

Univerzita Palackého Olomouc

Katedra technické a informační výchovy

Soubor přednášek do předmětu:

Technická grafika a zobrazování (pro techniky)

prof. PhDr. MILAN KLEMENT, Ph.D.

OLOMOUC 2023

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:

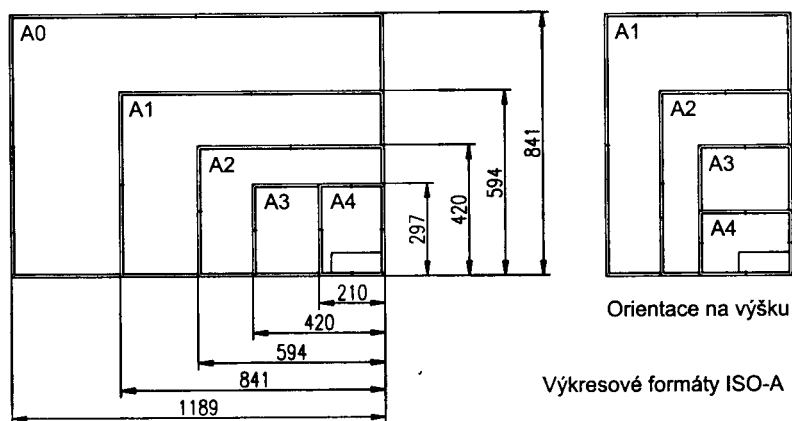
- **Návrhové výkresy** zobrazují součásti ve vzájemné poloze včetně uložení a základních rozměrů. Slouží jako podklad pro konečné řešení.
- **Výkresy součástí** jsou základním podkladem pro výrobu, proto je také někdy nazýváme výrobní. Obsahují veškeré údaje nutné pro výrobu (rozměry, drsnosti povrchu, tolerance tvaru, tepelné zpracování apod.).
- **Výkresy podstav 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 .

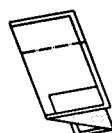
Postup skládání výkresů

- 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

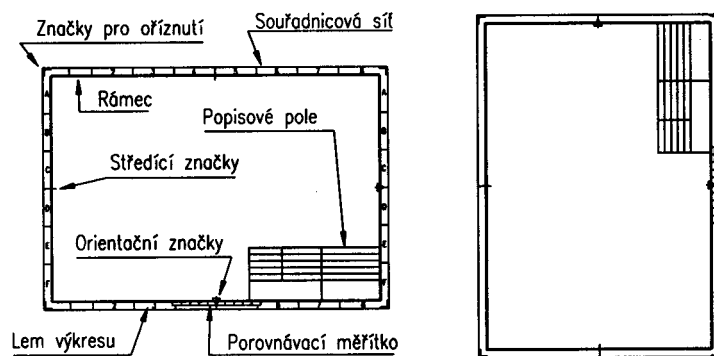


Obrázek č. 2.4, Skládání výkresů na formát A4

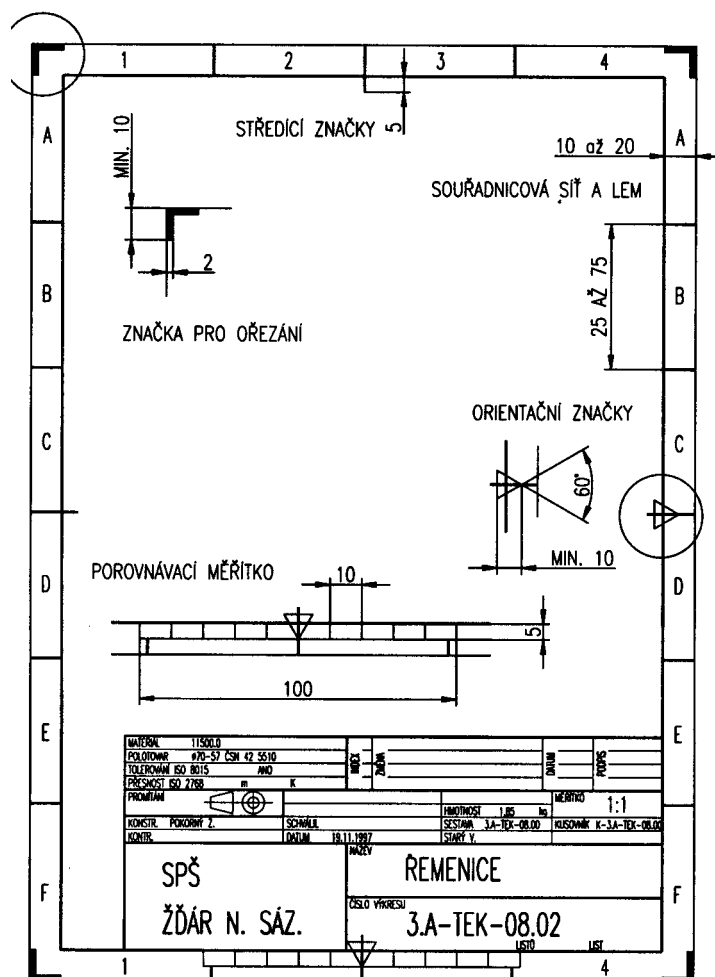
Postup skládání kopií výkresu je uveden na obrázku. Výsledkem je vždy formát A4 s popisovým polem na čelní straně složeného výkresu.

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.



Obrázek č. 2.5, Úprava výkresového listu



Obrázek č. 2.6, Rozměry jednotlivých prvků výkresového listu

Popisové pole výkresu je základním identifikačním znakem, který obsahuje informace o zobrazených objektech, zodpovědných osobách a změnách. Délka popisového pole je maximálně 170mm. Popisové pole se přednostně umísťuje v pravém dolním rohu a je orientováno horizontálně. Pokud je výkres orientován na výšku, je popisové pole umístěno vertikálně v pravém horním rohu, údaje čteme při pohledu z pravé strany výkresu.

Rámec výkresu se kreslí minimální tloušťkou čáry 0,8mm. Kreslicí plocha ohraničená rámem je zmenšena o šířku lemu. Norma tak vychází vstříc vykreslování výkresů na tiskárnách, které jsou určeny ve většině případů pouze pro základní formáty a nejsou schopny tisknout až k okraji výkresu. Tiskárny jsou pro tisk menších formátů 5 až 10 x levnější než plottery.

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. Měřítko je 100 mm dlouhé a 8 mm široké s dělením po 10 mm bez číselného popisu.

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

Měřítko 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 měřítek, které můžeme využít při tvorbě výkresové dokumentace:

- **měřítko skutečné velikosti** odpovídá poměru 1:1 (podíl je konstantní a délkový rozměr zobrazeného objektu je stejný jako u skutečného objektu)
- **měřítko pro zvětšení** 2:1, 5:1 apod. (podíl se zvětšuje a délkový rozměr zobrazeného objektu je větší než u skutečného objektu)
- **měřítko 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 měřítek podle ISO 5455

Zápis měřítka na výkresech se provádí slovem **Měřítko** 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 01 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.

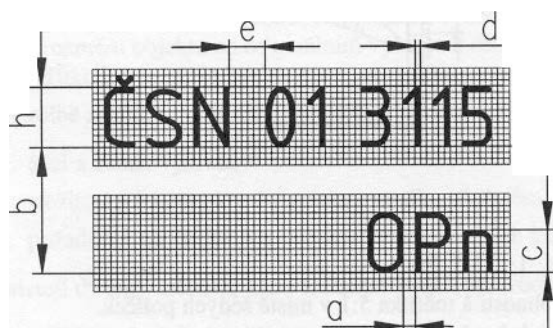
Písmo může být psáno jako kolmé na základní čáru, nebo jako šikmé.

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]

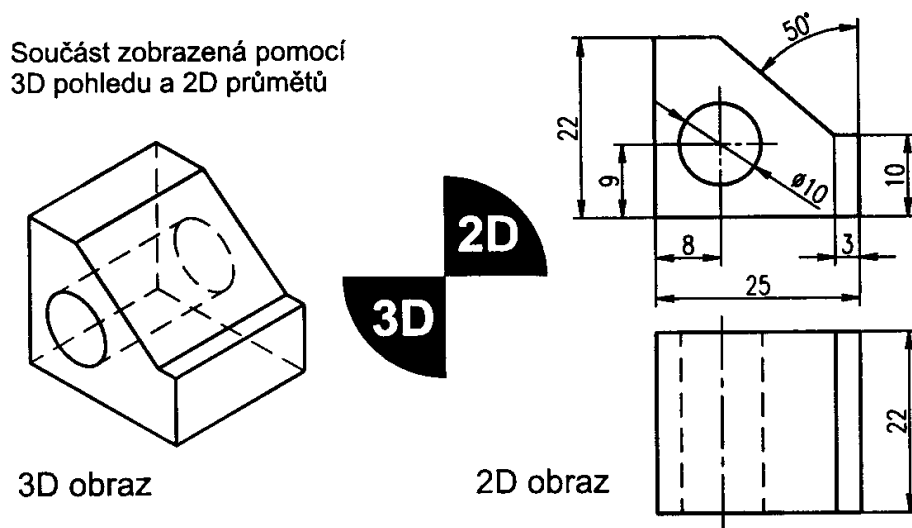
2. TECHNICKÉ ZOBRAZOVÁNÍ

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.

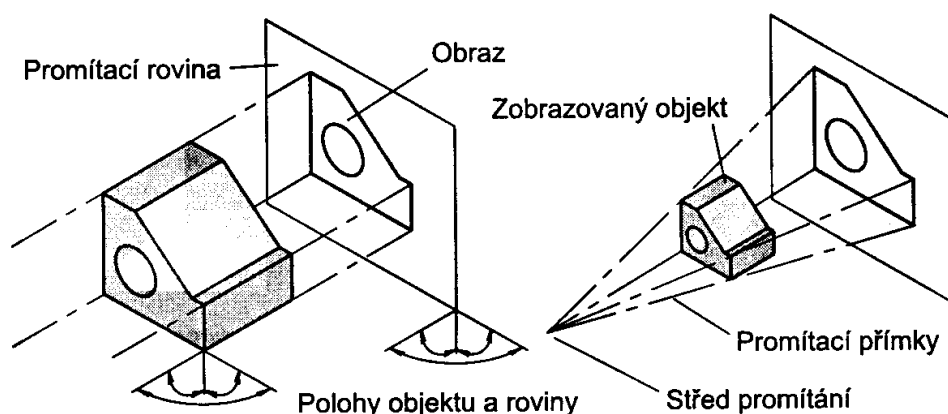
Velmi používanou metodou je dodnes plošné 2D zobrazení, kdy nahlížíme na těleso v určitém směru a výsledný pohled promítneme na určitou **průmětnu** (rovinu).

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.

1. Rovnoběžné promítání

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

2. 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.

3. Středové promítání

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

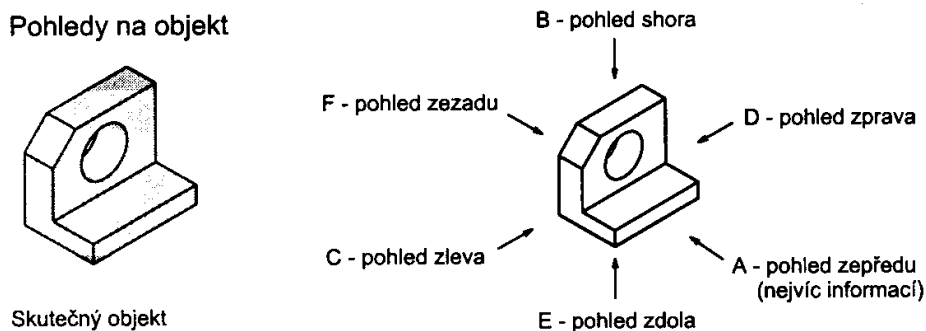
2. 1 PROMÍTÁNÍ POUŽÍVANÉ V TECHNICKÉ PRAXI

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

Pravoúhlé promítání

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

Pohledy na objekt



Obrázek č. 3.4, Pohledy na zobrazovaný objekt

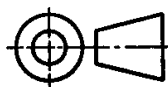
Za **hlavní pohled** se snažíme volit vždy ten, který obsahuje nejvíc informací, zpravidla orientovaný ve výrobní poloze.

Metody pravoúhlého promítání

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

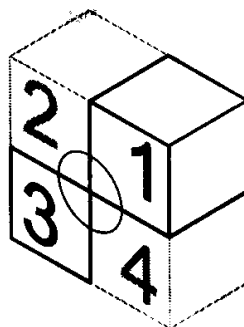
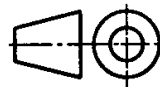
Promítání v 3. kvadrantu

ISO A
promítání "americké"



Promítání v 1. kvadrantu

ISO E
promítání "evropské"

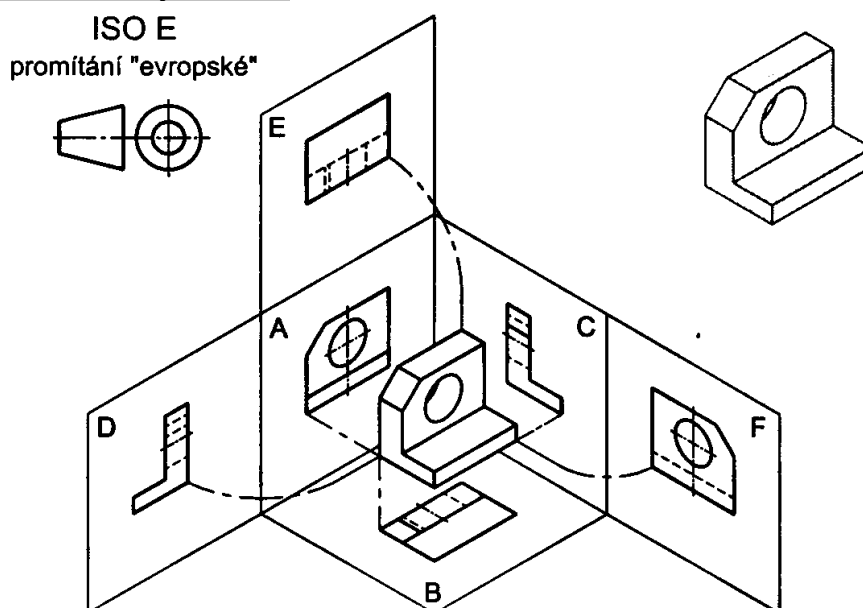


Obrázek č. 3.5, Orientace promítání v prvním a třetím kvadrantu

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

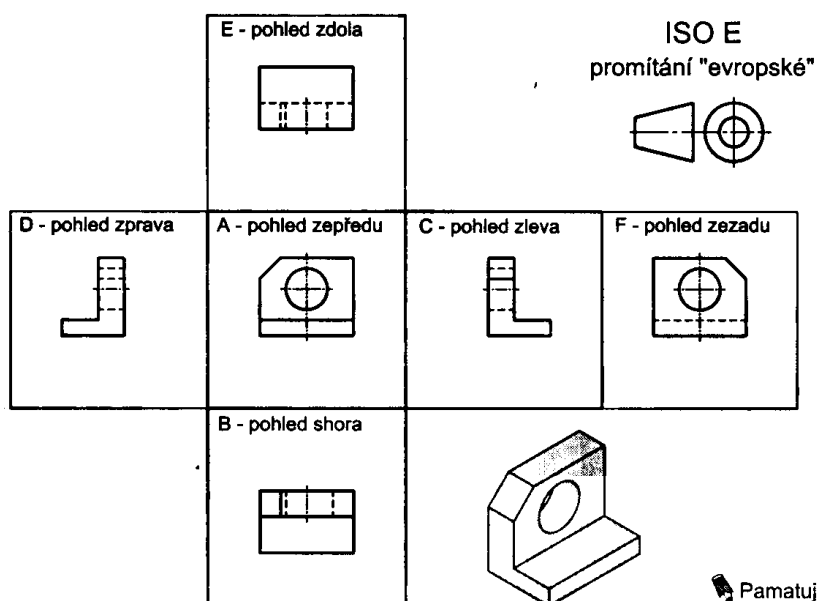
Jedná se o způsob pravoúhlého promítání, při němž leží objekt mezi pozorovatelem a průmětnou. Tento typ promítání se nazývá ISO E.



Obrázek č. 3.7, Objekt zobrazovaný promítáním v prvním kvadrantu

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

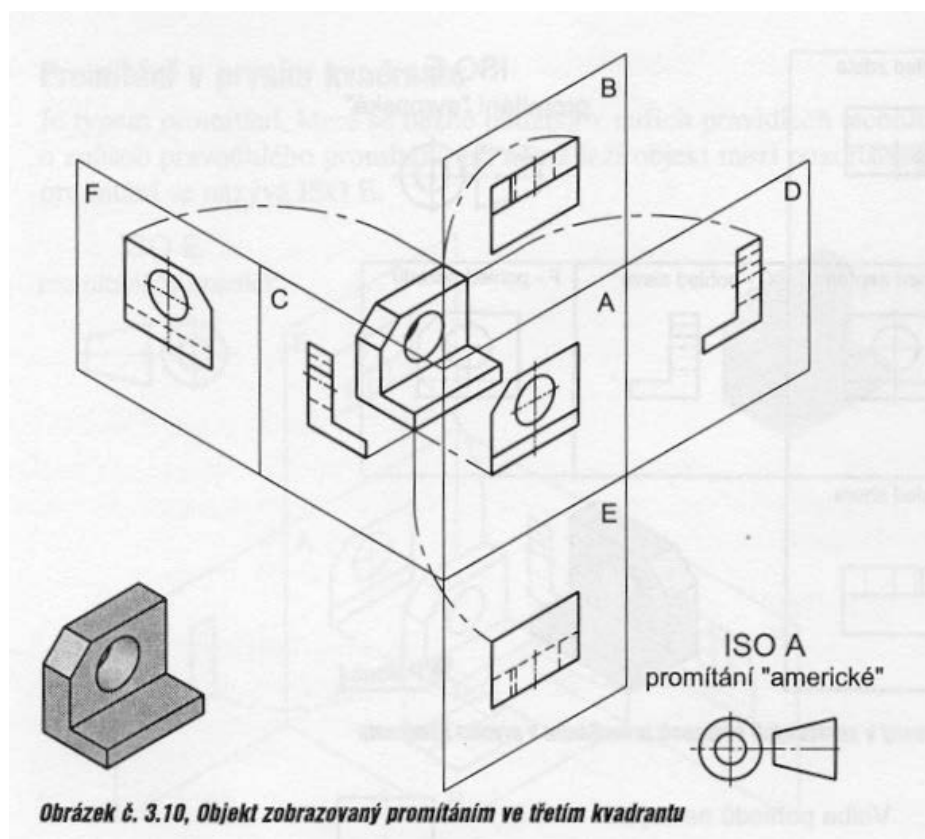
Velmi často používanou kombinací sdružených obrazů ve výkresové dokumentaci je kombinace pohledu zepředu, pohledu shora a pohledu zleva. Při volbě pohledů je vždy nutné zvážit jejich optimální počet pro plné zobrazení objektů.



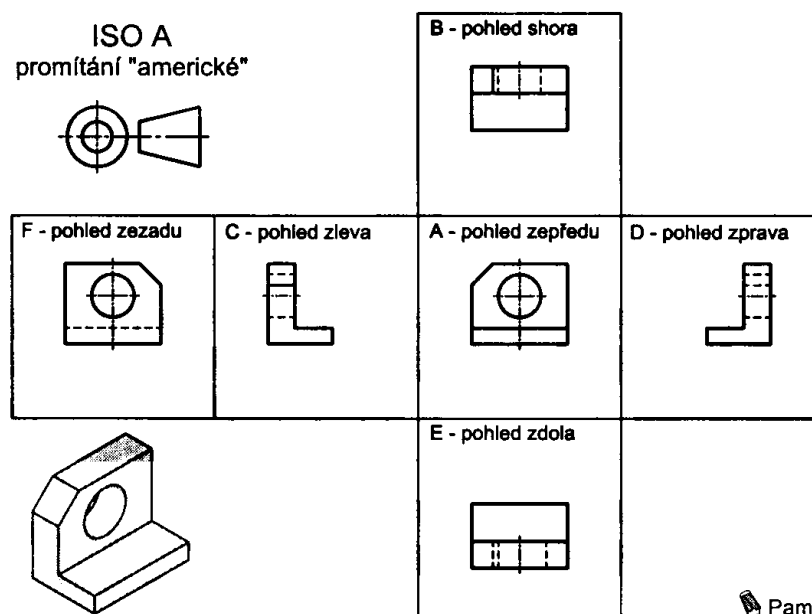
Obrázek č. 3.8, Objekt zobrazovaný v sdružených obrazech promítáním v prvním kvadrantu

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.



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



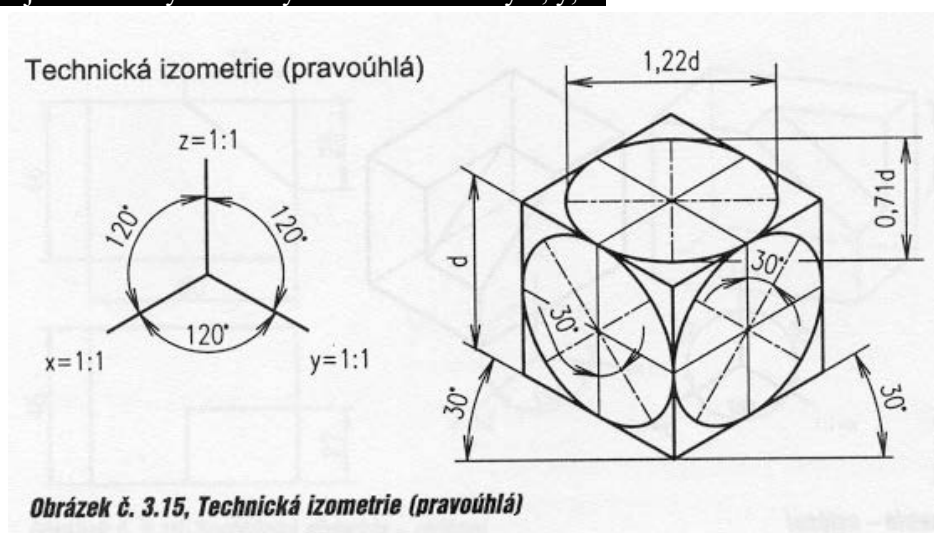
Obrázek č. 3.11, Objekt zobrazovaný v sdružených obrazech promítáním ve třetím kvadrantu

Pravidla pro pravoúhlé zobrazování

- Pravoúhlým průmětem bodu je bod.
- Pravoúhlým průmětem úsečky (popř. přímky) kolmé k průmětně je bod.
- Pravoúhlým průmětem úsečky (přímky), která je rovnoběžná s průmětnou, je tatáž úsečka (přímka).
- Pravoúhlým průmětem roviny kolmé k průmětně je přímka.

Technická izometrie (pravoúhlá)

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



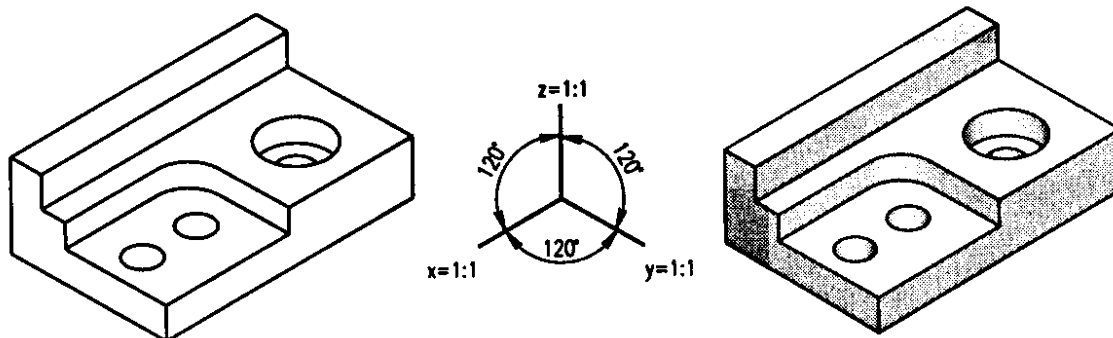
Obrázek č. 3.15, Technická izometrie (pravoúhlá)

Postup pro vytvoření axom. zobr. platí zcela obecně:

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

Součást v technické izometrii

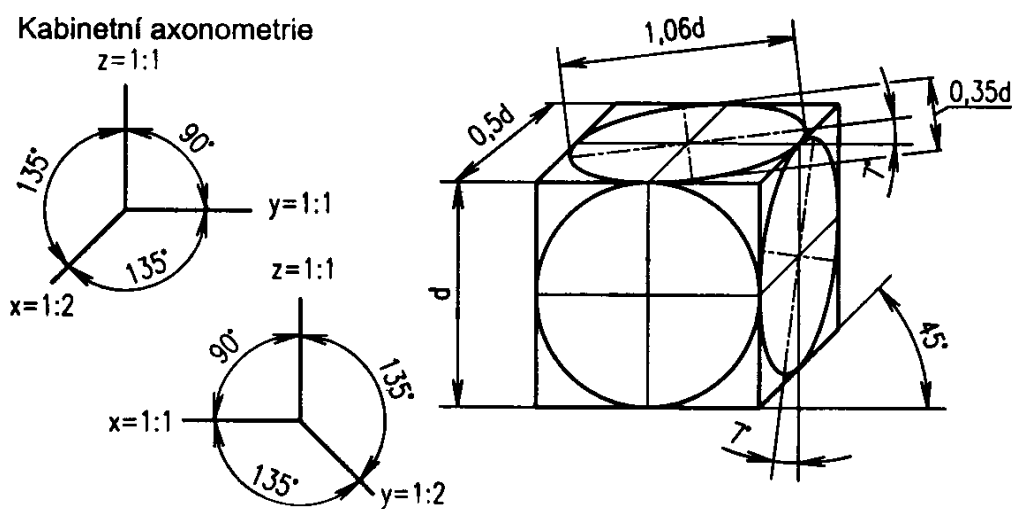
Stejná součást konstruovaná v CAD



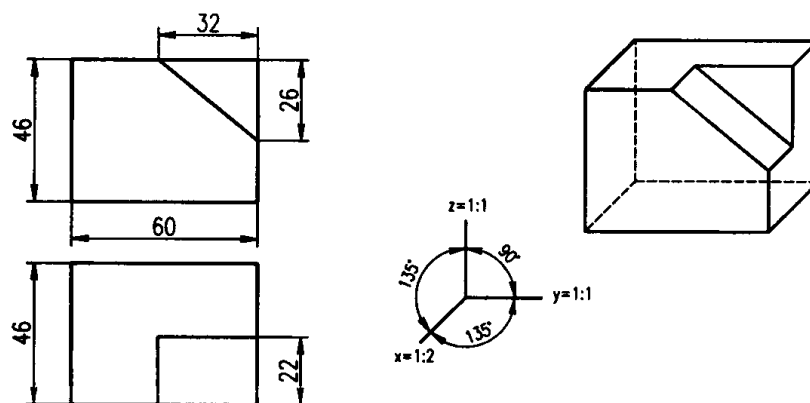
Obrázek č. 3.16, Součást nakreslená technickou izometrií (pravouhlou) a v CAD

Kabinetní axonometrie

Je kosoúhlé promítání, které se podle ČSN nazývá kosoúhlá 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



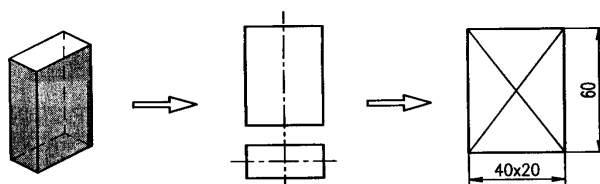
Obrázek č. 3.21, Kabinovní axonometrie – cvičení

Pravidla pro axonometrické zobrazování

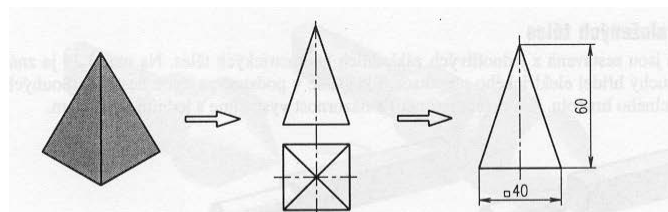
- Poloha souřadného systému se volí taková, aby jedna z os, obvykle osa z , byla vertikální.
- Hlavní obraz se volí obvykle tak, aby jeho poloha byla rovnoběžná se souřadnými rovinami.
- Hlavní obraz v axonometrickém zobrazování by měl odpovídat hlavnímu obrazu v pravoúhlém promítání.
- Zakryté obrysy, 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° k osám, nebo k obrysovým čarám obrazů řezů či průřezů.

