrazovaný v sružených obrazech promítáním v prvním kvadrantu

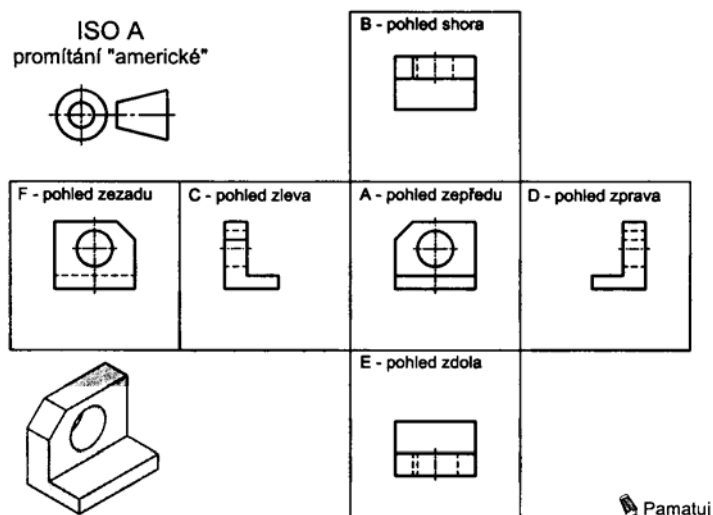
### Promítání ve třetím kvadrantu

Jedná se o způsob pravoúhlého promítání, při němž leží objekt pro pozorovatele za průmětnami. Tento typ promítání se označuje ISO A.



Obrázek č. 3.10, Objekt zobrazovaný promítáním ve třetím kvadrantu

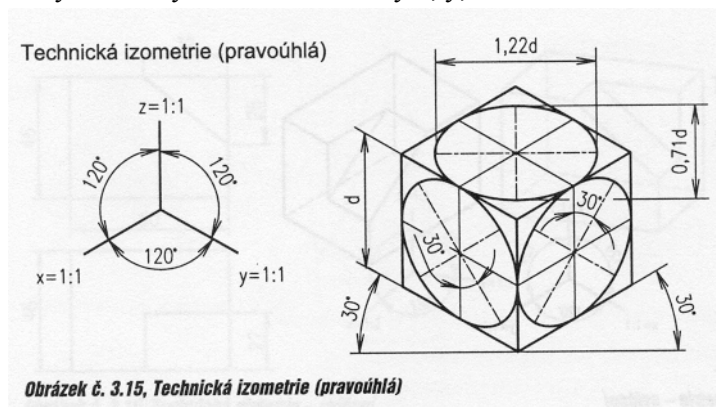
Běžné rozložení sružených obrazů pro promítání v třetím kvadrantu je zobrazeno na následujícím obrázku.



Obrázek č. 3.11, Objekt zobrazovaný v sdružených obrazech promítáním ve třetím kvadrantu

### Technická izometrie (pravoúhlá)

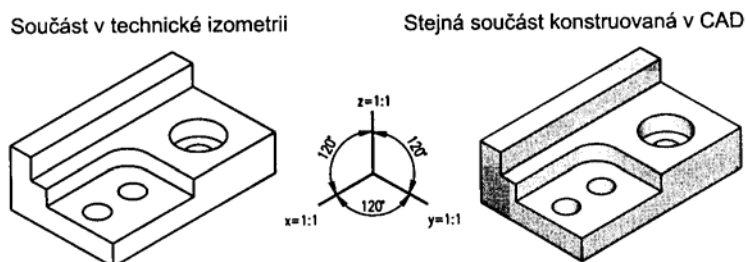
Osový kříž u tohoto druhu axonometrického promítání svírá pravidelně úhel  $120^\circ$ . Při této metodě zobrazování jsou rozměry nanášeny nezkráceně na osy x, y, z.



Obrázek č. 3.15, Technická izometrie (pravoúhlá)

Postup pro vytvoření axom. zobr. platí zcela obecně:

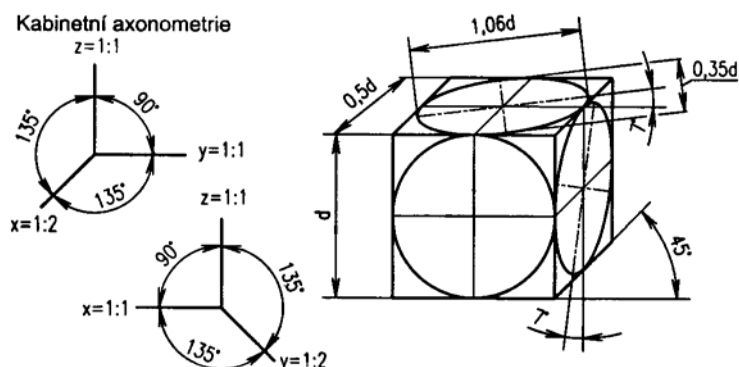
- Nakreslete osu z vertikálně (svisle) a pod příslušnými úhly osu x a y.
- Naneste rozměry součásti podle potřeby na jednotlivé osy.
- Proložte body na osách, rovnoběžně pomocné úsečky.
- Knižnice jsou změněny na elipsy.
- Natočení os je určeno na definičních obrázcích.



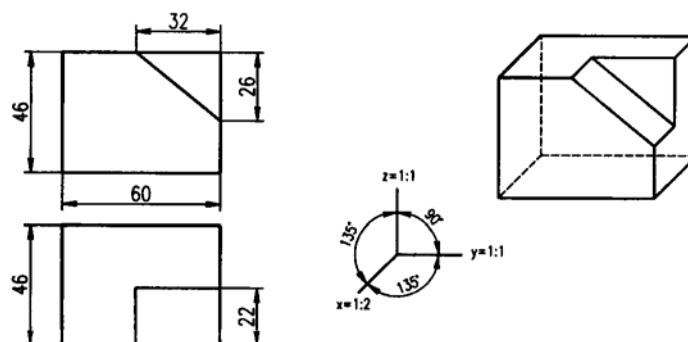
Obrázek č. 3.16, Součást nakreslená technickou izometrií (pravoúhlou) a v CAD

**Kabinetní axonometrie**

Je kosouhlé promítání, které se podle ČSN nazývá kosouhlá dimetrie. Průmětna je obvykle svislá. Dva rozměry se vynášejí nezkráceně a třetí, v závislosti na orientaci souřadného systému, zkrácený na polovinu.



Obrázek č. 3.20, Kabinetní axonometrie



Obrázek č. 3.21, Kabinetní axonometrie – cvičení

**Pravidla pro axonometrické zobrazování**

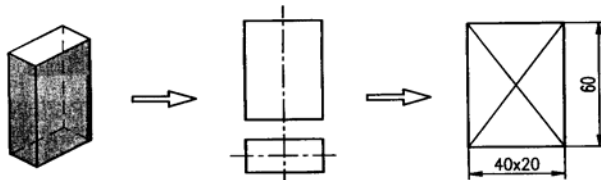
- Pravoúhlým průmětem bodu je bod.
- Pravoúhlým průmětem úsečky (popř. přímky) kolmé k průmětně je bod.
- Pravoúhlým průmětem roviny kolmé k průmětně je přímka.

**Pravidla pro axonometrické zobrazování**

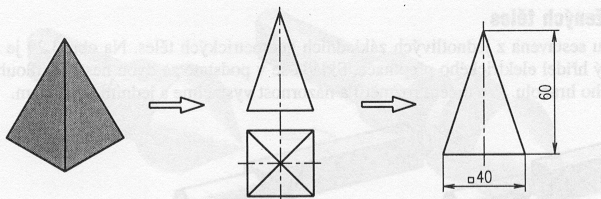
- Poloha souřadného systému se volí taková, aby jedna z os, obvykle osa  $z$ , byla vertikální.
- Hlavní obraz se volí obvykle tak, aby jeho poloha byla rovnoběžná se souřadnými rovinami.
- Hlavní obraz v axonometrickém zobrazování by měl odpovídat hlavnímu obrazu v pravoúhlém promítání.
- Zakryté obrysy, osy a stopy rovin souměrnosti zobrazovaného objektu se kreslí pouze tehdy, je-li to nezbytně nutné.
- Šrafování se provádí tenkými souvislými čarami přednostně se sklonem  $45^\circ$  k osám, nebo k obrysovým čarám obrazů řezů či průřezů.

**Zobrazování základních geometrických těles**

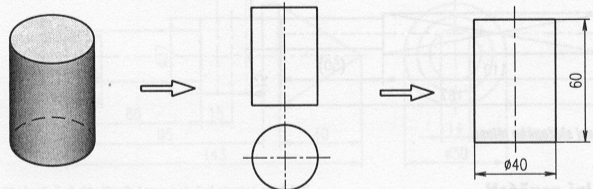
Při zobrazování geometrických těles vystačíme zpravidla s dvěma průměty; pokud použijeme kótování, tato tělesa úplně určíme jedním průmětem.



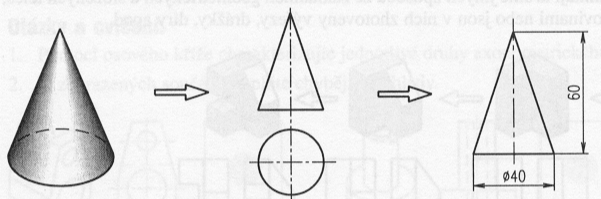
Obrázek č. 3.23, Zobrazení hranolu



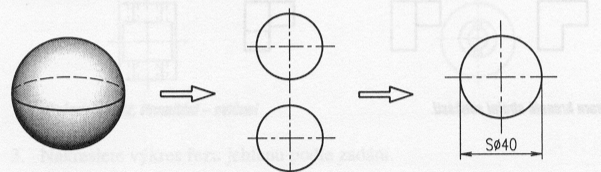
Obrázek č. 3.24, Zobrazení jehlanu



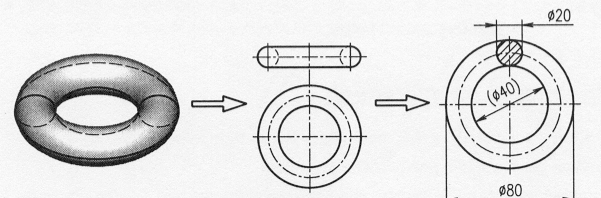
Obrázek č. 3.25, Zobrazení válce



Obrázek č. 3.26, Zobrazení kužele



Obrázek č. 3.27, Zobrazení koule



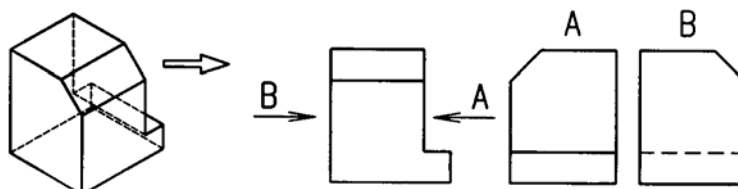
Obrázek č. 3.28, Zobrazení anuloidu

### 3. PRAVIDLA PRO ZOBRAZOVÁNÍ NA TECHNICKÝCH VÝKRESECH

#### A) Pohledy

##### Pohledy které nejsou sdružené

Pohledy, jejichž umístění neodpovídá příslušné metodě pravouhlého promítání se musí označit. Označují se ve výchozím obraze šipkou s písmenem a nad odvozeným obrazem.



Obrázek č. 3.34, Označení pohledu, který není sdružený

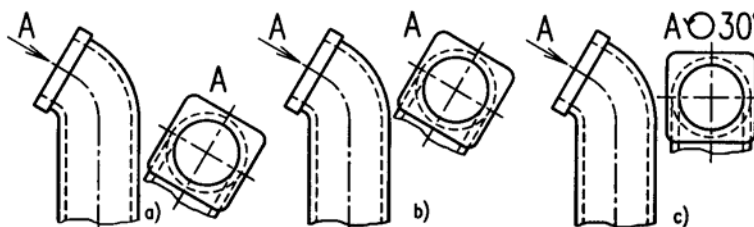
Pohledy, které nejsou na výkresu umístěny jako sdružené, se musí označit.

**Poznámka:** Přednostně používejte sdružené pohledy které se neoznačují.

##### Částečný pohled

Částečný pohled se použije, nelze-li zobrazit předmět podle pravidel pravouhlého promítání na průmětny k sobě kolmé bez zkreslení tvaru a rozměrů.

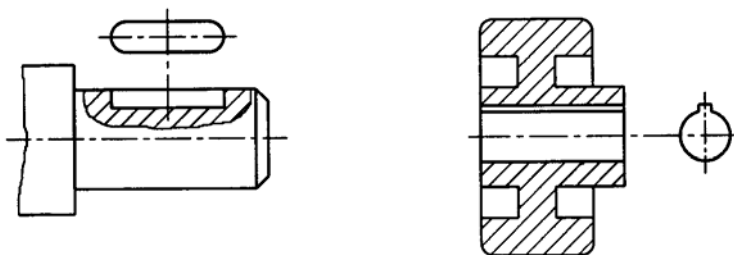
- Promítání u základního obrazu. Nejvhodnější způsob (obr. 3.35 a).
- Posunutý pohled (obr. 3.35 b).
- Posunutý a pootočený pohled (obr. 3.35 c). Je-li to potřebné, ke značce pootočení se může připsat úhel, o který je obraz proti základnímu obrazu pootočen.



Obrázek č. 3.35, Částečný pohled

##### Místní pohled

Místní pohled se použije, je-li třeba zobrazit tvar pouze určitého tvarového prvku (drážku pro pero na hřídeli nebo v náboji atp.). Tyto pohledy jsou spojeny se základním obrazem tenkou čerchovanou čarou kreslenou v ose prvku.

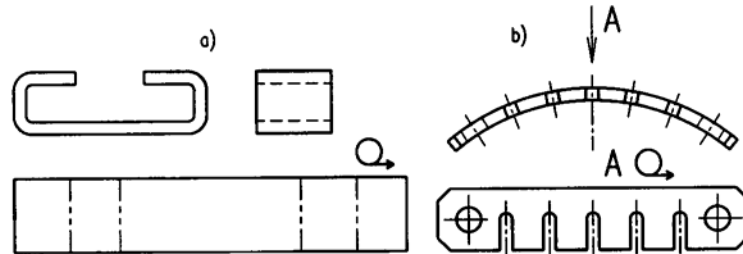


Obrázek č. 3.36, Místní pohled

**Rozvinutý pohled**

Rozvinutý pohled se používá pro zobrazení předmětů:

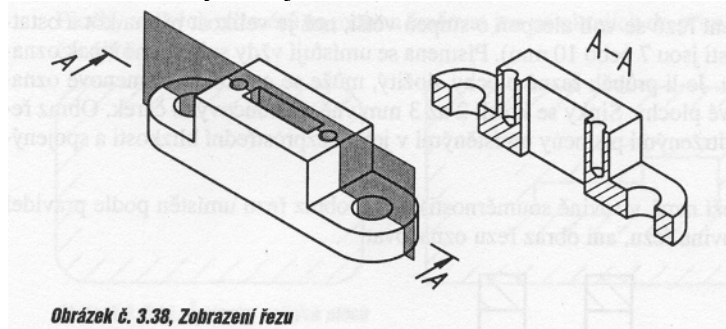
- Zhotovených ohýbáním. Místa ohybů se v rozvinutém obraze vyznačují tenkou čerchovanou čarou se dvěma tečkami (obr. 3.37 a).
- Se zakřiveným povrchem. Rozvinutý obraz zakřiveného povrchu se označí značkou rozvinutí (obr. 3.37 b).



Obrázek č. 3.37, Rozvinutý pohled

**B) Řezy a průřezy**

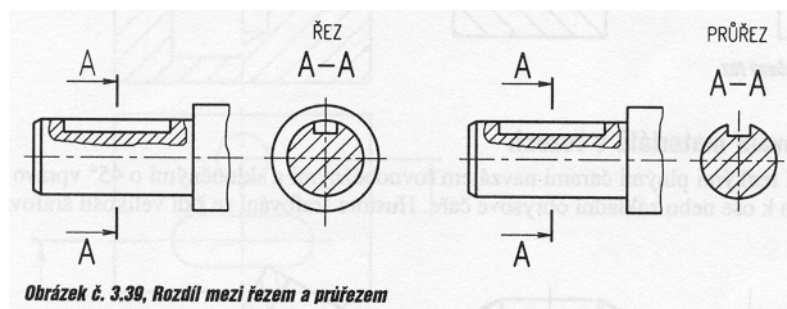
Řezy a průřezy jsou obrazy předmětu rozříznutého myšlenou rovinou. Mají se vést vždy nejužším místem. Materiál součásti v řezu se vyznačuje šrafováním.



Obrázek č. 3.38, Zobrazení řezu

**Rozdíl mezi řezem a průřezem**

Pro označování průřezů platí stejná pravidla jako pro označování řezů.



Obrázek č. 3.39, Rozdíl mezi řezem a průřezem

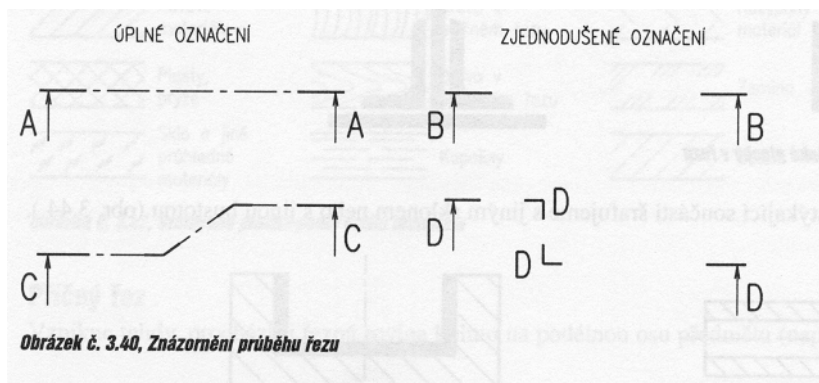
V **řezu** se zobrazují ty části tělesa, které leží v rovině řezu a za ní.

V **průřezu** se zobrazují pouze části předmětu leží přímo v rovině řezu.

**Myšlená plocha řezu**

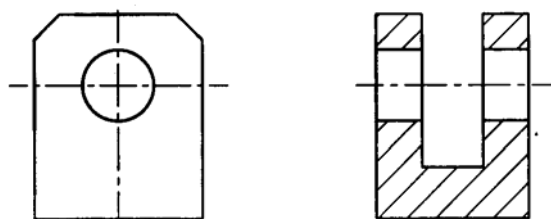
Myšlená plocha řezu se vyznačuje v obraze tenkou čerchovanou čarou v celém průběhu, první a poslední čárka jsou kresleny tlustě. Podle ČSN 01 3121 se může kreslit jen první a poslední čárka, jeli průběh roviny jednoznačný. Myšlená plocha řezu a obraz řezu se označují shodnými písmeny velké abecedy.





Písmena se umísťují vždy svisle, vně šipek označujících směr sklopení řezu. Šipky se kreslí 2 až 3 mm vně od koncových čárek.

Je-li poloha řezu zřejmá (leží např. v rovině souměrnosti) a je-li obraz řezu umístěn podle pravidel promítání, nemusí se ani rovina řezu, ani obraz řezu označovat.

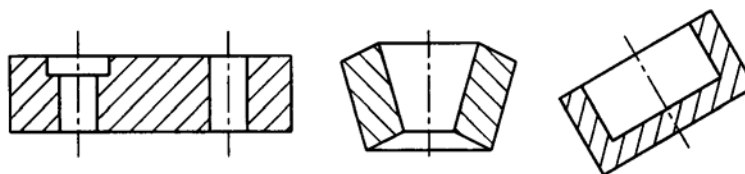


Obrázek č. 3.41, Neoznačený řez

### Grafické označování materiálů v řezech

Šrafování se kreslí tenkými plnými čarami navzájem rovnoběžnými a skloněnými o 45° vpravo nebo vlevo vzhledem k ose nebo základní obrysové čáře. Hustota šrafování se řídí velikostí šrafované plochy.

- Tenké plochy do 2mm vyčerníme.
- U úzkých součástí vzájemně se stýkajících se musí mezi přilehlými plochami vynechat mezera nejméně 0,7mm (obr. 3.43).



Obrázek č. 3.42, Sklon a hustota čar při šrafování

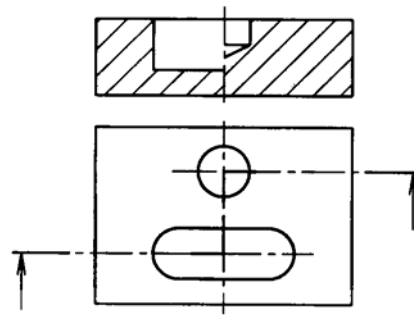
- Vzájemně se stýkající součásti šrafujeme s jiným sklonem nebo s jinou hustotou (obr. 3.44).



