



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

TECHNICKÉ KRESLENÍ

Jaroslav Pospíchal

Jaroslav Pospíchal

TECHNICKÉ KRESLENÍ

2005
Vydavatelství ČVUT

Lektor: doc. Ing. Goce Chadzitaskos, CSc.

Vydavatelství ČVUT upozorňuje autory na dodržování autorských práv.
Za jazykovou a věcnou správnost obsahu díla odpovídá autor. Text neprošel jazykovou ani
redakční úpravou.

- Jaroslav Pospíchal, 1995
ISBN 80-01-03214-0

OBSAH

Předmluva	4
1 Úvod	5
1.1 Přehled souvisejících norem	8
2 Provedení technických výkresů	9
2.1 Druhy výkresů	9
2.2 Formáty.	9
2.3 Druhy čar ve strojírenství	10
2.4 Měřítko zobrazení	11
2.5 Písmo pro technické výkresy	12
2.6 Požadavky na výkresy z hlediska mikrografie	13
2.7 Popisová pole, seznam položek.	13
2.7.1 Technické požadavky	13
2.7.2 Popisové pole výkresu součásti	13
2.7.3 Výkres sestavení	15
2.7.4 Popisové pole výkresu sestavení	15
2.7.5 Seznam položek (kusovník)	15
3 Základní pravidla zobrazování	23
3.1 Pravoúhlé promítání	23
3.2 Pravidla zobrazování na výkresech ve strojírenství	23
4 Pravidla kótování a tolerování rozměrů, předepisování struktury povrchu	28
4.1 Základní pravidla kótování	28
4.1.1 Soustavy kót	30
4.2 Zapisování mezních úchylek rozměrů	32
4.2.1 Všeobecné tolerance	33
4.3 Zapisování geometrických tolerancí	34
4.3.1 Formální zápis geometrických tolerancí	34
4.3.2 Geometrické tolerance tvaru, směru, polohy a házení	35
4.3.3 Vazby geometrických tolerancí a tolerancí délkových rozměrů	38
4.3.4 Nepředepsané geometrické tolerance	40
4.4 Předepisování jakosti povrchu	41
5 Pravidla zobrazování a kótování strojních součástí	43
5.1 Zobrazování a kótování základních rotačních ploch	43
5.1.1 Kužel	45
5.1.2 Koule	48
5.1.3 Válec	48
5.2 Zobrazování a kótování rovinných ploch	49
5.2.1 Translační plochy	49
5.2.2 Jehlan	50
5.3 Zobrazování a kótování normalizovaných prvků	51
5.4 Ozubená kola	61
5.5 Pružiny	66
5.5.1 Pružiny šroubovité válcové tlačné	69
5.6 Svařované spoje	72
5.7 Lepené, sdrápkové a slisované spoje	77

Předmluva

Napsání učebního textu bylo ovlivněno zejména dvěma okolnostmi, a to nově založeným předmětem TECHNICKÉ KRESLENÍ a snahou dosáhnout v daném redukováném čase efektivního poznatkového sjednocení u posluchačů přicházejících z různých typů škol.

Stěžejními a neoddělitelnými částmi textu jsou jednak zobrazování jednoduchých i složitějších strojních součástí, jednak související kótování elementárních prvků těchto součástí s ohledem na dané funkční vazby.

Podnětem pro vydání učebních textů byla rovněž okolnost, že poznatky o zobrazování ve vazbách ke kótování založené na funkčních podmínkách, jsou nejen rozptýlené, ale zejména často neúplné, a proto z hlediska potřeb vysokoškolského předmětu nevhodné. Studenti jsou již od začátku systematicky vedeni k poznávání funkce výrobků/součástí, způsobu výroby, možnostem měření, použití vhodného materiálu, a také hodnocení daného konstrukčního řešení.