Zobrazování základních geometrických těles

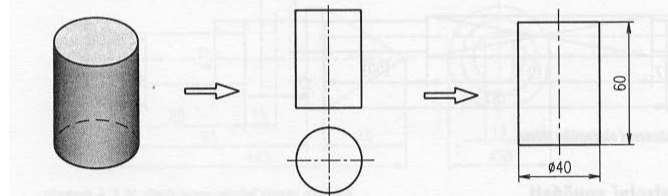
Při zobrazování geometrických těles vystačíme zpravidla s dvěma průměty; pokud použijeme kótování, tato tělesa úplně určíme jedním průmětem.



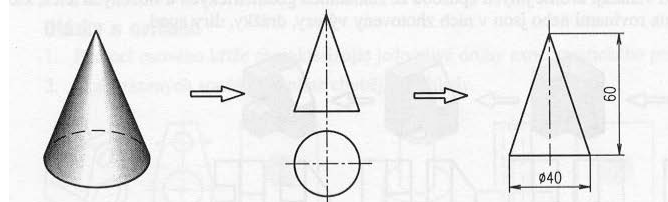
Obrázek č. 3.23, Zobrazení hranolu



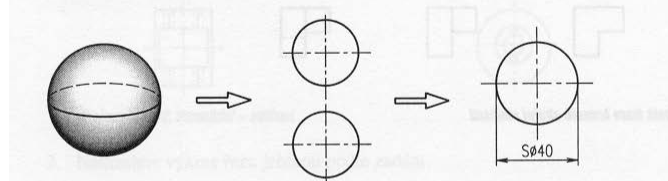
Obrázek č. 3.24, Zobrazení jehlanu



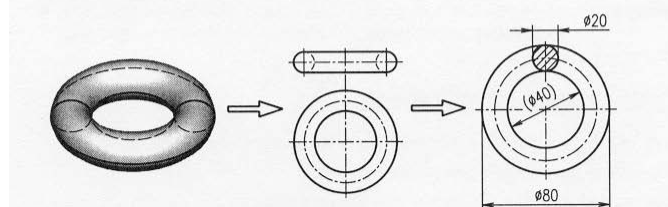
Obrázek č. 3.25, Zobrazení válce



Obrázek č. 3.26, Zobrazení kužele



Obrázek č. 3.27, Zobrazení koule



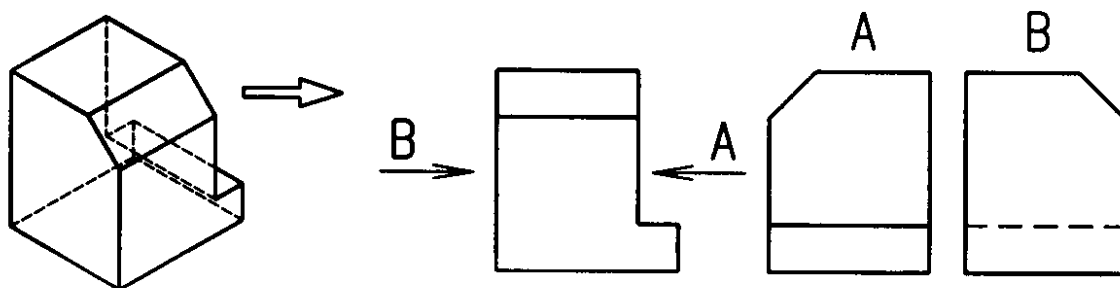
Obrázek č. 3.28, Zobrazení anuloidu

3. PRAVIDLA PRO ZOBRAZOVÁNÍ NA TECHNICKÝCH VÝKRESECH

A) Pohledy

Pohledy které nejsou sdružené

Pohledy, jejichž umístění neodpovídá příslušné metodě pravoúhlého 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

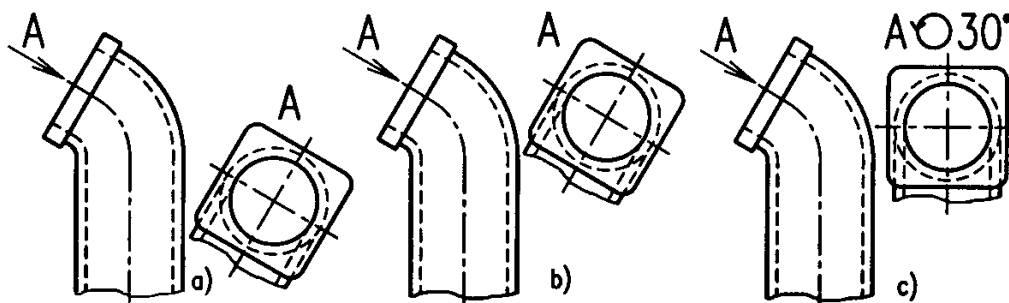
Pohledy, které nejsou na výkresu umístěny jako sdružené, se musí označit.

Poznámka: Přednostně používejte sdružené pohledy které se neoznačují.

Částečný pohled

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

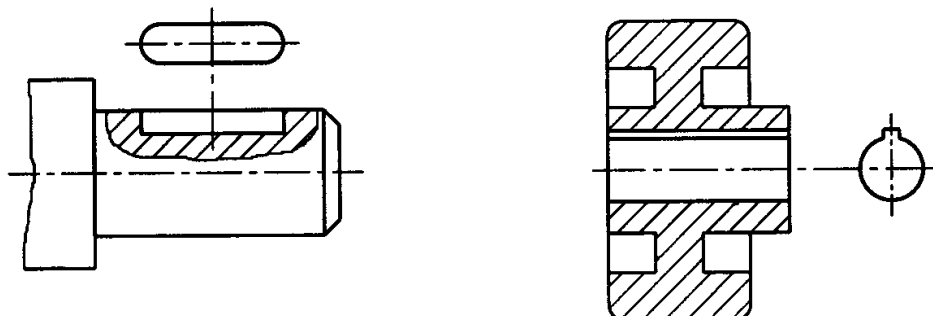
- Promítání u základního obrazu. Nejvhodnější způsob (obr. 3.35 a).
- Posunutý pohled (obr. 3.35 b).
- Posunutý a pootočený pohled (obr. 3.35 c). Je-li to potřebné, ke značce pootočení se může připsat úhel, o který je obraz proti základnímu obrazu pootočen.



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.

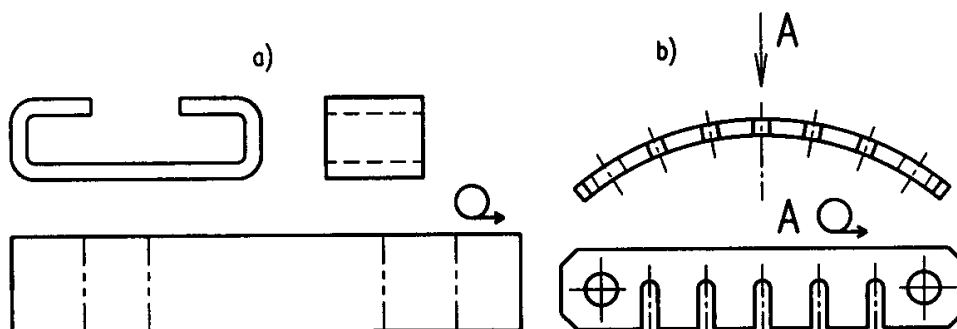


Obrázek č. 3.36, Místní pohled

Rozvinutý pohled

Rozvinutý pohled se používá pro zobrazení předmětů:

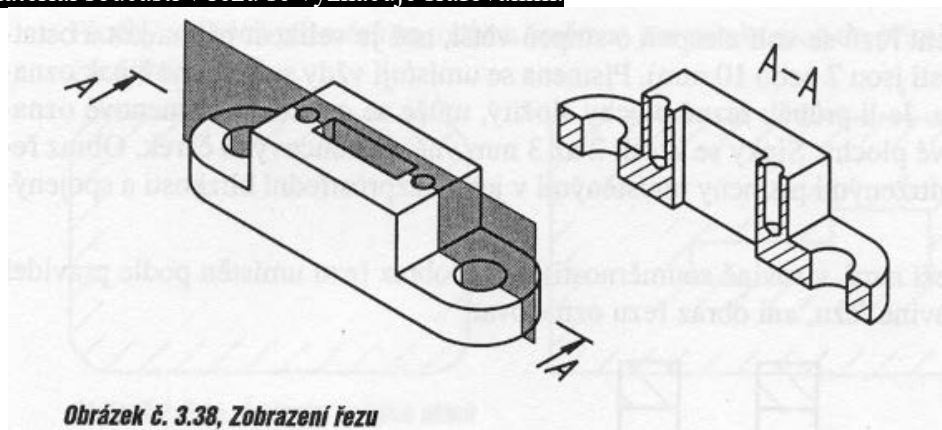
- **Zhotovených ohýbáním.** Místa ohybů se v rozvinutém obraze vyznačují tenkou čerchovanou čarou se dvěma tečkami (obr. 3.37 a).
- **Se zakřiveným povrchem.** Rozvinutý obraz zakřiveného povrchu se označí značkou rozvinutí (obr. 3.37 b).



Obrázek č. 3.37, Rozvinutý pohled

B) Řezy a průřezy

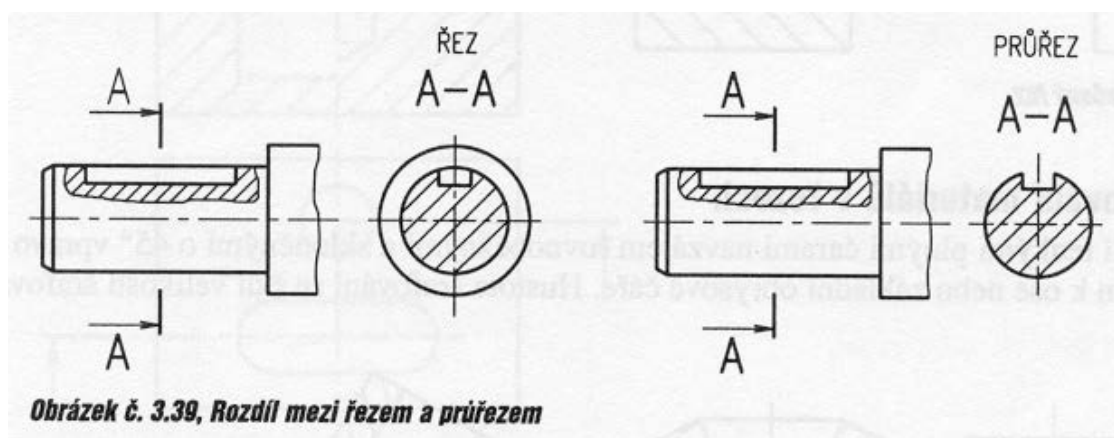
Řezy a průřezy jsou obrazy předmětu rozříznutého myšlenou rovinou. Mají se vést vždy nejužším místem. Materiál součásti v řezu se vyznačuje šrafováním.



Obrázek č. 3.38, Zobrazení řezu

Rozdíl mezi řezem a průřezem

Pro označování průřezů platí stejná pravidla jako pro označování řezů.

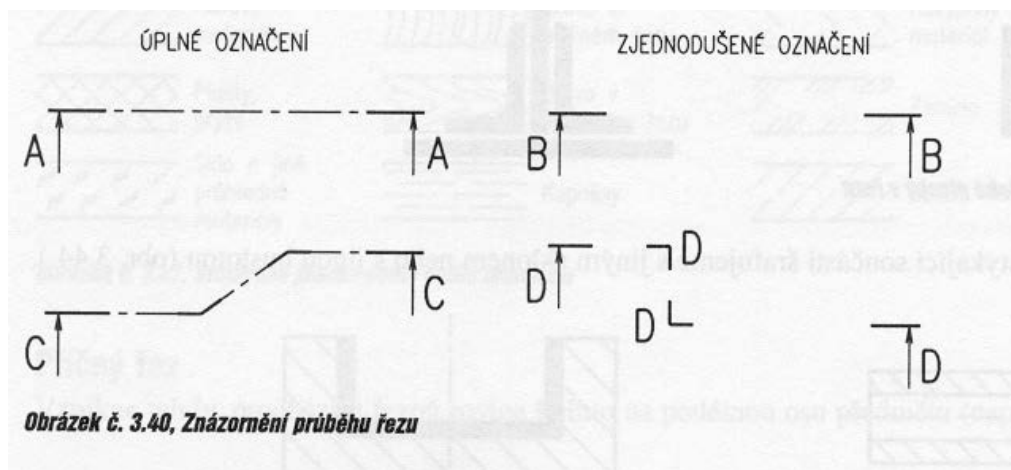


V řezu se zobrazují ty části tělesa, které leží v rovině řezu a za ní.

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

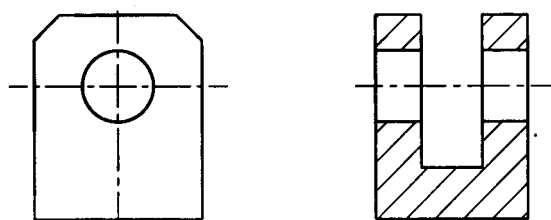
Myšlená plocha řezu

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.

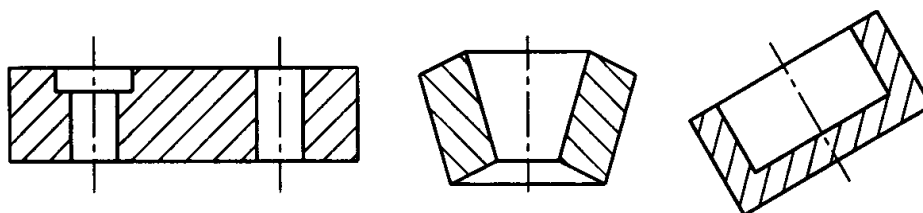


Obrázek č. 3.41, Neoznačený řez

Grafické označování materiálů v řezích

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).



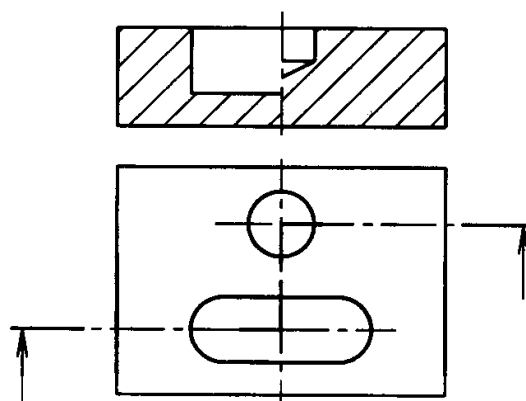
Obrázek č. 3.42, Sklon a hustota čar při šrafování

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



Obrázek č. 3.44, Šrafování stýkajících se součástí

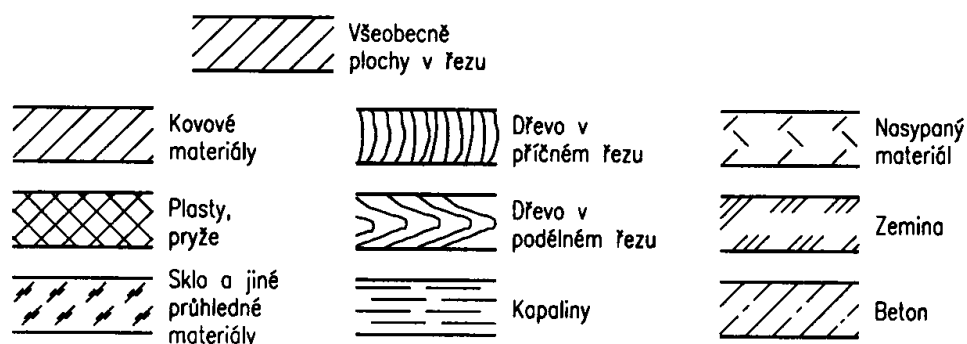
- U stupňovitého řezu (plocha řezu je tvořena dvěma rovnoběžnými rovinami) se užije pro obě plochy shodné šrafování, avšak s přesazenými šrafi (obr. 3.46).



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

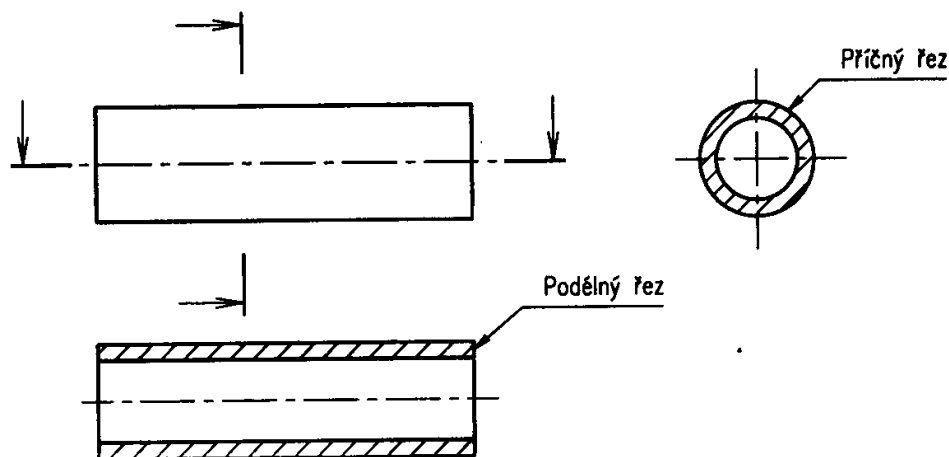
C) Typy řezů a průřezů

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.).



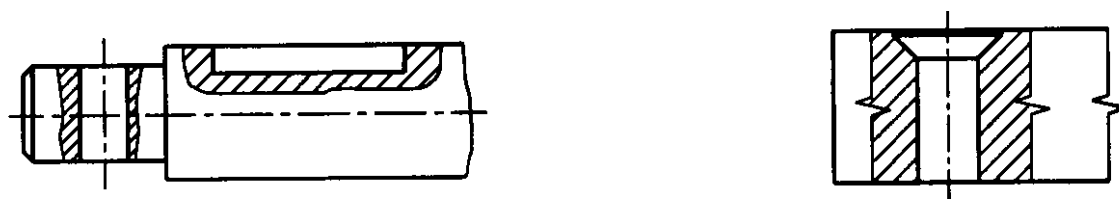
Obrázek č. 3.48, Příčný a podélný řez

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

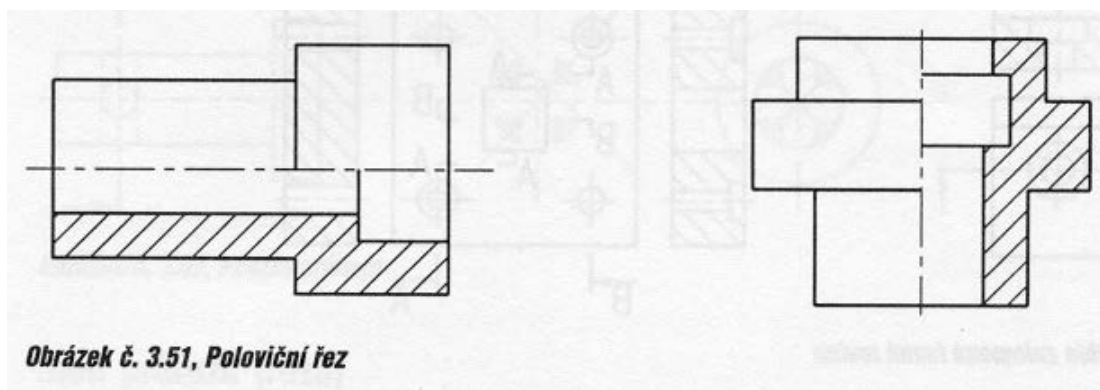
Užívá se k zobrazení prvku, který by jinak nebyl v pohledu patrný, popř. by se zobrazil čárkovanou čarou jako zakrytý. Obraz pohledu ohraničíme tenkou nepravidelnou čarou od ruky nebo pravidelnou čarou se zlomem.



Obrázek č. 3.50, Místní (částečný) řez

Poloviční řez

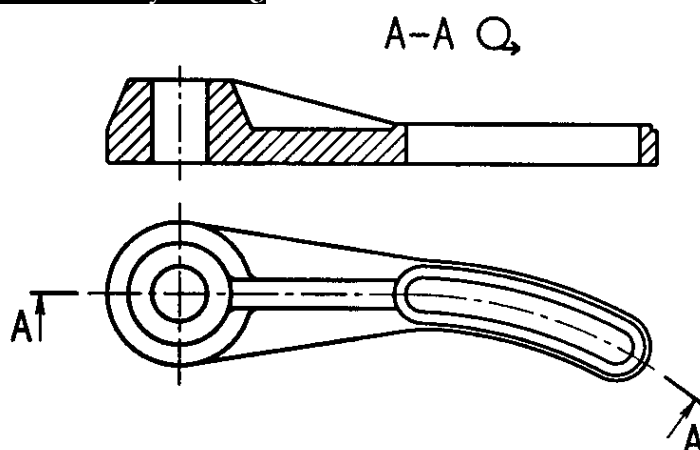
Kreslí se u souměrných (rotačních) součástí tak, že jedna polovina se zobrazí v řezu, druhá v pohledu.



Obrázek č. 3.51, Poloviční řez

Rozvinutý řez

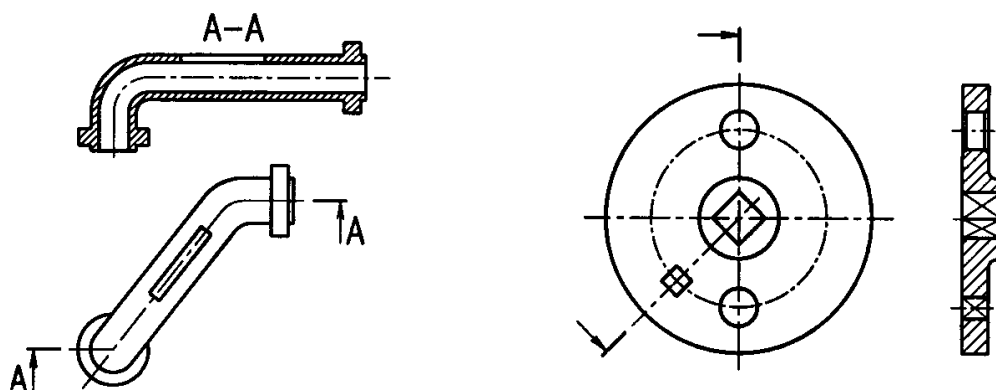
Obraz řezu je rozvinut do roviny. A-A Q.



Obrázek č. 3.52, Rozvinutý řez

Lomený řez

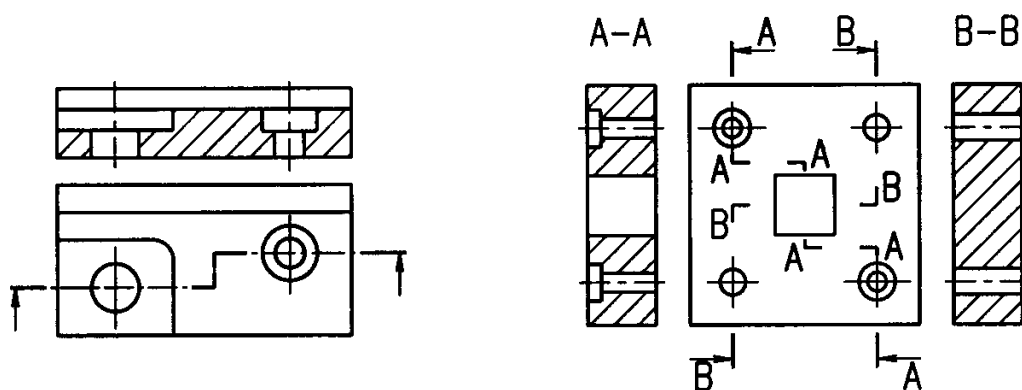
Je druh řezu, při němž se myšlená rovina řezu lomí v úhlu větším nebo stejném než 90° .



Obrázek č. 3.53, Lomený řez

Poznámka: Šikmou rovinu sklopíme do promítací roviny.

Další možností je pravoúhlé zalomení roviny řezu:



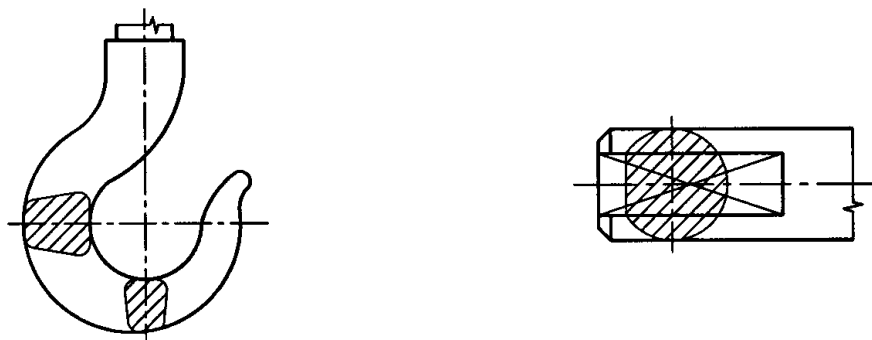
Obrázek č. 3.54, Pravoúhlé zalomení řezná rovina

Průřezy

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

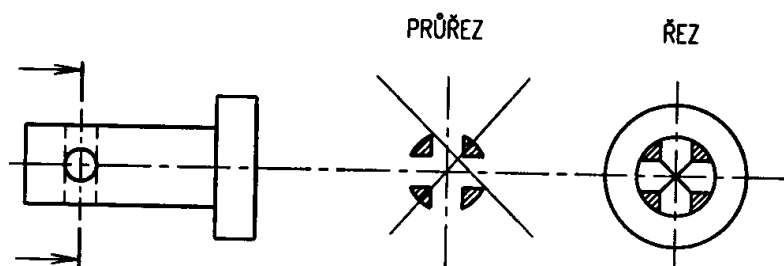


Obrázek č. 3.55, *Sdružený vynesení a pootočený vynesení průřez*



Obrázek č. 3.56, *Vkreslené průřezy*

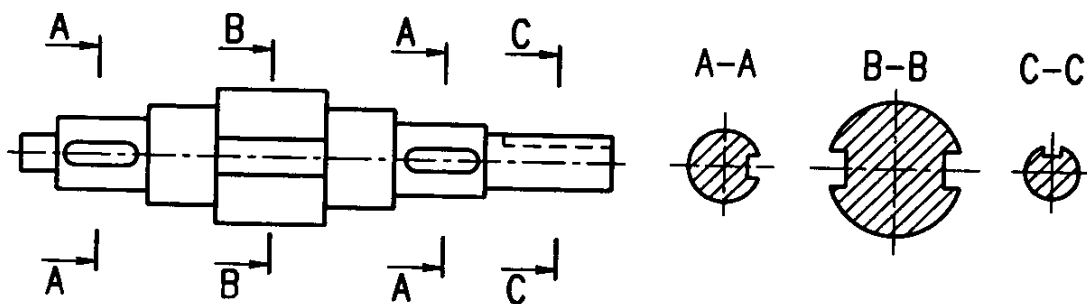
Průřez se nesmí používat v případě, že by se obraz „rozpadl“ na části.