Obrázek č. 3.44, Šrafování stýkajících se součástí

- U stupňovitého řezu (plocha řezu je tvořena dvěma rovnoběžnými rovinami) se užije pro obě plochy shodné šrafování, avšak s přesazenými šrafami (obr. 3.46).

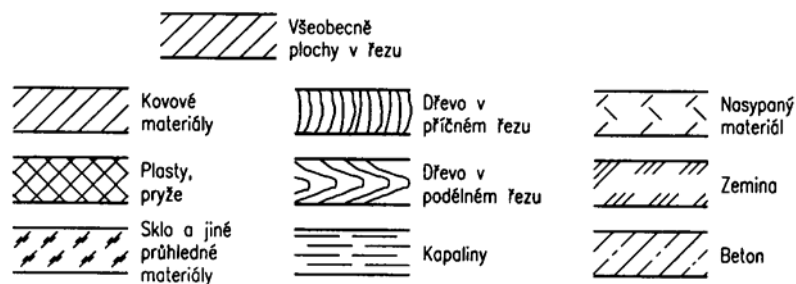




Obrázek č. 3.46, Šrafování stupňovitého řezu

### Rozlišení plochy řezu podle druhu materiálu

Je-li třeba graficky rozlišit plochy v řezu podle druhu materiálu součásti, použijeme grafického označení podle obrázku 3.47.



Obrázek č. 3.47, Šrafovaná plocha podle druhu materiálu

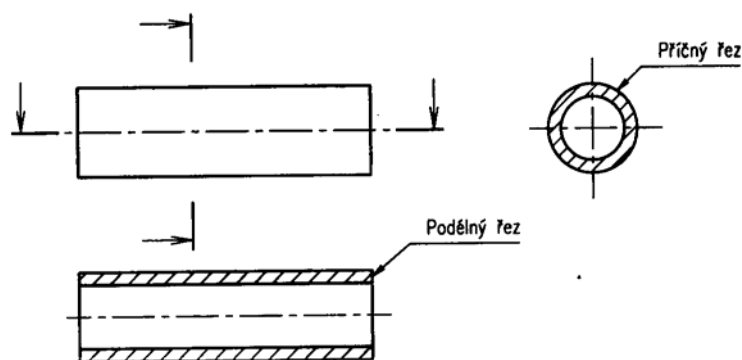
## C) Typy řezů a průřezů

### Příčný řez

Vznikne tehdy, prochází-li řezná rovina kolmo na podélnou osu předmětu (např. na osu rotace).

### Podélný řez

Vznikne tehdy, prochází-li řezná rovina podélnou osou předmětu (např. osou rotace, rovinou souměrnosti spod.).



Obrázek č. 3.48, Příčný a podélný řez

V podélném řezu se nekreslí:

- Plné součásti vyrobené z tyčí (šrouby, čepy, kolíky, nýty, klíny, pera aj.).
- Plné součásti vyrobené z plechů nebo pásu.
- Žebra, ramena kol, výztuhy apod.

**Místní (částečný) řez**

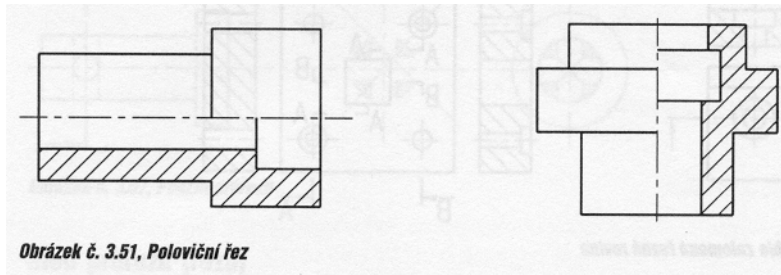
Užívá se k zobrazení prvku, který by jinak nebyl v pohledu patrný, popř. by se zobrazil čárkovanou čarou jako zakrytý. Obraz pohledu ohraničíme tenkou nepravidelnou čarou od ruky nebo pravidelnou čarou se zlomem.



Obrázek č. 3.50, Místní (částečný) řez

**Poloviční řez**

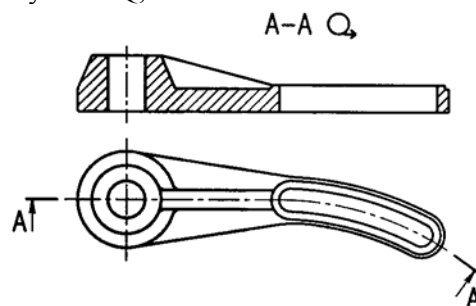
Kreslí se u souměrných (rotačních) součástí tak, že jedna polovina se zobrazí v řezu, druhá v pohledu.



Obrázek č. 3.51, Poloviční řez

**Rozvinutý řez**

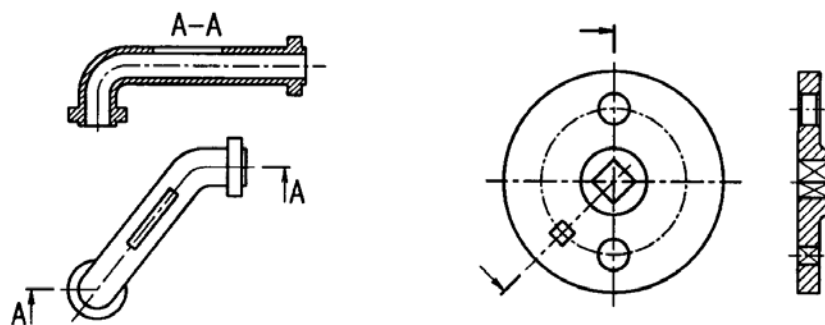
Obraz řezu je rozvinut do roviny. A-A Q,



Obrázek č. 3.52, Rozvinutý řez

**Lomený řez**

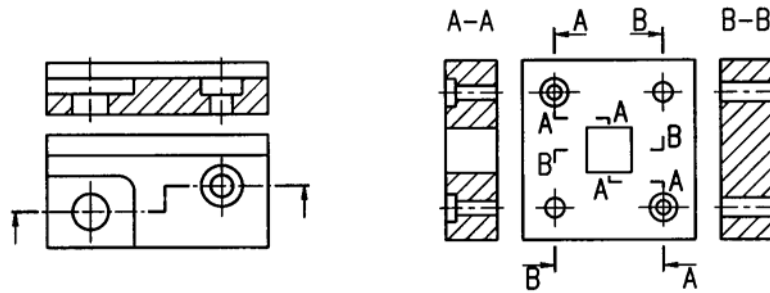
Je druh řezu, při němž se myšlená rovina řezu lomí v úhlu větším nebo stejném než 90°.



Obrázek č. 3.53, Lomený řez

**Poznámka:** Šikmou rovinu sklopíme do promítací roviny.

Další možností je pravoúhlé zalomení roviny řezu:



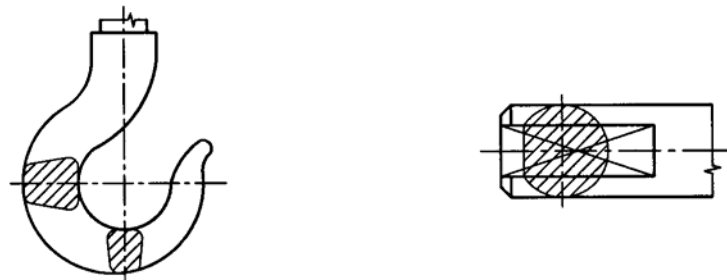
Obrázek č. 3.54, Pravoúhle zalomená řezná rovina

### Průřezy

- Sdružený vynesení průřez (obr. 3.55).
- Pootočený vynesení průřez (obr. 3.56).
- Pootočený průřez vkreslený tenkou čarou v obraze (obr. 3.57).

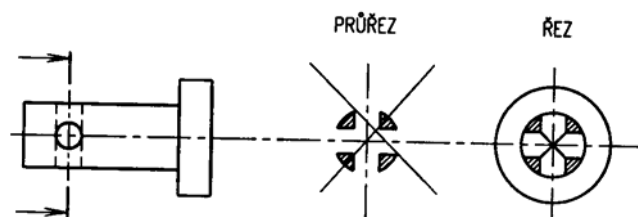


Obrázek č. 3.55, Sdružený vynesení a pootočený vynesení průřez



Obrázek č. 3.56, Vkreslené průřezy

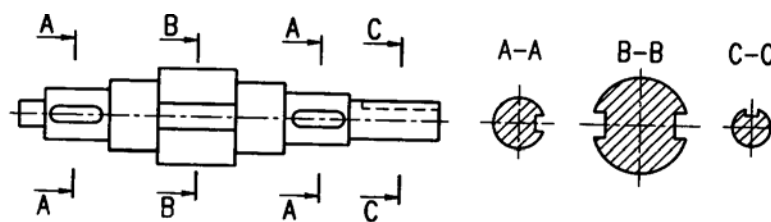
Průřez se nesmí používat v případě, že by se obraz „rozpadl“ na části.



Obrázek č. 3.57, Použití průřezu

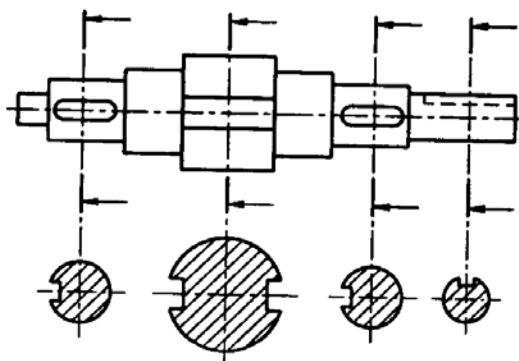
### Sled průřezů (řezů)

- Sled průřezů umístěných podle zásad promítání v prvním kvadrantu, popř. jinde na výkrese. Zde se musí označit jak stopy rovin průřezů nebo řezů, tak i obrazy průřezů nebo řezů písmeny.



Obrázek č. 3.58, Sled průřezů

- Sled průřezů nakreslených jako **vysunuté průřezy**. Obraz průřezu nebo řezu je umístěn přímo pod nebo nad rovinou řezu. Zde stačí pouze naznačit rovinu průřezu nebo řezu a směr sklopení.



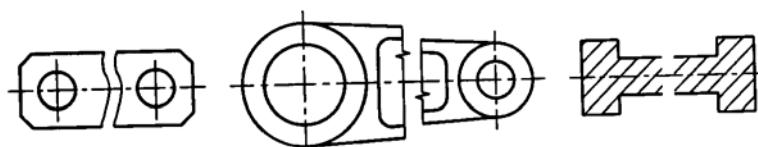
Obrázek č. 3.59, Vysunuté průřezy

## D) Zjednodušení v zobrazování

Ne vždy je nutné pro dostatečné zobrazení objektů na výkresech kreslit jeho kompletní (úplný) tvar. Existují možnosti, jejichž účelem je výrazně zrychlit zobrazování objektů bez ztráty potřebné názornosti.

### Přerušení obrazu

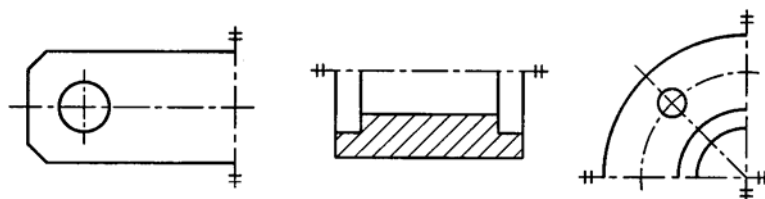
Přerušení obrazu se používá pro úsporu místa na výkrese při zobrazování dlouhého předmětu s neměnným nebo spojitě proměnným příčným průřezem. Kreslí se tenkou čarou od ruky nebo tenkou souvislou čarou se zlomem nebo přerušením šrafovacích čar.



Obrázek č. 3.62, Přerušení obrazu

### Souměrné předměty

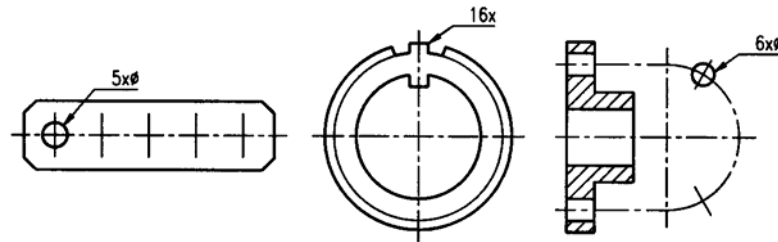
Souměrné obrazy předmětů se mohou kreslit jen jednou polovinou, popřípadě čtvrtinou. Souměrnost se vyznačí dvěma krátkými rovnoběžkami kreslenými tenkou čarou kolmo k čerchované čáře.



Obrázek č. 3.63, Souměrné předměty

**Opakující se shodné prvky**

Opakující se shodné prvky se mohou zobrazovat zjednodušeně tak, že se nakreslí jeden až dva prvky a ostatní se znázorní osami nebo tenkými čarami. Při kótování se uvede počet shodných prvků.



**Obrázek č. 3.64, Opakující se shodné prvky**

## 4. KÓTOVÁNÍ

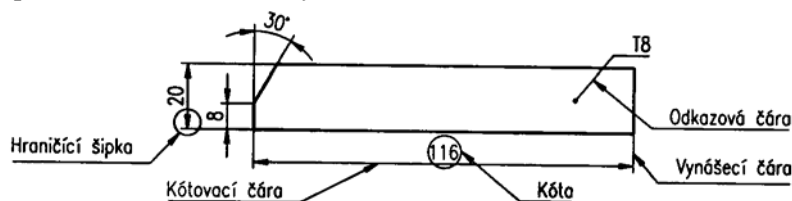
Pro čtení výkresů (tj. určení rozměrů nebo polohy předmětu) jsou rozhodující kóty. Kótování musí vyhovovat příslušným normám - ISO 129 a ČSN O1 3130.

### Základní pojmy a pravidla kótování

- Kóta je číslo určující požadovanou nebo skutečnou velikost rozměrů nebo polohu předmětu a jeho částí, bez zřetele na měřítko, ve kterém je předmět kreslen.
- Délkové rozměry se kótují na celém výkrese ve stejných měřicích jednotkách (převážně v milimetrech), aniž by se uváděla jejich značka.
- Rovinné úhly se kótují v úhlových stupních, minutách a vteřinách, v tomto případě se značky měřicích jednotek připsují vždy.
- U jiných veličin se měřicí jednotky uvádějí také vždy.
- Každý prvek má být na výkrese kótován pouze jednou.
- Kóty téhož prvku se umísťují pokud možno do jednoho obrazu.
- Všechny informace o rozměrech potřebné k úplnému a srozumitelnému popsání předmětu musí být uvedeny přímo na výkrese.

### Provedení kót

Formální provedení a uspořádání kót musí odpovídat stanoveným pravidlům tak, aby byla zajištěna jednoznačnost a přehlednost celé soustavy kót.

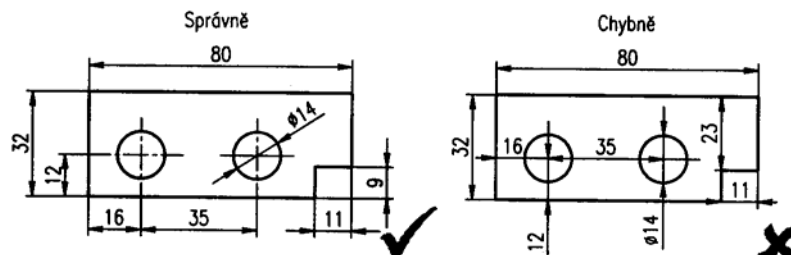


Obrázek č. 4.1, Provedení kót

### Kótovací, vynášecí a odkazové čáry

Kótovací, vynášecí (pomocné) a odkazové čáry se kreslí tenkou plnou čarou. Jsou zobrazeny buď jako úsečky, nebo jako oblouky kružnic.

- Kótovací čáry se kreslí rovnoběžně s kótovaným rozměrem nebo jako kruhový oblouk se středem ve vrcholu úhlu. Hraničí se hraničícími značkami. Kótovací čáry se nemají vzájemně protínat, nesmí splýnout s jinou čarou (hranou, osou, vynášecí a odkazovou čarou).



Obrázek č. 4.2, Kreslení kótovacích čar

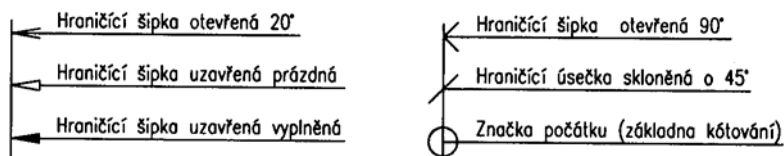
- Vynášecí (pomocné) čáry se kreslí kolmo na kótovaný prvek nebo směřují do vrcholu úhlu. Jestliže by takto nakreslená kóta byla nejasná, nakreslí se vynášecí čáry šikmo (obr. 4.3a). Vynášecí čáry se prodlužují za kótovací čáru 1 až 2 mm. Jako vynášecích čar je dovoleno využít os nebo prodloužených os. Při kótování obecných křivek je dovoleno užít prodloužení kótovacích čar jako čar vynášecích (obr. 4.3b).



Obrázek č. 4.3, Kreslení vynášecích čar

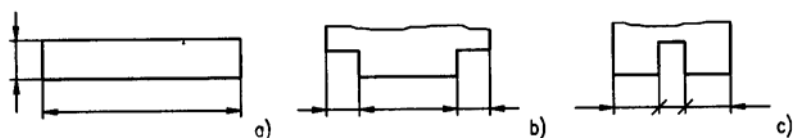
### Hraničící značky

Kótovací čáry se ukončují hraničícími šipkami nebo hraničícími úsečkami. Na výkrese nebo v jednom souboru výkresů se má používat vždy jen jeden typ a velikost hraničních značek.



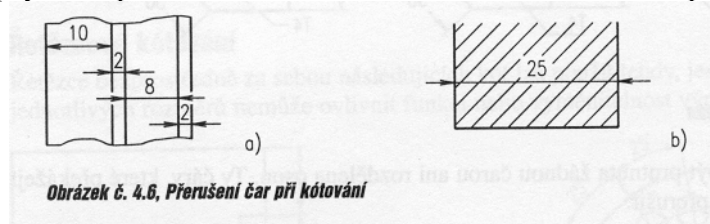
Obrázek č. 4.4, Hraničící značky

- Podle ČSN OI 3130 se hraničící značky kreslí tenkými plnými čarami, délka má být mezi 2,5 až 5 mm.
- Hraničící šipky mají mít úhel rozevření mezi  $15^\circ$  až  $90^\circ$  (obvyklé provedení je  $20^\circ$  až  $30^\circ$ ).
- Hraničící šipky se kreslí přednostně uvnitř vynášecích nebo obrysových čar. Není-li mezi vynášecími čarami dostatek místa pro hraničící šipky a kótu, kreslí se šipky vně vynášecích nebo obrysových čar (obr. 4.5a).
- Střídají-li se dlouhé a krátké rozměry na společné kótovací čáře, mohou se hraničící šipky u kratších kót vynechat (obr. 4.5b).
- Hraničící úsečky se užívají v řetězci kót, když na téže kótovací čáře je několik krátkých rozměrů. Kreslí se skloněné pod úhlem  $45^\circ$  (obr. 4.5c)



Obrázek č. 4.5, Kreslení hraničících šipek a úseček

- Hraničící šipky nemá protínat žádná čára. Stane-li se tak, musí se čára přerušit (obr. 4.6a).



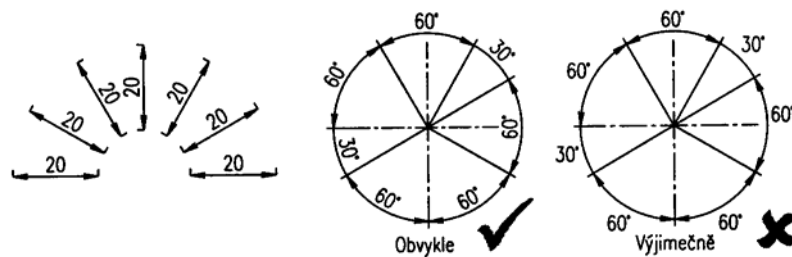
Obrázek č. 4.6, Přerušování čar při kótování

### Zapisování kót

Kóty se píšou technickým písmem velké abecedy tak, aby byla zajištěna dobrá čitelnost originálu i kopií.