Vzhledem k tomu, že předkládaná problematika je elementárním základem výuky konstruování, bylo nezbytné vytvořit nové pojetí tak, aby to lépe odpovídalo návazným krokům. Učební text by neměl být jen izolovanou pomůckou v začátku studia, ale je integrální součástí pedagogické dokumentace předmětu KONSTRUOVÁNÍ s cílem předložit časově trvalejší publikaci umožňující svým obecnějším obsahem využití poznatků studujícími po celou dobu studia.

Předkládaný učební text je navržen tak, aby vyhovoval jak univerzitnímu typu studia (teoreticky založenému), tak byl dobře využitelný pro studium bakalářské (profesně orientovanému).

Praha, leden 2005

Doc. Ing. Karel Slanec, CSc.

Autor děkuje za cenné připomínky lektorovi doc. ing. Goce Chadzitaskosovi, CSc., a ing. Jitce Řezníčkové, CSc. za zpracování části svarky a lepené spoje.

V případě nejasností, chyb, či dotazů k tomuto učebnímu textu se obraťte na autora:

ing. Jaroslav Pospíchal
ČVUT - fakulta strojní
Ú12108 - odbor částí a mechanismů strojů
Technická 4, 166 07 Praha 6
☎ +420 224352410
✉ Jaroslav.Pospichal@FS.CVUT.CZ

Praha, leden 2005

Ing. Jaroslav Pospíchal
autor

1 ÚVOD

Vyjádřovací a dorozumivací způsob může být jednak písemný, jednak grafický. Poměrné zastoupení jednoho a druhého způsobu je charakteristické příslušnému vědnímu oboru. Převládajícího grafického vyjadřování se nejvíce používá v těch oborech, které se zabývají výrobou předmětů určitých tvarů (strojírenství, elektrotechnika, stavebnictví) nebo jejichž předmětem je měření a zobrazování zemského povrchu (kartografie). Jsou i jiné obory, kde se lze setkat s grafickým vyjádřením, ale v takových případech se jedná jen o pomocný prostředek, přičemž není nutné, aby se odborník uměl takto vyjadřovat. Naproti tomu každý konstruktér (projektant) musí umět připravit technické dokumenty (výkresy, technické zprávy) podle určitých zásad, přičemž převládající grafický způsob je nejvhodnější k vyjádření představ a vědomostí potřebných k zhotovení výrobku.

Provedený rozbor ukázal, že pokud bychom chtěli pouze písemně vyjádřit obsah "zaplněného" výkresu formátu A4, bylo by nutno zpracovat písemný popis obsahu výkresu asi na 40 stránkách (A4). Z tohoto výsledku je patrné, jak úsporný je grafický vyjadřovací způsob, kolik informací technický výkres poskytuje a jak je důležité - z hlediska jednoznačného výkladu - dodržovat zásady při zobrazování, kótování součástí nebo celků a věnovat se jejich doplňujícímu popisu.

Z vývoje technických výkresů (zobrazování a kótování) je patrné, že zhotovení technického výkresu bylo dříve nejednotné. V různých závodech byly velmi často různé zvyklosti. Normalizace technických výkresů, sjednocení zobrazování a kótování přispěla k tomu, že postupem doby se rozdílly ve způsobech provedení technických výkresů v daném oboru vyrovnávaly. Normalizace v oblasti technických výkresů probíhala jednak na národních úrovních (normy ČSN, DIN, NF, BS, ANSI ...), jednak na mezinárodní úrovni (normy ISO). V poslední době se zavádějí normy celoevropské (EN). Kromě norem jejichž závaznost je stanovena právním předpisem (normy týkající se ochrany zdraví, dopravy a pod.), jsou normy z oblasti technických výkresů nezávazné. Přebírání norem EN do ČSN (ozn. ČSN EN, podobně např. DIN EN) nás zavazuje s ohledem na dohody v rámci Evropského výboru pro normalizaci (CEN), přičemž postupně realizovaná harmonizace ČSN s EN nebo ISO (ozn. ČSN ISO) je důležitým základem pro certifikaci výroby a výrobků, které z této výroby vznikají. Sledujeme-li v současné době provedení technických výkresů v různých státech lze konstatovat, že se v podstatě shodují a pokud se liší, tak jen v některých podrobnostech. Tato skutečnost je velkou výhodou neboť umožňuje technikům, aby se výkres stal mezinárodním dorozumivacím prostředkem bez potřeby nákladných překladů. V textu jsou respektována a v široké míře využívána ustanovení českých norem; vzhledem k jejich trvalému vývoji nelze všechna ustanovení ČSN považovat za časově neměnná.