Obrázek č. 3.57, *Použití průřezu*

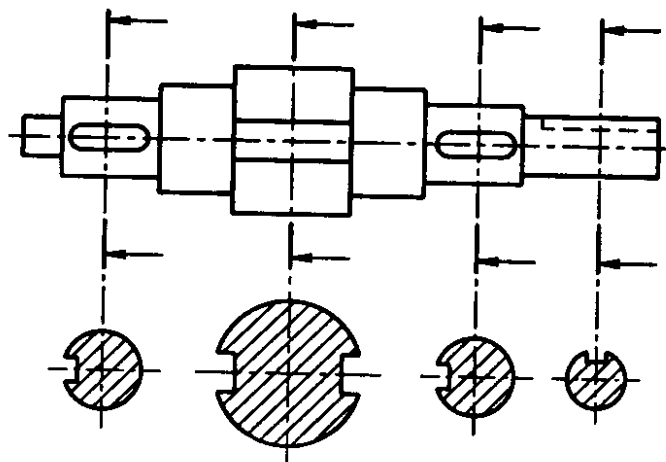
Sled průřezů (řezů)

- 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.



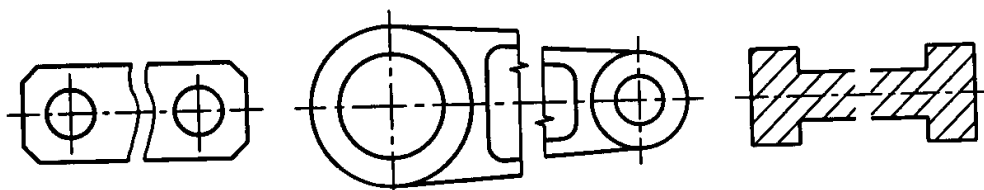
Obrázek č. 3.59, Vysunuté průřezy

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

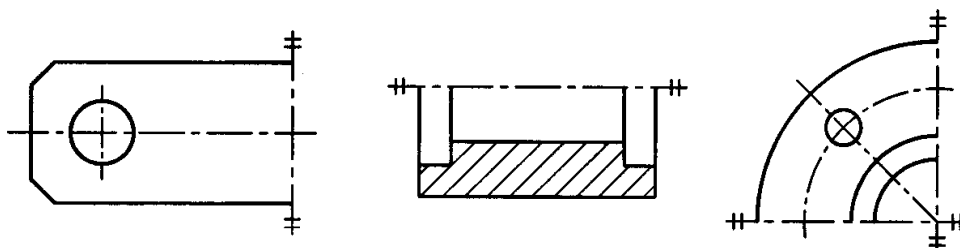
Přerušení obrazu se používá pro úsporu místa na výkrese při zobrazování dlouhého předmětu s neměnným nebo spojitě proměnným příčným průřezem. Kreslí se tenkou čarou od ruky nebo tenkou souvislou čarou se zlomem nebo přerušením šrafovacích čar.



Obrázek č. 3.62, Přerušení obrazu

Souměrné předměty

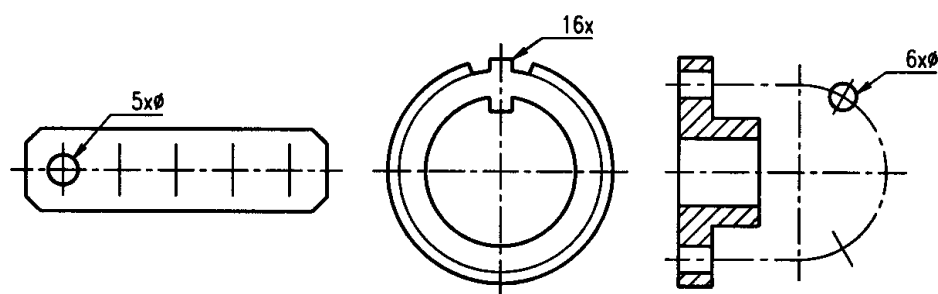
Souměrné obrazy předmětů se mohou kreslit jen jednou polovinou, popřípadě čtvrtinou. Souměrnost se vyznačí dvěma krátkými rovnoběžkami kreslenými tenkou čarou kolmo k čerchované čáře.



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

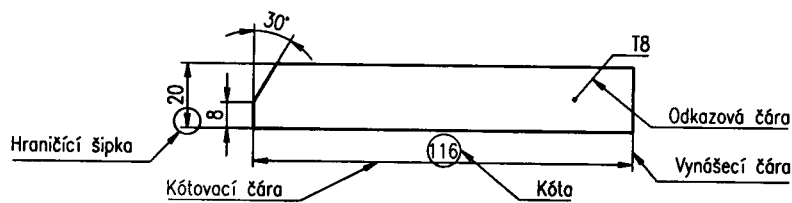
Pro čtení výkresů (tj. určení rozměrů nebo polohy předmětu) jsou rozhodující kóty. Kótování musí vyhovovat příslušným normám - ISO 129 a ČSN 01 3130.

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.

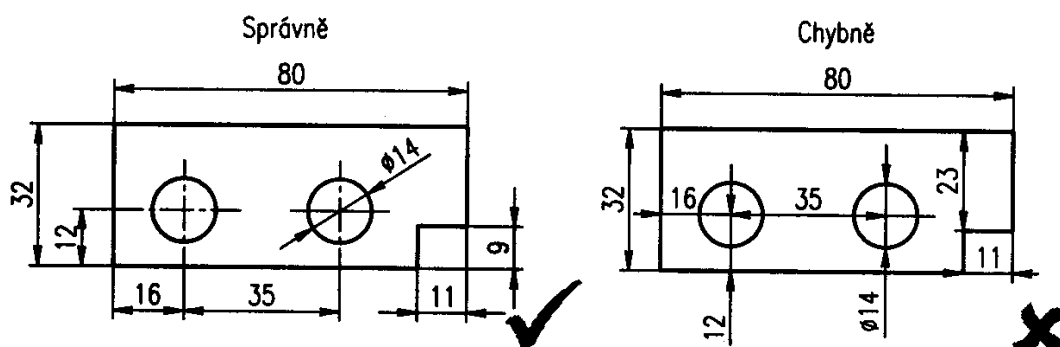


Obrázek č. 4.1, Provedení kót

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

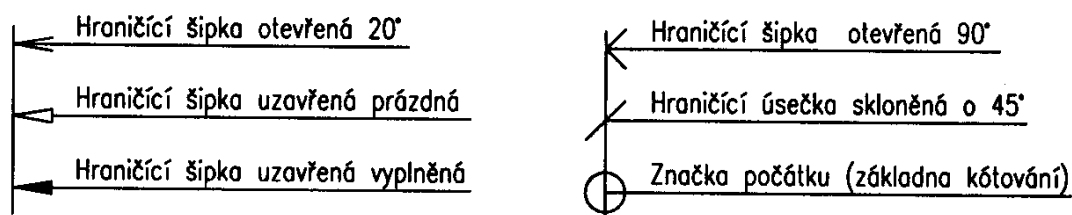
- Vynášecí (pomocné) čáry se kreslí kolmo na kótovaný prvek nebo směřují do vrcholu úhlu. Jestliže by takto nakreslená kóta byla nejasná, nakreslí se vynášecí čáry šikmo (obr. 4.3a). Vynášecí čáry se prodlužují za kótovací čáru 1 až 2 mm. Jako vynášecích čar je dovoleno využít os nebo prodloužených os.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



Obrázek č. 4.3, Kreslení vynášecích čar

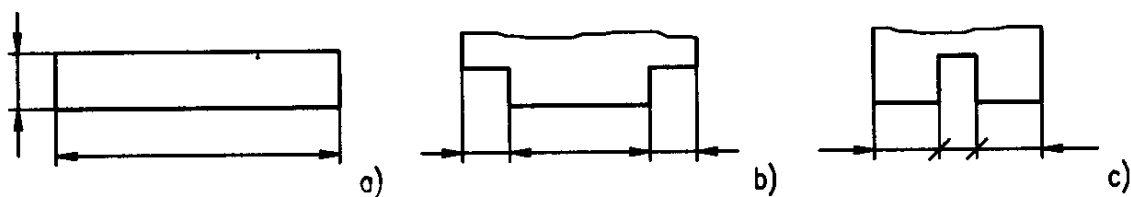
Hraničící značky

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



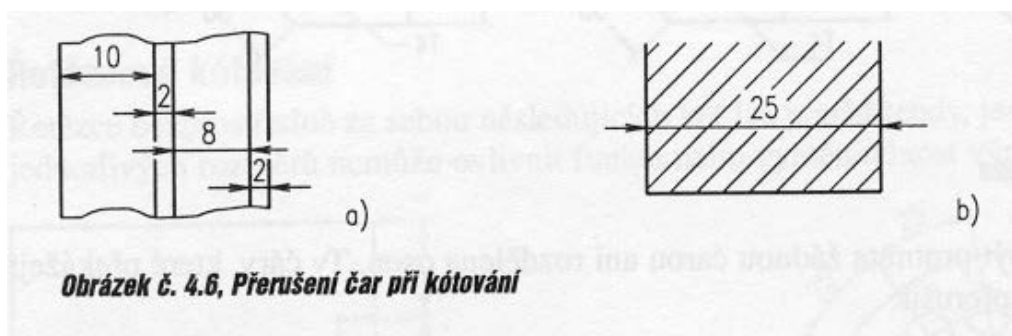
Obrázek č. 4.4, Hraničící značky

- Podle ČSN Ol 3130 se hraničící značky kreslí tenkými plnými čarami, délka má být mezi 2,5 až 5 mm.
- Hraničící šípky mají mít úhel rozvěření mezi 15° až 90° (obvyklé provedení je 20° až 30°).
- Hraničící šípky se kreslí přednostně uvnitř vynášecích nebo obrysových čar. Není-li mezi vynášecími čarami dostatek místa pro hraničící šípky a kótu, kreslí se šípky vně vynášecích nebo obrysových čar (obr. 4.5a).
- Střídají-li se dlouhé a krátké rozměry na společné kótovací čáře, mohou se hraničící šípky 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° (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).

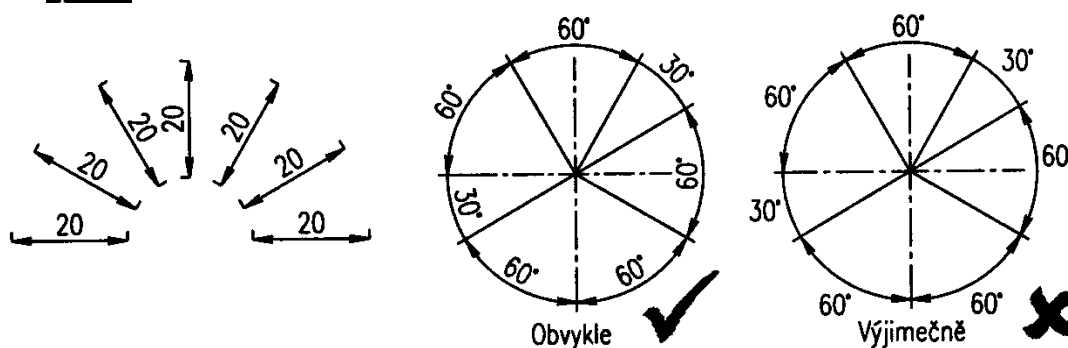


Zapisování kót

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

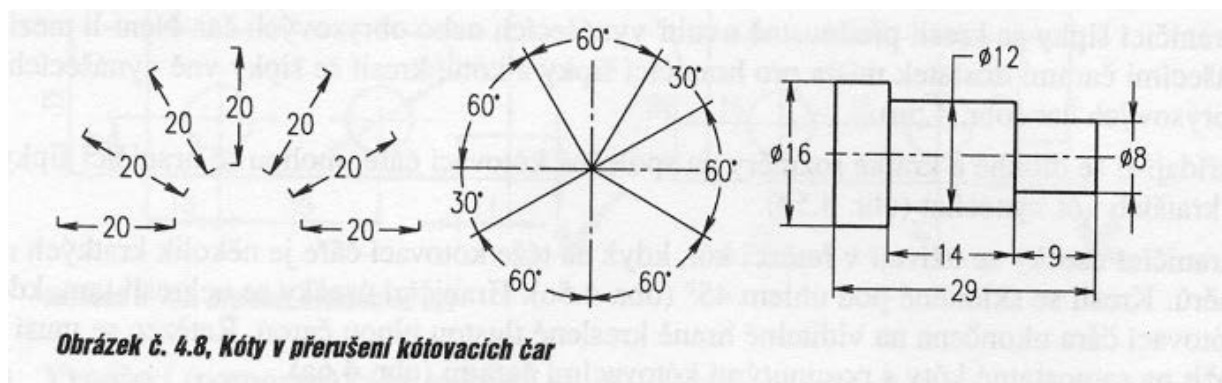
Zapisování kót je možné dvěma způsoby:

- 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 přerušení kótovacích čar nebo prodloužení odkazových čar. Orientují se tak, aby byly čitelné zdola.



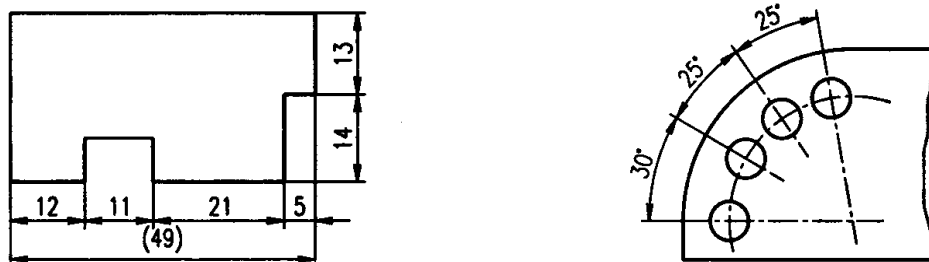
Soustavy kót

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

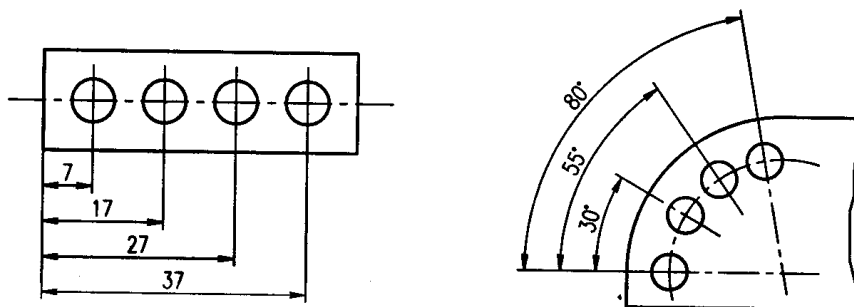
Větší počet stejných rozměrů lze kótovat součinem. Samostatnou kótou se kótuje první rozměr v řetězci tehdy, není-li zobrazen plný počet prvků, např. při přerušení obrazu (obr. 4.13).



Obrázek č. 4.12, Řetězcové kótování

Kótování od společné základny

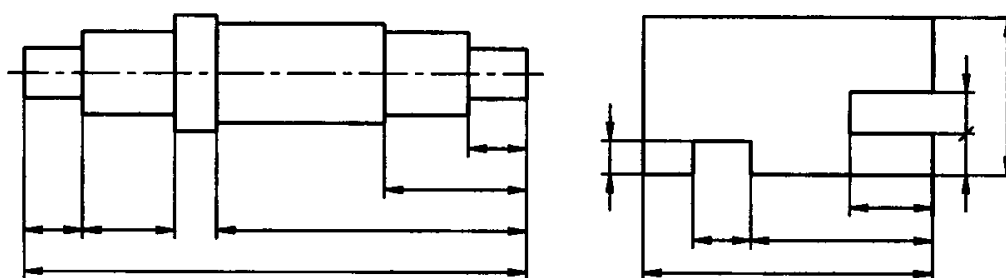
Má-li poloha kótovaných prvků funkční nebo technologický vztah k jednomu prvku, kótují se délkové i úhlové rozměry od tohoto prvku, který je společnou základnou pro kótování. Kótovací čáry délkových nebo úhlových rozměrů vycházejí od téže obrysové čáry nebo od osy.



Obrázek č. 4.14, Kótování od společné základny

Smíšené kótování

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



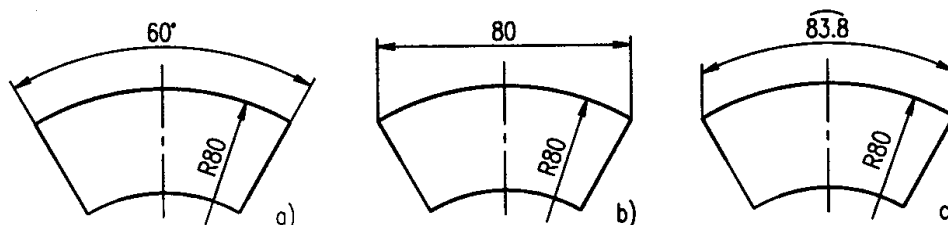
Obrázek č. 4.17, Smíšené kótování

Pravidla kótování geometrických a konstrukčních prvků

Kótování oblouků

Kruhové oblouky se kótují poloměrem **R** a jedním z těchto rozměrů:

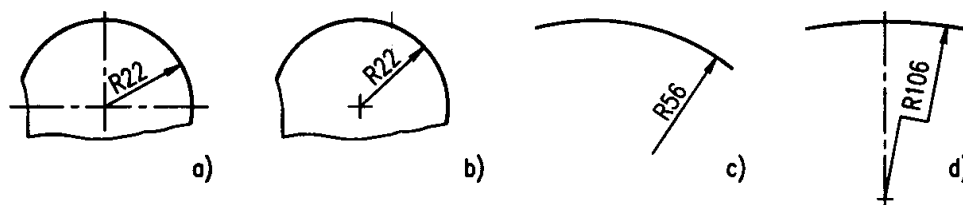
- Středovým úhlem (obr. 4.22a).
 - Délkou tětiny (obr. 4.22b).
 - Délkou oblouku na daném poloměru (obr. 4.22c).
- Nad kótou délky oblouku se kreslí značka oblou ku (oblouček délky nejméně 3,5 mm).



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).

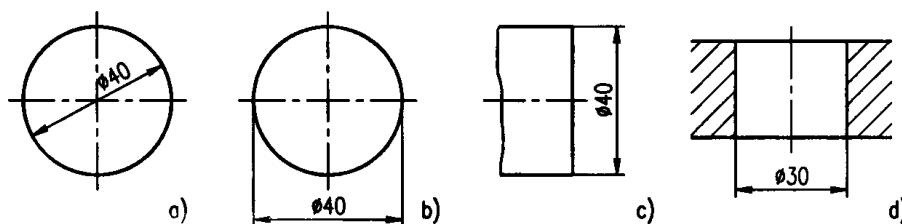


Obrázek č. 4.24, Kótování poloměrů

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.



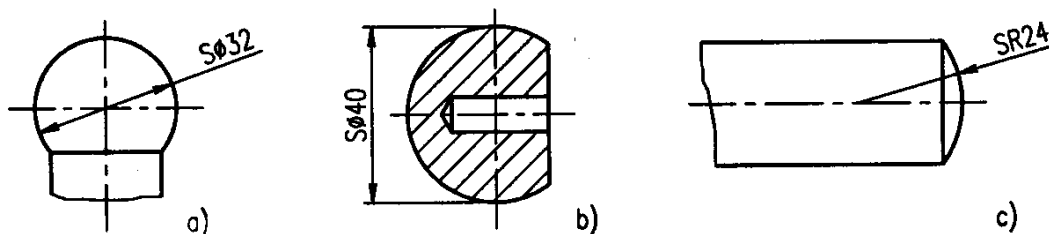
Obrázek č. 4.26, Kótování průměrů

Kótování koulí

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

Kulová plocha se obvykle kótuje:

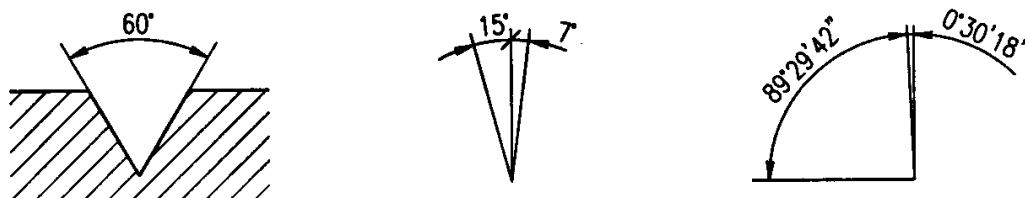
- Průměrem, je-li zobrazena větší část než polovina koule (obr. 4.29a, b).
- Poloměrem, je-li zobrazena menší část než polovina koule (obr. 4.29c).



Obrázek č. 4.29, Kótování koulí

Kótování úhlů

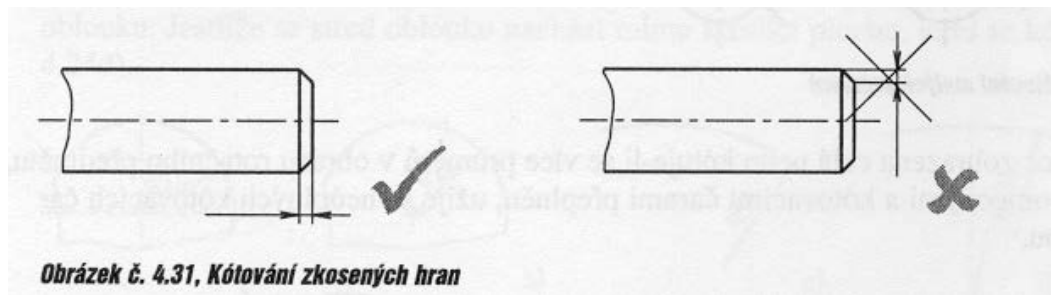
Kótovací čáry se kreslí jako oblouky kružnic se středy ve vrcholech úhlů, vynášecí čáry vycházejí z vrcholů. Rovinné úhly se udávají v úhlových stupních, minutách a vteřinách, značky měřících jednotek se k rozměrům připsují vždy.



Obrázek č. 4.30, Kótování úhlů

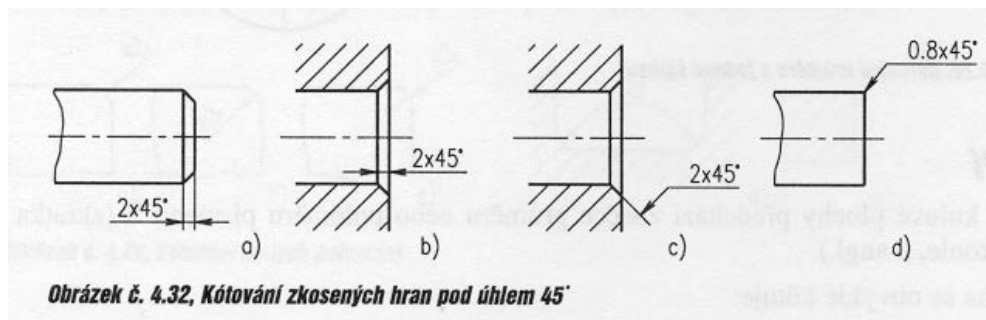
Kótování zkosených hran

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

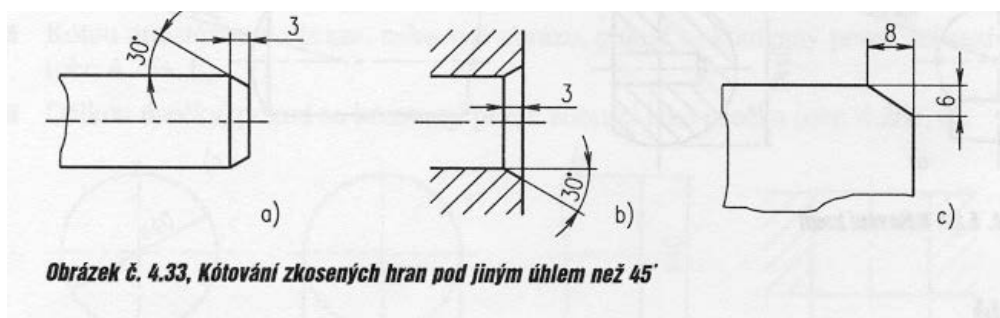


Obrázek č. 4.31, Kótování zkosených hran

- Hrany zkosené pod úhlem 45° se kótují součinem velikostí zkosení a úhlu 45° , např. $2 \times 45^\circ$. Malá nezobrazená zkosení se mohou kótovat na/k odkazové čáře ukončené šipkou směřující proti zkosení (obr. 432d).

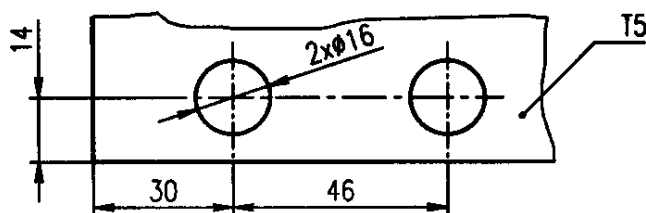


- Hrany zkosené pod jiným úhlem než 45° se musí kótovat dvěma kótami, délkovým a úhlovým rozměrem.

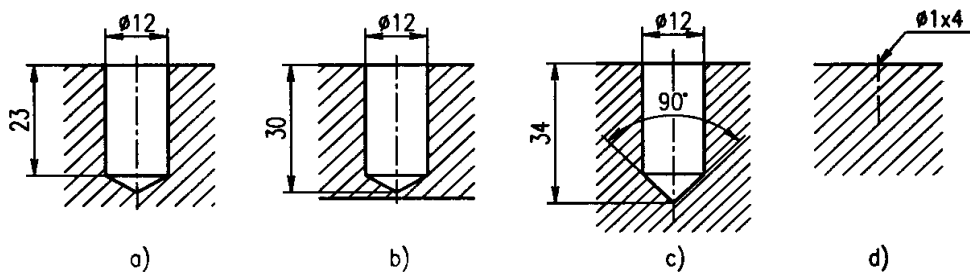


Kótování děr

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.



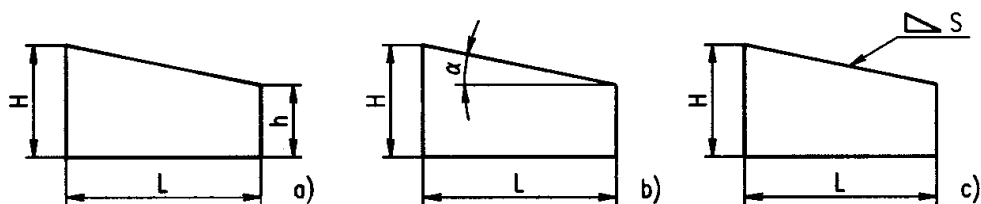
- Hloubka vrtané díry se kótuje bez kuželového ukončení (obr. 4.36a). Vrcholový úhel běžného šroubovitého vrtáku je 118° , kreslíme asi 120° .
- U součásti, kde je nebezpečí, že by hrot kužele vrtáku při neobratném vrtání neprůchozí díry mohl součást provrtat, se hloubka díry kótuje až k vrcholu kuželového 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

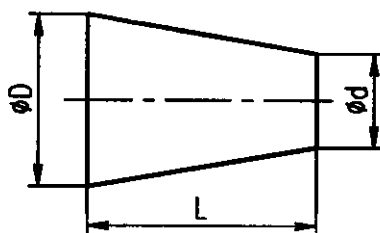
- Udáním všech tří rozměrů (dvě výšky a délka) (obr. 4.37a).
- Dvěma rozměry (jedna výška a délka) a úhlem sklonu (obr. 4.37b).
- Udáním dvou rozměrů (jedna výška a délka) a značky sklonu (obr. 4.37c).



Obrázek č. 4.37, Kótování sklonu

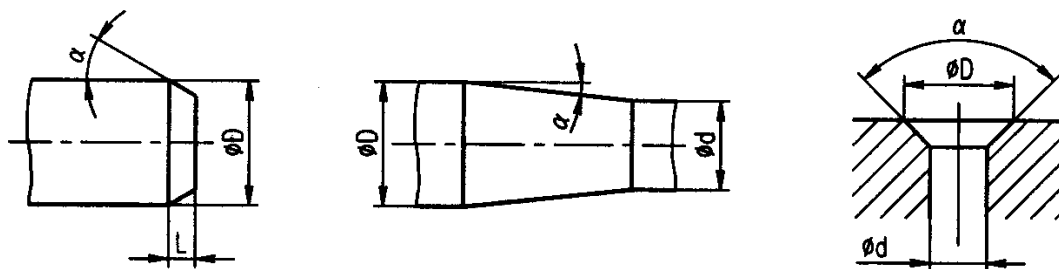
Kótování kuželů

- Kuželovitost kótujeme dvěma průměry a délkou.