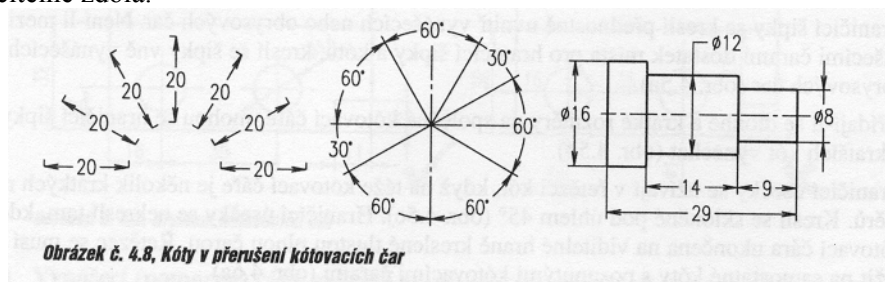
Zapisování kót je možné dvěma způsoby:

- Zápisem rovnoběžně s kótovacími nebo odkazovými čarami přednostně uprostřed jejich délek, přiměřeně vysoko nad nimi (1 až 2mm). Orientují se tak, aby byly čitelné zdola a zprava.



Obrázek č. 4.7, Kóty nad kótovacími čarami

- Zápisem do přerušeni kótovacích čar nebo prodloužení odkazových čar. Orientuji se tak, aby byly čitelné zdola.



Obrázek č. 4.8, Kóty v přerušeni kótovacích čar

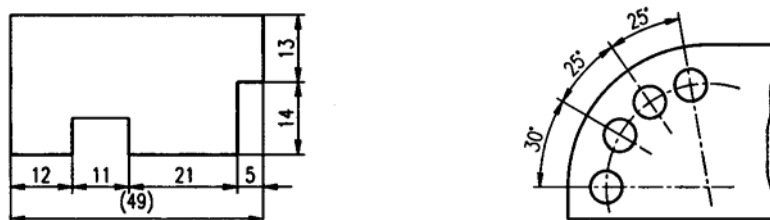
### Soustavy kót

Při kótování dvou nebo několika délkových rozměrů téhož směru a při kótování úhlů majících společný vrchol se může použít:

- Řetězcové kótování
- Kótování od společné základny
- Smíšené kótování

### Řetězcové kótování

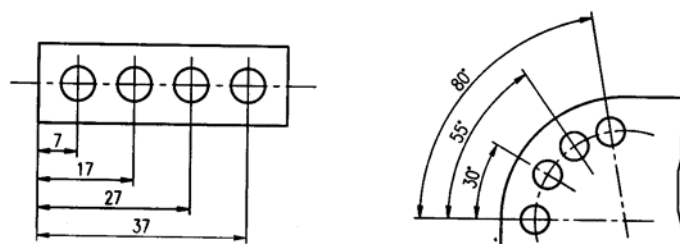
Větší počet stejných rozměrů lze kótovat součinem. Samostatnou kótou se kótuje první rozměr v řetězci tehdy, není-li zobrazen plný počet prvků, např. při přerušeni obrazu (obr. 4.13).



Obrázek č. 4.12, Řetězcové kótování

### Kótování od společné základny

Má-li poloha kótovaných prvků funkční nebo technologický vztah k jednomu prvku, kótují se délkové i úhlové rozměry od tohoto prvku, který je společnou základnou pro kótování. Kótovací čary délkových nebo úhlových rozměrů vycházejí od téže obrysové čary nebo od osy.

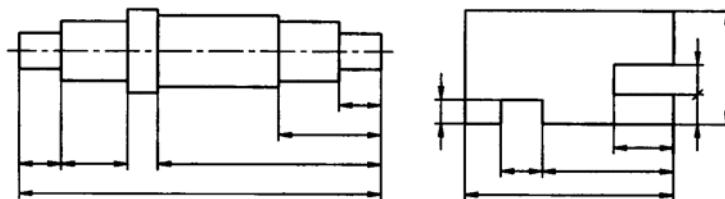


Obrázek č. 4.14, Kótování od společné základny



### Smišené kótování

Je-li to účelné, mohou se jednoduché kótování, řetězcové kótování a kótování od společné základny na výkrese kombinovat.



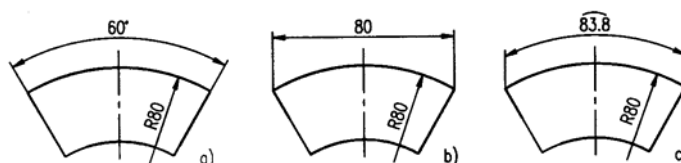
Obrázek č. 4.17. Smišené kótování

### Pravidla kótování geometrických a konstrukčních prvků

#### Kótování oblouků

Kružové oblouky se kótují poloměrem  $R$  a jedním z těchto rozměrů:

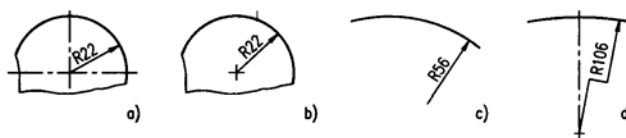
- Středovým úhlem (obr. 4.22a).
- Délkou tětivy (obr. 4.22b).
- Délkou oblouku na daném poloměru (obr. 4.22c). Nad kótou délky oblouku se kreslí značka oblouku (oblouček délky nejméně 3,5 mm).



Obrázek č. 4.22. Kótování oblouků

#### Kótování poloměrů

Kóta poloměru je složena z písmene  $R$  (zkratka slova RADIUS) a číselné hodnoty. Kótovací čára je vedena ze středu oblouku nebo ve směru do středu oblouku. Má jednu šipku, která vždy končí na oblouku. Jestliže se střed oblouku nachází mimo kreslicí plochu, lomí se kótovací čára k ose (obr. 4.24d).

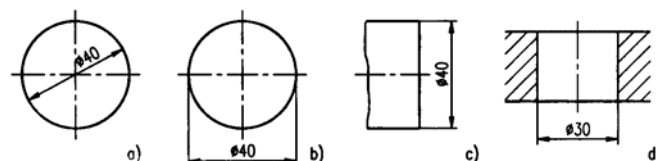


Obrázek č. 4.24. Kótování poloměrů

#### Kótování průměrů

Kóta průměru je složena ze značky průměru  $\varnothing$  a číselné hodnoty. Průměry se kótují:

- Kótou umístěnou v obraze, nebo vně obrazu, pokud se kótovaný prvek zobrazí jako kružnice (obr. 4.26a, b).
- Délkou úsečky, pokud se kótovaný prvek zobrazí jako úsečka (obr. 4.26c, d).
- U kružnic malých průměrů kótou umístěnou k prodloužené kótovací čáře nebo kótou umístěnou na/k odkazové čáře.



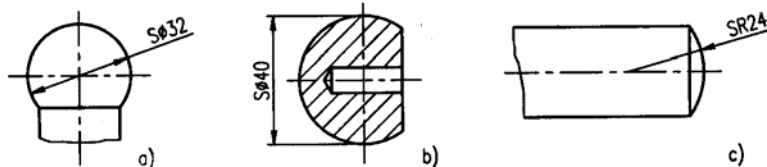
Obrázek č. 4.26. Kótování průměrů

### Kótování koulí

Při kótování kulové plochy předchází značce průměru nebo poloměru písmeno S (zkratka slova SPHERE).

Kulová plocha se obvykle kótuje:

- Průměrem, je-li zobrazena větší část než polovina koule (obr. 4.29a, b).
- Poloměrem, je-li zobrazena menší část než polovina koule (obr. 4.29c).



Obrázek č. 4.29, Kótování koulí

### Kótování úhlů

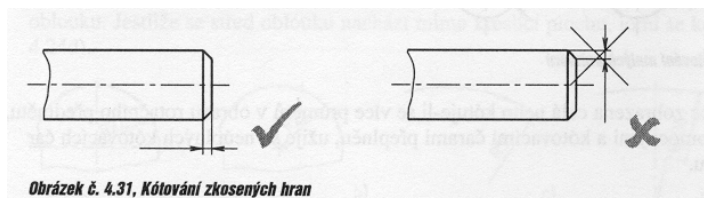
Kótovací čáry se kreslí jako oblouky kružnic se středy ve vrcholech úhlů, vynášecí čáry vycházejí z vrcholů. Rovinné úhly se udávají v úhlových stupních, minutách a vteřinách, značky měřících jednotek se k rozměrům přepisují vždy.



Obrázek č. 4.30, Kótování úhlů

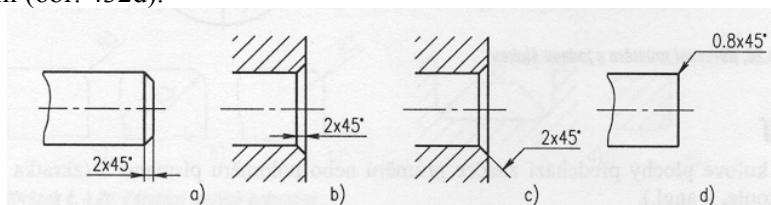
### Kótování zkosených hran

- Zkosené hrany se kótují délkovým a úhlovým rozměrem. U rotačních součástí se kótovací čára délkového rozměru vede rovnoběžně s osou rotace.



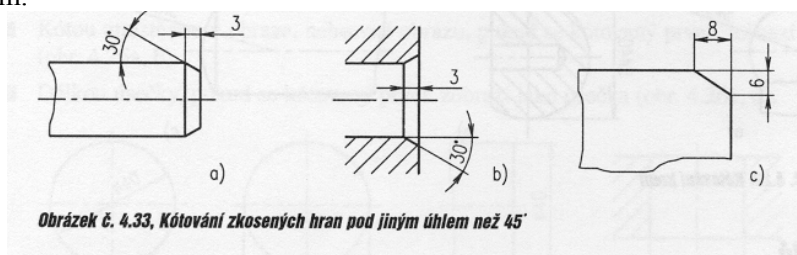
Obrázek č. 4.31, Kótování zkosených hran

- Hrany zkosené pod úhlem  $45^\circ$  se kótují součinem velikostí zkosení a úhlu  $45^\circ$ , např.  $2 \times 45^\circ$ . Malá nezobrazená zkosení se mohou kótovat na/k odkazové čáře ukončené šipkou směřující proti zkosení (obr. 4.32d).



Obrázek č. 4.32, Kótování zkosených hran pod úhlem  $45^\circ$

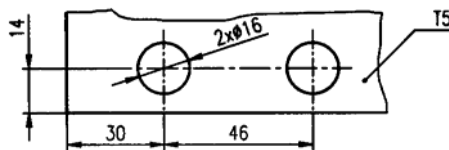
- Hrany zkosené pod jiným úhlem než  $45^\circ$  se musí kótovat dvěma kótami, délkovým a úhlovým rozměrem.



Obrázek č. 4.33, Kótování zkosených hran pod jiným úhlem než  $45^\circ$

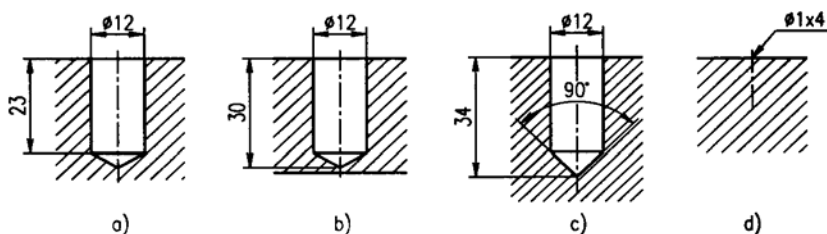
### Kótování děr

U průchodných a neprůchodných děr kótujeme jejich průměr a polohu osy vzhledem k jiné ose, k obrysové čáře apod. U neprůchodných děr kótujeme navíc jejich hloubku.



Obrázek č. 4.35, Kótování děr

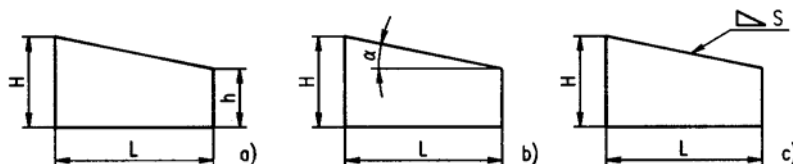
- Hloubka vrtané díry se kótuje bez kuželového ukončení (obr. 4.36a). Vrcholový úhel běžného šroubovitého vrtáku je  $118^\circ$ , kreslíme asi  $120^\circ$ .
- U součásti, kde je nebezpečí, že by hrot kužele vrtáku při neobratném vrtání neprůchozí díry mohl součást provrtat, se hloubka díry kótuje až k vrcholu kuželového zakončení (obr. 4.36b).
- U díry ukončené kuželem s jiným vrcholovým úhlem, než má běžný šroubovitý vrták, se kótuje i vrcholový úhel tohoto kužele (obr. 4.36c).
- Hloubka nenakreslené díry se zapisuje na/k odkazové čáře za kótou průměru a za značkou x („krát“) (obr. 4.36d).



Obrázek č. 4.36, Kótování neprůchodných děr

### Kótování sklonu plochy

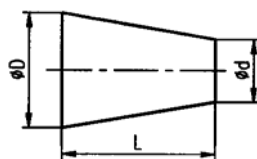
- Udáním všech tří rozměrů (dvě výšky a délka) (obr. 4.37a).
- Dvěma rozměry (jedna výška a délka) a úhlem sklonu (obr. 4.37b).
- Udáním dvou rozměrů (jedna výška a délka) a značky sklonu (obr. 4.37c).



Obrázek č. 4.37, Kótování sklonu

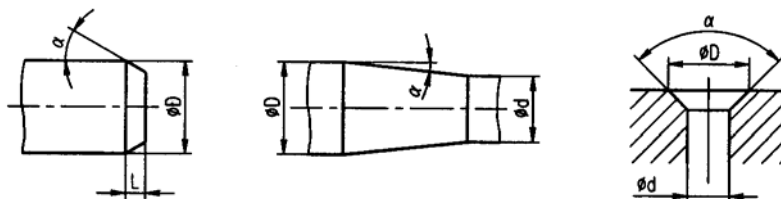
### Kótování kuželů

- Kuželovitost kótujeme dvěma průměry a délkou.



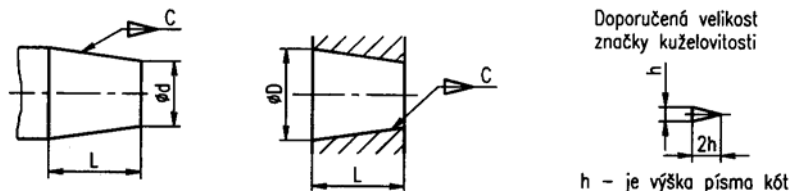
Obrázek č. 4.41, Kótování kuželů dvěma průměry a délkou

- Jedním průměrem a polovičním vrcholovým úhlem.



Obrázek č. 4.42, Kótování kuželů pomocí úhlu

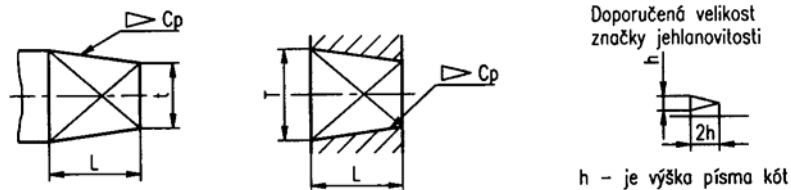
- Jedním průměrem, délkou a hodnotou kuželovitosti.



Obrázek č. 4.43, Kótování kuželů hodnotou kuželovitosti

### Kótování jehlanů

Jehlanovitost kótujeme podobně jako kuželovitost.

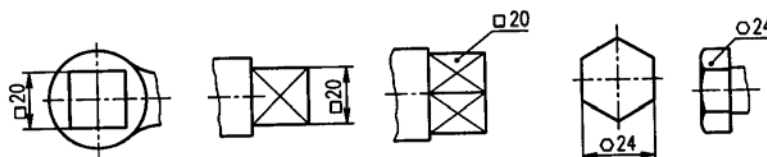


Obrázek č. 4.46, Kótování jehlanů hodnotou jehlanovitosti

Hodnota jehlanovitosti (označena písmenem **C<sub>p</sub>**) se zapisuje nad praporkem odkazové čáry za značkou jehlanovitosti.

### Kótování hranolů

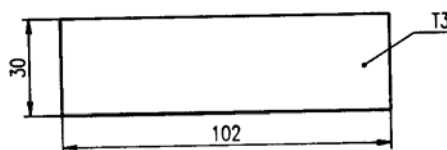
Pravidelné hranoly se kótují vzdáleností dvou rovnoběžných bočních ploch s předřazenou značkou.



Obrázek č. 4.50, Kótování hranolů

### Kótování tloušťek desek

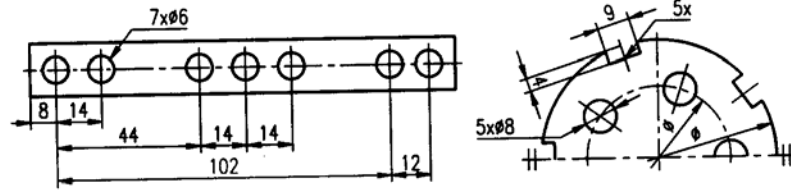
Tloušťka desek (plochých součástí) nakreslených v jednom průmětu se kótuje na/k odkazové čáře za písmennou značkou **T** (zkratka slova THICKNESS).



Obrázek č. 4.51, Kótování tloušťek desek

**Kótování opakujících se konstrukčních prvků**

Opakující se stejné konstrukční prvky (žebra, zuby, drážky, díry) se na výkrese kótují jednou, musí se však určit jejich poloha.



**Obrázek č. 4.52, Kótování opakujících se prvků**

Úhlové rozteče se nekótují u opakujících se shodných prvků pravidelně rozmístěných na kružnici.

## 5 PŘEDEPISOVÁNÍ PŘESNOSTI ROZMĚRU

Výkresem předepsané rozměry jsou ve skutečnosti pouze teoretické. Skutečný rozměr součásti se od ideálního odlišuje v určitých mezích. Předepisování mezí a tím i přesnosti, s jakou mají být součásti vyrobeny, se provádí tolerováním.

**Tolerování** je předepsání rozměru v určitých mezích.

### Všeobecné tolerance

Všechny rozměry, které nejsou na výkrese konkrétně tolerovány, musí zůstat v určitých mezích. Norma ČSN ISO 2768-1 rozděluje hodnoty všeobecných tolerancí do čtyř tříd přesnosti.

| Třída přesnosti |             | Mezní úchytky pro základní rozsah rozměrů |                |                 |                   |                    |                     |                      |                      |
|-----------------|-------------|---|----------------|-----------------|-------------------|--------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Tř.             | Název       | 0,5<br>do 3                               | přes 3<br>do 6 | přes 6<br>do 30 | přes 30<br>do 120 | přes 120<br>do 400 | přes 400<br>do 1000 | přes 1000<br>do 2000 | přes 2000<br>do 4000 |
| f               | jemná       | ± 0,05                                    | ± 0,05         | ± 0,1           | ± 0,15            | ± 0,2              | ± 0,3               | ± 0,5                | -                    |
| m               | střední     | ± 0,1                                     | ± 0,1          | ± 0,2           | ± 0,3             | ± 0,5              | ± 0,8               | ± 1,2                | ± 2,0                |
| c               | hrubá       | ± 0,2                                     | ± 0,3          | ± 0,5           | ± 0,8             | ± 1,2              | ± 2,0               | ± 3,0                | ± 4,0                |
| v               | velmi hrubá | -   | ± 0,5          | ± 1,0           | ± 1,5             | ± 2,5              | ± 4,0               | ± 4,0                | ± 8,0                |

Tabulka č. 7, Nepředepsané mezní úchytky délkových rozměrů

| Třída přesnosti |             | Mezní úchytky pro základní rozsah rozměrů |             |        |
|-----------------|-------------|---|-------------|--------|
| Tř.             | Název       | 0,5 do 3                                  | přes 3 do 6 | přes 6 |
| f               | Jemná       | ± 0,2                                     | ± 0,5       | ± 1,0  |
| m               | Střední     |   |             |        |
| c               | Hrubá       | ± 0,4                                     | ± 1,0       | ± 2,0  |
| v               | Velmi hrubá |   |             |        |

Tabulka č. 8, Nepředepsané mezní úchytky zkosení a zaoblení hran

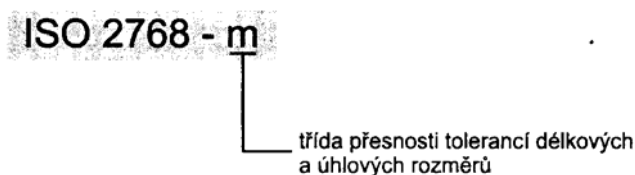
| Třída přesnosti |             | Mezní úchytky pro základní rozsah rozměrů |                  |                   |                    |          |
|-----------------|-------------|---|------------------|-------------------|--------------------|----------|
| Tř.             | Název       | do 10                                     | přes 10<br>do 50 | přes 50<br>do 120 | přes 120<br>do 400 | Přes 400 |
| f               | jemná       | ± 1'                                      | ± 0'30'          | ± 0'20'           | ± 0'10'            | ± 0'5'   |
| m               | střední     |   |                  |                   |                    |          |
| c               | hrubá       | ± 1'30'                                   | ± 1'             | ± 0'30'           | ± 0'15'            | ± 0'10'  |
| v               | Velmi hrubá | ± 3'                                      | ± 2'             | ± 1'              | ± 0'30'            | ± 0'20'  |

Tabulka č. 9, Nepředepsané mezní úchytky úhlových rozměrů

**Příklad:** Určete mezní úchytky netolerované délky součásti 32mm vyrobené ve střední třídě přesnosti.

**Řešení:** Pro střední třídu přesnosti (m) jsou mezní úchytky  $\pm 0,3\text{mm}$ . Tedy rozměr může být vyroben v rozsahu 31,7mm až 32,3mm.