Zhotovení technického výkresu je složitým a mnohotvárným procesem, který je souhrnem odborných znalostí konstrukčních, technologických (výrobních), metrologických a elementárních zásad týkajících se zobrazování a kótování. Z tohoto důvodu jsou v učebním textu i stručné údaje povahy konstrukční, popř. technologické pokud je takto vázán způsob zobrazování a kótování.

Schopnosti vyjádřit jednoznačně představu výkresem se dosáhne jak prováděním vlastních výkresů (konstrukční činností, osvojením si zásad zobrazování a kótování s ohledem na funkci součástí v technickém objektu), tak i čtením výkresů cizích. Vnější forma výkresu by měla odpovídat účelu a obsahu výkresu (výkres návrhový, výkres součástí, výkres kontrolní ...). Je nutno si uvědomit, že úkolem konstruktéra není nakreslit pouze "krásný" výkres (konečně v současné době aplikace CAD to není obtížné), nýbrž navrhnout účelnou konstrukci, vyhovující řadě přísných měřítek na výrobek (funkce, spolehlivost, cena, čas ...).

Písmenné značky a grafické značky (symboly) užívané na technických výkresech

	metoda promítání v 1. kvadrantu; také tzv. evropské promítání, označované ISO E
	metoda promítání ve 3. kvadrantu; také tzv. americké promítání, označované ISO A
	označení souměrných obrazů
	hraničící značky
	označení řezu nebo průřezu (dříve ,)
	označení tvarové podrobnosti
	označení plochy v řezu
	označení pohledu (dříve)
	značka pro rozvinutí součásti
	značka pro potočený obraz (dříve)
	odkaz na položku - pozice (označení součásti výrobku)
$\varnothing 40$	průměr, např. 40
$\square 10$ 4HR 10	čtverec, např. 10
R40	poloměr, např. 40 (Radius = poloměr)
S $\varnothing 40$	koule průměr, např. 40 (Sphere = koule)
SR40	koule poloměr, např. 40
$\square 20$ 6HR 20	šestihran, např. 20 (označení podle normy DIN 406 Teil 11: SW20, Schlüsselweite = otvor klíče)
	značka udávající úpravu tvaru a velikost hrany; jiné příklady:
1,6 x 45°	označení hrany zkosené pod úhlem 45°
T4	tloušťka, např. 4 (Thickness = tloušťka); zápis podle normy DIN 406 Teil 11 je t = 4
$\boxed{40}$	teoretický rozměr, např. 40
40	netolerovaný rozměr, např. 40
40±0,2	tolerovaný rozměr, např. jmenovitý rozměr 40; jiné příklady zápisu tolerovaných rozměrů 0 +0,2 +0,30 -0,15 +0,10 40 -0,1 ; 40 0 ; 40 +0,15 ; 40 -0,30 ; 40 -0,15 ; 40H8 ; 40JS7 ; 40f6 ; 40js7
(40)	informativní rozměr, např. 40 (v normě DIN 406 Teil 11 tzv. pomocný rozměr)
$\textcircled{40 \pm 0,1}$	rozměr, který bude objednavatelem (příjemcem) zejména kontrolován; $\textcircled{40 \pm 0,1} 100\%$ - rozměr bude objednavatelem (příjemcem) 100%ně kontrolován (namátkové kontroly se vylučují)
$\underline{40}$	rozměr, který zřejmě neodpovídá velikosti nakresleného prvku na obraze v daném měřítku (tento případ se snažíme vyloučit)
	délka oblouku, např. 40 nebo 115,32; je-li třeba připiše se za kótu velikost poloměru, popř. průměru příslušného oblouku např. $\textcircled{40/R100}$
4x	počet stejných prvků (např. 4 x $\varnothing 11H13$)