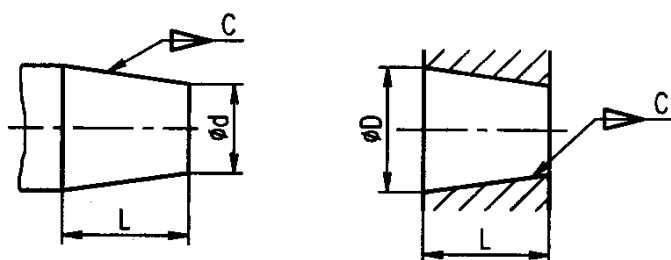
Obrázek č. 4.41, Kótování kuželů dvěma průměry a délkou

- Jedním průměrem a polovičním vrcholovým úhlem.

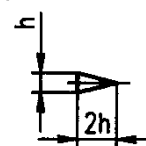


Obrázek č. 4.42, Kótování kuželů pomocí úhlu

- Jedním průměrem, délkou a hodnotou kuželovitosti.



Doporučená velikost
značky kuželovitosti

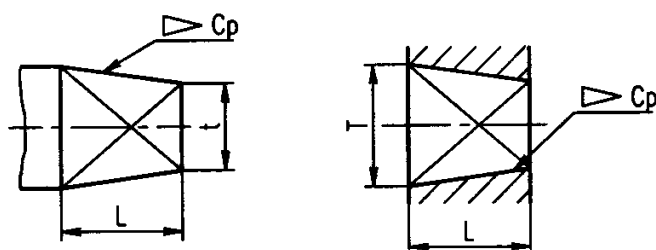


h – je výška písma kót

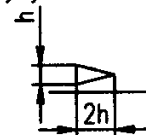
Obrázek č. 4.43, Kótování kuželů hodnotou kuželovitosti

Kótování jehlanů

Jehlanovitost kótujeme podobně jako kuželovitost.



Doporučená velikost
značky jehlanovitosti



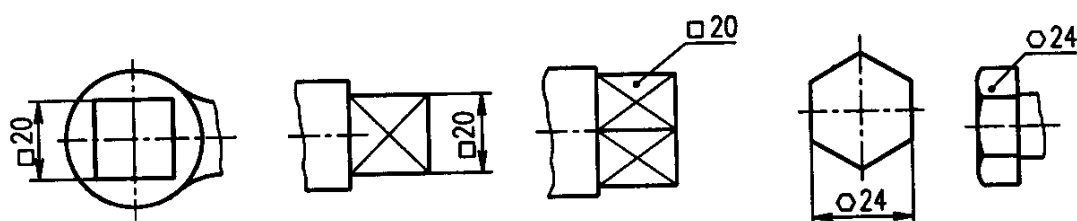
h – je výška písma kót

Obrázek č. 4.46, Kótování jehlanů hodnotou jehlanovitosti

Hodnota jehlanovitosti (označena písmenem **C_p**) se zapisuje nad praporkem odkazové čáry za značkou jehlanovitosti.

Kótování hranolů

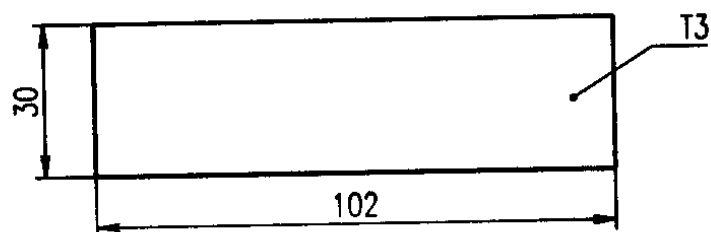
Pravidelné hranoly se kótují vzdáleností dvou rovnoběžných bočních ploch s předřazenou značkou.



Obrázek č. 4.50, Kótování hranolů

Kótování tloušťek desek

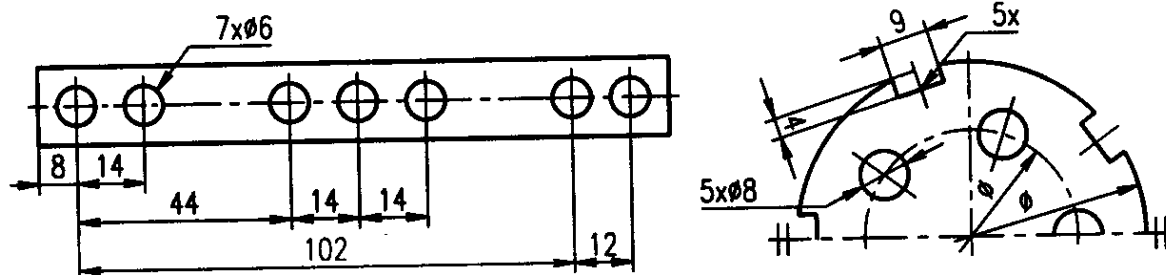
Tloušťka desek (plochých součástí) nakreslených v jednom průmětu se kótuje na/k odkazové čáře za písmennou značkou **T** (zkratka slova THICKNESS).



Obrázek č. 4.51, Kótování tlouštěk 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 mezi 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 do 3	přes 3 do 6	přes 6 do 30	přes 30 do 120	přes 120 do 400	přes 400 do 1000	přes 1000 do 2000	přes 2000 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	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
m	Střední			
c	Hrubá	$\pm 0,4$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$
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 do 50	přes 50 do 120	přes 120 do 400	Přes 400
f	jemná	$\pm 1'$	$\pm 0'30''$	$\pm 0'20''$	$\pm 0'10''$	$\pm 0'5''$
m	střední					
c	hrubá	$\pm 1'30''$	$\pm 1'$	$\pm 0'30''$	$\pm 0'15''$	$\pm 0'10''$
v	Velmi hrubá	$\pm 3'$	$\pm 2'$	$\pm 1'$	$\pm 0'30''$	$\pm 0'20''$

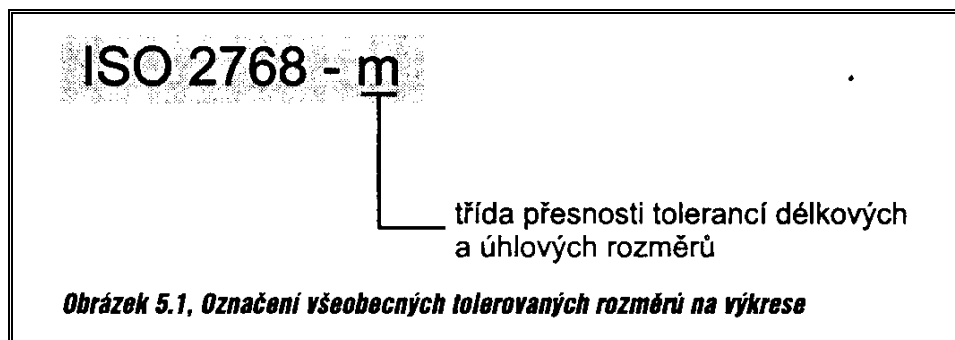
Tabulka č. 9, Nepředepsané mezní úchytky úhlových rozměrů

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 úchylek rozměrů a ze značky třídy přesnosti všeobecných geometrických tolerancí.

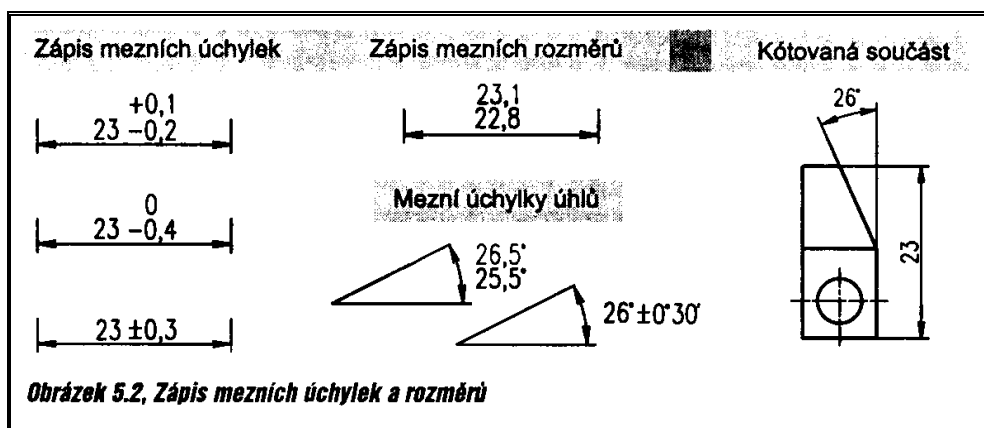


Zapisování tolerancí na výkresech

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

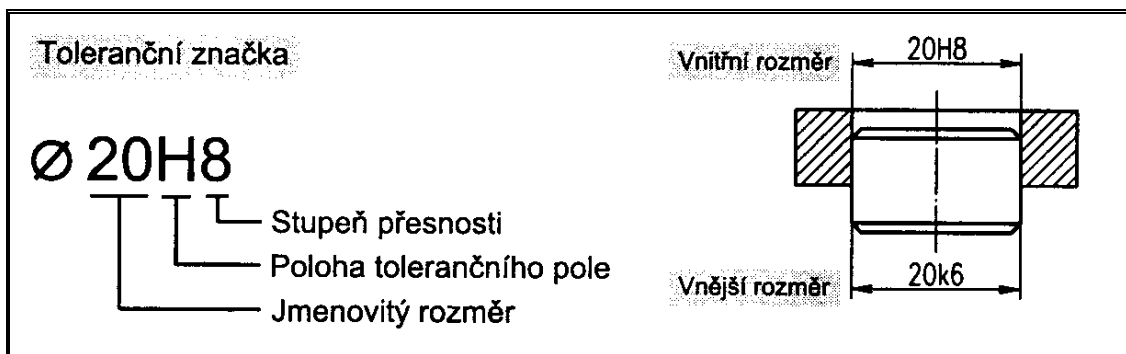
- mezních úchylek
- mezních rozměrů
- tolerančních značek

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

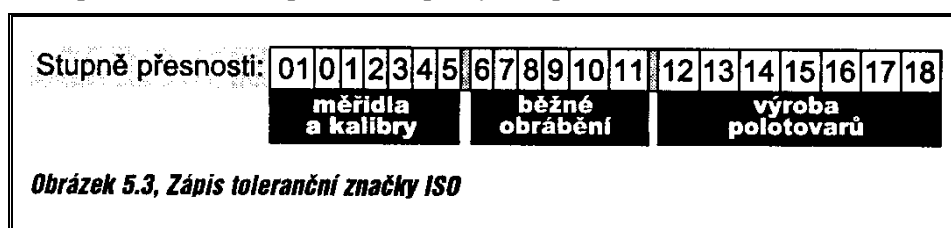


Mezní rozměry definují minimální a maximální dovolený rozměr součástí.

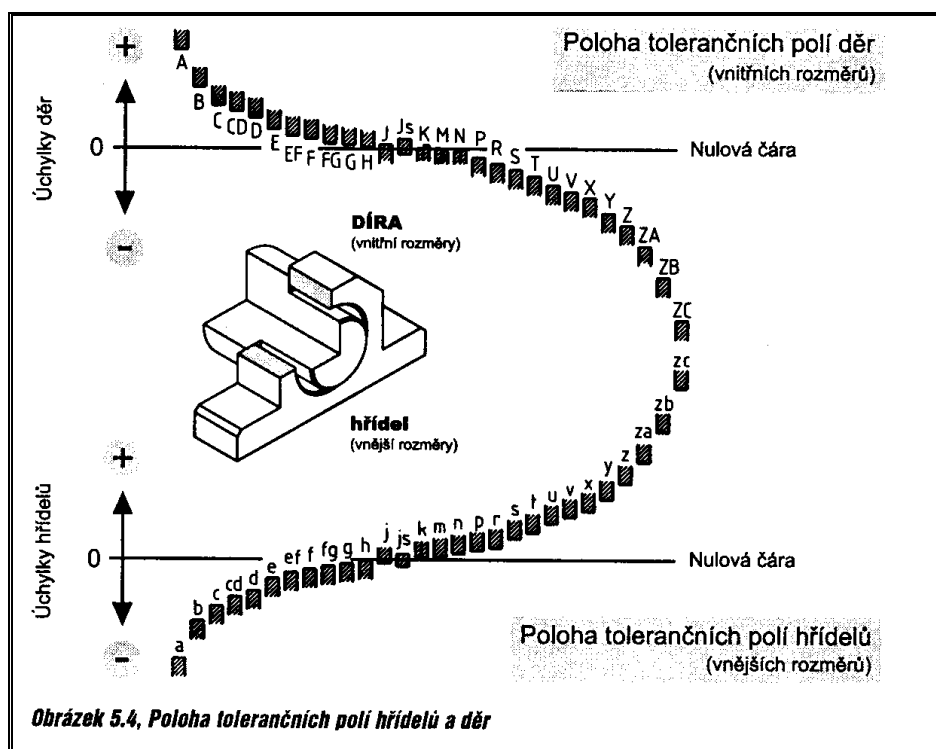
Toleranční značka se píše za jmenovitý rozměr a určuje polohu tolerančního pole vůči nulové čáře jmenovitého rozměru. Polohu tolerančního pole doplňuje stupeň přesnosti IT.



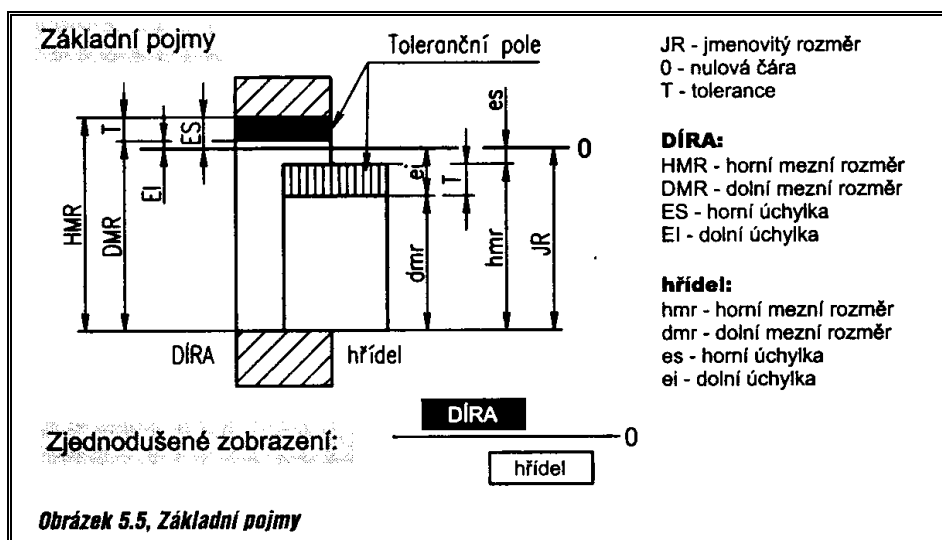
Soustava tolerancí definuje 20 stupňů přesnosti. Hodnoty IT 01, 0, ..., 5 jsou určeny pro vysoce přesnou výrobu měřidel. Pro běžné technologie výroby ve strojírenství jsou určeny stupně přesnosti IT 6, ..., 11 a stupně TT 12, ..., 18 používáme při výrobě polotovarů.



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



Poloha tolerančního pole vzhledem k nulové čáře je přesně určena základní úchylkou, která je blíže nulové čáře. Výška tolerančního pole je závislá na stupni přesnosti IT a jmenovitém rozměru součásti.

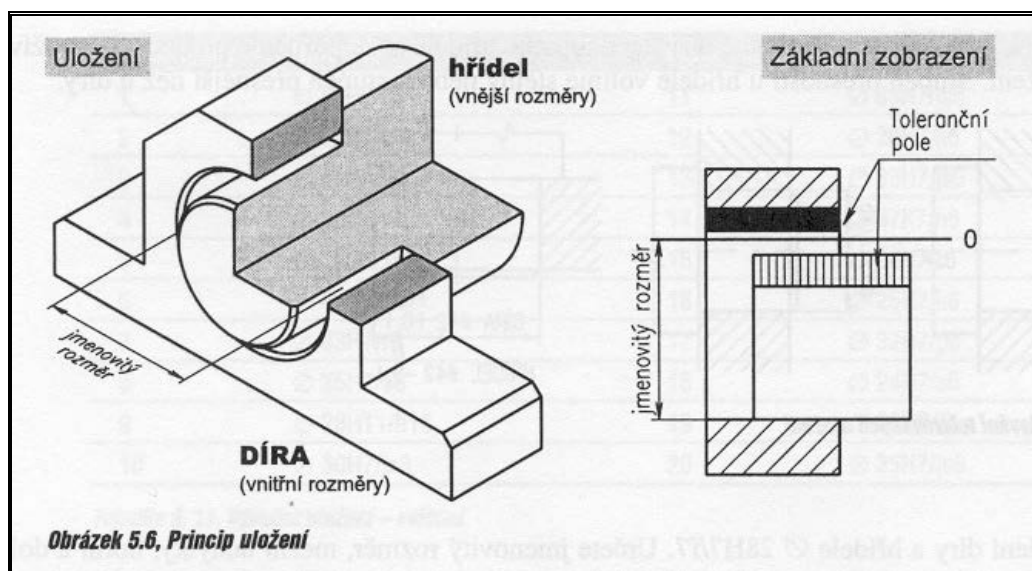


- Rozměry a tolerance se určují vzhledem k ideálnímu jmenovitému rozměru, který je v schématech zastoupen nulovou čarou.
- Hraniční rozměry nazýváme mezními. Nejmenší možný rozměr součásti určuje dolní mezní rozměr a největší horní mezní rozměr.
- Změřený, skutečný rozměr součásti na výrobku musí vždy ležet v rozsahu mezi horním a dolním mezním rozměrem, jinak je nutné považovat rozměr za špatně vyrobený.
- Horní mezní úchylka (es, ES) je algebraický rozdíl mezi horním mezním rozměrem (hmr, HIVIR) a jmenovitým rozměrem (JR).
- Dolní mezní úchylka (ei, En) je algebraický rozdíl mezi dolním mezním rozměrem (dmr, DMR) a jmenovitým rozměrem (JR).
- Obě mezní úchylky jsou určeny normou ČSN EN 20 286-1 (O1 4201) v závislosti na stupni přesnosti IT a jmenovitém rozměru. Výběr normy naleznete v tabulkách.
- Tolerance je rozdíl mezi horním a dolním rozměrem, nebo také algebraický rozdíl mezi horní a dolní úchylkou. Tolerance je vždy kladné číslo, a proto se udává bez znaménka. Vyjadřuje velikost dovolené nepřesnosti výroby součásti.

$$T = HMR - DMR = hmr - dmr = es - ei = ES - EI$$

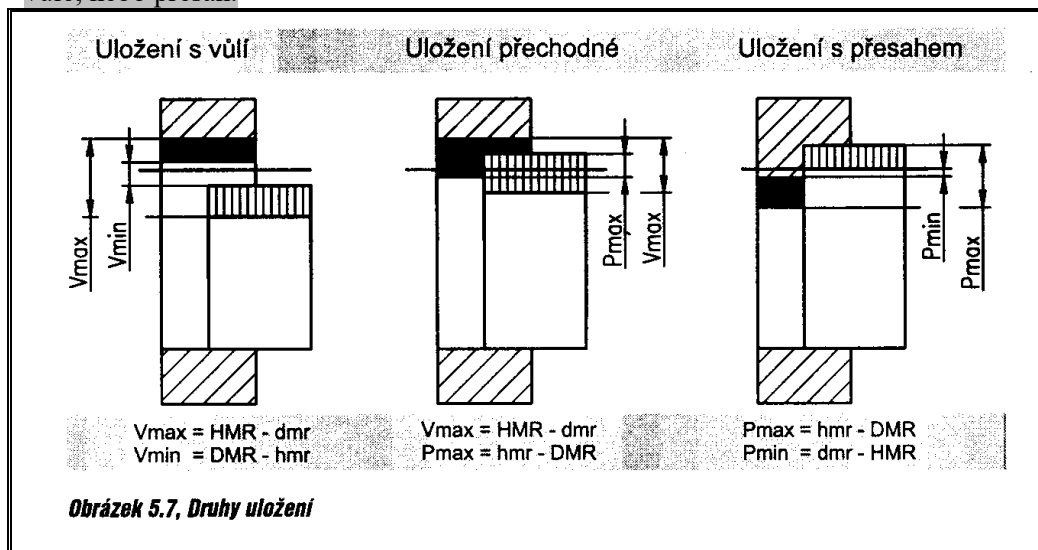
Uložení

Uložení je vzájemný vztah dvou strojních součástí.



Rozeznáváme tato uložení:

- **Uložení s vůlí** mají zaručenu vždy vůli, která umožňuje vzájemný pohyb součástí.
- **Uložení s přesahem** zaručují vždy přesah zabezpečující požadovanou vzájemnou nepohyblivost součástí.
- **Uložení přechodná** u nichž se může v závislosti na skutečných rozměrech vyskytovat buď vůle, nebo přesah.



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 POVRCHŮ

Jednotlivé plochy mohou vznikat 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

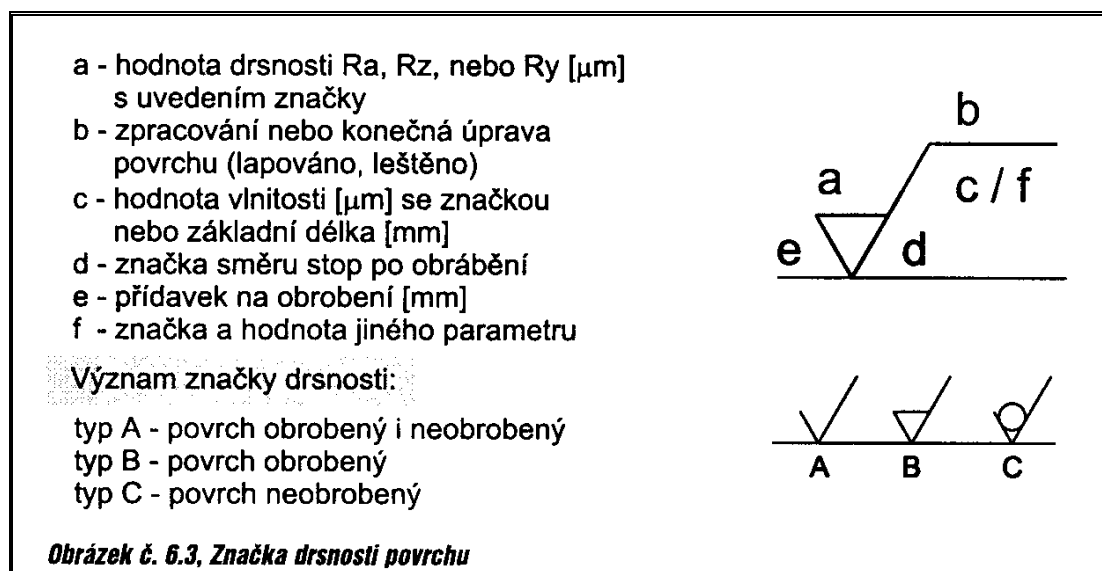
Hodnocením drsnosti povrchu se zabývá norma ISO 468, která definuje základní charakteristiky a výpočty:

- 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 **lp**.

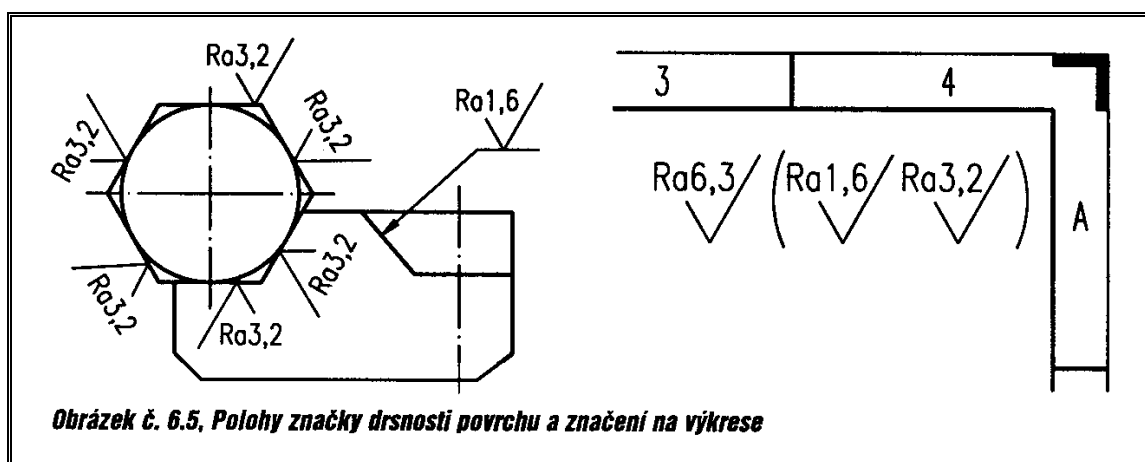
Předepisování drsnosti povrchu na výkresech

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



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.



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
Tvaru	Přímosti	—
	Rovinnosti	
	Kruhovitosti	
	Válcovitosti	
	Tvaru profilu	
	Tvaru plochy	
Směru	Rovnoběžnosti	//
	Kolmosti	
	Sklonu	
Polohy	Umístění	
	Soustřednosti a souososti	
	Souměrnosti	
Házení	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 ($t = 0,1\text{mm}$).

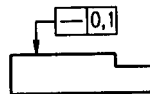
Tolerance přímosti



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.3, Tolerance přímosti

Tolerance rovinnosti

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

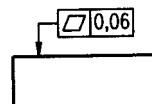
Tolerance rovinnosti



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.4, Tolerance rovinnosti

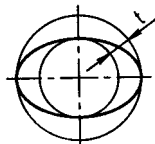
Tolerance kruhovitosti

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

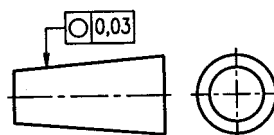
Tolerance kruhovitosti



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.5, Tolerance kruhovitosti

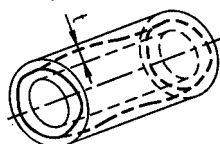
Tolerance válcovitosti

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

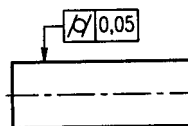
Tolerance válcovitosti



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



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 ($t = 0,04\text{mm}$).

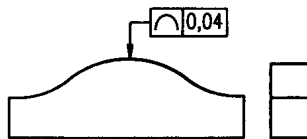
Tolerance
tvaru profilu



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



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 ($t = 0,02\text{mm}$).

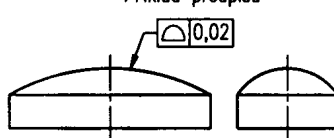
Tolerance
tvaru plochy



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.8, Tolerance tvaru plochy

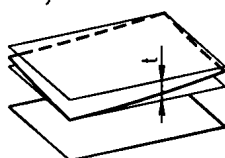
Tolerance rovnoběžnosti

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).

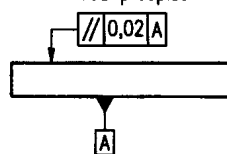
Tolerance
rovnoběžnosti



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.9, Tolerance rovnoběžnosti

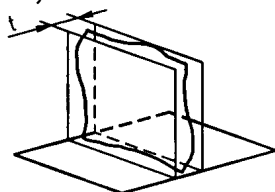
Tolerance kolmosti

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).