**Označení** tolerování uvedené na výkrese se skládá z čísla normy ISO, ze značky třídy přesnosti nepředepsaných mezních úchytek rozměrů a ze značky třídy přesnosti všeobecných geometrických tolerancí.



Obrázek 5.1, Označení všeobecných tolerovaných rozměrů na výkrese

### Zapisování tolerancí na výkresech

U funkčních součástí, kde je nutné dodržet při výrobě vyšší přesnost, je nutné předepsat konkrétní tolerance na výkresech pomocí:

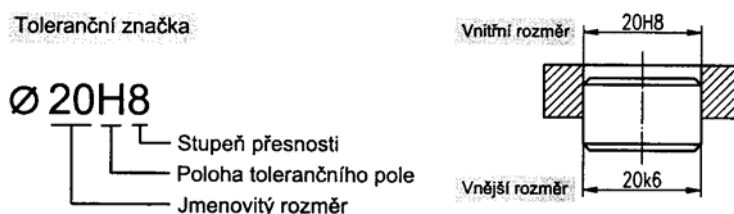
- mezních úchylek
- mezních rozměrů
- tolerančních značek

**Mezní úchytky** jsou číselně vyjádřené hodnoty zapisované těsně za jmenovitým rozměrem, které definují maximální dovolenou nepřesnost výroby součásti.

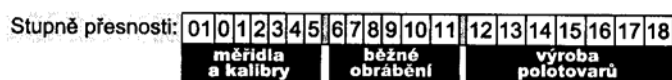


**Mezní rozměry** definují minimální a maximální dovolený rozměr součásti.

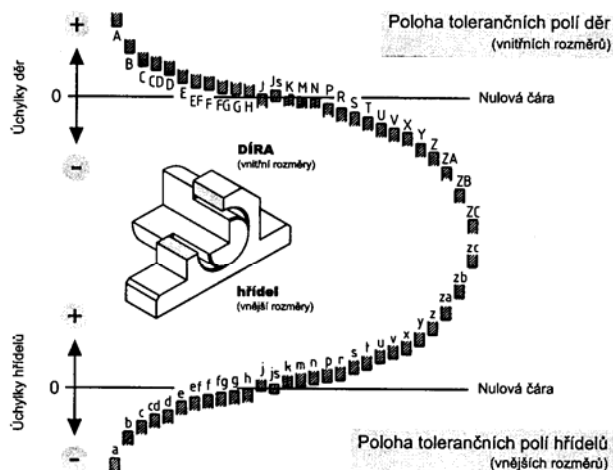
**Toleranční značka** se píše za jmenovitý rozměr a určuje polohu tolerančního pole vůči nulové čáře jmenovitého rozměru. Polohu tolerančního pole doplňuje stupeň přesnosti IT.



Soustava tolerancí definuje 20 stupňů přesnosti. Hodnoty IT 01, 0, ..., 5 jsou určeny pro vysoce přesnou výrobu měřidel. Pro běžné technologie výroby ve strojírenství jsou určeny stupně přesnosti IT 6, ..., 11 a stupeň TT 12, ..., 18 používáme při výrobě polotovarů.



**Toleranční pole** je plocha obdélníku, jehož vodorovné strany náleží horní a dolní úchylce a výška udává velikost tolerance. Šířka obdélníku je volná.

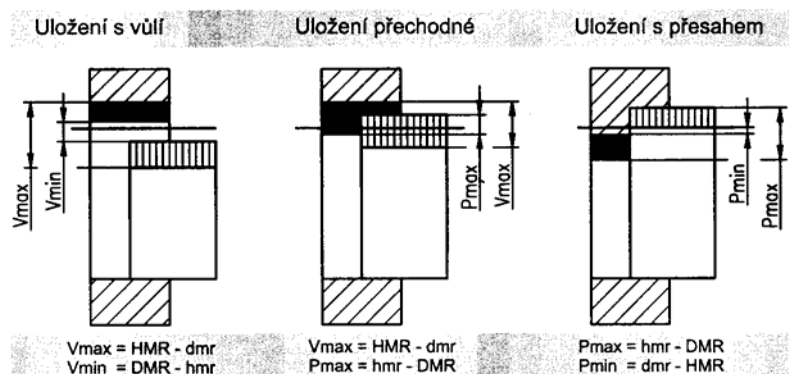








- **Uložení přechodná**, u nichž se může v závislosti na skutečných rozměrech vyskytovat buď vůle, nebo přesah.



Obrázek 5.7, Druhy uložení

V praxi by byla kombinace všech tolerančních polí děr a hřídelů velmi nepřehledná. Proto existují dvě základní toleranční soustavy, ve kterých definujeme parametry uložení:

- V soustavě jednotné díry jsou všechny tolerance hřídelů vztaženy k poloze tolerančního pole **H** díry.
- V soustavě jednotného hřídele jsou všechny tolerance děr vztaženy k poloze tolerančního pole **h** hřídele.

## 6. PŘEDEPISOVÁNÍ DRSNOSTI POVRCHU

Jednotlivé plochy mohou vzniknout buď obráběním (povrch obrobený), nebo zachováním původního povrchu polotovaru (povrch neobrobený). Oba tyto povrchy mohou zůstat dále neupravené, nebo se mohou k dosažení potřebných vlastností upravovat.

Skutečný povrch součásti se ovšem liší od ideálního, který je definován ve výkresové dokumentaci. Na skutečném povrchu jsou zřejmé velmi jemné nerovnosti rozložené přibližně pravidelně po celé ploše.

Jakost povrchu volíme především s ohledem na funkční vlastnosti. Na strojních součástech existují dva základní typy ploch z hlediska jejich funkce:

- **Plochy stykové** (funkční) jsou ve vzájemném styku s jinou součástí a její jakost tedy ovlivňuje funkci celku. Příkladem může být povrch čepu uloženého v kluzném ložisku.
- **Plochy volné** nejsou ve vzájemném styku s jinou součástí. Příkladem může být vnější povrch víka spalovacího motoru.

### Metody hodnocení drsnosti povrchu

Hodnocením drsnosti povrchu se zabývá norma ISO 468, která definuje základní charakteristiky a výpočty:

- Střední aritmetická úchylka profilu **Ra**.
- Výška nerovnosti profilu určená z deseti bodů **Rz**.
- Největší výška nerovnosti profilu **Ry**.
- Střední rozteč nerovností profilu **Sm**.
- Střední rozteč místních výstupků profilu **S**.
- Nosný podíl profilu **Ip**.

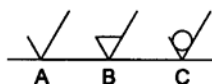
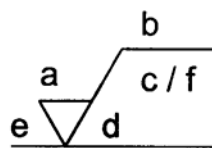
### Předepisování drsnosti povrchu na výkresech

Na výrobních výkresech se předepisuje drsnost povrchu dle normy ISO 1302:1992 pomocí značky a připojených parametrů.

- a - hodnota drsnosti Ra, Rz, nebo Ry [ $\mu\text{m}$ ] s uvedením značky
- b - zpracování nebo konečná úprava povrchu (lapování, leštění)
- c - hodnota vlnitosti [ $\mu\text{m}$ ] se značkou nebo základní délka [mm]
- d - značka směru stop po obrábění
- e - přírůstek na obrobení [mm]
- f - značka a hodnota jiného parametru

Význam značky drsnosti:

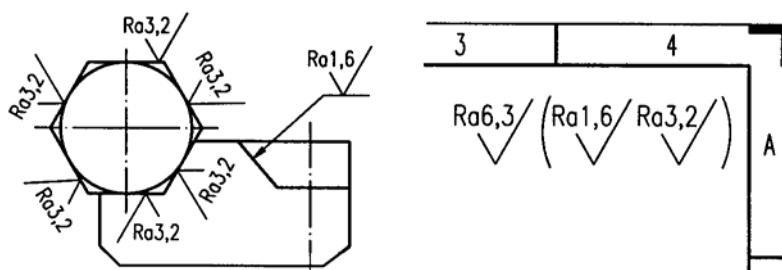
- typ A - povrch obrobený i neobrobený
- typ B - povrch obrobený
- typ C - povrch neobrobený



Obrázek č. 6.3. Značka drsnosti povrchu

Jednotlivé značky umísťujeme na odpovídající části zobrazené součásti přímo nebo s využitím odkazové čáry. Pokud jsou všechny plochy na součásti vyrobeny se stejnou drsností povrchu, uvádí se společná značka v pravém horním rohu výkresového formátu.

Na stejném místě je možné umístit značku s hodnotou drsnosti převažující na plochách součástí, přičemž všechny ostatní drsnosti se uvádí do závorky.



Obrázek č. 6.5. Polohy značky drsnosti povrchu a značení na výkrese

## 7 PŘEDEPISOVÁNÍ GEOMETRICKÝCH TOLERANCÍ

### Geometrické tolerance

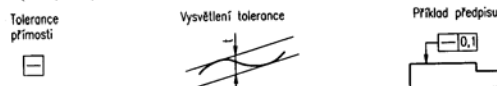
Geometrické tolerance definují přípustné odchylky skutečných tvarů a poloh od tvarů a poloh teoreticky přesných. Předepisují se pouze, jsou-li podstatné z hlediska požadavků na funkci součásti. Na výkrese nepředepsané geometrické tolerance jsou dány všeobecnými tolerancemi (ČSN ISO 27682) jednou ze tříd přesnosti **H** - nejpřesnější, **K** - střední, **L** - nejméně přesný stupeň.

| Geometrické tolerance | Značka                      |    |
|-----------------------|-----------------------------|----|
| <b>Tvaru</b>          | Přímosti                    | —  |
|                       | Rovinnosti                  | ▭  |
|                       | Kruhovitosti                | ○  |
|                       | Válcovitosti                | ⊘  |
|                       | Tvaru profilu               | ⌒  |
|                       | Tvaru plochy                | ⌒  |
| <b>Směru</b>          | Rovnoběžnosti               | // |
|                       | Kolmosti                    | ⊥  |
|                       | Sklonu                      | ∠  |
| <b>Polohy</b>         | Umístění                    | ⊕  |
|                       | Soustřednosti a sousosnosti | ⊙  |
|                       | Souměrnosti                 | ≡  |
| <b>Házení</b>         | Kruhového                   | ↗  |
|                       | Celkového                   | ↗↘ |

Obrázek č. 7.2. Nepředepsané geometrické tolerance

**Tolerance přímosti**

Každá skutečná přímka, která má ležet v rovině rovnoběžné s průmětnou, v níž je přímota označena, musí ležet mezi dvěma rovnoběžkami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance přímosti  $t$  ( $t = 0,1\text{mm}$ ).



Obrázek č. 7.3, Tolerance přímosti

**Tolerance rovinnosti**

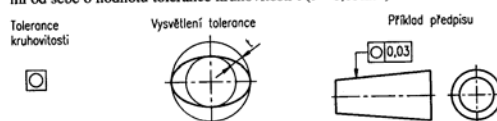
Skutečná plocha musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance rovinnosti  $t$  ( $t = 0,06\text{mm}$ ).



Obrázek č. 7.4, Tolerance rovinnosti

**Tolerance kruhovitosti**

Skutečný profil v kterémkoliv průřezu musí ležet mezi dvěma soustřednými kružnicemi vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance kruhovitosti  $t$  ( $t = 0,03\text{mm}$ ).



Obrázek č. 7.5, Tolerance kruhovitosti

**Tolerance válcovitosti**

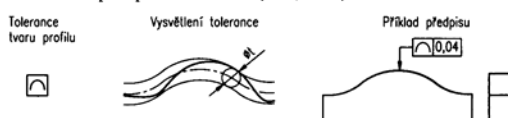
Skutečná válcová plocha musí ležet mezi dvěma sousými válci vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance válcovitosti  $t$  ( $t = 0,05\text{mm}$ ).



Obrázek č. 7.6, Tolerance válcovitosti

**Tolerance tvaru profilu**

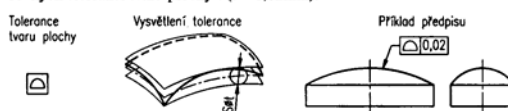
Skutečný profil tolerované čáry (profilu) musí ležet mezi dvěma ekvidistantními čarami vzdálenými od sebe o předepsanou toleranci  $t$  ( $t = 0,04\text{mm}$ ).



Obrázek č. 7.7, Tolerance tvaru profilu

**Tolerance tvaru plochy**

Skutečná plocha musí ležet mezi dvěma ekvidistantními plochami, které obalují koule o průměrech rovných toleranci tvaru plochy  $t$  ( $t = 0,02\text{mm}$ ).



Obrázek č. 7.8, Tolerance tvaru plochy

**Tolerance rovnoběžnosti**

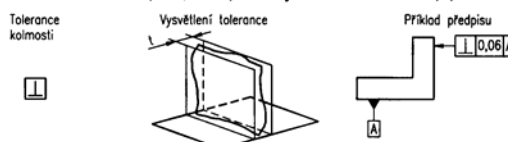
Tolerovaná rovina musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance rovnoběžnosti  $t$  ( $t = 0,02\text{mm}$ ) a rovnoběžnými se základní rovinou (A).



Obrázek č. 7.9, Tolerance rovnoběžnosti

**Tolerance kolmosti**

Tolerovaná rovina musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance kolmosti  $t$  ( $t = 0,06\text{mm}$ ) a kolmými k základní rovině (A).

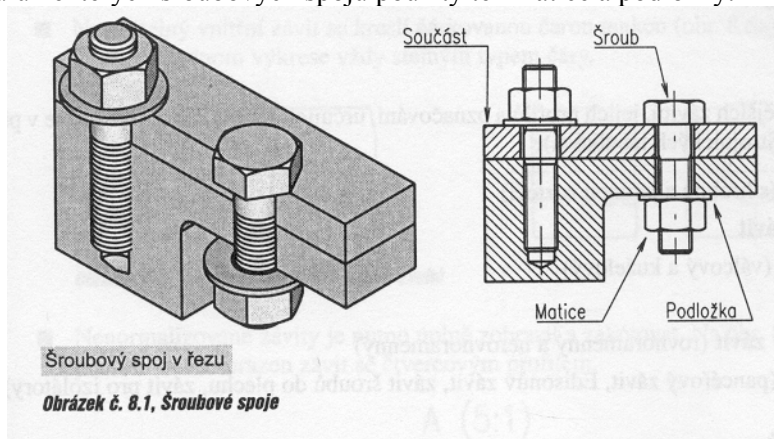


Obrázek č. 7.10, Tolerance kolmosti

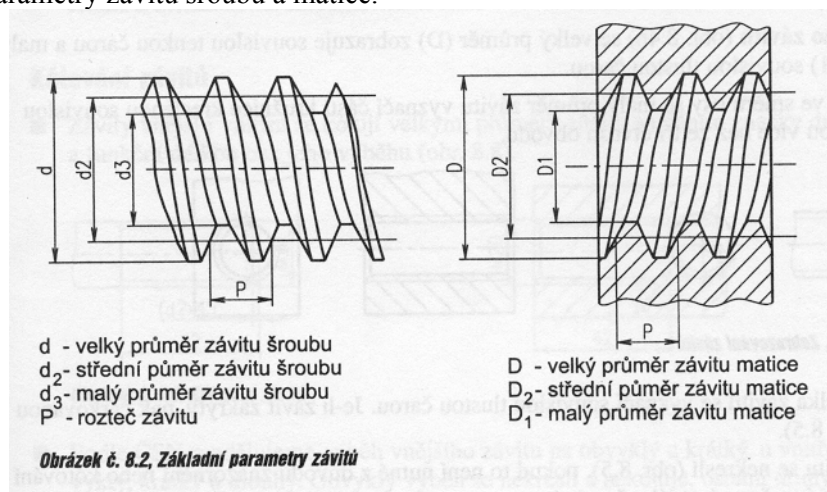
## 8 ZOBRAZOVÁNÍ ROZEBÍRATELNÝCH SPOJŮ (šrouby, kolíky, závlačky, čepy)

### A) ŠROUBOVÉ SPOJE

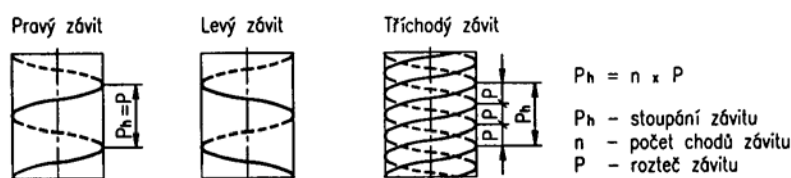
Šrouby jsou nejčastěji používané strojní součásti a neexistuje snad stroj, kde by se nevyskytovaly. Mimo šroubů jsou u některých šroubových spojů použity též matice a podložky.



Závit je vytvořen závitovým profilem vinutým po šroubovici. Na obr. 8.2 jsou zobrazeny a popsány základní parametry závitů šroubu a matice.



Závity vzhledem ke stoupání šroubovice můžeme rozdělit na pravé a levé. U jednoduchých závitů je stoupání ( $P_h$ ) rovno rozteči závitů (P).



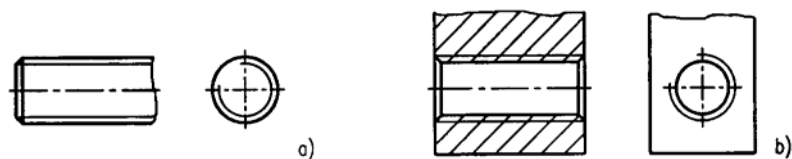
Obrázek č. 8.3, Vinutí závitů

### Zobrazování závitů

Všechny normalizované závity se zobrazují zjednodušeně, nakreslením průmětů válců odpovídajících velkému a malému průměru závitů.

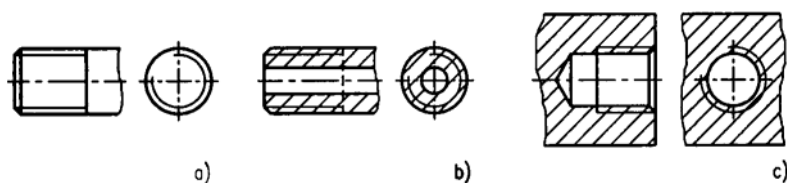
- U vnějšího závitů (obr. 8.4a) se velký průměr (d) zobrazuje souvislou tlustou čarou a malý průměr ( $d_3$ ) souvislou tenkou čarou.

- U vnitřního závitu (obr. 8.4b) se velký průměr (D) zobrazuje souvislou tenkou čarou a malý průměr (D1) souvislou tlustou čarou.
- V pohledu ve směru osy se malý průměr závitu vyznačí částí kružnice kreslenou souvislou tenkou čarou více než ze tří čtvrtin obvodu.



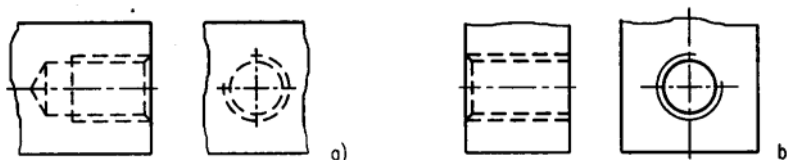
Obrázek č. 8.4, Zobrazování závitu

- Při kreslení vnitřního závitu v řezu se plocha řezu šrafuje až k malému průměru závitu (obr. 8.5c).