	značka pro přesazení u výkovek, odlitek, nebo výlisků a maximální přesazení [mm]
	značka pro výstupky (+) nebo prohlubně (-) u výkovek, odlitek, nebo výlisků
	kuželovitost, např. 1:10; před poměr udávající číselnou hodnotu kuželovitosti se uvede značka, jejíž vrchol směřuje k vrcholu kužele
	sklon rovinné plochy ke zvolené základní rovině, např. 5% (sklon lze uvést také poměrem např. 1:3)
	po celém obvodu součásti platí údaj uvedený na praporkové části odkazové čáry nebo údaj uvedený u grafické značky ($\sqrt{\text{ }}$, $\sqrt{\text{R}}\text{ }$)
	označení základny
	toleranční rámeček pro případ tolerance tvaru; v prvním poli se uvádí značka tolerance (zde tolerance rovinnosti), v druhém poli se zapisuje číselná hodnota tolerance (0,1 mm)
	toleranční rámeček pro případ tolerance polohy; obecný význam prvního a druhého pole viz tolerance tvaru, ve třetím poli (popř. čtvrtém, pátém) se uvádí základna (základny)
	požadavek obalového prvku (Envelope = obálka)
	označení závislosti, tj. závislosti tolerancí geometrických (tvaru a polohy) a tolerancí rozměrových; uplatněn princip maxima materiálu (Maximum = maximální)
	označení závislosti, tj. závislosti tolerancí geometrických (tvaru a polohy) a tolerancí rozměrových; uplatněn princip minima materiálu (Least = nejmenší, minimální)
	posunuté (vystupující) toleranční pole (= Projected tolerance zone)
	měřeno v nezatiženém stavu (Free = volný, nezatižený)
	podmínka reciprocity
	označení dílčí základny (základna je tvořena bodem); označení základny tvořené plochou ($\varnothing 3$) $\varnothing 3 \begin{matrix} \square \\ A \end{matrix}$, nebo plochou (8x8) $\begin{matrix} \square \\ A \end{matrix}$: $\begin{matrix} 8 \times 8 \\ A \end{matrix}$
	značky struktury povrchu (dříve ∇ $\nabla\nabla$ $\nabla\nabla\nabla$)
Pp, Rp, Wp, Pv, Rv, Wv, Pa, Ra, Wa, Pz, Rz, Wz, Pq, Rq, Wq, PSm, RSm, WSm, Pmr, Rmr, Wmr	parametry struktury povrchu
$< ; K$	označení středícího důlku, který musí zůstat na výrobku; nesmí zůstat na výrobku
M10	označení metrického závitu; M10 LH - označení levého závitu (Left Hand)
W3/4	označení Whitworthova závitu
Tr 16x2	označení lichoběžníkového rovnoramenného závitu jednochodého
G3/4	označení trubkového závitu válcového, bez těsnícího účinku mezi závity
Rp 1 1/2 Rc 1 1/2 R 1 1/2	označení trubkového závitu s těsnícím účinkem mezi závity (Rp - válcový vnitřní; Rc - kuželový vnitřní; R - kuželový vnější)
GPS	Geometrical Product Specification
CHD, CD, CLT, FHD, NHD, SHD, FTS, HTO, HTS	Case Hardening Depth = hloubka cementované vrstvy; Fusion Hardness Depth = hloubka zakalení Compound Layer Thickness = tloušťka chemicky sloučené vrstvy; Carburization Depth = hloubka nauhličení Nitrid Hardness Depth = hloubka nitridované vrstvy; Surface Hardening Depth = hloubka povrchově zakalené vrstvy Fusion Treatment Specification = technické požadavky kalení; Heat Treatment Order = technologický postup tepelného zpracování; Heat Treatment Specification = technické požadavky tepelného zpracování