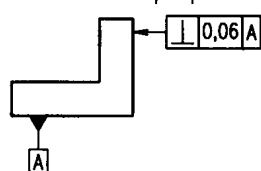
Tolerance
kolmosti



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu

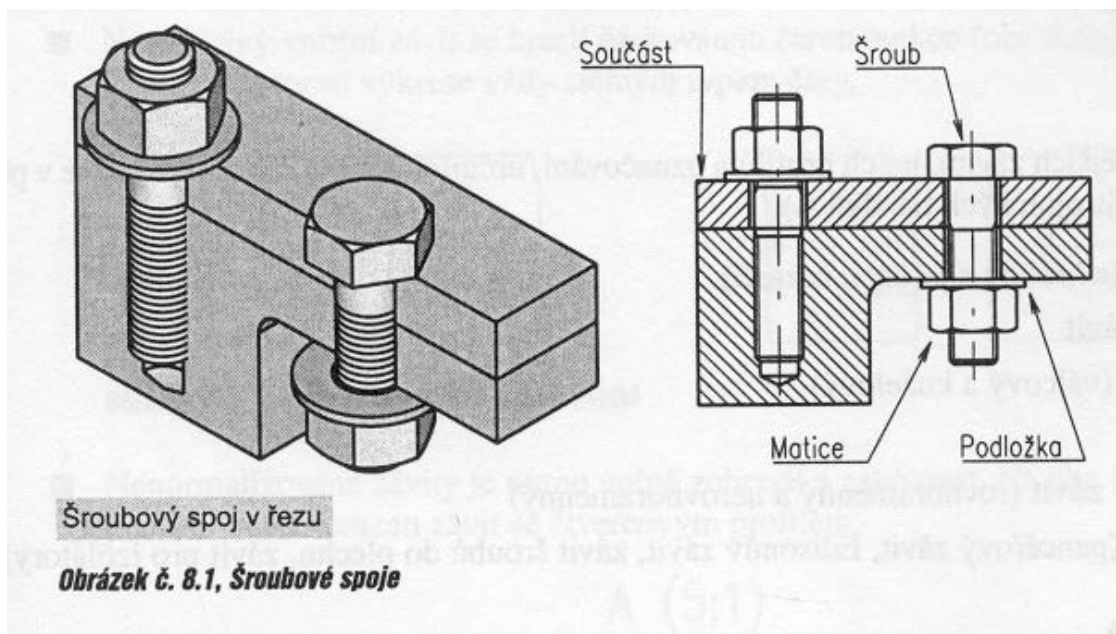


Obrázek č. 7.10, Tolerance kolmosti

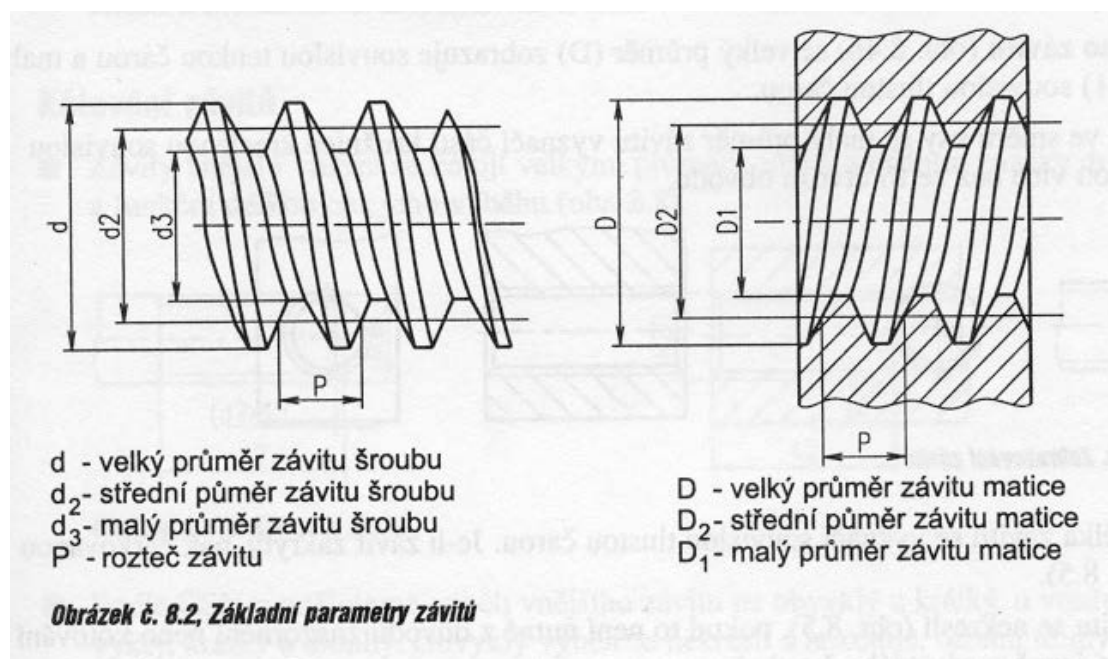
8 ZOBRAZOVÁNÍ ROZEBÍRATELNÝCH SPOJŮ (šrouby, kolíky, závlačky, čepy)

A) ŠROUBOVÉ SPOJE

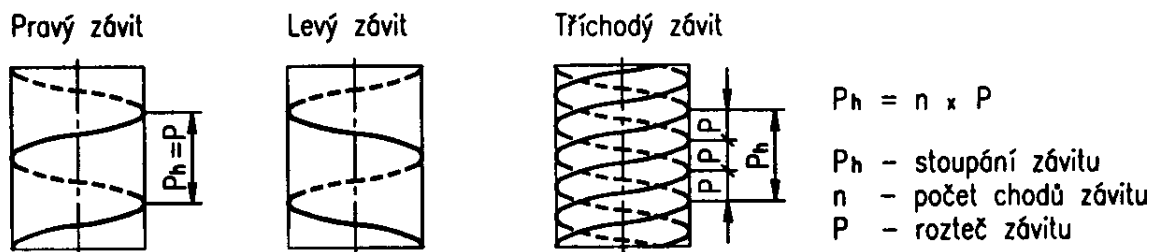
Šrouby jsou nejčastěji používané strojní součásti a neexistuje snad stroj, kde by se nevyskytovaly. Mimo šroubů jsou u některých šroubových spojů použity též matice a podložky.



Závít 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 jednochodých závitů je stoupání (Ph) rovno rozteči závitů (P).

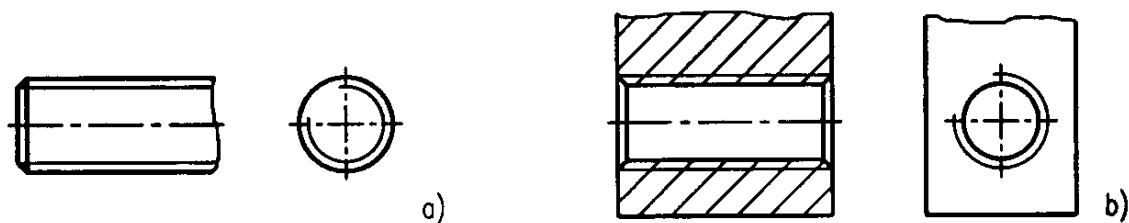


Obrázek č. 8.3, Vinutí závitů

Zobrazování závitů

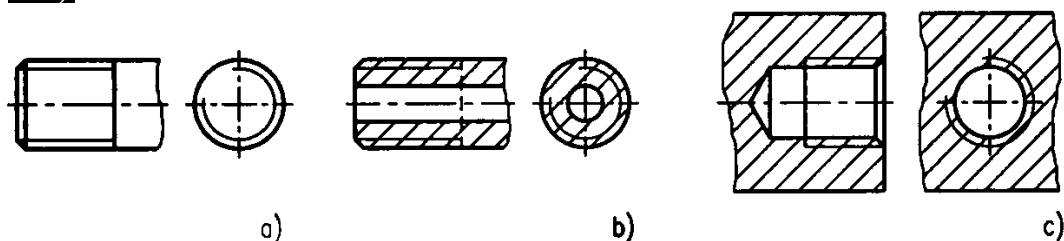
Všechny normalizované závity se zobrazují zjednodušeně, nakreslením průmětů válců odpovídajících velkému a malému průměru závitu.

- U vnějšího závitu (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 (D_1) 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.



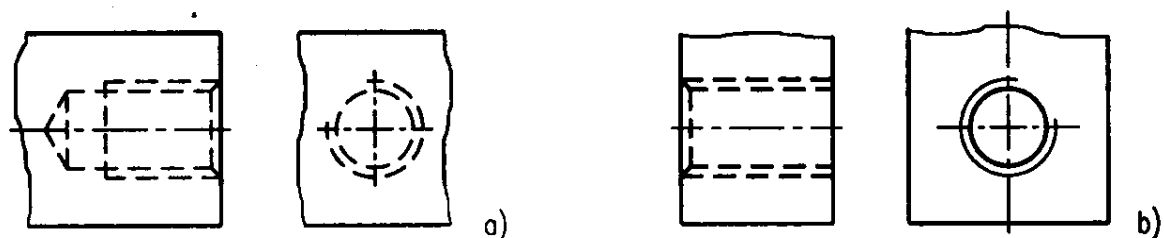
Obrázek č. 8.4, Zobrazování závitů

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



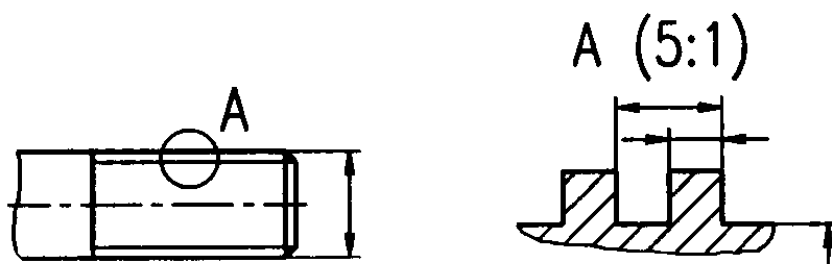
Obrázek č. 8.5, Ukončení závitů

- 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 závitů

- 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, Zobrazení nenormalizovaného závitu

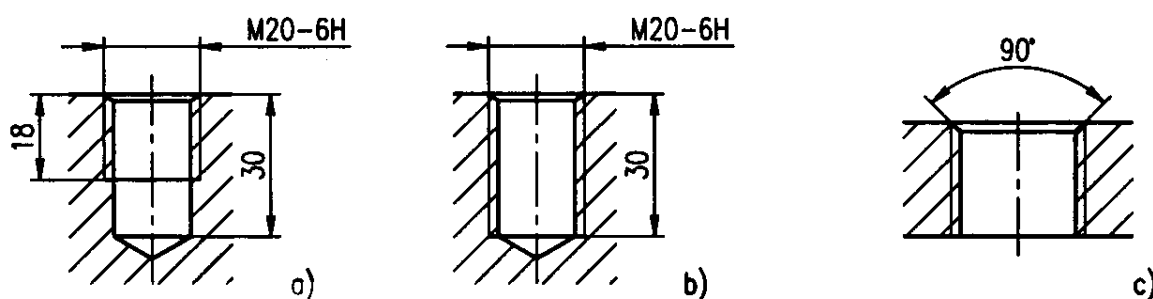
Kótování závitů

- 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 závitů

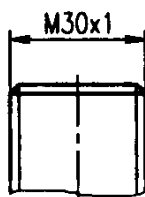
- U vnitřních závitů se nekótuje průměr předvrtané díry a kuželové zahlobení, je-li provedeno s vrcholovým úhlem 120° . Je-li však potřebné toto zahlobení zakótovat, kótuje se pouze požadovaným vrcholovým úhlem. U neprůchozích děr se kótuje hloubka předvrtané díry bez jejího kuželového zakončení.



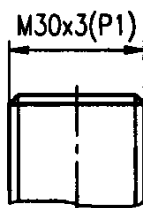
Obrázek č. 8.10, Kótování vnitřních závitů

- 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

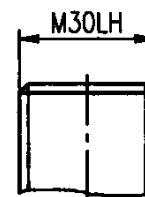
Závít s jemným
stoupáním



Vícechodý závít



Levý závít



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, čochovitá 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

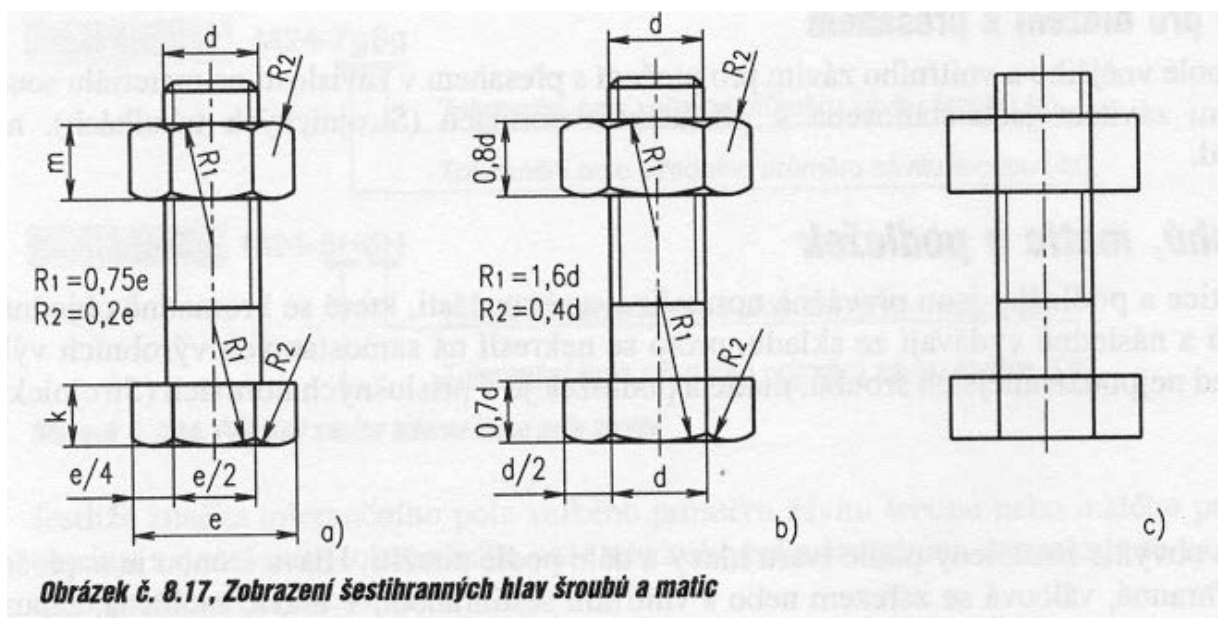
Podložky

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

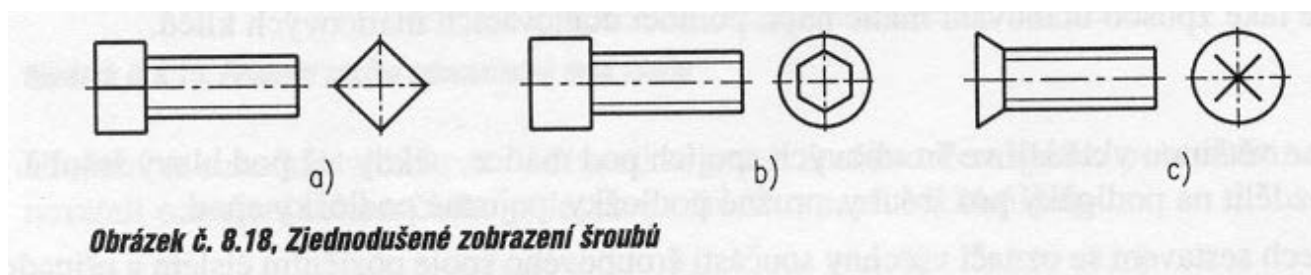
PODLOŽKA 25 ČSN 021702.11

Pravidla kreslení šroubových spojů

- Na výkresech sestavení se označí všechny součásti šroubového spoje pozičním číslem a případně se zakótují hlavními rozměry. V soupisu položek se запиše 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).



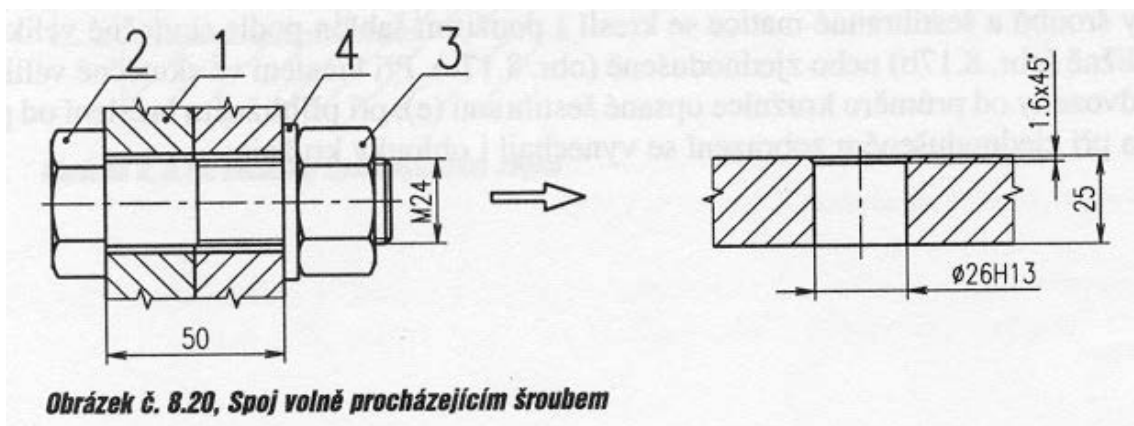
- Na následujícím obrázku jsou příklady zjednodušeného zobrazení šroubů: šroub se čtvercovou hlavou (obr. 8.18 a), šroub s válcovou hlavou (obr. 8.18 b) nebo šroub se zápustnou kuželovou hlavou (obr. 8.18 c).



- 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.

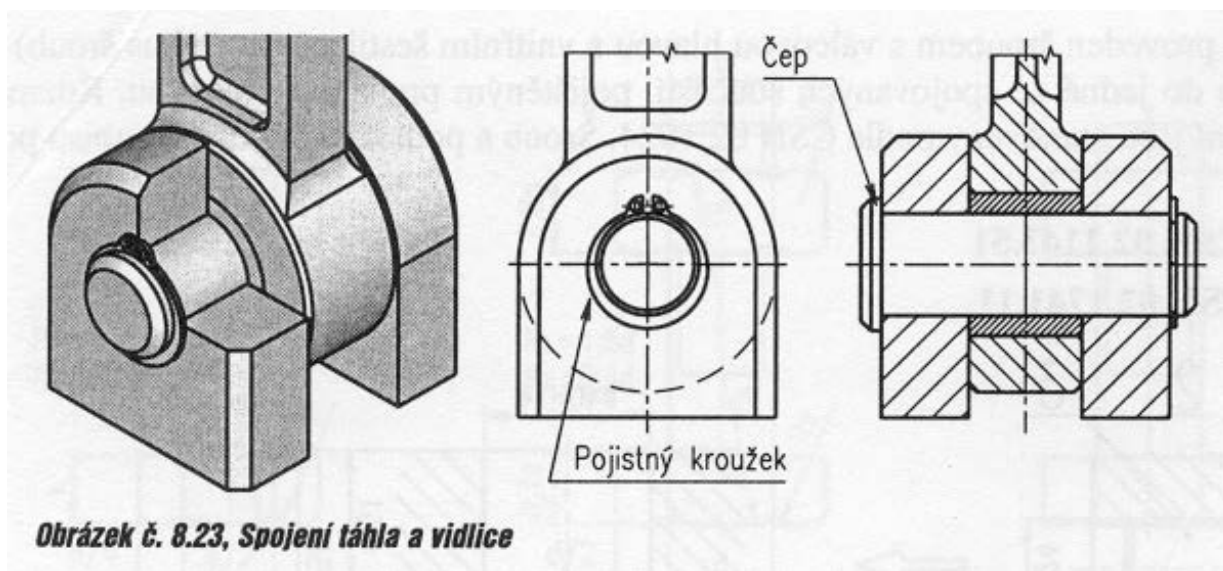


B) Čepy

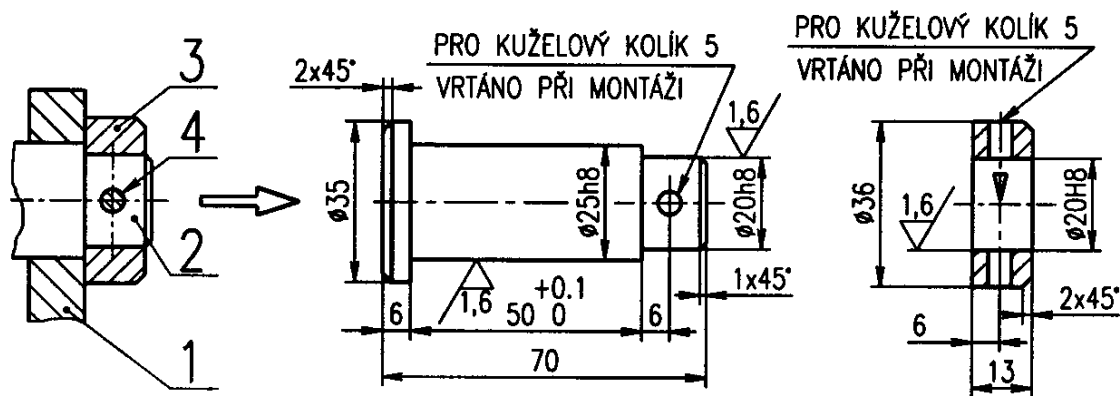
Spojovací čepy používáme k rozebíratelnému kloubovému spojení součástí, např. táhel a vidlic. Mohou však též nahrazovat krátké nosné hřídele pojezdových kol, kladek apod.

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



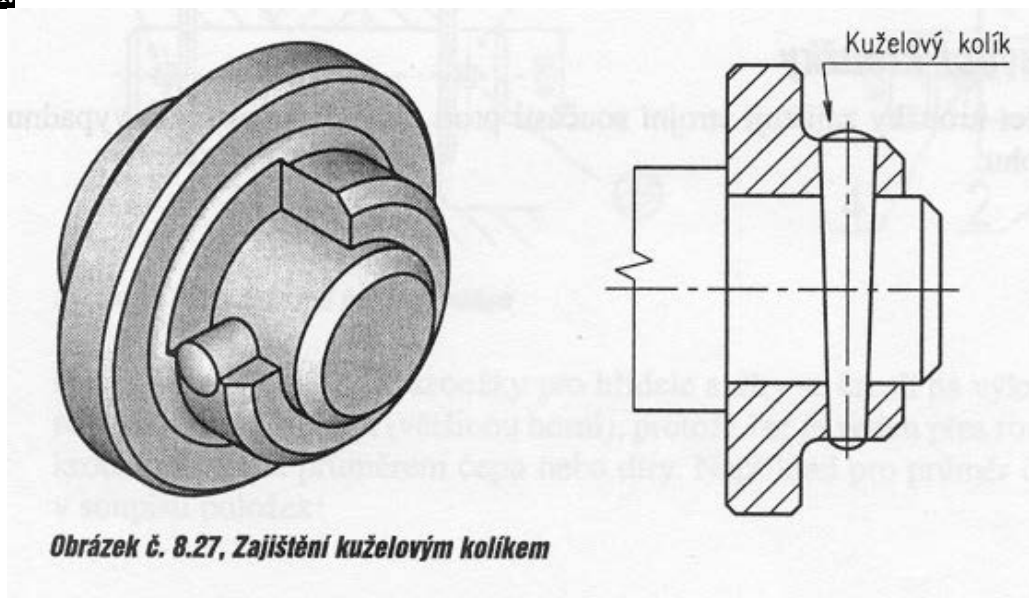
Nenormalizované čepy, popř. čepy normalizované, na kterých se má provést nějaká úprava, se kreslí na samostatných výrobních výkresech.



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.

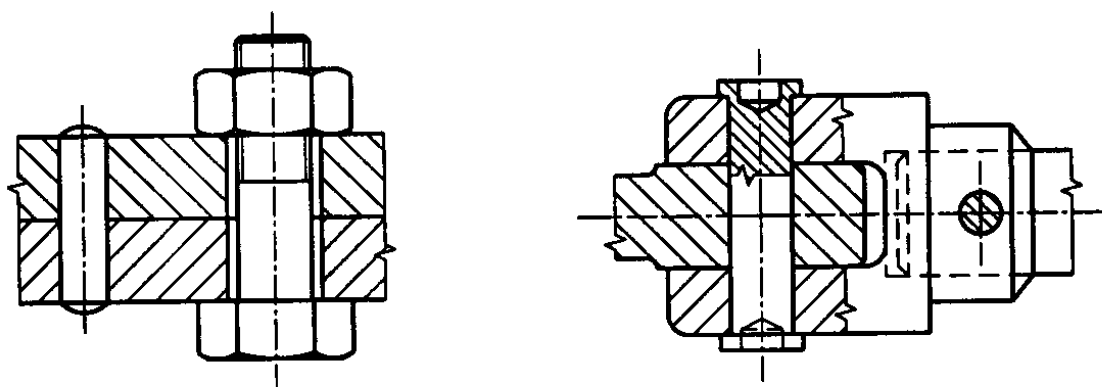


Obrázek č. 8.27, Zajištění kuželovým kolíkem

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

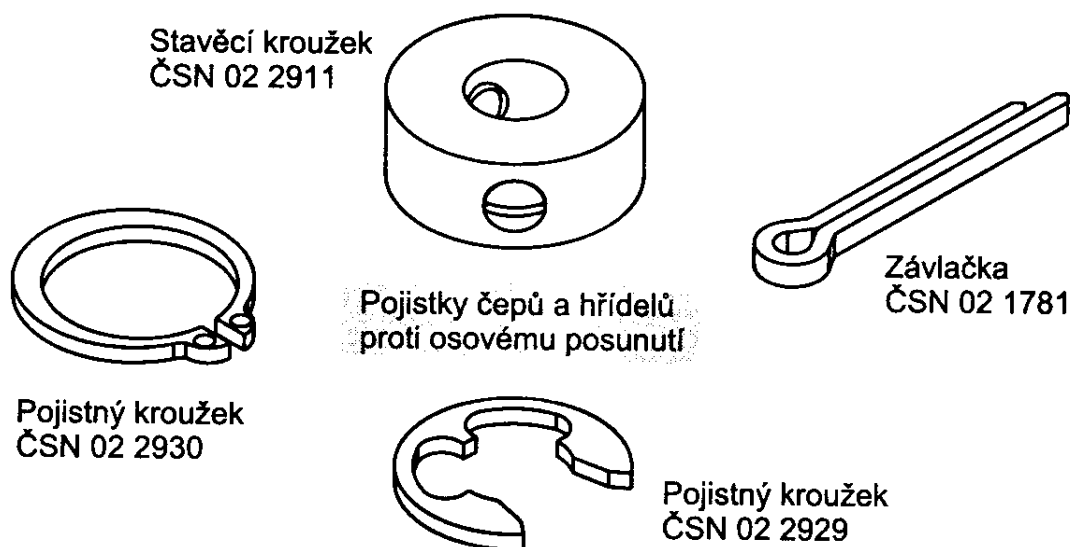
Na následujících obrázcích jsou příklady použití válcových kolíků. Zajištění vzájemné polohy dvou součástí a použití válcového kolíku s konci rozkýtnutými jako spojovacího čepu (obr. 8.28).



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.



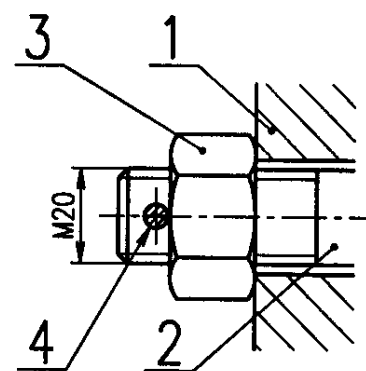
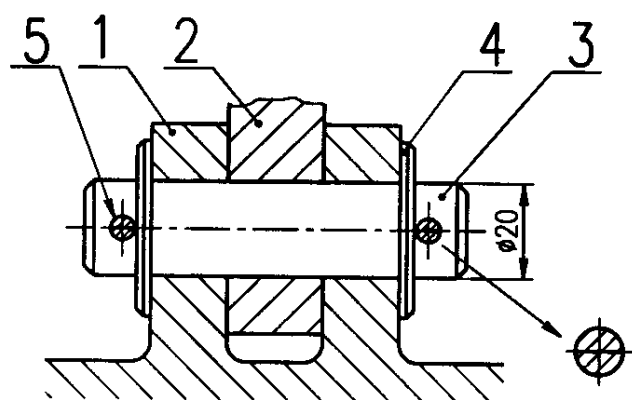
Obrázek č. 8.30, Závlačky, pojistné a stavěcí kroužky

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).