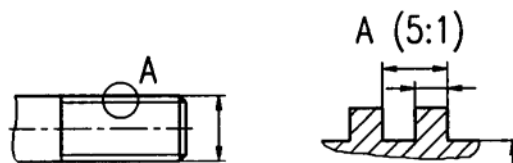
Obrázek č. 8.5, Ukončení závitu

- Neviditelný vnitřní závit se kreslí čárkovanou čarou tenkou (obr. 8.6a) nebo tlustou (obr. 8.6b), na jednom výkrese vždy stejným typem čáry.



Obrázek č. 8.6, Zobrazování neviditelných závitu

- Nenormalizované závity je nutno úplně zobrazit a zakótovat. Na obr. 8.7 je pomocí tvarové podrobnosti zobrazen závit se čtvercovým profilem.



Obrázek č. 8.7, Zobrazování nenormalizovaného závitu

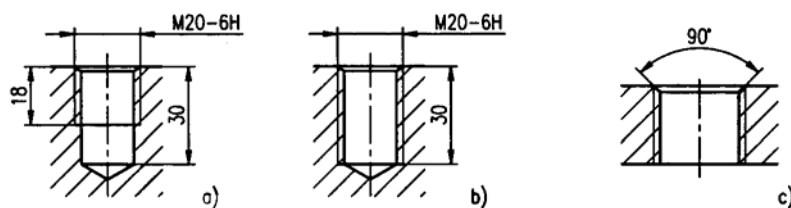
### Kótování závitu

- Závity vnější i vnitřní se kótují velkými průměry závitu s udáním značky druhu závitu a funkční délkou bez jeho výběhu (obr. 8.8).



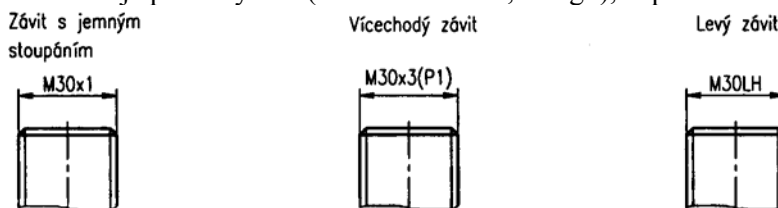
Obrázek č. 8.8, Kótování závitu

- U vnitřních závitu se nekótuje průměr předvrtané díry a kuželové zahlužení, je-li provedeno s vrcholovým úhlem 120°. Je-li však potřebné toto zahlužení zakótovat, kótuje se pouze požadovaným vrcholovým úhlem. U neprůchozích děr se kótuje hloubka předvrtané díry bez jejího kuželového zakončení.



Obrázek č. 8.10, Kótování vnitřních závitů

- Závit jiné řady než s hrubým stoupáním se musí označit hodnotou stoupání závitu, např. M 30x1. U vícechodých závitů se v závorce označí rozteč závitu, např. M 30x3(P1), Tr 20x8(P4). Levý závit se označuje písmeny **LH** (LH = Left Hand, z angl.), např. M 30LH



Obrázek č. 8.11, Příklady označení závitů

### Kreslení šroubů, matic a podložek

Šrouby, matice a podložky jsou převážně normalizované součásti proto se nekreslí na samostatných výrobních výkresech.

#### Šrouby

Šrouby jsou obvykle rozděleny podle tvaru hlavy a dále podle použití. Hlava šroubu je např. šestihranná, čtyřhranná, válcová se zářezem nebo s vnitřním šestihranem, T hlava, zaoblená, zápusťná kuželová, půlkulová, čočkovitá spod.

#### **ŠROUB M 24 x 100 ČSN 021101.11**

(čísla za tečkou vyjadřují mechanické vlastnosti materiálu a úpravu povrchu).

#### Matice

Matice můžeme rozdělit na šestihranné, čtyřhranné, korunové, uzavřené, křídlové, závěsné spod.

#### **MATICE M 24 ČSN 02 1401.11**

#### Podložky

Můžeme je rozdělit na podložky pro šrouby, pružné podložky, pojistné podložky apod.

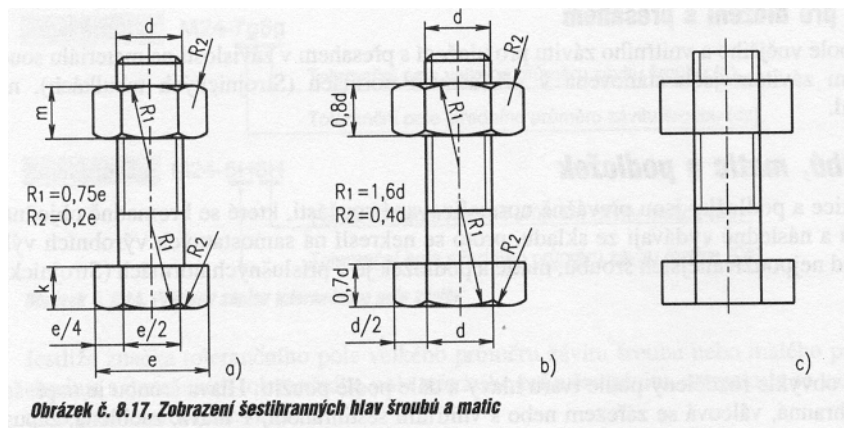
#### **PODLOŽKA 25 ČSN 021702.11**

#### Pravidla kreslení šroubových spojů

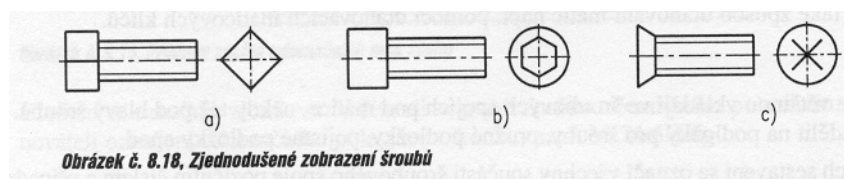
- Na výkresech sestavení se označí všechny součásti šroubového spoje pozičním číslem a případně se zakótuji hlavními rozměry. V soupisu položek se zapíše název, určující rozměry a číslo rozměrové normy, např.:

### ŠROUB SE ŠESTIHRANNOU HLAVOU ISO 4014 - M24 x 100 - 8.8 ŠESTIHRANNÁ MATICE ISO 4032 - M24 - 05

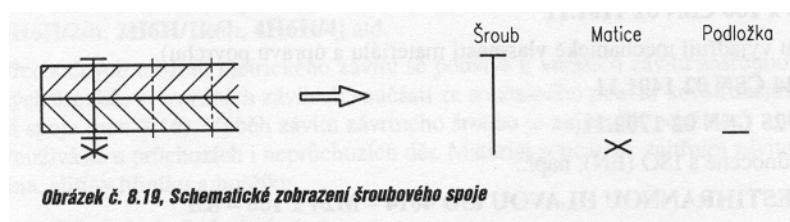
- Šrouby, matice a podložky nakreslené spolu na výkresech sestavení se zobrazují vždy v pohledu. Část šroubu zakrytá maticí a podložkou se nekreslí.
- Šestihranné hlavy šroubů a šestihranné matice se kreslí s použitím šablon podle skutečné velikosti (obr. 8.17a), přibližně (obr. 8.17b) nebo zjednodušeně (obr. 8.17c).



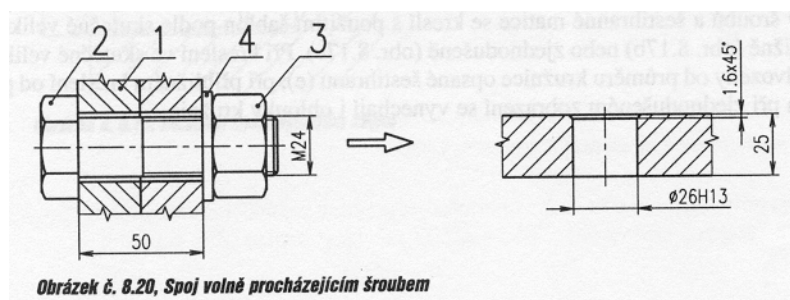
- Na následujícím obrázku jsou příklady zjednodušeného zobrazení šroubů: šroub se čtvercovou hlavou (obr. 8.18 a), šroub s válcovou hlavou (obr. 8.18 b) nebo šroub se zápusťnou kuželovou hlavou (obr. 8.18 c).



- Schematické označení šroubu na výkresu sestavení společně s maticí a podložkou je na obr. 8.19.



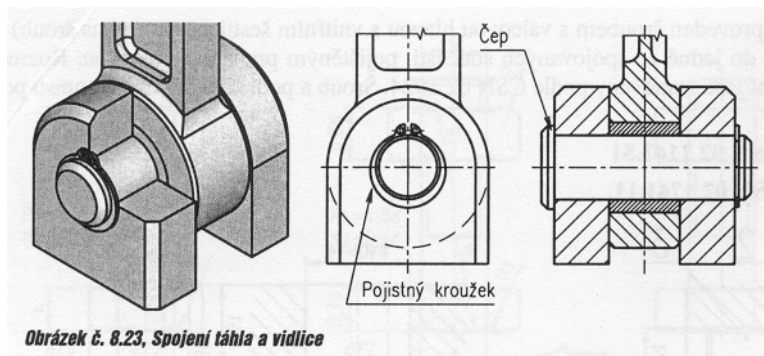
- Spoj šroubem se šestihrannou hlavou volně procházejícím dírami v obou spojovaných deskách je zobrazen na obr. 8.20.



**B) Čepy**

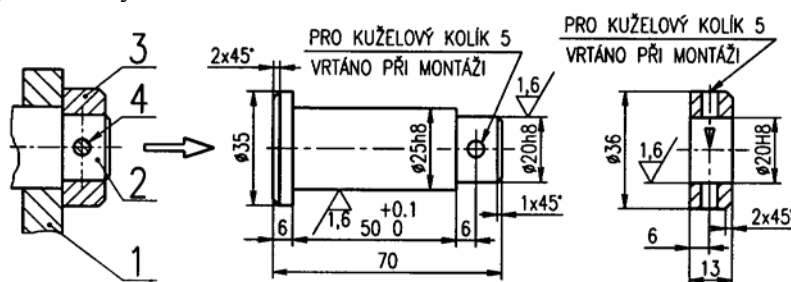
Spojovací čepy používáme k rozebíratelnému kloubovému spojení součástí, např. táhel a vidlic. Mohou však též nahrazovat krátké nosné hřídele pojezdových kol, kladek apod.

Čepů je několik druhů a většina z nich je normalizovaná. Na výkresech sestavení se označí pozičním číslem a zakótuje se hlavními rozměry.

**ČEP 20 x 50 ČSN 02 210410**

Obrázek č. 8.23, Spojení táhla a vidlice

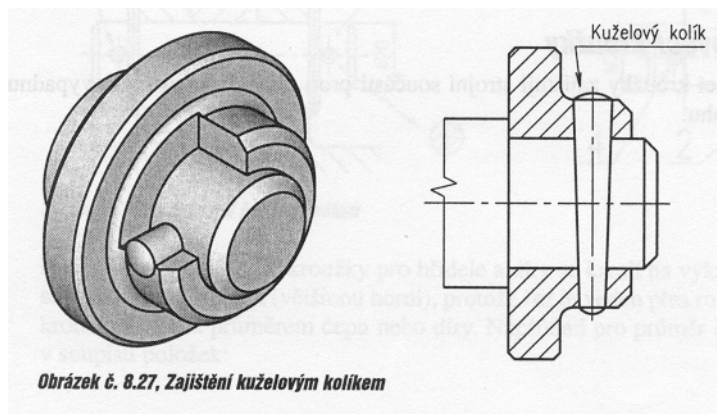
Nenormalizované čepy, popř. čepy normalizované, na kterých se má provést nějaká úprava, se kreslí na samostatných výrobních výkresech.



Obrázek č. 8.25, Čep s dírou pro kuželový kolík

**C) Kolíky**

Kolíky se používají především k zajištění vzájemné polohy dvou součástí. Jde o spojení s tvarovým stykem.



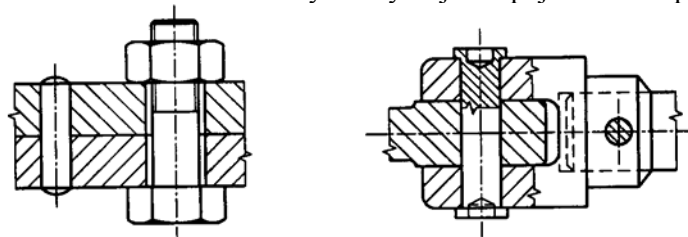
Obrázek č. 8.27, Zajištění kuželovým kolíkem

Kolíky mají různý tvar a jsou většinou normalizovány. Na výkresech sestavení se označí pozičním číslem a v soupisu položek se zapíše název, určující rozměry a číslo rozměrové normy:

**KOLÍK 20 x 50 ČSN 02 2102.10**



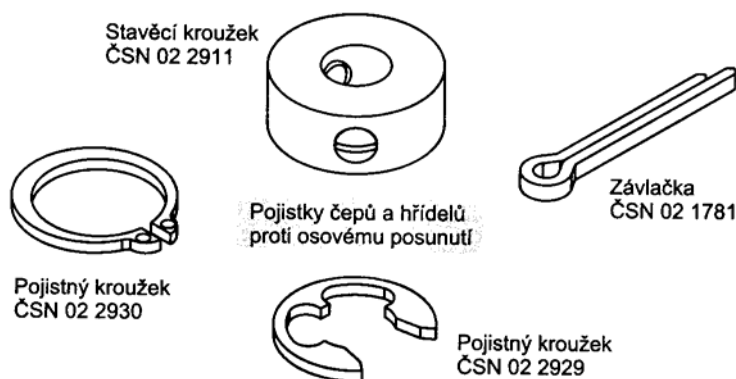
Na následujících obrázcích jsou příklady použití válcových kolíků. Zajištění vzájemné polohy dvou součástí a použití válcového kolíku s konci rozkýtnými jako spojovacího čepu (obr. 8.28).



Obrázek č. 8.28, Zajištění vzájemné polohy

#### D) Závlačky a kroužky

Závlačky, pojistné a stavěcí kroužky zajišťují strojní součásti proti uvolnění, posunutí, vypadnutí, popř. zajišťují určitou polohu.



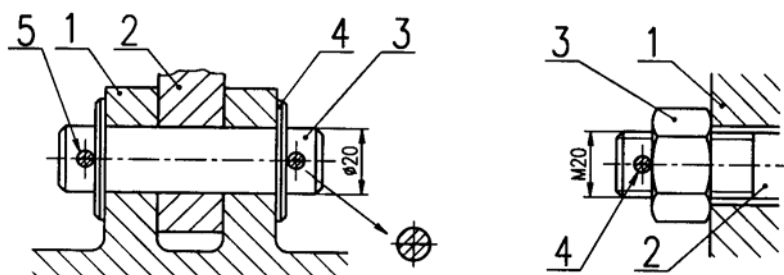
Obrázek č. 8.30, Závlačky, pojistné a stavěcí kroužky

Normalizované pojistné kroužky a závlačky se přiřazují podle průměrů čepů a děr. Jejich rozměry jsou dány v příslušných normách (Strojnických tabulkách).

Normalizované závlačky se kreslí jen na výkresech sestavení, obvykle v příčném řezu. Závlačka je z jednoho kusu drátu, proto se v příčném řezu šrafuje jedním směrem.

#### ZÁVLAČKA 5 x 28 ČSN 021781.00

(čísla za tečkou vyjadřují materiál a úpravu povrchu).



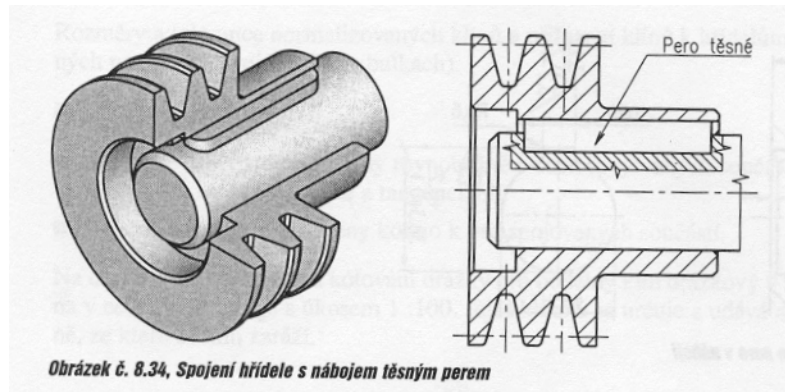
Obrázek č. 8.31, Zajištění čepu závlačkou

## 9 ZOBRAZOVÁNÍ ROZEBÍRATELNÝCH SPOJŮ (klíny, pera, hřídele)

Pera a klíny slouží k vytvoření rozebíratelného spojení strojních součástí. Pera jsou uložena podle polohy osy pera vzhledem k ose spojovaných součástí podélně. Klíny mohou být uloženy podélně i příčně.

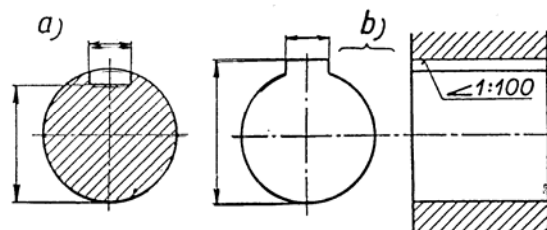
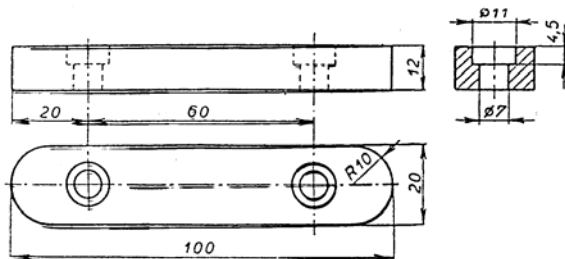
### A) Pera

Pera přenáší kroutící moment mezi hřídelem a nábojem svými boky. Spojení pomocí pera je použito tam, kde by naklínování způsobilo nepřijatelnou nesusosost.



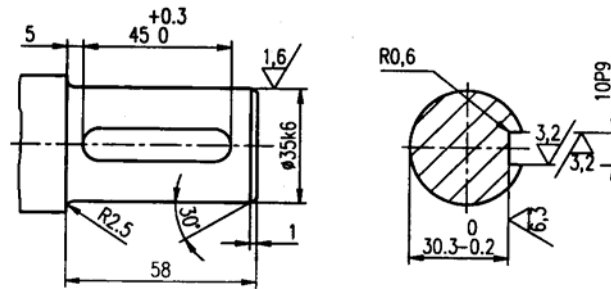
### Výrobní výkres pera

Pokud není pero normalizované je nutné nakreslit výrobní výkres pera a příslušně zakótovat i drážku v náboji či hřídeli.

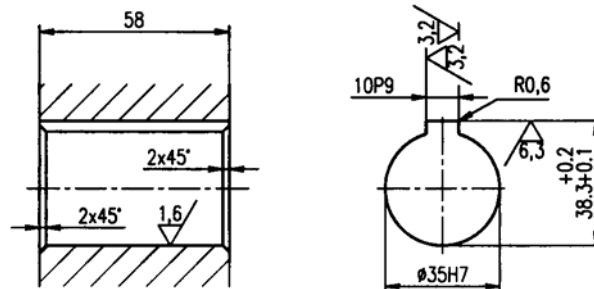


### Přehled per

- Nejčastěji se používají pera těsná.
- Pera výměnná s dvěma nebo jedním přídržným šroubem. Tato pera slouží hlavně pro posuvné náboje a do drážky se přišroubují.
- Pera Woodrufova se používají pro přenos menších kroutících momentů.