1.1 Přehled souvisejících norem

- ČSN EN ISO 10209-2(01 3101):1998
- ČSN 01 3102:1985
- ČSN EN ISO 6428 (01 3105):2000
- ČSN 01 3106:1981
- ČSN 01 3107:1981
- ČSN ISO 6433 (01 3108):1996
- ČSN ISO 5457 (01 3110):1994
- ČSN 01 3111:1985
- ČSN ISO 5455 (01 3112):1994
- ČSN ISO 7200 (01 3113):1996
- ČSN EN ISO 128-1 (01 3114):2003
- ČSN EN ISO 128-20 (01 3114):2002
- ČSN EN ISO 128-21 (01 3114):2002
- ČSN EN ISO 128-22 (01 3114):2001
- ČSN EN ISO 128-24 (01 3114):2001
- ČSN EN ISO 128-30 (01 3114):2002
- ČSN EN ISO 128-34 (01 3114):2002
- ČSN EN ISO 128-40 (01 3114):2002
- ČSN EN ISO 128-44 (01 3114):2002
- ČSN EN ISO 128-50 (01 3114):2002
- ČSN EN ISO 3098-0 (01 3115):1999
- ČSN EN ISO 3098-5 (01 3115):1999
- ČSN EN ISO 16016 (01 3116):2002
- ČSN EN ISO 5456-1 až 4(01 3123):2000
- ČSN ISO 7573 (01 3125):1996
- ČSN 01 3130:1995
- ČSN ISO 3040 (01 3135):1994
- ČSN ISO 406 (01 3136):1994
- ČSN 01 3137:1981
- ČSN EN ISO 7083 (01 3138):1996
- ČSN EN ISO 1660 (01 3139):1997
- ČSN EN ISO 5261 (01 3142):2000
- ČSN EN ISO 15787 (01 3146):2003
- ČSN EN ISO 15785 (01 3151):2003
- ČSN EN ISO 5845-1 (01 3152):2000
- ČSN EN 22553 (01 3155):1998
- ČSN 01 3160:1981
- ČSN 01 3180:1982
- ČSN EN ISO 11442-1 (01 3196):1997
- ČSN EN ISO 11442-2 (01 3196):1997
- ČSN EN ISO 11442-3 (01 3196):1997
- ČSN EN ISO 11442-4 (01 3196):1997
- ČSN 01 3204:1977
- ČSN 01 3206:1980
- ČSN EN ISO 2162-1 (01 3210):1998
- ČSN EN ISO 2162-2 (01 3210):1998
- ČSN EN ISO 2162-3 (01 3210):1998
- ČSN 01 3211:1980
- ČSN EN ISO 6410-1 (01 3213):1998
- ČSN EN ISO 6410-2 (01 3213):1998
- ČSN EN ISO 6410-3 (01 3213):1998
- ČSN 01 3214:1994
- ČSN ISO 2203 (01 3215):1994
- ČSN 01 3216:1979
- ČSN 01 3218:1987
- ČSN EN ISO 8826-1 (01 3222):1996
- ČSN 01 3225:1981
- ČSN EN ISO 3952-1 (01 3226):1997
- ČSN EN ISO 3952-2 (01 3226):1997
- ČSN EN ISO 3952-3 (01 3226):1997
- ČSN EN ISO 3952-4 (01 3226):1999
- ČSN 01 3228:1979
- ČSN ISO 9222-1 (01 3235):1994
- ČSN ISO 9222-2 (01 3235):1994
- ČSN EN ISO 6411 (01 3240):1999
- ČSN 01 3242:1987
- ČSN EN ISO 6412-1 (01 3245):1997
- ČSN EN ISO 6412-2 (01 3245):1997
- ČSN EN ISO 6412-3 (01 3245):1997
- ČSN EN ISO 14660-1 (01 4121):2000
- ČSN EN ISO 14660-2 (01 4121):2000
- ČSN ISO 1119 (01 4132):2001
- ČSN ISO 2538 (01 4133):2001
- ČSN EN 20286-1 (01 4201):1996
- ČSN EN 20286-2 (01 4201):1996
- ČSN ISO 8015 (01 4204):1994
- ČSN ISO 2768-1 (01 4240):1992
- ČSN ISO 5459 (01 4402):1994
- ČSN ISO 2768-2 (01 4406):1994
- ČSN ISO 6318 (01 4410):1994
- ČSN ISO 4291 (01 4411):1994
- ČSN EN ISO 5458 (01 4441):2000
- ČSN EN ISO 13565-1 (01 4446):1999
- ČSN EN ISO 13565-2 (01 4446):1999
- ČSN EN ISO 13565-3 (01 4446):2001
- ČSN EN ISO 12085 (01 4447):1999
- ČSN EN ISO 11562 (01 4448):1999
- ČSN EN ISO 4288 (01 4449):1999
- ČSN EN ISO 4287 (01 4450):1999
- ČSN EN ISO 4287-2 (01 4450):1993