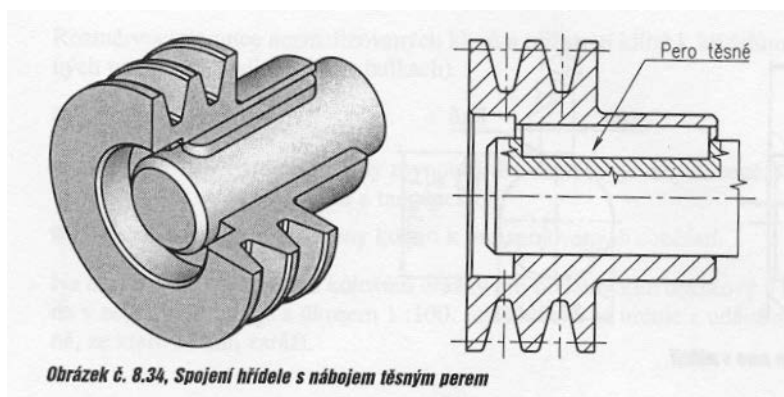
Obrázek č. 8.31, Zajištění čepu závlačkou

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.

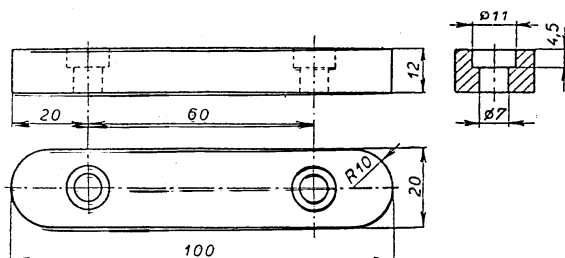
A) Pera

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

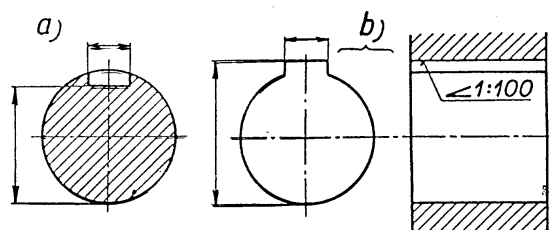


Výrobní výkres pera

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



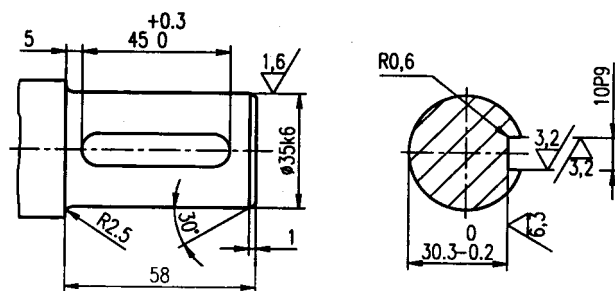
Obr. 6-19. Spojovací pero vodicí



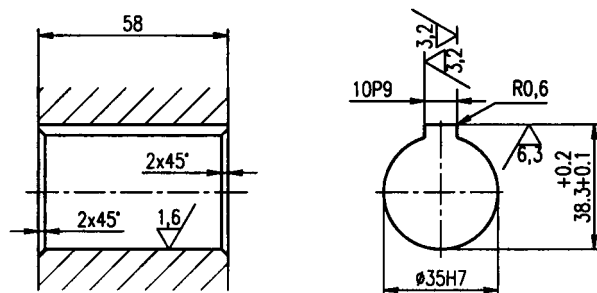
Obr. 6-20. Kótování drážky pro drážkový klín nebo pero: a - v hřídeli, b - v náboji (drážka pro per nemá úkos)

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.



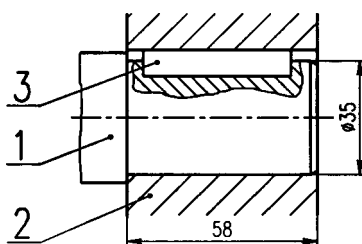
Obrázek č. 8.35, Drážka pro pero v hřídeli



Obrázek č. 8.36, Drážka pro pero v náboji

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

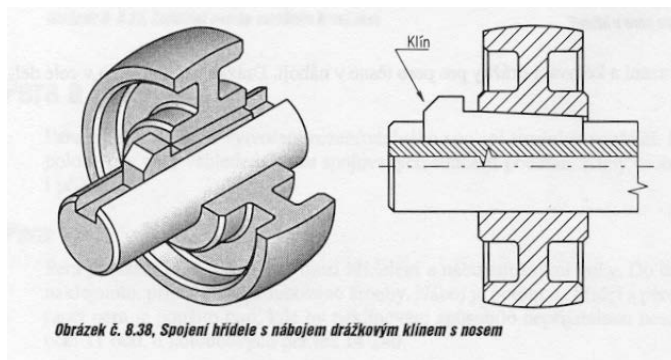
PERO 10e7 x 8 x 45 ČSN 02 2562



Obrázek č. 8.37, Náboj na hřídeli

B) Klíny

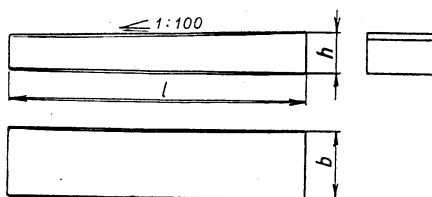
Kroutící moment se přenáší převážně třením, u drážkových klínů částečně též boky klínů a drážek. Klín je naražením vlastně nalisován mezi hřídele a náboj. Nevýhodou je nesouosost hřídele a náboje, která vede k házení náboje.



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

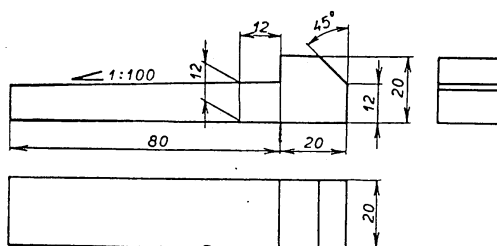
Výrobní výkres klínu

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 nosem

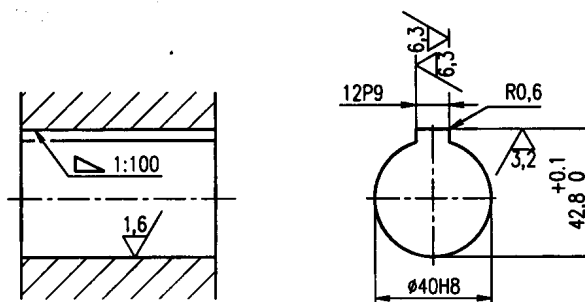


Přehled klínů

- **Podélné klíny** jsou umístěny rovnoběžně s osou spojovaných součástí. Rozdělujeme je na drážkové, vsazené, ploché 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:

KLÍN12x8x40.ČSN022514

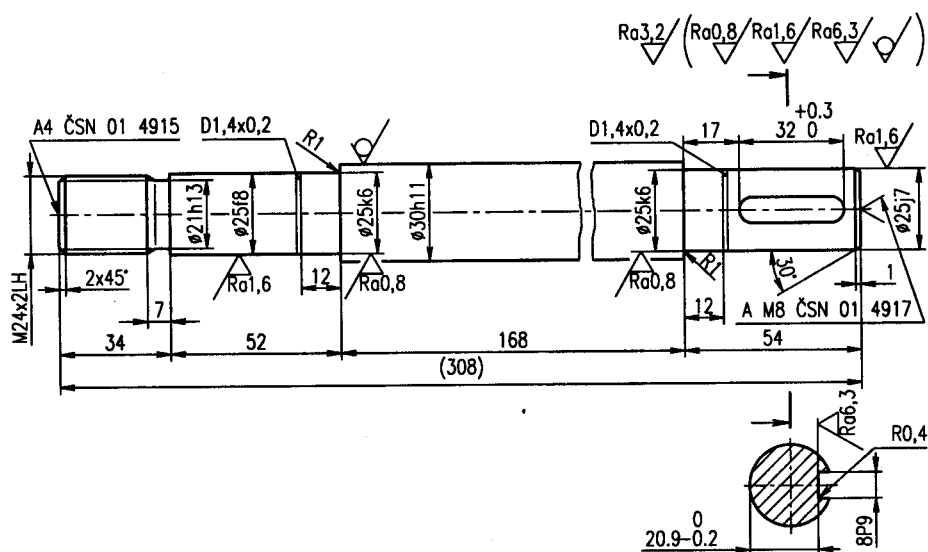


Obrázek č. 8.39, Drážka pro podélný klín v náboji

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 průřezích.

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

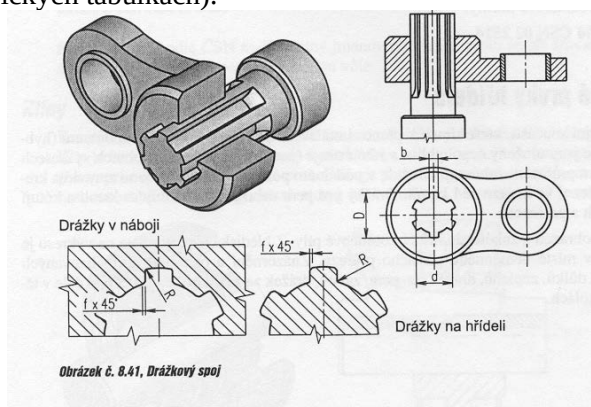


Obrázek č. 8.40, Zobrazení a kótování hřídele

Drážkové hřídele a náboje

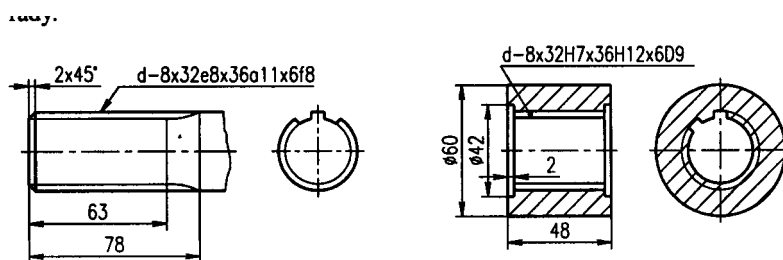
Pro přenos velkých a rázových kroutících momentů mezi hřídelem a nábojem se používá drážkování. Na hřídeli jsou vyfrézovány zuby, které zapadají do drážek náboje.

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



Obrázek č. 8.41, Drážkový spoj

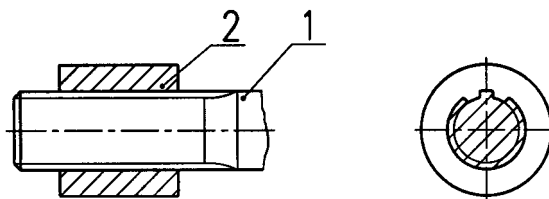
Tvar profilu drážkování se udává na odkazové čáře. Do počtu 4 včetně se vykreslují všechny drážky i zuby, od počtu 6 stačí vykreslit jeden zub a dvě přilehlé drážky.



Obrázek č. 8.42, Drážkový hřídel a náboj

Na obr. 8.42 je zobrazeno rovnoboké drážkování lehké řady.

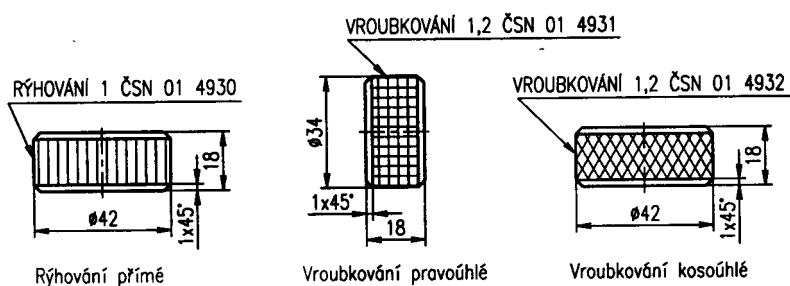
Na výkresech sestavení se zobrazuje u drážkového spojení v obou průmětech přednostně hřídel. Pokud použijeme pro zobrazení řez, šrafuji se plochy až k tlusté souvislé čáře oddělující obě součásti.



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

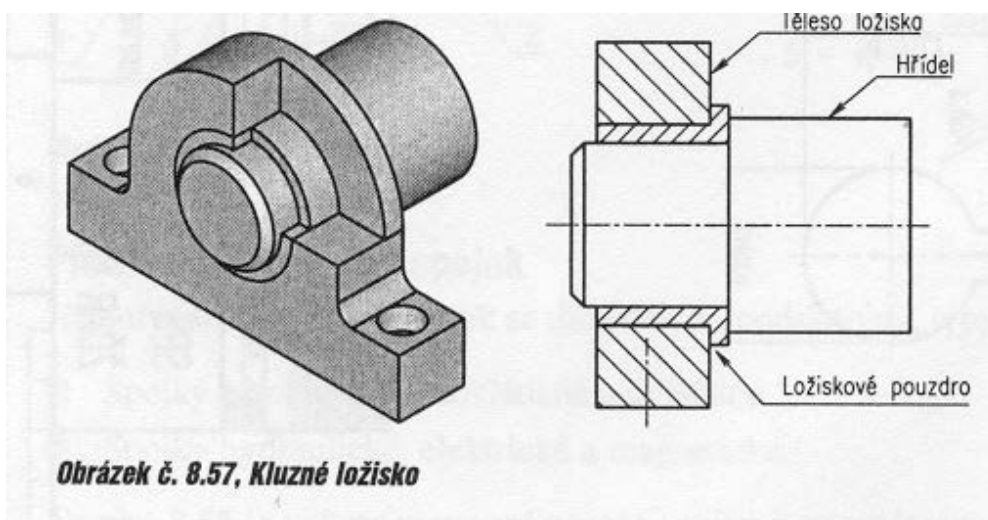
10 ZOBRAZOVÁNÍ A KÓTOVÁNÍ STROJNÍCH SOUČÁSTÍ A KONSTRUKČNÍCH PRVKŮ (ložiska, pružiny, ozubená kola)

A) Ložiska

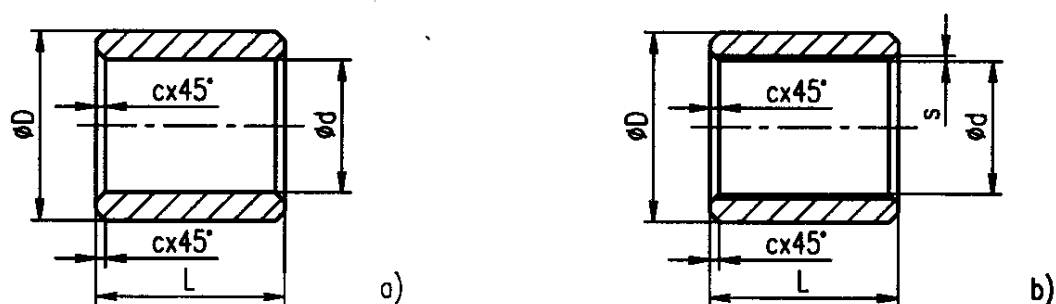
Ložiska jsou součásti, které jsou určeny k točnému uložení čepů a hřídelí. Přenášejí zatížení hřídele na ostatní části strojů a zajišťují vzájemnou polohu pevných a točivých součástí. Rozdělujeme je podle druhu relativního pohybu na kluzná a valivá.

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.

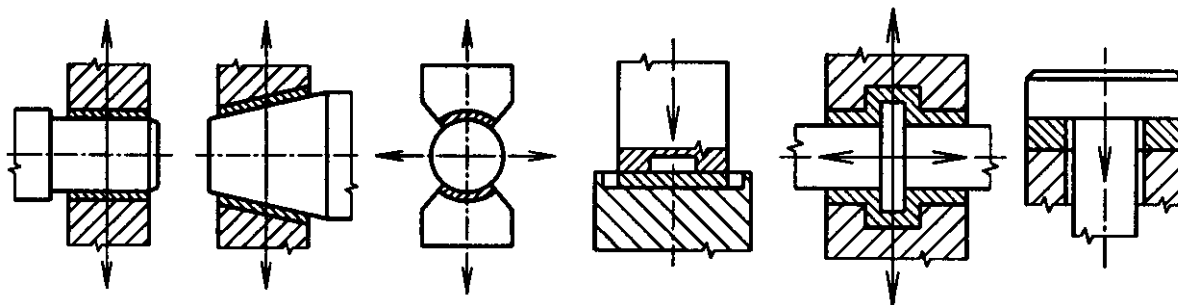


Nenormalizovaná ložisková pouzdra se musí zobrazit a úplně zakótovat na výrobním výkrese.



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).



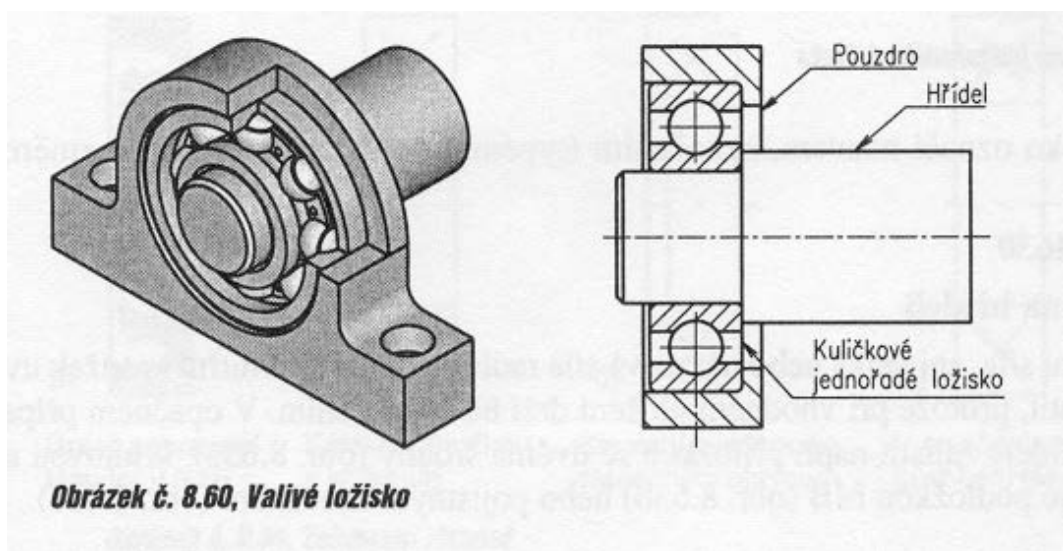
Obrázek č. 8.59, Druhy kluzných ložisek

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

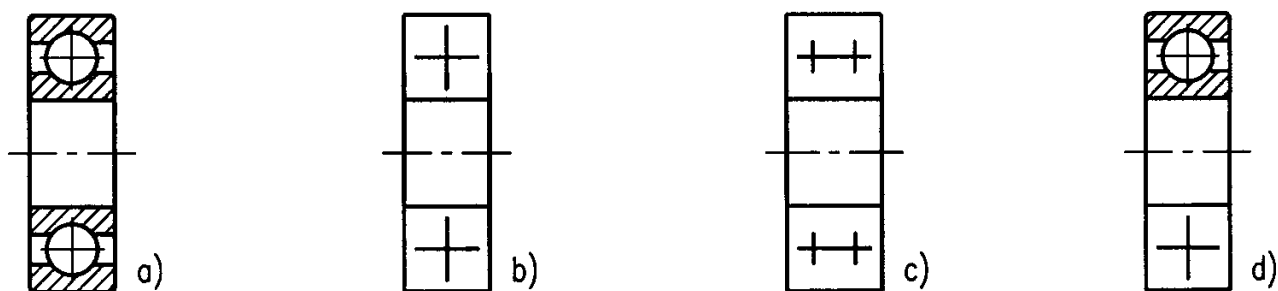
Valivá ložiska se skládají zpravidla ze dvou kroužků, valivých těles a klece pro vedení. Klecí se rozdělují valivá tělesa v ložisku rovnoměrně a tím se zabráňuje jejich vzájemnému styku a tření.



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).

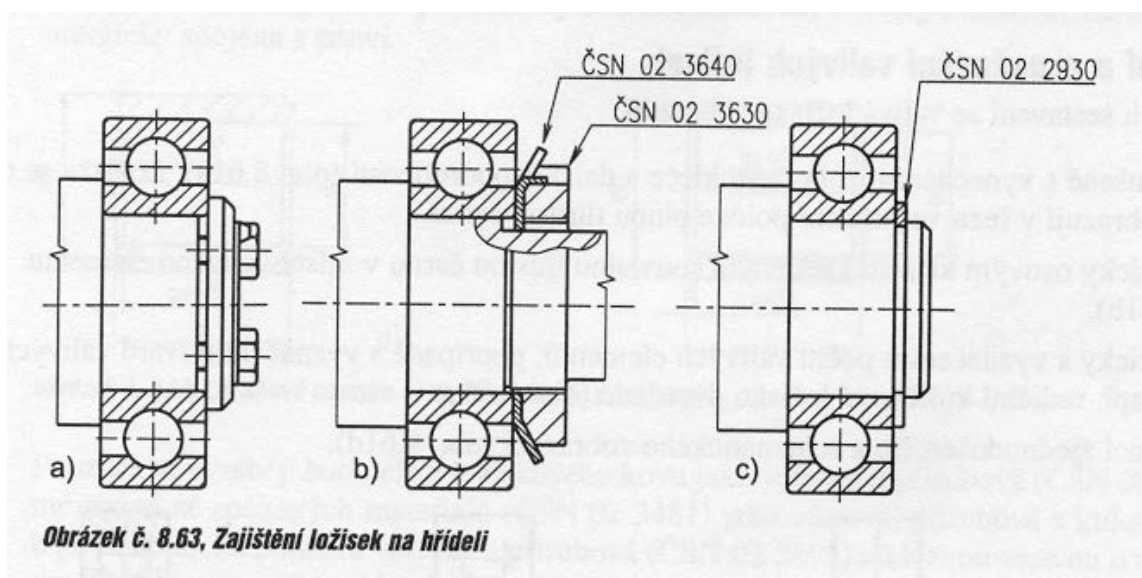


Obrázek č. 8.61, Zobrazení valivých ložisek

Zajištění valivých ložisek na hřídeli

Ložisko můžeme na konci hřídele zajistit např.

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

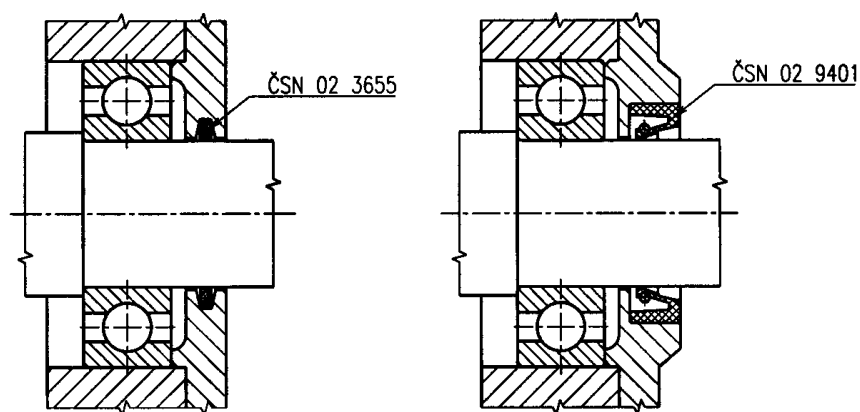


Obrázek č. 8.63, Zajištění ložisek na hřídeli

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:

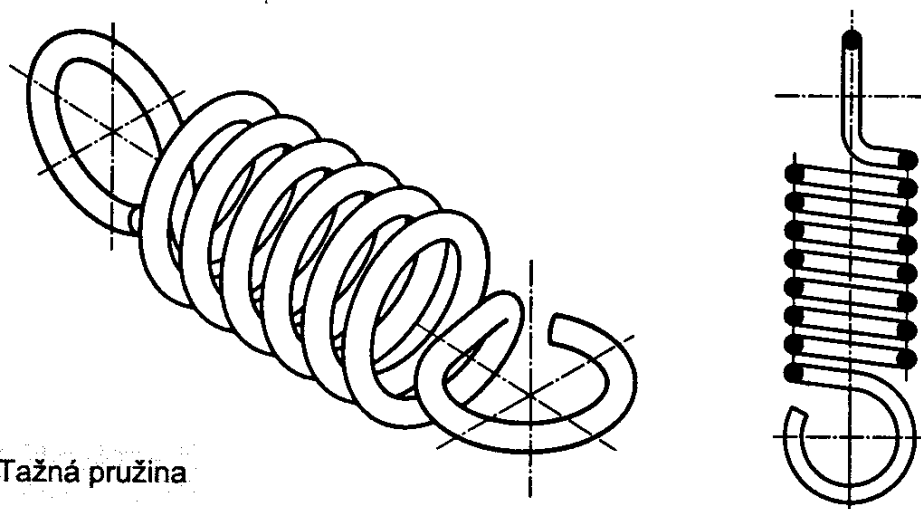
G 10 - 22 - 8 NBR ČSN 02 9401.0



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.



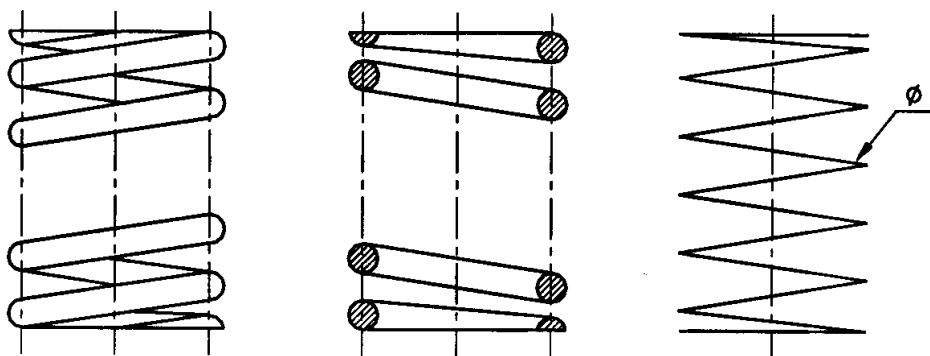
Tažná pružina

Obrázek č. 8.66, Válcová tažná pružina

Zobrazení pružin

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

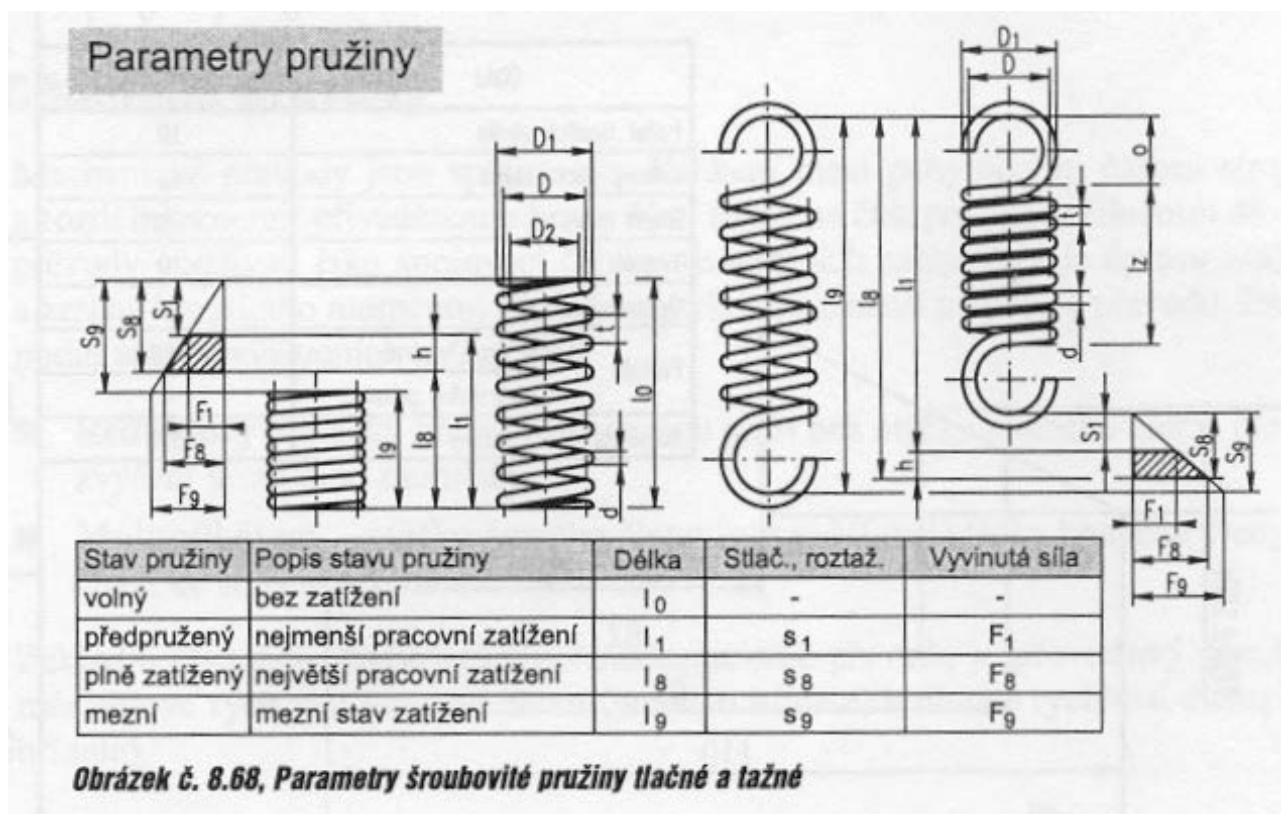
Na výrobních výkresech zobrazujeme pružiny vždy v nezátíženém stavu, na výkresech sestavení pak v takovém stavu, v jakém se zamontují.