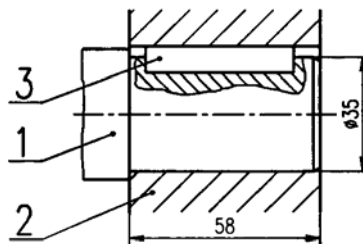
Obrázek č. 8.35, Drážka pro pero v hřídeli



Obrázek č. 8.36, Drážka pro pero v náboji

Na výkresu sestavení se pero těsně označí pozičním číslem a v soupisu položek se zapíše název, určující rozměry a číslo rozměrové normy:

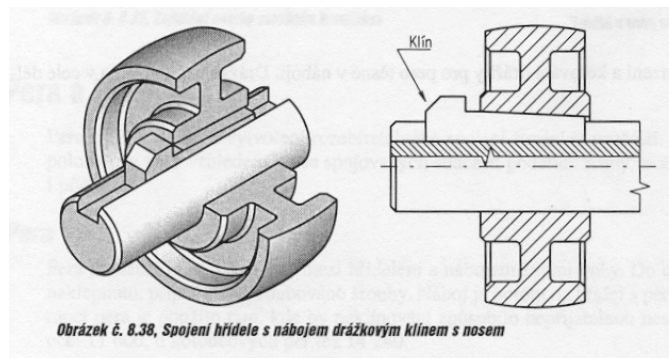
**PERO 10e7 x 8 x 45 ČSN 02 2562**



Obrázek č. 8.37, Náboj na hřídeli

## B) Klíny

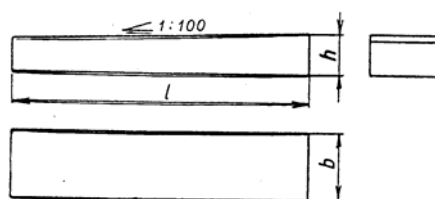
Kroutící moment se přenáší převážně třením, u drážkových klínů částečně též boky klínů a drážek. Klín je naražením vlastně nalisován mezi hřídele a náboje. Nevýhodou je nesouosost hřídele a náboje, která vede k házení náboje.



Obrázek č. 8.38, Spojení hřídele s nábojem drážkovým klínem s nose

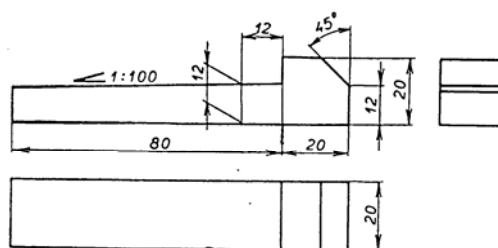
## Výrobní výkres klínu

Pokud není klín normalizovaný je nutné nakreslit výrobní výkres klínu a příslušně zakótovat i drážku v náboji či hřídeli.



Obr. 6.-15. Drážkový klín

Obr. 6-16. Drážkový klín s noseč

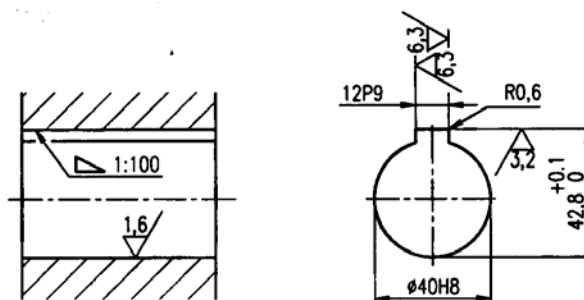


## Přehled klínů

- **Podélné klíny** jsou umístěny rovnoběžně s osou spojovaných součástí. Rozdělujeme je na drážkové, vsazené, ploské a tangenciální.
- **Příčné klíny** jsou umístěny kolmo k ose spojovaných součástí.

Na výkresu sestavení se klín označí pozičním číslem a v soupisu položek se zapíše název, určující rozměry a číslo rozměrové normy:

**KL.ÍN12x8x40ČSN022514**

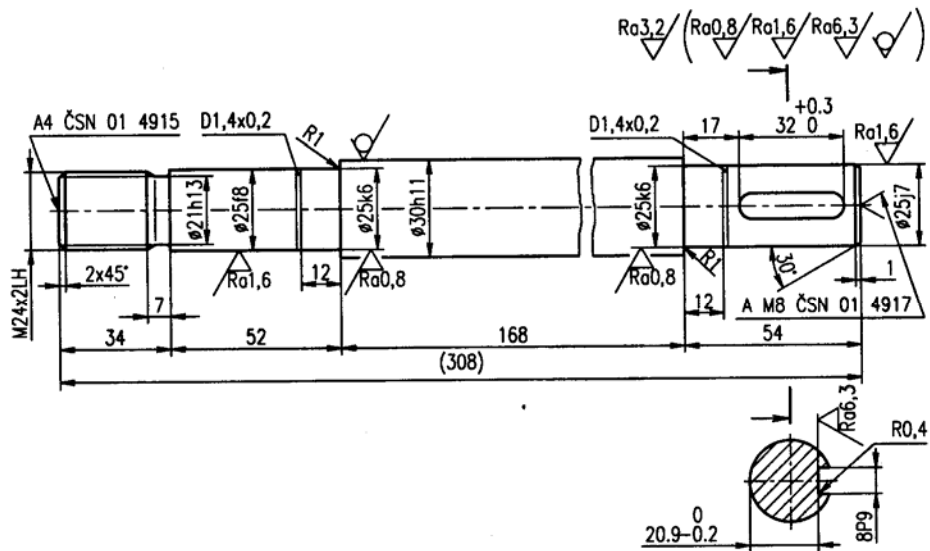


Obrázek č. 8.39, Drážka pro podélný klín v náboji

## C) Hřídele, tvarové prvky hřídelů

Na výrobních výkresech se hřídele s plným průřezem zobrazují obvykle v podélném pohledu. Duté hřídele se zpravidla kreslí v částečném řezu, ve kterém se i kótují. Drážky pro pera nebo podélné klíny se kreslí a kótují v příčných řezech a průřezech.

Znázornění a označení normalizovaných prvků (středících důlků, zápichů, drážek pro pera, závitů, drážek za závitěm) je vysvětleno dále v této a dalších kapitolách.

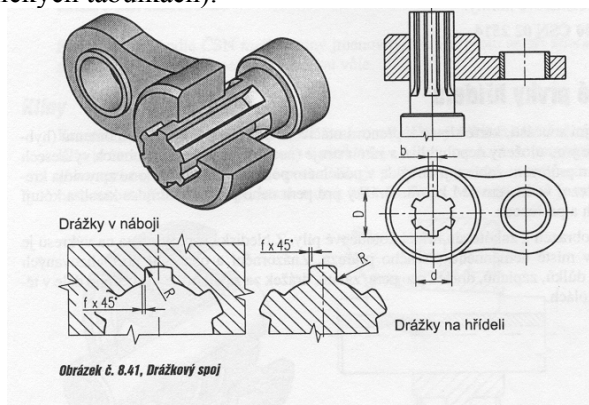


Obrázek č. 8.40, Zobrazení a kótování hřídele

### Drážkové hřídele a náboje

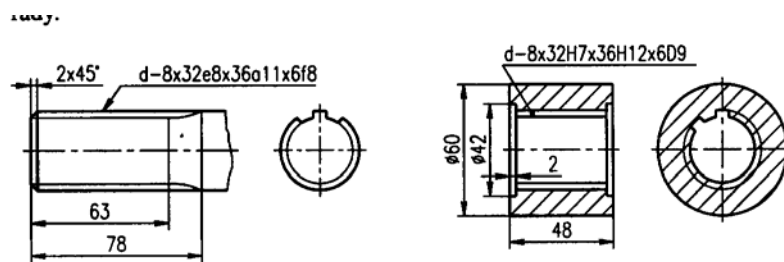
Pro přenos velkých a rázových kroutících momentů mezi hřídelem a nábojem se používá drážkování. Na hřídeli jsou vyfrézovány zuby, které zapadají do drážek náboje.

Drážkování je normalizováno ve třech provedeních. Rozměry, tolerance i drsnost povrchu jsou v příslušných normách (Strojnických tabulkách).



Obrázek č. 8.41, Drážkový spoj

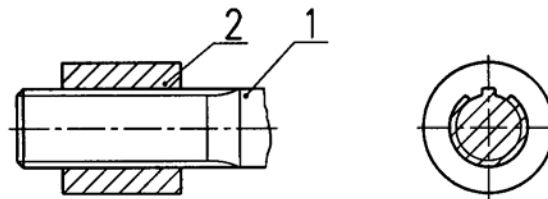
Tvar profilu drážkování se udává na odkazové čáře. Do počtu 4 včetně se vykreslují všechny drážky i zuby, od počtu 6 stačí vykreslit jeden zub a dvě přilehlé drážky.



Obrázek č. 8.42, Drážkový hřídel a náboj

Na obr. 8.42 je zobrazeno rovnoboké drážkování lehké řady.

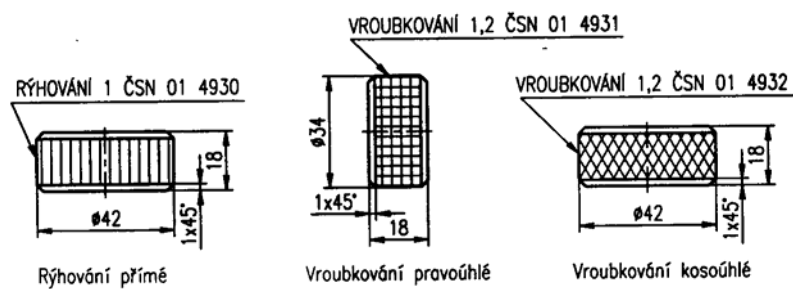
Na výkresech sestavení se zobrazuje u drážkového spojení v obou průmětech přednostně hřidel. Pokud použijeme pro zobrazení řez, šrafuji se plochy až k tlusté souvislé čáře oddělující obě součásti.



Obrázek č. 8.43, Zobrazení drážkového spojení

#### D) Rýhování a vroubkování

Rýhování a vroubkování jsou tvarové úpravy provedené na válcovém povrchu strojních součástí. Tyto úpravy se provádějí pro zlepšení ovladatelnosti např. válcových hlav šroubů. Na výkresech se rýhování a vroubkování označuje roztečí a příslušnou normou.



Obrázek č. 8.52, Rýhování a vroubkování

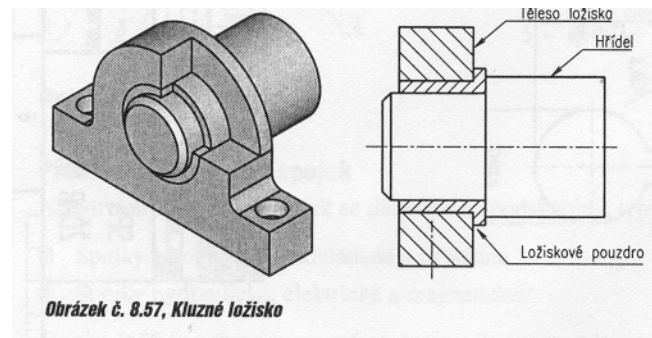
## 10 ZOBRAZOVÁNÍ A KÓTOVÁNÍ STROJNÍCH SOUČÁSTÍ A KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ (ložiska, pružiny, ozubená kola)

### A) Ložiska

Ložiska jsou součásti, které jsou určeny k točnému uložení čepů a hřídelí. Přenášejí zatížení hřídele na ostatní části strojů a zajišťují vzájemnou polohu pevných a točivých součástí. Rozdělujeme je podle druhu relativního pohybu na kluzná a valivá.

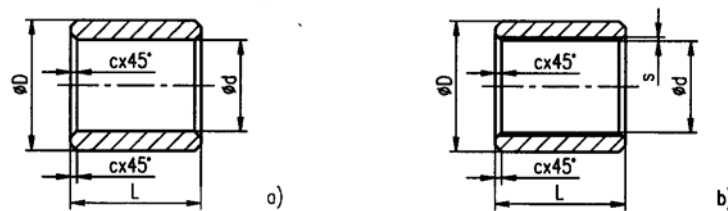
#### Kluzná ložiska

Kluzná ložiska se skládají z vhodně tvarovaného pouzdra uloženého v ložiskovém tělese. Pouzdro může být nedělené nebo dělené na dvě i více pánví.



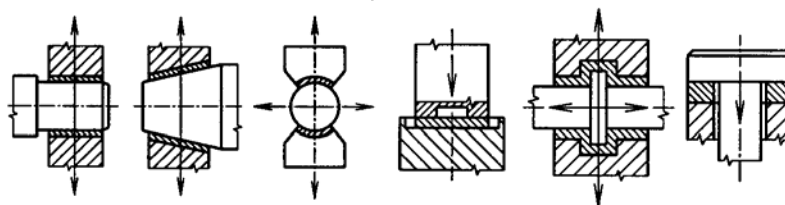
Obrázek č. 8.57, Kluzné ložisko

Nenormalizovaná ložisková pouzdra se musí zobrazit a úplně zakótovat na výrobním výkrese.



Obrázek č. 8.58, Ložiskové pouzdro a) bez výstelky; b) s výstelkou

Podle směru zatěžující síly se kluzná ložiska dělí na radiální, axiální a kombinovaná (radiálně axiální).



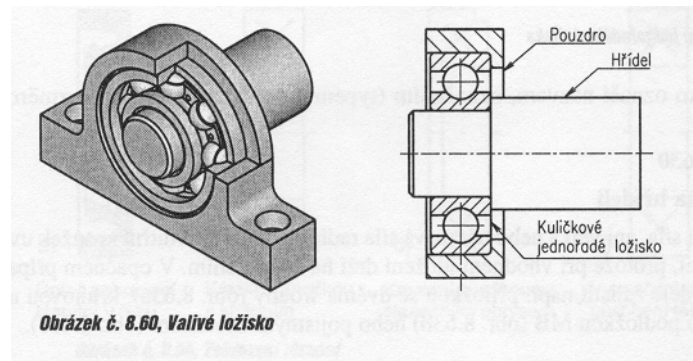
Obrázek č. 8.59, Druhy kluzných ložisek

Normalizované ložiskové pouzdro se v soupisu položek označí názvem, typem, hlavními rozměry a číslem rozměrové normy:

**POZDRO B 25/32x20 ČSN 02 3499**

#### Valivá ložiska

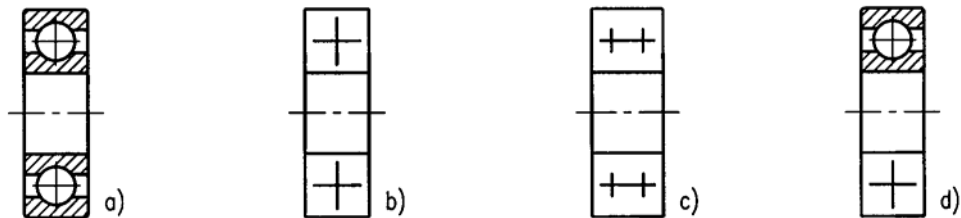
Valivá ložiska se zpravidla ze dvou kroužků, valivých těles a klece pro vedení. Klecí se rozdělují valivá tělesa v ložisku rovnoměrně a tím se zabránuje jejich vzájemnému styku a tření.



Obrázek č. 8.60, Valivé ložisko

### Zobrazování a označování valivých ložisek

- Zjednodušeně s vynecháním zobrazení klece a dalších podrobností (obr. 8.61a).
- Schematicky osovým (obr. 8.61b).
- Schematicky s vyznačením počtu valivých elementů (obr. 8.61c).
- Kombinací zjednodušeného a schematického zobrazení (obr. 8.61d).

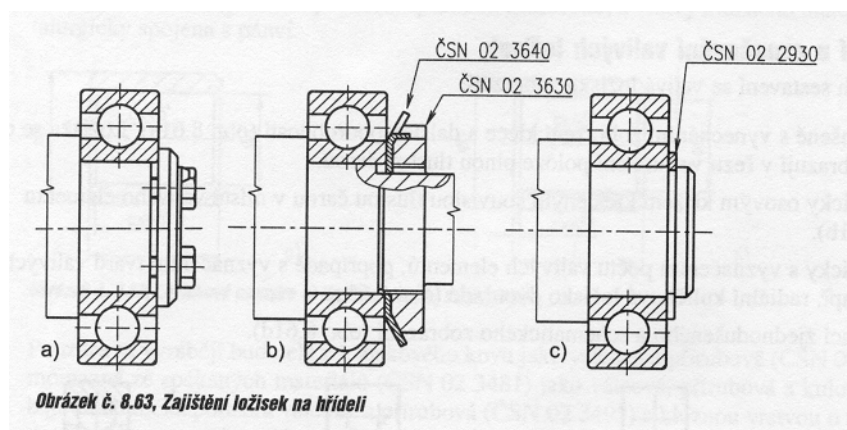


Obrázek č. 8.61, Zobrazení valivých ložisek

### Zajištění valivých ložisek na hřídeli

Ložisko můžeme na konci hřídele zajistit např.

- příložkou se dvěma šrouby (obr. 8.63a),
- kruhovou maticí KM se zářezy a pojistnou podložkou MB (obr. 8.63b)
- pojistným kroužkem (obr. 8.63c).



Obrázek č. 8.63, Zajištění ložisek na hřídeli

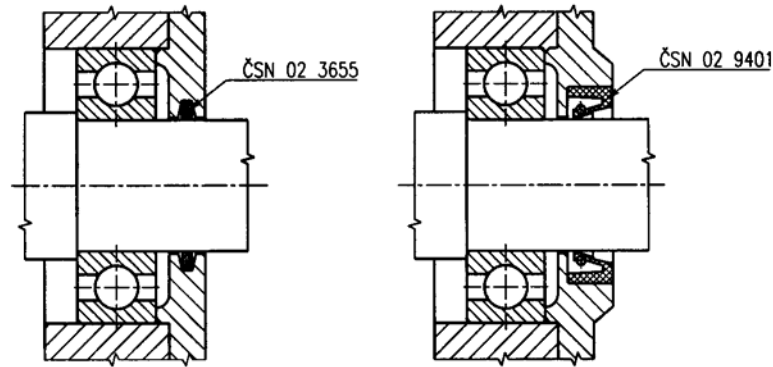
### Těsnění

Ložiskový prostor je třeba utěsnit proti úniku maziva, ale zejména proti vnikání vlhkostí a nečistot.

V soupisu položek se těsnění (např. v provedení G-Gufero) označí názvem, hlavními rozměry a číslem rozměrové normy:

**G 10 - 22 - 8 NBR ČSN 02 9401.0**

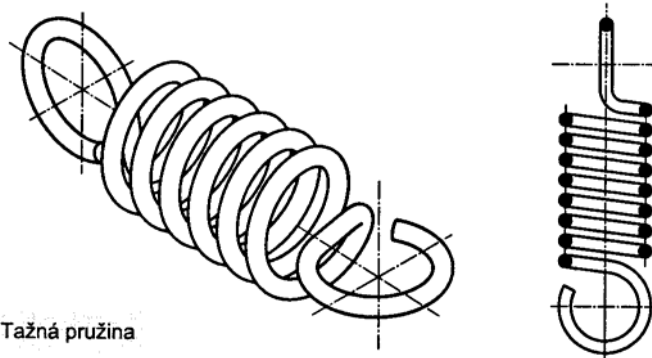




Obrázek č. 8.65, Těsnění ložiskového prostoru

## B) Pružiny

Pružiny jsou strojní součásti sloužící k akumulaci energie (hnací pružiny), k zachycení a tlumení rázů (pružiny vozidel), k zajištění vratné polohy (např. u vaček) a k udržení rovnováhy sil.



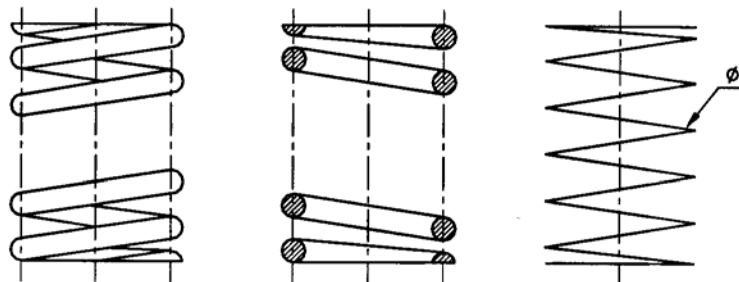
Tažná pružina

Obrázek č. 8.66, Válcová tažná pružina

## Zobrazení pružin

- V pohledu
- V řezu
- Na výkresech sestavení i schematicky

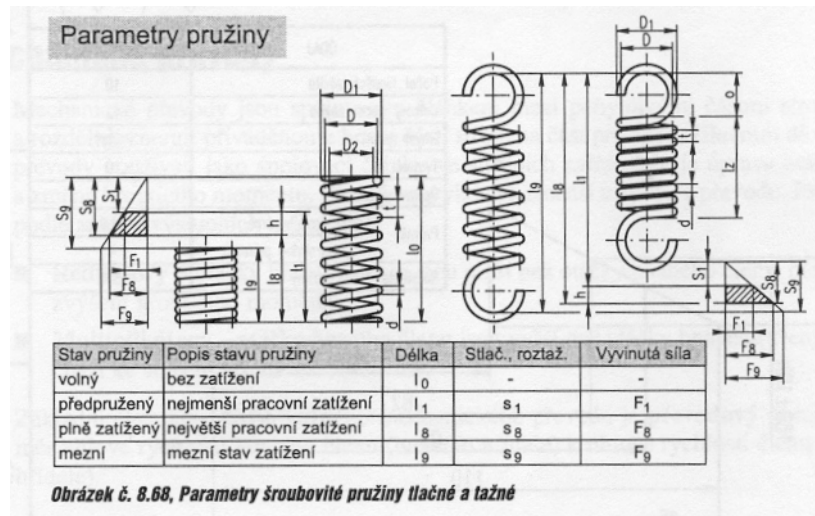
Na výrobních výkresech zobrazujeme pružiny vždy v nezatíženém stavu, na výkresech sestavení pak v takovém stavu, v jakém se zamontují.



Obrázek č. 8.67, Možnosti zobrazení válcové tlačné pružiny

### Výkresy pružin

Zobrazení pružiny v nezatíženém stavu včetně kótování, tolerancí a drsnosti povrchu. Pracovní diagram s uvedením stavu pružiny při její funkci.



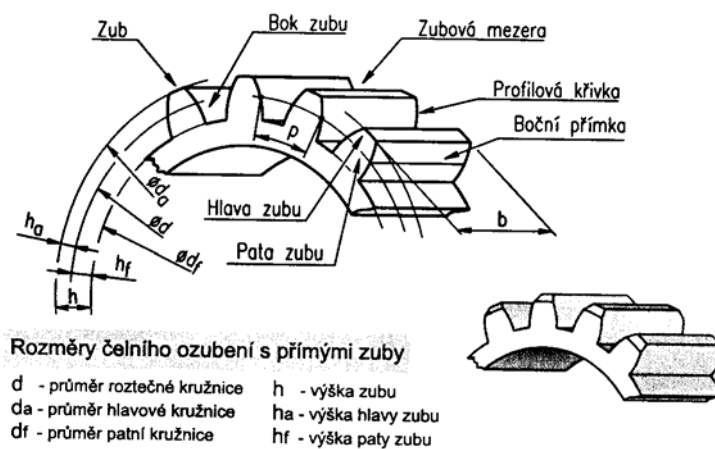
### C) Ozubená kola

Ozubenými koly se přenáší otáčivý pohyb a mechanická energie z jednoho hřídele na druhý. Tvar ozubených kol a jejich zubů závisí na vzájemné poloze os hřídelů:

- rovnoběžné hřídele se spojují čelními ozubenými koly; kola mají tvar válců
- různoběžné hřídele se spojují kuželovými ozubenými koly s tvarem komolých kuželů
- mimoběžné se spojují šroubovými ozubenými koly; kola mají zpravidla tvar válců se zuby šroubovitě vinutými

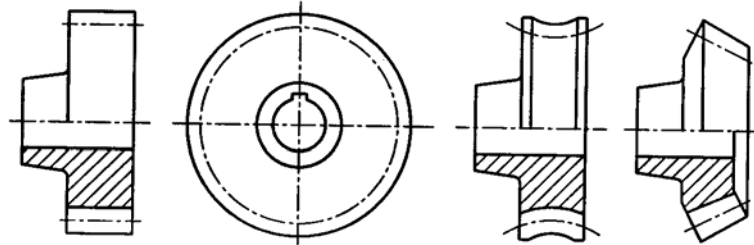
### Pravidla pro zobrazování ozubení

Základní rozměry ozubení zobrazované na výrobním výkrese vychází z příslušných výpočtů. Zuby se nevykreslují pouze tehdy, je-li to nutné pro zobrazení hraničních zubů, například u hřebene.

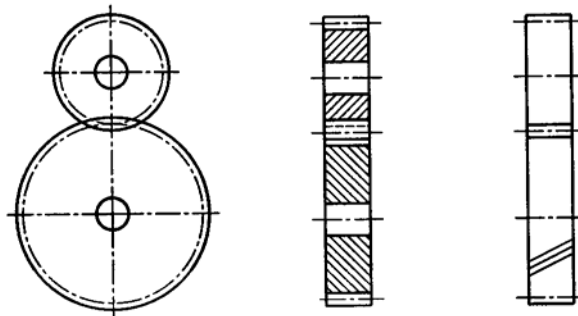


**Charakteristické rozměry ozubených kol se zobrazují:**

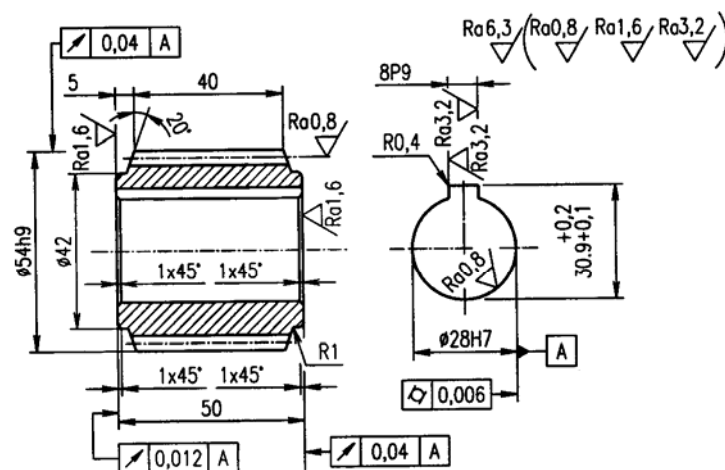
- roztečná plocha (ve výkrese např. roztečná kružnice) čerchovaná tenkou čarou
- hlavová plocha (válnová, kuželová, globoidní) souvislou tlustou čarou
- patní plocha se v pohledu nezobrazuje, pouze v osovém řezu se kreslí silnou čarou

**Obrázek 8.74, Zobrazování ozubených kol**

Pokud je nutné zobrazit rozměr patní plochy, je možné pro její zobrazení použít tenké souvislé čáry. Sklon zubů se zobrazuje názorně pomocí tří rovnoběžných tenkých čar.

**Obrázek 8.75, Zobrazování čelních soukolí v pohledu a řezu**

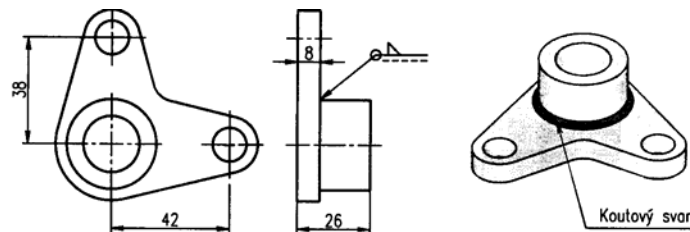
Při zobrazování ozubených kol ve společném záběru se kreslí kola v pohledu tak, jako by nebylo žádné zakryto.

**Obrázek 8.77, Ukázka kótování šneku**

## 11 ZOBRAZOVÁNÍ NEROBÍRATELNÝCH SPOJŮ (svařování, pájení, lepení a nýty)

### A) Svařované spoje

Svařované součásti jsou sestaveny z několika samostatných dílců. Kreslí se proto v závislosti na způsobu jejich výroby a složitosti svařovaných dílců.



Obrázek č. 8.83. Příklad svaru s koutovým svarem

Výkres svařované sestavy musí obsahovat všechny potřebné informace pro výrobu:

- poziční čísla jednotlivých dílů
- kóty pro určení tvaru a rozměrů dílů
- kóty pro obrobení svaru, včetně značek drsností a tolerancí tvaru a polohy
- kóty pro správné sestavení svaru

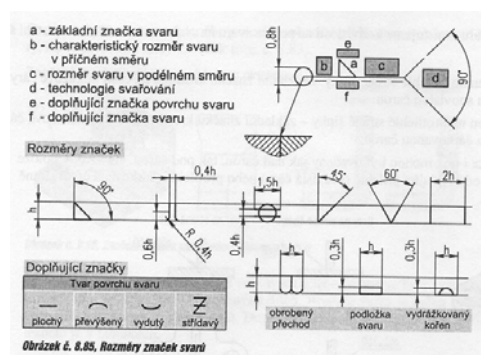
Pokud svarek obsahuje tak složité dílce, že je není možné na výkresu svařované sestavy plně zobrazit a zakótovat, je možné použít samostatného výrobního výkresu.

Značení svarů na technických výkresech určuje norma ISO 2553:1992 Svařované a pájené spoje.



Obrázek č. 8.84. Rozdíl mezi zobrazením a označením svaru

Místa styku jednotlivých dílů svaru se kreslí tlustou souvislou čarou. Pokud jsou jednotlivé části svaru zobrazeny na výrobním výkresu v řezu, použijeme při šrafování sousedních dílů obrácený sklon šraf.

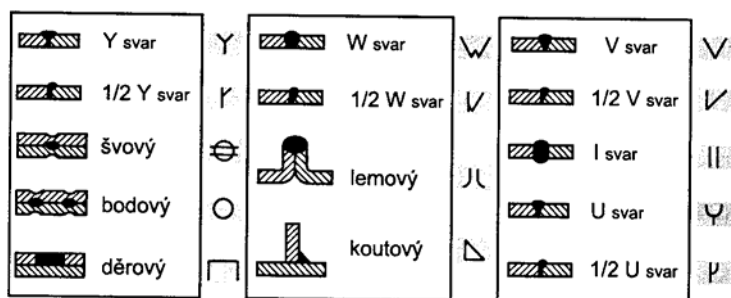


Pro značení svarů na výrobních výkresech používáme odkazové čáry a značek. Všechny značky zapisujeme do výkresu tenkou čarou. Rozměry značek jsou odvozeny od velikostí písma. Při konstrukci svaru zapisuje konstruktér na odkazovou čáru k příslušnému svaru:

- Základní značku typu svaru.
- Rozměr svaru v příčném směru.
- Rozměr svaru v podélném směru.
- Technologii výroby svařované součásti.
- Doplňující značky tvaru povrchu svaru a jeho případných úprav.

### Základní značka svaru

Značka je vždy provedena tak, aby svým tvarem charakterizovala geometrii svaru.

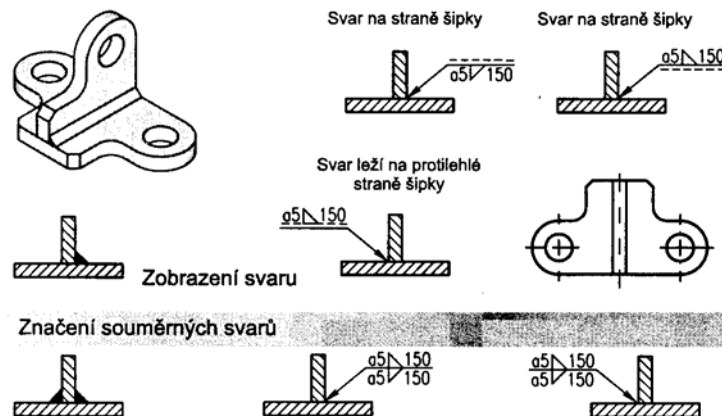


Obrázek č. 8.86. Typy svarů a jejich základní značky

Základní značku svaru umístíme v závislosti na poloze svaru na svařované součásti a umístění šipky odkazové čáry:

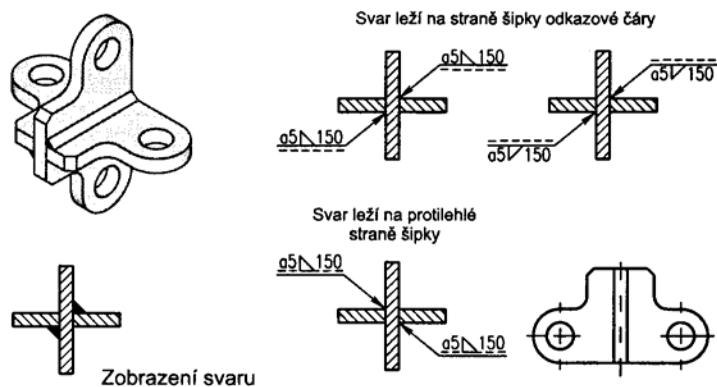
Svar je proveden na přilehlé straně šipky - základní značku kreslíme na části odkazové čáry kreslené tenkou souvislou čarou.

Svar je proveden na protilehlé straně šipky - základní značku kreslíme na části odkazové čáry kreslené tenkou čárkovanou čarou.



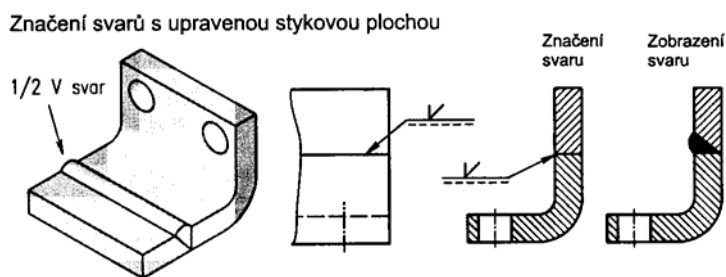
Obrázek č. 8.87. Polohy odkazové čáry a značek při značení koutového svaru tvaru T

Základní značka i text mohou být uvedeny jak nad čarou, tak pod čarou, ale vždy v poloze přilehlé k čáře odpovídající přilehlé (souvislá čára) nebo protilehlé (čárkovaná čára) straně umístění svaru.



Obrázek č. 8.88, Polohy odkazové čáry a značek při značení koutového svaru tvaru X

U svarů, kde je upravena jedna ze stykových ploch (např. u svoru 1/2V), směřuje šipka odkazové čáry vždy proti této upravené ploše (obr. č. 8.89).



Obrázek č. 8.89, Značení svaru s upravenou stykovou plochou

### Rozměr svarů

Rozměry se uvádí na odkazové čáře v pořadí:

- Příčný rozměr svaru se uvádí před základní značkou.
- Podélné rozměry se uvádí za základní značkou.

| Předeepisování rozměrů svarů |             |  |  |
|------------------------------|-------------|--|--|
|                              | s V         |  | a Δ z Δ  |
|                              | s U         |  | a Δ z Δ  |
|                              | s Y         |  | a Δ z Δ  |
|                              | s J         |  | $\frac{a}{a} \triangleright n \times l \mid Z (e)$<br>$\frac{z}{z} \triangleright n \times l \mid Z (e)$ |
|                              | a Δ z Δ     |  | a Δ n x l (e)<br>z Δ n x l (e)   |
|                              | d ○ n x (e) |  | c □ n x l (e)  |
|                              | d □ n x (e) |  | c ⊙ n x l (e)  |

Obrázek č. 8.90, Předeepisování rozměrů svarů

Pro svařování je možné použít celou řadu metod. Na výkrese se za značku a popis svaru připojuje příslušné číslo, které označuje technologii svaru.

| Číslo | Svařovací metoda  |
|-------|---|
| 111   | Ruční obloukové svařování obalenou elektrodou                             |
| 131   | Obloukové svařování tavící se elektrodou v inertním ochranném plynu MIG   |
| 135   | Obloukové svařování tavící se elektrodou v aktivním ochranném plynu MAG   |
| 141   | Obloukové svařování netavící se elektrodou v inertním ochranném plynu WIG |
| 21    | O odporové svařování bodové   |
| 23    | O odporové svařování švové  |
| 311   | Svařování kyslíko-acetylenovým plamenem                                   |
| 42    | Tlakové svařování třením  |
| 751   | Svařování laserem   |

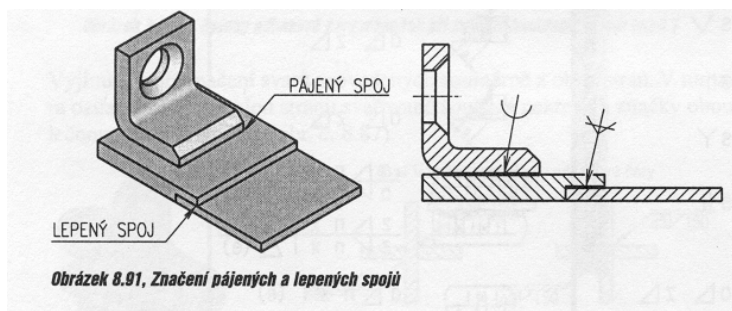
Tabulka č. 15, Vybrané svařovací metody

## B) Pájené a lepené spoje

Pájené spoje jsou vytvořeny spojením jednotlivých dílů pomocí měkké pájky (slitiny cínu a olova) nebo tvrdé pájky (slitiny mědi se zinkem, stříbrem a jinými přísadami).

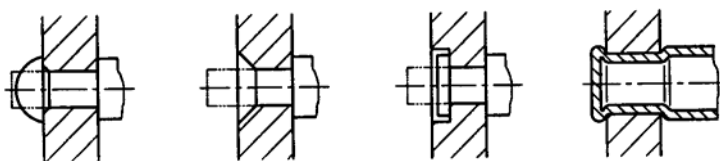
Lepené spoje tvoří materiál spojený pomocí přírodních nebo syntetických lepidel do nerozebíratelného spoje.

ČSN 013152 Technické výkresy - Zjednodušené zobrazování nerozebíratelných spojů doporučuje kreslit pájené a lepené spoje na technických výkresech velmi tlustou čarou.



## C) Nýtované konstrukce

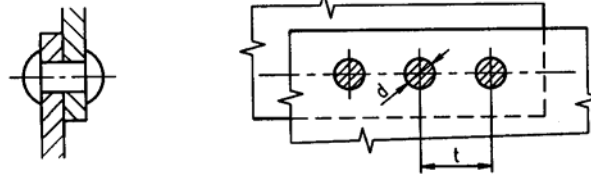
Nýtové spojení patří mezi spojení nerozebíratelná. Můžeme je rozdělit na přímé a nepřímé.



Obrázek č. 8.94, Nýtování přímé

Nýty se zobrazují pouze na výkresech sestavení. U nýtových spojů podrobně zobrazených se nýty kreslí vždy roznýtované (zatažené). Při pohledu shora na hlavu nýtu se zobrazí vždy v příčném řezu dřívem, bez hlavy.





Obrázek č. 8.95, Nýtování nepřímé

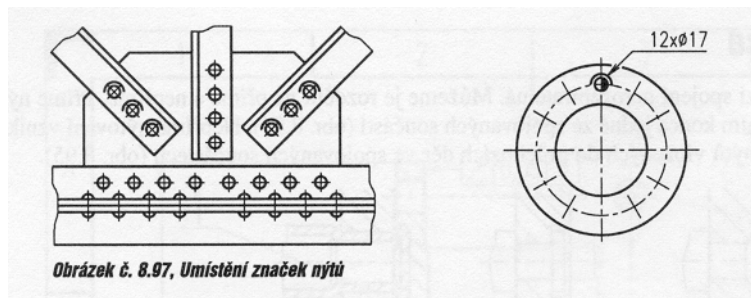
Na výkresech nýtovaných konstrukcí (např. stavebních konstrukcí, konstrukcí mostů, jeřábů apod.) s velkým počtem nýtů zobrazených v měřítku zmenšení se nýty znázorňují zjednodušeně normalizovanými značkami podle ČSN O1 3028 (obr. 8.96).

| Průměr zataženého nýtu     | Pod 13 | 13 | 17 | 21 | 25 | 28 | Nad 28 |
|----------------------------|--------|----|----|----|----|----|--------|
| Značka při pohledu zepředu |        |    |    |    |    |    |        |
| Značka při pohledu shora   |        |    |    |    |    |    |        |

Poznámka: Čísla u značek označují nestandardní průměr zataženého nýtu

Obrázek č. 8.96, Normalizované značky nýtů

Velikost základních značek nýtů se přibližně rovná průměru hlavy nýtu v měřítku výkresu sestavení. Základní značky orientujeme na výkresu vždy podle roztečné čáry, tj. podle osy prutu, roztečné kružnice apod.



Obrázek č. 8.97, Umístění značek nýtů



## 12 SCHÉMATA

### Charakteristika schematických výkresů

Schémata patří mezi pomocné výkresy, které zjednodušeným a přehledným způsobem, většinou pouze pomocí značek znázorňují technická zařízení a jejich části tak, aby z nich bylo možno co nejrychleji pochopit vzájemné vztahy jednotlivých částí, podstatu funkce celého zařízení spod.

Podle problematiky, kterou popisují, druhu používaných prvků a jejich spojení se schémata podle ČSN rozdělují na:

1. **Schémata elektrotechnická**, popisující funkci a účel elektrotechnických zařízení. Podle elektrotechnických schémat se provádí montáž elektrotechnické instalace, vyhledávají se závady apod.
2. **Schémata kinematická**, jimiž se zjednodušeně znázorňují funkční principy mechanických ústrojí a výrobních celků.
3. **Schémata hydraulická a pneumatická**, která přehledně znázorňují hydraulické a pneumatické soustavy strojů a zařízení.
4. **Schémata automatického řízení, regulace a kontroly**, která graficky znázorňují prvky a jejich vzájemné vazby v oblasti automatizace a regulace. Tato schémata se velmi často kombinují se schématy hydraulickými, popř. pneumatickými.
5. **Schémata vakuová**, používaná většinou jako přehledová nebo funkční znázornění prvků a vazeb v oblasti vakuové techniky.
6. **Schémata optická**, která se uplatňují především v přístrojové a laboratorní technice při navrhování optických přístrojů a zařízení.
7. **Schémata plynovodní**, popisující prvky a jejich vzájemná propojení v oblasti výroby a rozvodu plynu.
8. **Schémata energetická**, která popisují tepelné oběhy, popř. funkci různých energetických zařízení.