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

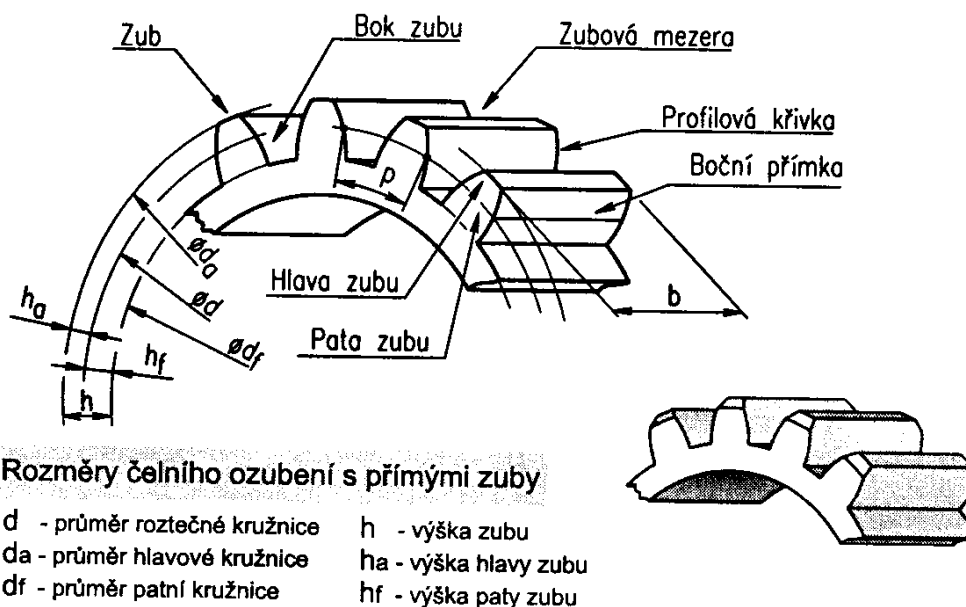
Ozubenými koly se přenáší otáčivý pohyb a mechanická energie z jednoho hřídele na druhý. Tvar ozubených kol a jejich zubů závisí na vzájemné poloze os hřídelů:

- 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

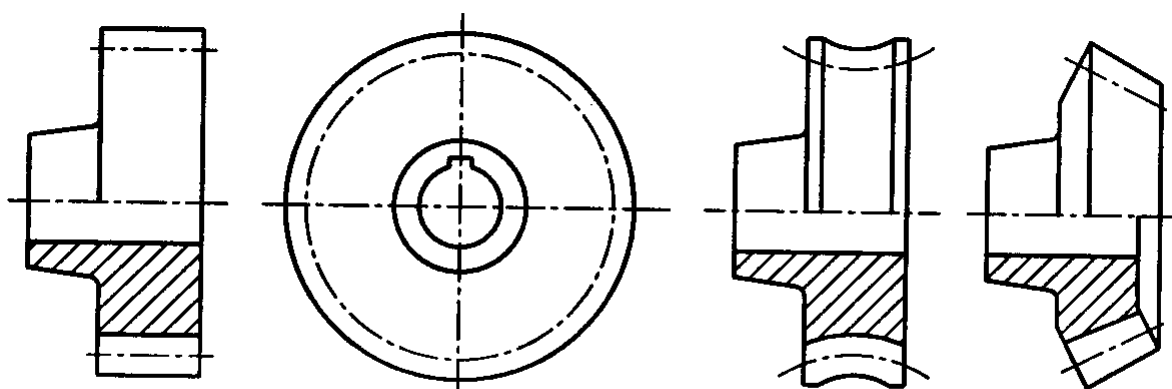
Základní rozměry ozubení zobrazované na výrobním výkrese vychází z příslušných výpočtů. Zuby se nevykreslují pouze tehdy, je-li to nutné pro zobrazení hraničních zubů, například u hřebene.



Obrázek 8.73, Základní parametry přímého čelního ozubení

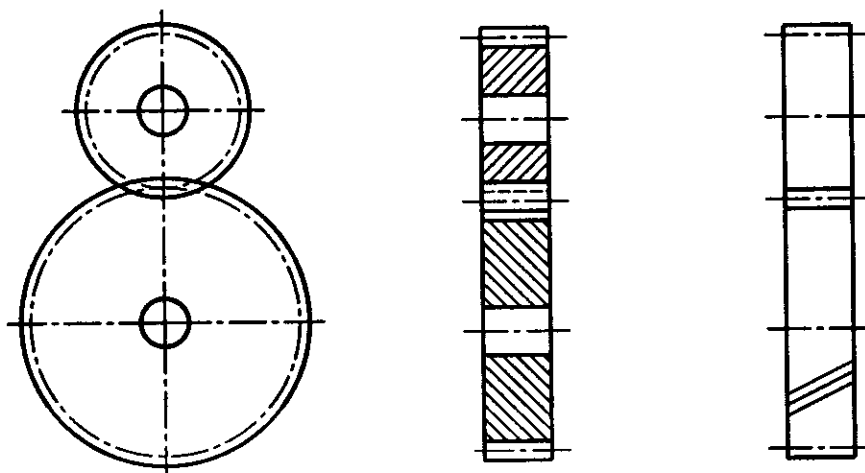
Charakteristické rozměry ozubených kol se zobrazují:

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



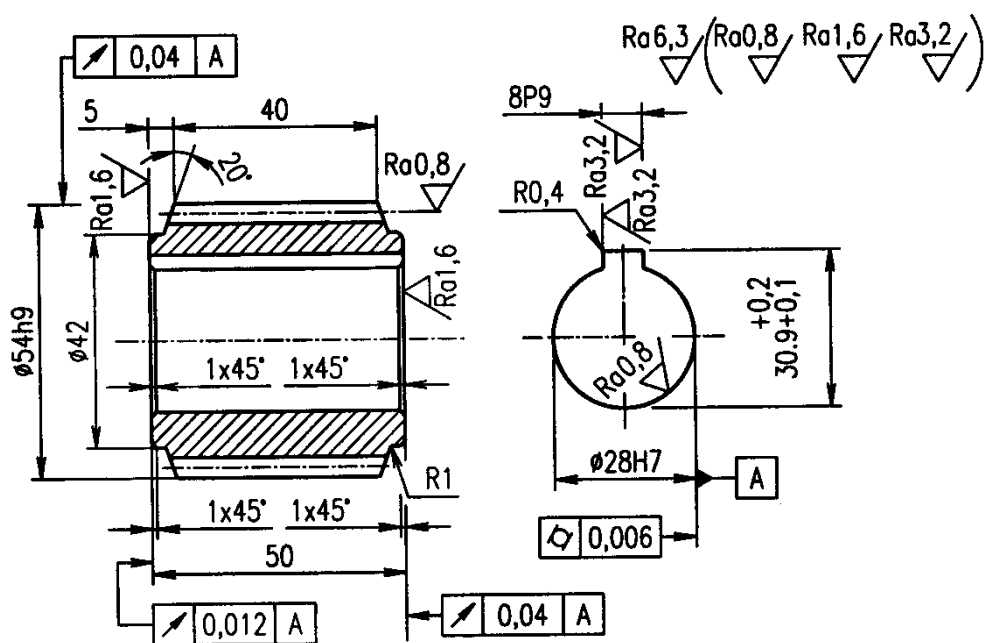
Obrázek 8.74, Zobrazování ozubených kol

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, Zobrazení čelních soukolí v pohledu a řezu

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

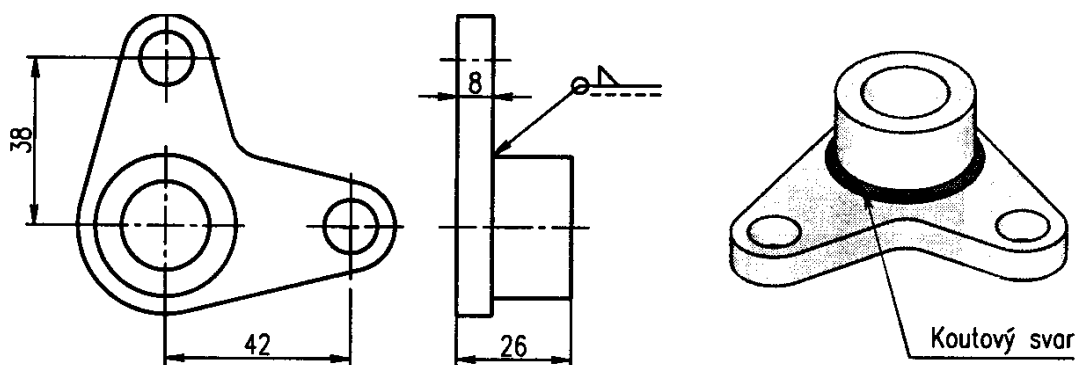


Obrázek 8.77, Ukázka kótování šneku

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.



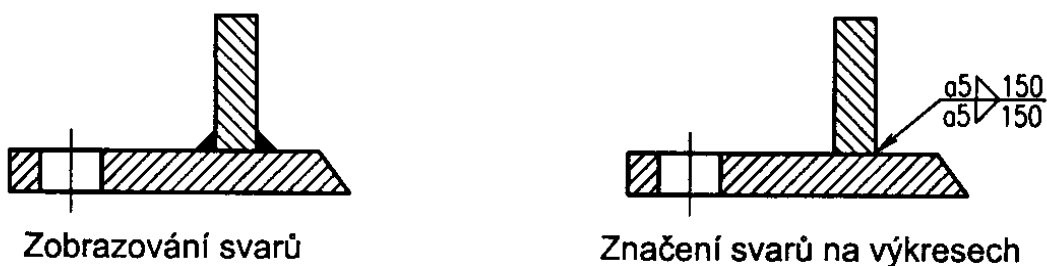
Obrázek č. 8.83, Příklad svarku s koutovým svarem

Výkres svařované sestavy musí obsahovat všechny potřebné informace pro výrobu:

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

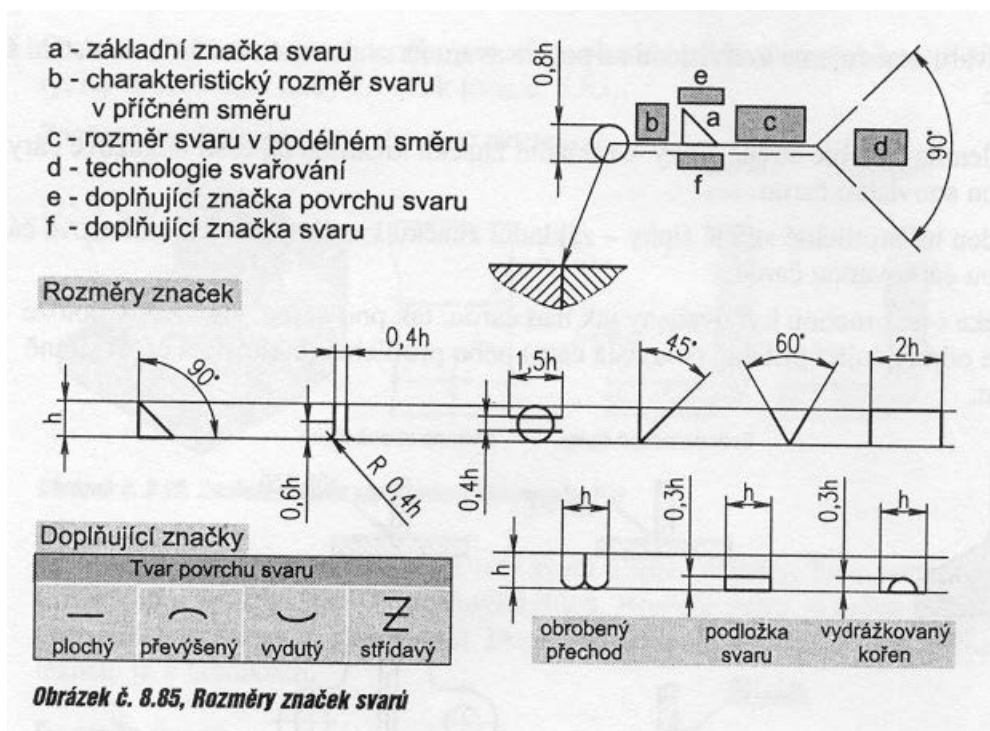
Pokud svarek obsahuje tak složité dílce, že je není možné na výkresu svařované sestavy plně zobrazit a zakótovat, je možné použít samostatného výrobního výkresu.

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 svazu se kreslí tlustou souvislou čarou. Pokud jsou jednotlivé části svarku zobrazeny na výrobním výkrese v řezu, použijeme při šrafování sousedních dílů obrácený sklon šraf.

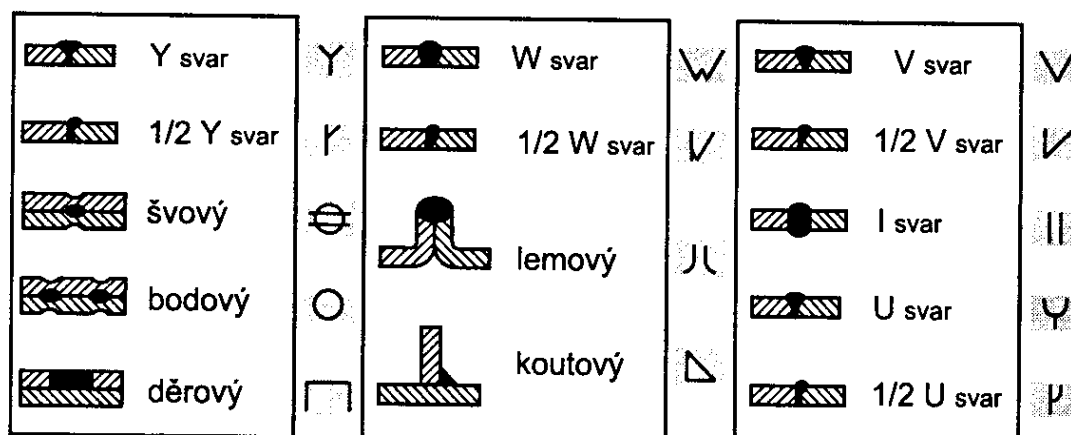


Pro značení svarů na výrobních výkresech používáme odkazové čáry a značky. Všechny značky zapisujeme do výkresu tenkou čarou. Rozměry značek jsou odvozeny od velikostí písma. Při konstrukci svaru zapisuje konstruktér na odkazovou čáru k příslušnému svaru:

- 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

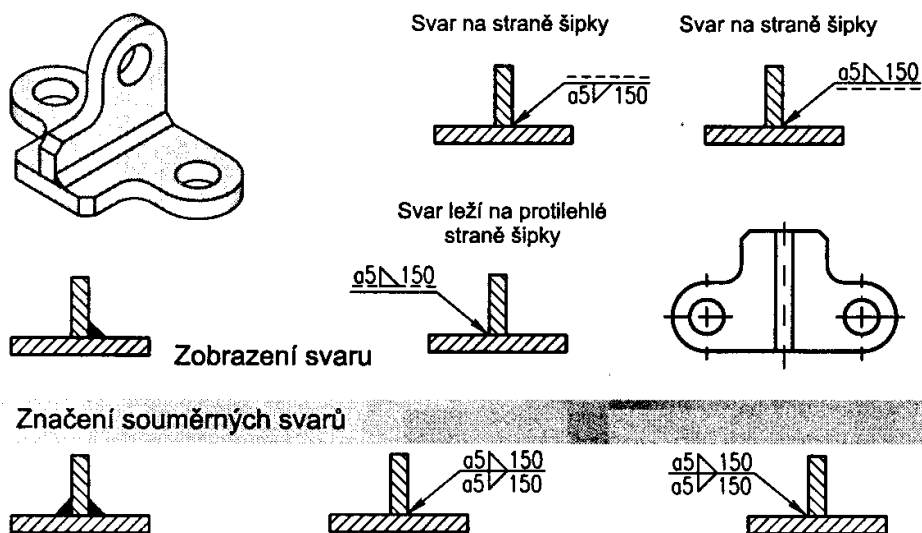
Značka je vždy provedena tak, aby svým tvarem charakterizovala geometrii svaru.



Obrázek č. 8.86, Typy svarů a jejich základní značky

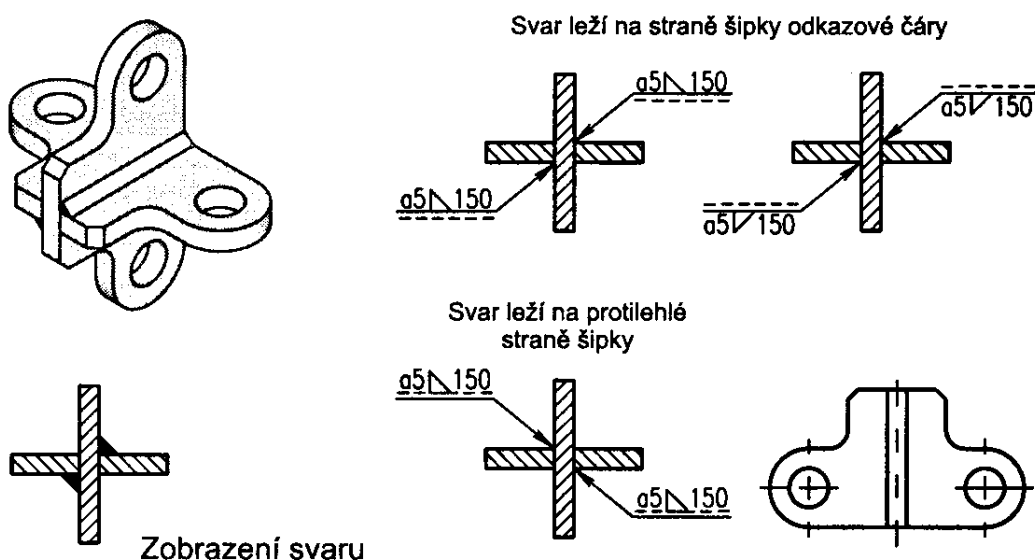
Základní značku svaru umísťujeme v závislosti na poloze svaru na svařované součásti a umístění šipky odkazové čáry:

- 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

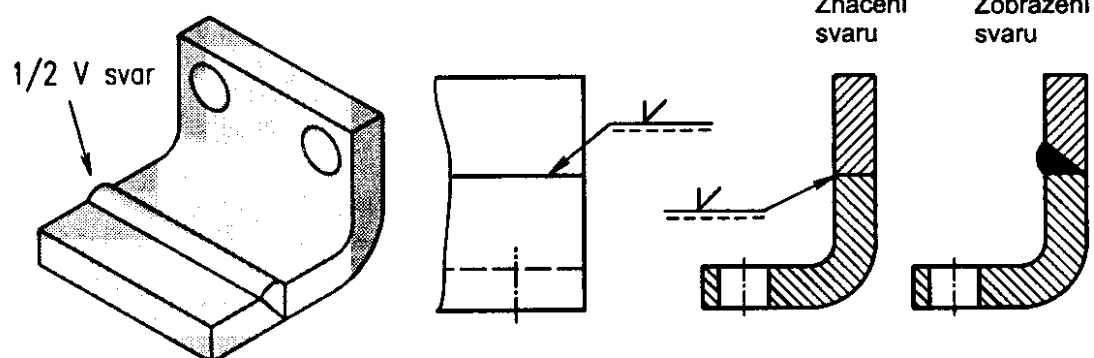
Základní značka i text mohou být uvedeny jak nad čarou, tak pod čarou, ale vždy v poloze přilehlé k čáře odpovídající přilehlé (souvislá čára) nebo protilehlé (čárkovaná čára) straně umístění svaru.



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 svaru 1/2V), směřuje šipka odkazové čáry vždy proti této upravené ploše (obr. č. 8.89).

Značení svarů s upravenou stykovou plochou



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.

Předepisování rozměrů svarů			
	s V		a Δ z Δ
	s II		a Δ z Δ
	s Y		a Δ z Δ
	s JI		a Δ z Δ
	a Δ z Δ		a Δ z Δ
	d O n x (e)		a Δ z Δ
	d □ n x (e)		a Δ z Δ

Obrázek č. 8.90, Předepisování 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	Odporové svařování bodové
23	Odporové svařování švové
311	Svařování kyslíko-acetylenovým plamenem
42	Tlakové svařování třením
751	Svařování laserem

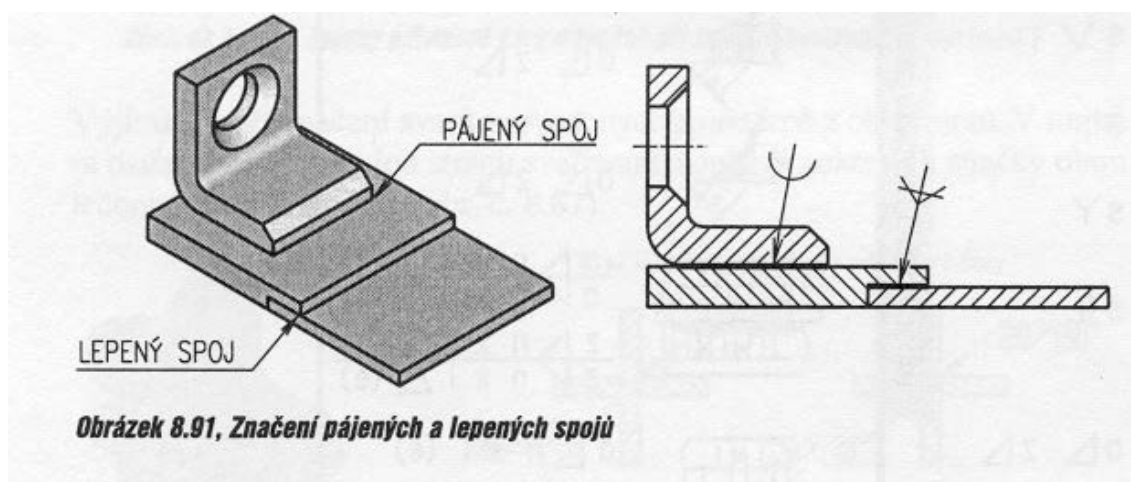
Tabulka č. 15, Vybrané svařovací metody

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).

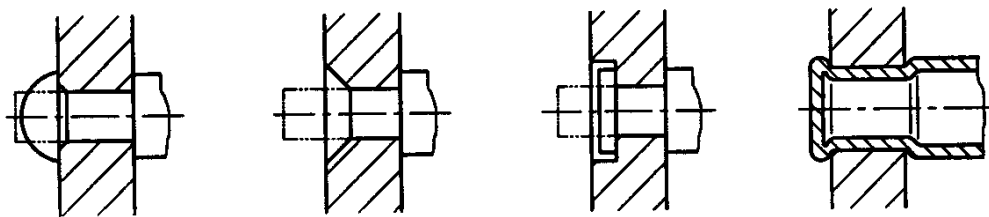
Lepené spoje tvoří materiál spojený pomocí přírodních nebo syntetických lepidel do nerozebíratelného spoje.

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



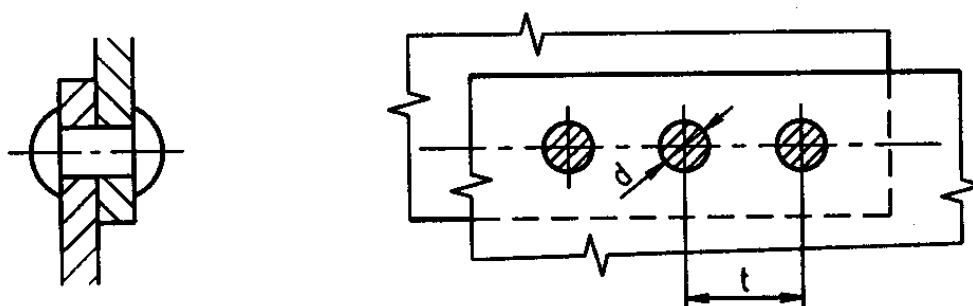
C) Nýťované konstrukce

Nýťové 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 dřikem, bez hlavy.



Obrázek č. 8.95, Nýtování nepřímé

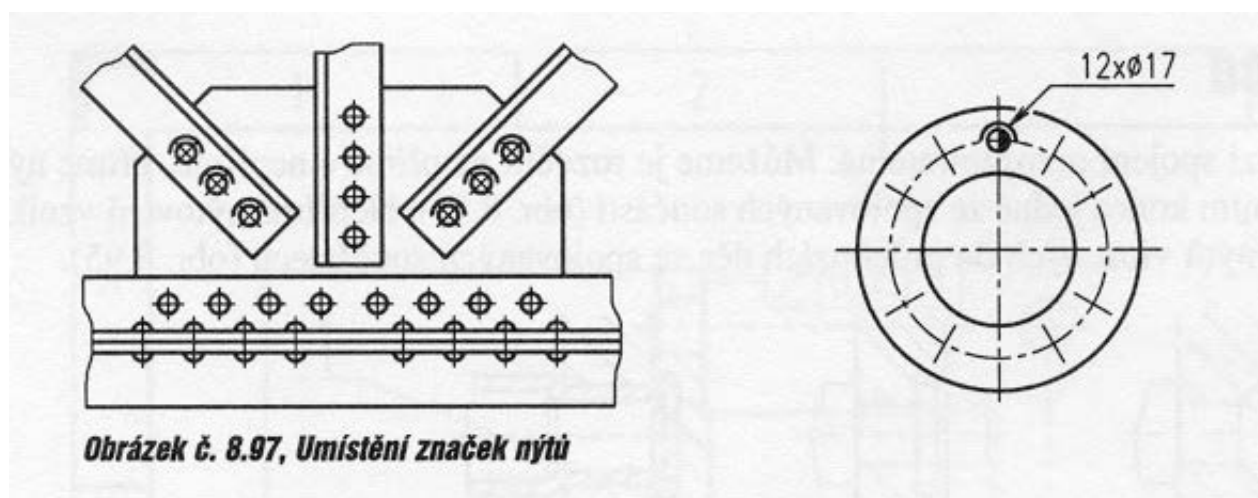
Na výkresech nýtovaných konstrukcí (např. stavebních konstrukcí, konstrukcí mostů, jeřábů apod.) s velkým počtem nýtů zobrazených v měřítku zmenšení se nýty znázorňují zjednodušeně normalizovanými značkami podle ČSN O1 3028 (obr. 8.96).