Podle toho, jakému účelu budou v praxi sloužit, se schémata (s výjimkou schémat elektrotechnických) rozdělují na:

1. **Schémata přehledová** - podávají informace obecné povahy, tj. znázorňují hlavní funkční části, jejich účel a vzájemná spojení. K zobrazení jednotlivých prvků se používá jednoduchých geometrických obrazců a čar.
2. **Schémata funkční** - objasňují určité pochody, jež probíhají v jednotlivých funkčních částech výrobku nebo v celém výrobku.
3. **Schémata podrobná** - obsahují úplnou sestavu prvků včetně jejich vzájemných propojení. Schéma podává podrobnou informaci o pracovních principech výrobku.
4. **Schémata montážní** - používají se k sestavování částí výrobku. Ze schémat jsou zřejmá kromě vlastního sestavení také místa spojení a přívody.
5. **Schémata přípojovací** - znázorňují vnější připojení výrobku.

### Obecná pravidla pro zobrazování schémat

Schematické značky jsou většinou jednoduché. Stroje, přístroje a podobní prvky jsou ve schématech obvykle znázorněny jednoduchými, většinou symbolickými značkami.

Čáry spojení se kreslí zpravidla nepřerušené. V případě, že by protínaly značnou část schématu a zhoršovaly jeho čitelnost, lze čáry spojení přerušit a v místě přerušení ukončit šipkami s příslušným označením podle ČSN 01 3107.

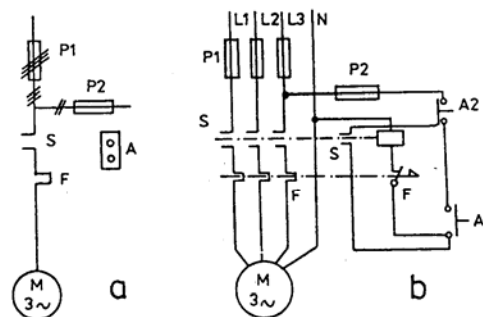
Textové údaje lze umístit přímo u grafických značek (přednostně vpravo nebo nad ně), uvnitř jednoduchých geometrických obrazců apod.

### A) Elektrotechnická schémata

Elektrotechnické schéma se používá také jako podklad pro montáž, opravy a seřizování elektrotechnických zařízení.

#### Schématu 1. skupiny

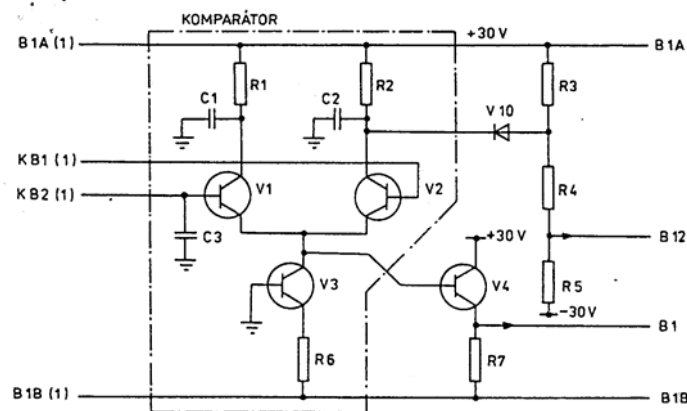
se vypracovávají jako prvotní doklad při projektování a uplatňují se především jako podklady pro vypracovávání schémat dalších skupin.



Obr. 161 Zapojení stykače s tlačítkovým ovládáním zapínání a vypínání třífázového motoru  
a) přehledové schéma kreslené jednopólově, b) naukové schéma kreslené trojpólově

#### Schématu 2. skupiny

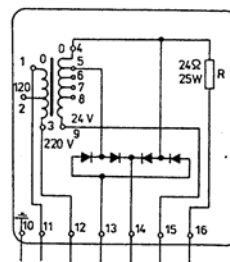
slouží většinou jako podklady pro vypracování jiných projektových podkladů a mat. Jako obvodová schémata hlavních, pomocných a vybraných obvodů se používají při seřizování, kontrole a opravách.



Obr. 164 Vyznačení funkční části a způsob přerušení schématu (schéma pokračuje na listu č.

#### Schématu 3. skupiny

se uplatňují jako projektové podklady pro polohopisně kreslené výkresy zobrazující vedení vodičů a kabelů.



Obr. 165 Zapojovací schéma vnitřních spojů napáječe

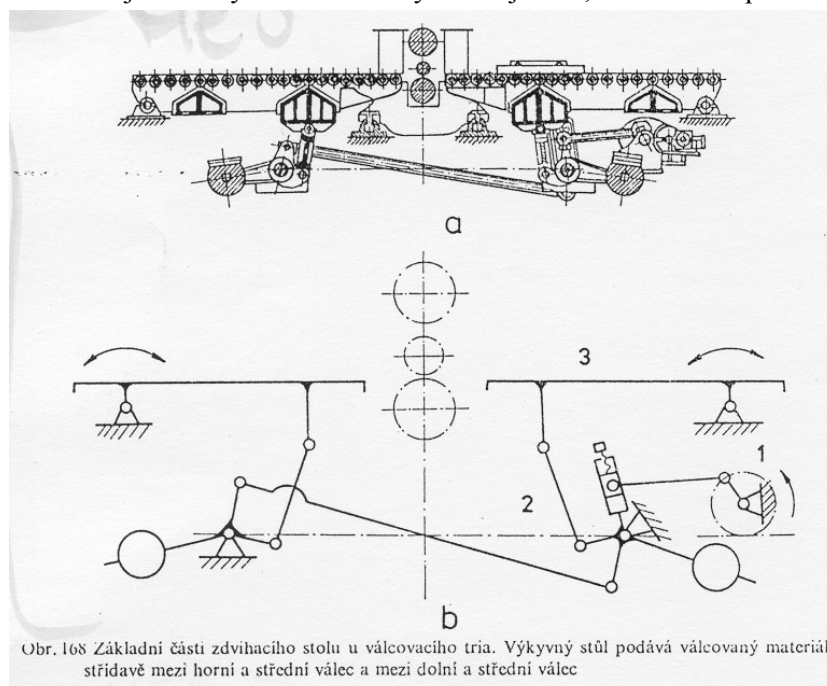
| Název   | Značka                                | Název                          | Značka |
|---|---------------------------------------|--------------------------------|--------|
| Trojfázový proud<br>50 Hz 220 V                     | $3 \sim 50 \text{ Hz } 220 \text{ V}$ | Vypínací kontakty              |        |
| Proud stejnosměrný<br>a střídavý                    | $\sim$                                | Vídlíče, kolík                 |        |
| Proud pulsuující                                    |                                       | Žárovka                        |        |
| Galvanické spojení<br>s kostrou                     |                                       | Odpor                          |        |
| Uzemnění<br>a ochranné uzemnění                     |                                       | Nařiditelný odpor              |        |
| Rozpojitelné spojení                                |                                       | Odpor proměnný                 |        |
| Pevné spojení                                       |                                       | Vinutí s jádrem                |        |
| Zapínací kontakty                                   |                                       | Tlačítko a dvojtlačítko        |        |
| Kondenzátor<br>a) polarizovaný<br>b) elektrolytický | a)<br>b)                              | Zásuvka                        |        |
| Kondenzátor proměnný                                |                                       | Dioda                          |        |
| Rozpojovač  |                                       | Diodový tyristor<br>obousměrný |        |
| Několikapólový vypínač                              |                                       | Tunelová dioda                 |        |
| Jednofázový<br>transformátor                        |                                       | Tranzistor typu PNP            |        |
| Vinutí s odbočkami                                  |                                       | Tranzistor typu NPN            |        |

## B) Kinematická schémata

Zjednodušeně a přehledně znázorňují různá mechanická ústrojí, a lze je proto použít k vysvětlení nebo popisu mechanické funkce stroje.

Přehledová a funkční kinematická schémata se vytvářejí pomocí jednoduchých geometrických obrazců (popř. analytickým zápisem pomocí počítače).

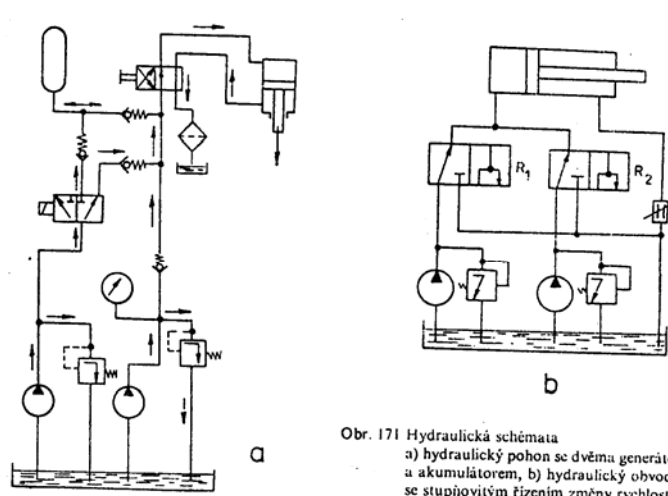
V podrobných kinematických schématech se musí zobrazit všechny kinematické prvky a jejich vazby uvnitř ústrojí, vazba mezi jednotlivými kinematickými dvojicemi, řetězci a skupinami.



Kinematické značky pro kreslení podrobných kinematických schémat, jejichž stručný výběr je uveden v tab.

| Název  | Značka | Název  | Značka |
|--|--------|--|--------|
| Druhy pohybu:                                  |        | Ložiska:   |        |
| a) točivý                                      |        | a) radiální  |        |
| b) přímočarý                                   |        | b) axiální   |        |
| c) šroubový                                    |        | Kluzná ložiska:                                      |        |
| d) přímočarý vratný                            |        | a) radiální  |        |
| Vratný pohyb s prodlevami v krajních polohách: |        | b) axiální jednostranné                              |        |
| přímočarý                                      |        | Valivá ložiska:                                      |        |
| otáčivý  |        | radiální   |        |
| Otáčivá dvojice                                |        | axiální jednostranné                                 |        |
| Posuvná dvojice                                |        | axiální oboustranné                                  |        |
| Šroubová dvojice                               |        | axiálně radiální jednostranné                        |        |
| Válcová dvojice                                |        | Hřídel, prut, osa                                    |        |
| Sférická dvojice                               |        | Ohebný hřídel  |        |
| Kardanův kloub                                 |        | Kulisa   |        |
| Rovinná dvojice                                |        | Maltézský mechanismus                                |        |
| Bodová dvojice                                 |        | Rohatkový mechanismus se západkou s vnějším ozubením |        |
|  |        | Ozubené kolo: válcové                                |        |
|  |        | kuželové   |        |
|  |        | Ozubené kolo válcové: s přímými zuby                 |        |
|  |        | s šikmými zuby                                       |        |
|  |        | Ozubené kolo kuželové s přímými zuby                 |        |

**C) Hydraulická a pneumatická schémata**

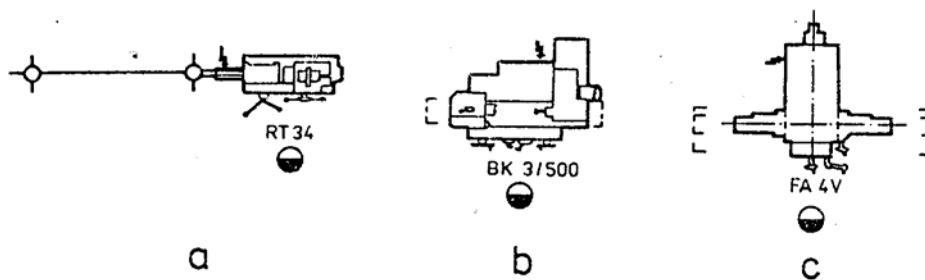


Obr. 171 Hydraulická schémata  
 a) hydraulický pohon se dvěma generátory a akumulátorem, b) hydraulický obvod se stupňovitým řízením změny rychlosti

| Název  | Značka | Název   | Značka |
|--|--------|---|--------|
| Uzavírací prvky uvnitř rozváděče                               |        | Mihovač; zařízení pro vytváření olejové mlhy                      |        |
| 1 – Uzavřená poloha<br>2 – Průtok v jednom směru               |        | Tlumič výfuku (tlumič hluku)                                      |        |
| Rozváděč s elektromagnetickým ovládním                         |        | Nádrž   |        |
| Řídicí prvek bez udání uspořádání                              |        | Akumulátor  |        |
| Prvek se zapojením prosáklé kapaliny do odpadu hlavního obvodu |        | a) Teploměr<br>b) Manometr<br>c) Průtokoměr                       |        |
| Prvek s přímým řízením (pojistný nebo propouštěcí ventil)      |        | Hydromotor s otáčivým pohybem:<br>a) jednosměrný<br>b) obousměrný |        |
| Uzavírací ventil   |        | Hydrostatická převodovka  |        |
| Čistič   |        | a) Pneumatický motor<br>jednosměrný<br>b) Kompresor               |        |
| Zpětný ventil vracený pružinou                                 |        | Zdroj – spotřebič   |        |
| Ohřivač  |        | Motor s křivým pohybem:<br>a) hydraulický<br>b) pneumatický       |        |
| Chladič  |        | Jednosměrné čerpadlo  |        |
|  |        | Obousměrné čerpadlo s měnitelným průtokem                         |        |

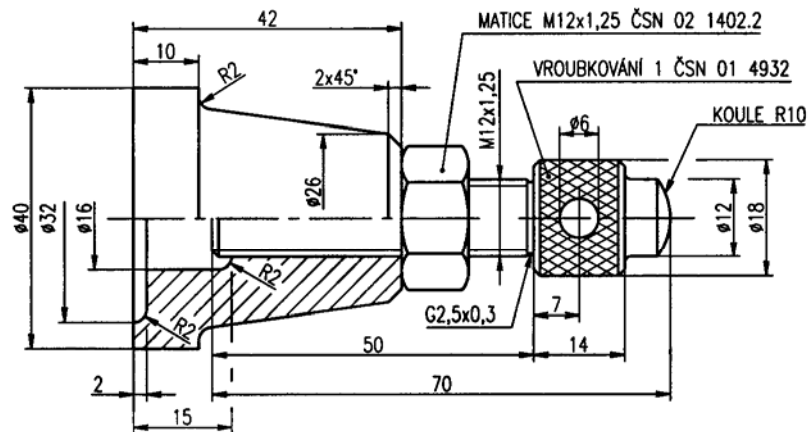
### D) Technologická schémata

Technologická schémata znázorňují zjednodušeným a přehledným způsobem nejrůznější výrobní, montážní nebo opravárenské procesy.



Obr. 174 Ukázky dvojrozměrných maket vydávaných projektovým ústavem Projekta Praha  
a) revolverový soustruh, b) hrotová bruska, c) frézka s vertikální osou vřetena





Obrázek č. 8.102, Kótované sestavení

### C) Popisové pole

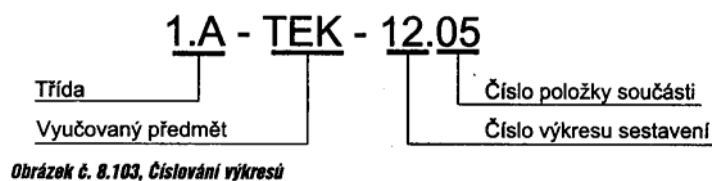
Každý technický výkres musí obsahovat popisové pole, které se umísťuje v pravém dolním rohu na rámec kreslicí plochy.

Popisové pole obsahuje:

- Identifikační část
- Další části

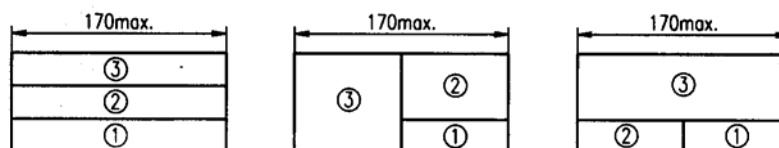
Identifikační část je dlouhá maximálně 170mm a obsahuje tyto povinné údaje:

- registrační nebo evidenční číslo výkresu. Ve školních podmínkách můžeme výkresy číslovat.



Obrázek č. 8.103, Číslování výkresů

- název výkresu.
- název nebo logo zákonného vlastníka výkresu.



Obrázek č. 8.104, Uspořádání popisového pole

Další části mohou mít různou formu a obsah, mezi nejdůležitější parametry:

- Značka použitého způsobu promítání (**ISO-E, ISO-A**).
- Hlavní měřítko zobrazení, jsou-li na výkresu obrazy nakreslené v jiném než hlavním měřítku, uvede se to do závorky, např. **1:1(5:1)**.
- Přesnost podle ISO 2768, např. **m K**.
- Konstruoval, kontroloval, schválil, datum apod.
- Kusovník (seznam položek) - označení (číslo) seznamu položek.

## D) Soupis položek

Soupis položek (kusovník) se umísťuje buď na výkresu sestavení, nebo odděleně na samostatném listu.

- Soupis položek umístěný na výkresu. Používá se výjimečně pro výrobu s malým počtem částí.
- Soupis položek umístěný odděleně na samostatném listu. Formát odděleného soupisu položek musí odpovídat formátu podle ISO.

Soupis položek se uspořádává do sloupců ohraničených tlustou nebo tenkou souvislou čarou. Pořadí musí odpovídat číselné řadě označení jednotlivých položek na výkresu sestavení.

| Č. POL. | NÁZEV - ROZMĚRY                   | VÝKRES - NORMA | MATER.   | J. | MN. | HMOT. kg |
|---------|-----------------------------------|----------------|----------|----|-----|----------|
| 6       | POJISTNÝ KROUŽEK 25               | ČSN 02 2930    |          | 1  |     | 0,002    |
| 5       | POJISTNÝ KROUŽEK 47               | ČSN 02 2931    |          | 2  |     | 0,006    |
| 4       | LOŽISKO 6005                      | ČSN 02 4630    |          | 2  |     | 0,082    |
| 3       | KROUŽEK TR#35x6-12 ČSN 42 5715.01 | 1.B-TEK-17.03  | 11 343.0 | 2  |     | 0,052    |
| 2       | ŘEMENICE #80-44 ČSN 42 5510.10    | 1.B-TEK-17.02  | 11 500.0 | 1  |     | 1,74     |
| 1       | ČEP #35-84 ČSN 42 5510.10         | 1.B-TEK-17.01  | 11 600.0 | 1  |     | 0,63     |

|                     |                             |                  |             |      |
|---------------------|-----------------------------|------------------|-------------|------|
| MATERIAL            | MĚŘÍ                        | ZÁJMA            | DATUM       | POPS |
| POLOTOHR            |                             |                  |             |      |
| TOLEROVÁNÍ ISO 8015 |                             |                  |             |      |
| PŘESNOST ISO 2768   |                             |                  |             |      |
| PROMĚRY             |                             |                  |             |      |
| KONSTR. NOVÁK       | SCHVÁLIL                    | HMOTNOST 12,6 kg | MĚŘÍTKO 1:1 |      |
| KONTR.              | DATUM 20.4.1999             | SESTAVA KUSOVNÍK |             |      |
|                     | NÁZEV                       | STARÝ V.         |             |      |
| SPŠ                 | SESTAVA ŘEMENICE            |                  |             |      |
| ŽDÁR N. SÁZ.        | ČÍSLO VÝKRESU 1.B-TEK-17.00 |                  |             |      |
|                     | LISTO                       | LIST             |             |      |

Obrázek č. 8.108, Soupis položek (kusovník) na výkresu sestavení

## E) Odkazy na položky

Každá součást, skupina, podskupina aj., která je složkou vyšší sestavy, se označí jedním odkazem. Odkazy se zapisují čísla, k nimž lze v odůvodněných případech připojit písmeno velké abecedy. Všechny odkazy na jednom výkresu se zapisují stejným typem a stejnou výškou písma.

Odkazy se umísťují vně obrazů jedním z těchto způsobů:

- Na praporek odkazové čáry (přednostně).
- K odkazové čáře.
- Do kroužku.
- U souvisejících položek (šroub, matice, podložka) na jednu odkazovou čáru.