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.



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 schémata 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 připojovací** - 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.

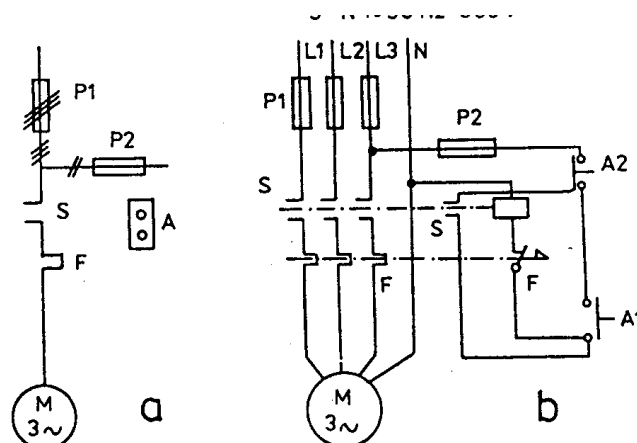
Textové údaje lze umístit přímo u grafických značek (přednostně vpravo nebo nad ně), uvnitř jednoduchých geometrických obrazců apod.

A) Elektrotechnická schémata

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

Schémata 1. skupiny

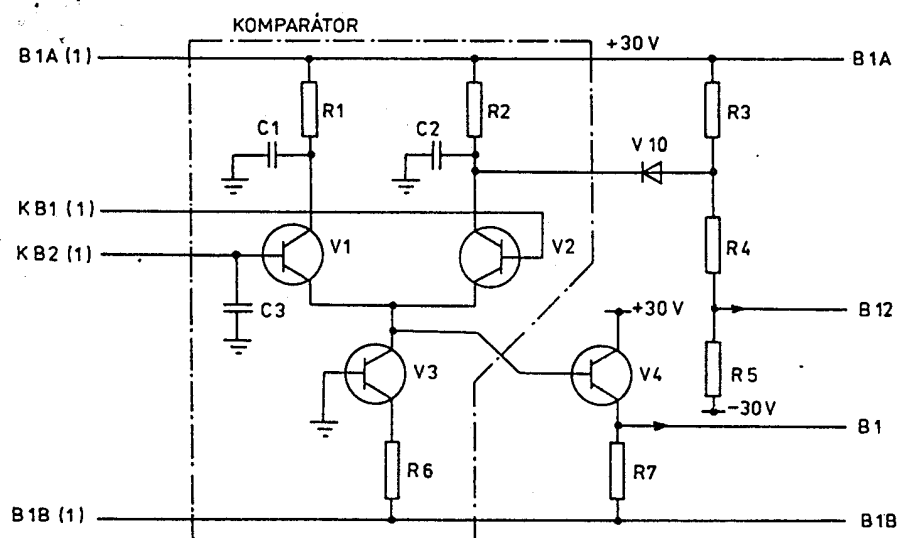
se vypracovávají jako prvotní doklad při projektování a uplatňují se především jako podklady pro vypracovávání schémat dalších skupin.



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

Schémata 2. skupiny

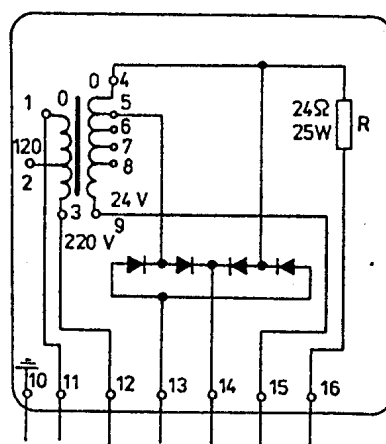
slouží většinou jako podklady pro vypracování jiných projektových podkladů a mat. Jako obvodová schémata hlavních, pomocných a vybraných obvodů se používají při seřizování, kontrole a opravách.



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

Schémata 3. skupiny

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



Obr. 165 Zapojovací schéma vnitřních spojů napáječe

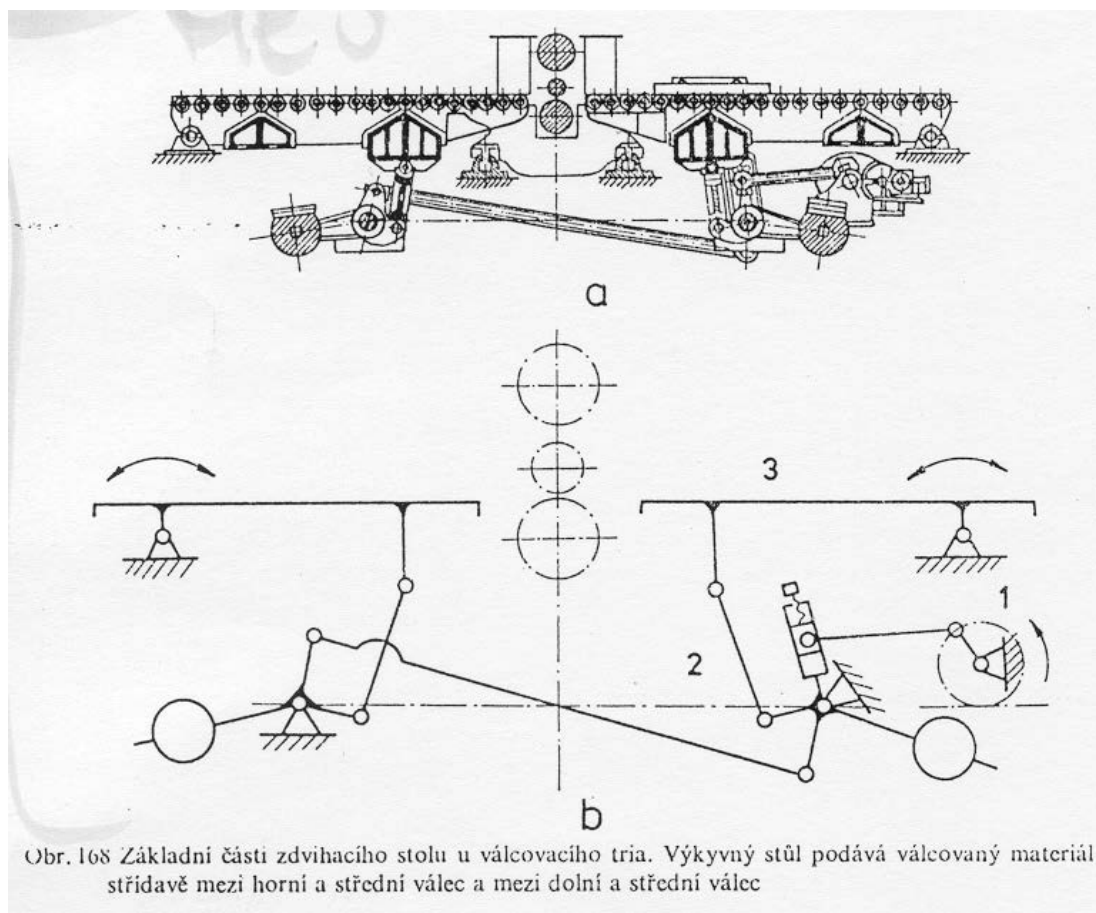
Název	Značka	Název	Značka
Trojfázový proud 50 Hz 220 V	$3 \sim 50 \text{ Hz } 220 \text{ V}$	Vypínací kontakty	
Proud stejnosměrný a střídavý		Vidlice, kolík	
Proud pulsuující		Žárovka	
Galvanické spojení s kóstrou		Odpor	
Uzemnění a ochranné uzemnění		Nařiditelný odpor	
Rozpojitelné spojení		Odpor proměnný	
Pevné spojení		Vinutí s jádrem	
Zapínací kontakty		Tlačítko a dvojtláčátko	
Kondenzátor a) polarizovaný b) elektrolytický		Zásuvka	
Kondenzátor proměnný		Dioda	
Rozpojovač		Diodový tyristor obousměrný	
Několikapólový vypínač		Tunelová dioda	
Jednofázový 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.

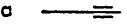
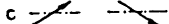
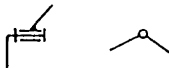
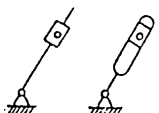
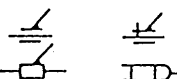
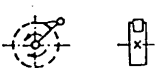
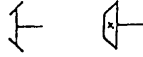
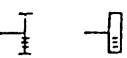
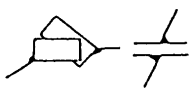
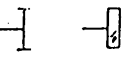
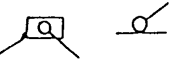
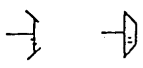
Přehledová a funkční kinematická schémata se vytvářejí pomocí jednoduchých geometrických obrazců (popř. analytickým zápisem pomocí počítače).

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

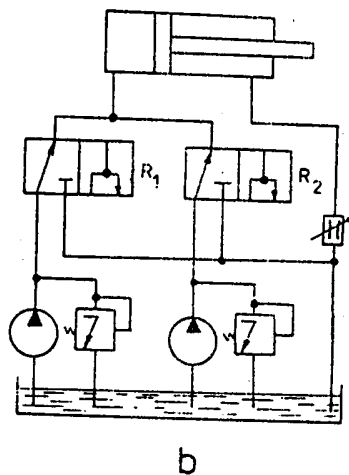
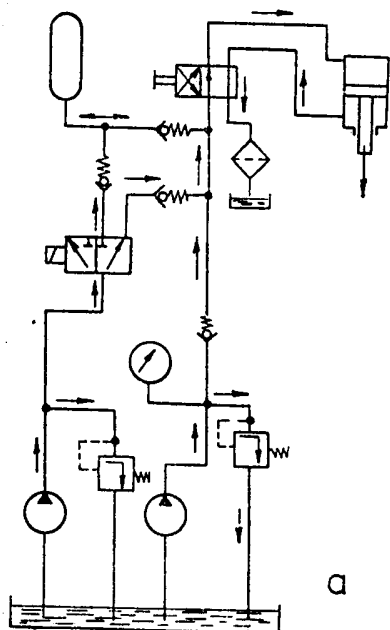


Obr. 168 Základní části zdvihacího stolu u válcovacího tria. Výkyvný stůl podává válcovaný materiál střídavě mezi horní a střední válec a mezi dolní a střední válec

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			
otáčivý		Valivá ložiska:	
		radiální	
		axiální jednostranné	
		axiální oboustranné	
		axiálně radiální jednostranné	
		Hřídel, prut, osa	
		Ohebný hřídel	
Otáčivá dvojice		Kulisa	
Posuvná dvojice		Maltézský mechanismus	
Šroubová dvojice		Rohatkový mechanismus se západkou s vnějším ozubením	
Válcová dvojice		Ozubené kolo: válcové	
Sférická dvojice		kuželové	
Kardanův kloub		Ozubené kolo válcové: s přímými zuby	
Rovinná dvojice		s šikmými zuby	
Bodová dvojice		Ozubené kolo kuželové s přímými zuby	

C) Hydraulická a pneumatická schémata

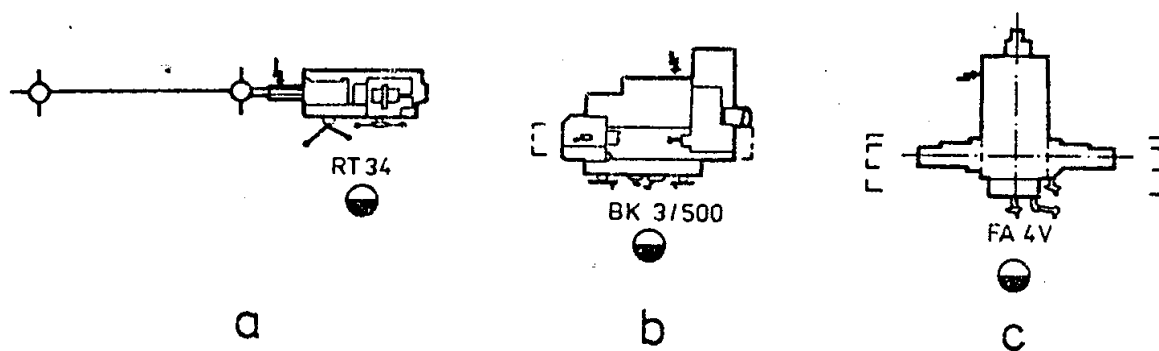


Obr. 171 Hydraulická schémata
a) hydraulický pohon se dvěma generátory a akumulátorem, b) hydraulický obvod se stupňovitým řízením změny rychlosti

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

D) Technologická schémata

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



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

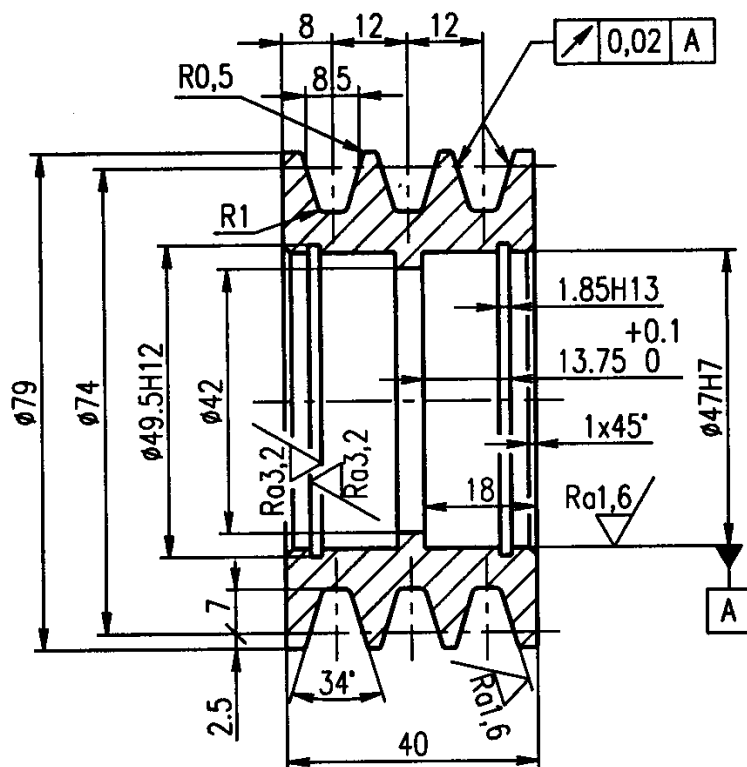
13 Výkresy součástí, sestavení a seznam položek

A) Výkres součásti

Pro každou součást se kreslí samostatný výkres bez rozdílu druhu výroby (kusová, sériová, hromadná). Výkres musí obsahovat všechny údaje důležité pro výrobu a kontrolu součásti.

Výkres součásti obsahuje:

- Zobrazení a kótování součásti.
- Drsnost povrchu.
- Tolerování rozměrů a geometrické tolerance tam, kde je to z hlediska funkce nezbytné.
- Technické požadavky, obvykle zapsané nad popisovým polem v pořadí, které odpovídá výrobnímu sledu, např. povrchová úprava, zkoušky apod.
- Tabulku údajů u výkresů ozubených kol, řetězových kola pružin.
- Popisové pole včetně materiálu a výchozího polotovaru.

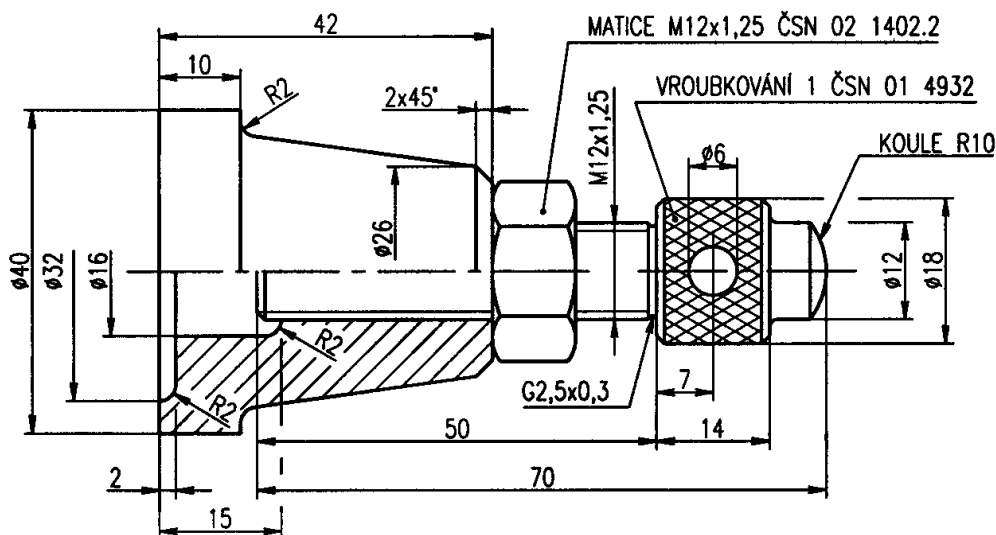


B) Výkres sestavení

Výkres sestavení je určen pro sestavení montážní jednotky, přičemž za montážní jednotku je považován celý stroj (např. automobil) nebo ucelená část stroje (např. motor, převodovka) nebo svařovací sestavení (např. rám dveří).

Výkres sestavení obsahuje:

- Zobrazení montážní jednotky.
- Kótování hlavních a připojovacích rozměrů.
- Odkazy na jednotlivé položky (pozice).
- Údaje o svarech, pájených, lepených a jiných spojích.
- Popisové pole, ve kterém nevyplňujeme údaje o materiálu a polotovaru.
- Soupis položek umístěný na výkresu nebo odděleně na samostatném listu.



Obrázek č. 8.102, Kótované sestavení

C) Popisové pole

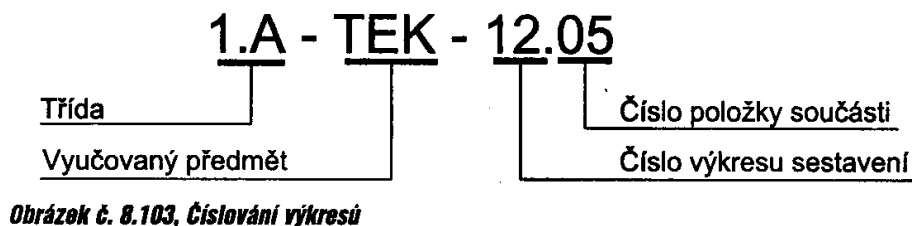
Každý technický výkres musí obsahovat popisové pole, které se umísťuje v pravém dolním rohu na rámec kreslicí plochy.

Popisové pole obsahuje:

- Identifikační část
- Další části

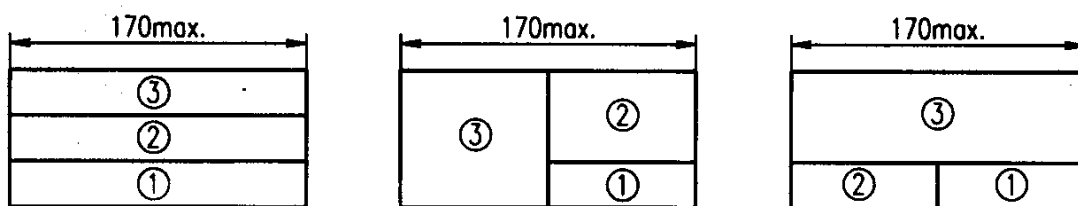
Identifikační část je dlouhá maximálně 170mm a obsahuje tyto povinné údaje:

- 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 (1S0-E, ISO-A).
- Hlavní měřítko zobrazení, jsou-li na výkresu obrazy nakreslené v jiném než hlavním měřítku, uveďte 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 TRØ35x6-12 ČSN 42 5715.01	1.B-TEK-17.03	11	343.0	2	0,052
2	ŘEMENICE Ø80-44 ČSN 42 5510.10	1.B-TEK-17.02	11	500.0	1	1,74
1	ČEP Ø35-84 ČSN 42 5510.10	1.B-TEK-17.01	11	600.0	1	0,63

MATERIAL: POLOTOVAR, TOLEROVÁNÍ ISO 8015, PŘESNOST ISO 2768, PROMÍTÁNÍ: 1:1

KONSTR. NOVÁK, SCHVÁLIL, DATUM 20.4.1999, HMOTNOST 12,6 kg, SESTAVA KUSOVNÍK, KONTR. SUKRY V.

SPŠ ŽDÁR N. SÁZ. SESTAVA ŘEMENICE, ČÍSLO VÝKRESU 1.B-TEK-17.00, LIST 1, LIST 4

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

E) Odkazy na položky

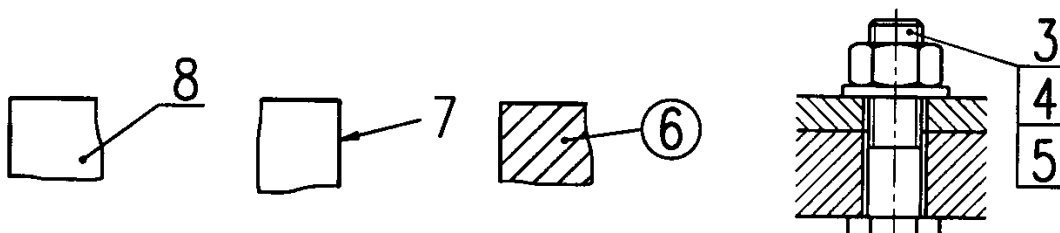
Každá součást, skupina, podskupina aj., která je složkou vyšší sestavy, se označí jedním odkazem.

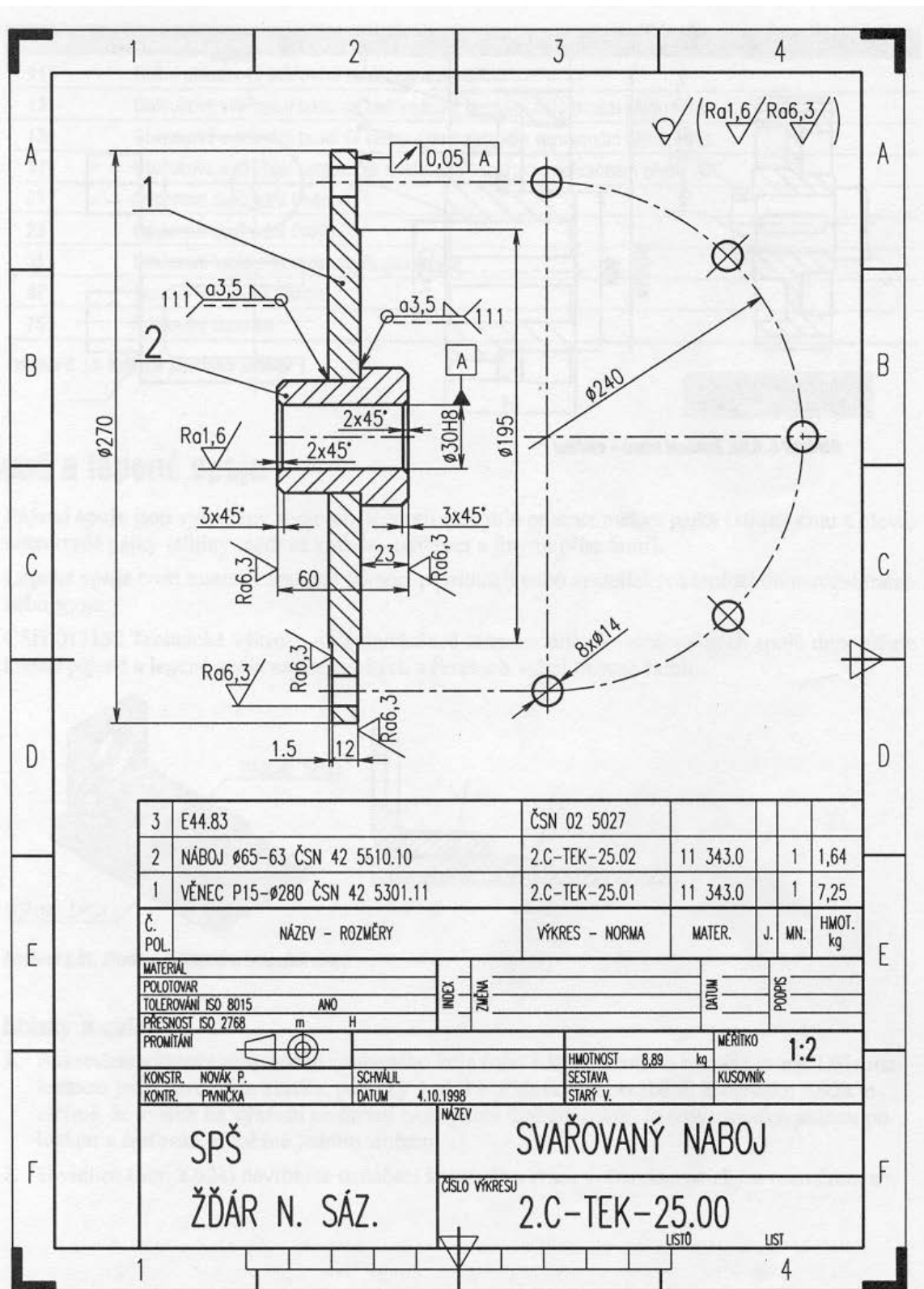
Odkazy se zapisují čísla, k nimž lze v odůvodněných případech připojit písmeno velké abecedy.

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.





TECHNICKÁ GRAFIKA – TG(Z)@

Ukázka písemného zkušebního testu

Podmínky testu:

Celkově budete odpovídat na 14 otázek. Každá otázka má tři nabízené odpovědi, z nichž je pouze jedna správná. V každé otázce tedy musíte označit jednu z nabízených odpovědí. Pokud v otázce neoznačíte ani jednu z nabízených otázek, tak bude vaše odpověď hodnocena jako chybná.

Hodnocení testu:

Za každou správně zodpovězenou otázku získáte jeden bod (celkový počet bodů je 14). Počet získaných bodů tedy určí Vaši klasifikaci na této škále:

14 - 13 bodů:	A
12 bodů:	B
11 - 10 bodů:	C
9 bodů:	D
8 bodů:	E
7 - 0 bodů:	F

Jak se označují formáty technických výkresů, které se používají přednostně?

- a) ISO - A
- b) ISO - B
- c) ISO - C

Prodloužené formáty technických výkresů jsou definovány kterými násobky základní šířky formátu A4?

- a) 1, 2, 3
- b) 2, 3, 4
- c) 3, 4, 5

Měřítko zmenšení je uváděno v poměrech (X je hodnota zmenšení)?

- a) 1 : X
- b) X : 1
- c) X : X

Promítání rozdělujeme podle směru promítacích přímk a středu promítání do tří základních skupin promítání?

- a) Rovnoběžné, úhlové, bodové
- b) Rovnoběžné, kosoúhlé, středové
- c) Středové, úhlové, rovnoběžné

Při pravouhlém promítání obrazovaný předmět promítáme rovnoběžnými promítacími přímkami, jejichž směr svírá s průmětnou úhel?

- a) 135°
- b) 90°
- c) 45°

Pravouhlým průmětem roviny kolmé k průmětně je?

- a) Bod
- b) Úsečka
- c) Přímka

Poloměr se označuje zkratkou?

- a) R
- b) S
- c) $\emptyset$

U technické izometrie osový kříž, u tohoto druhu axonometrického promítání, svírá pravidelně úhel?

- a) 120°
- b) 150°
- c) 180°

Výkres součásti musí primárně obsahovat všechny údaje důležité pro?

- a) výrobu a kontrolu součásti
- b) přepravu součásti
- c) uskladnění součásti

Podložky nakreslené na výkresech sestavení se zobrazují vždy?

- a) V řezu
- b) V pohledu
- c) V průřezu

Značka svaru V je určena pro označení svaru?

- a) Bodového svaru
- b) V svaru
- c) Koutového svaru

Nýty se zobrazují pouze na výkresech?

- a) Sestavení
- b) Součástí
- c) Schémat

Schémata patří mezi výkresy?

- a) Sestavení
- b) Výrobní
- c) Pomocné

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

- a) 4 skupin
- b) 8 skupin
- c) 12 skupin