- ČSN EN ISO 8785 (01 4456):2000
- ČSN EN ISO 1302 (01 4457):2002
- Technické výkresy - Terminologie - Část 2: Metody promítání
- Technické výkresy. Druhy konstrukčních dokumentů.
- Technické výkresy. Požadavky pro mikrografické zpracování
- Technické výkresy. Všeobecné požadavky na technické výkresy.
- Technické výkresy. Schémata. Druhy a typy. Společné požadavky na kreslení.
- Technické výkresy. Odkazy na části výrobku.
- Technické výkresy. Formáty a úpravy výkresových listů.
- Technické výkresy. Skládání výkresů.
- Technické výkresy. Měřítka
- Technické výkresy. Popisová pole
- Technické výkresy - Pravidla zobrazování - Úvod a přehled
- Technické výkresy - Pravidla zobrazování - Základní pravidla pro kreslení čar
- Technické výkresy - Pravidla zobrazování - Tvorba čar v CAD
- Technické výkresy - Pravidla zobrazování - Základní pravidla kreslení a použití odkazových čar
- Technické výkresy - Pravidla zobrazování - Čáry na strojnických výkresech
- Technické výkresy - Pravidla zobrazování - Základní pravidla kreslení pohledů
- Technické výkresy - Pravidla zobrazování - Zobrazování na strojnických výkresech
- Technické výkresy - Pravidla zobrazování - Základní pravidla kreslení řezů a průřezů
- Technické výkresy - Pravidla zobrazování - Kreslení řezů na strojnických výkresech
- Technické výkresy - Pravidla zobrazování - Základní pravidla zobrazení ploch v řezech a průřezech
- Technická dokumentace - Písmo - Část 0: Všeobecná ustanovení
- Technická dokumentace - Písmo - Část 5: Latinská abeceda, číslice a značky pro CAD
- Technická dokumentace - Ochranné nápisy zamezující zneužití dokumentů a produktů
- Technické výkresy - Metody promítání.
- Technické výkresy. Seznamy položek
- Technické výkresy. Kótování. Základní ustanovení.
- Technické výkresy. Kótování a tolerování. Kužele.
- Tech. výkr. Tolerování délkových a úhlových rozměrů. Předepisování na výkrese.
- Technické výkresy. Tolerance tvaru a polohy. Předepisování na výkresech
- Technické výkresy. Značky pro geometrické tolerování. Tvary a rozměry
- Technické výkresy. Kótování a tolerování profilů
- Technické výkresy. Zjednodušené označování tyčí a profilů
- Technické výkresy. Tepelné zpracování součástí z železných kovů - Označování na výkresech
- Technické výkresy. Zjednodušené zobrazování a označování lepených, drápkových a sřísovaných spojů
- Technické výkresy. Zjednodušené zobrazení spojení na výkresech sestavení - Základní ustanovení
- Technické výkresy. Svarové a pájené spoje - Označování na výkresech
- Technické výkresy. Změny na výkresech
- Technické výkresy. Kreslení diagramů.
- Technická dokumentace výrobku. Zacházení s dokumenty zpracovanými na počítači - Část 1: Bezpečnostní požadavky
- Technická dokumentace výrobku. Zacházení s dokumenty zpracovanými na počítači - Část 2: Originály dokumentů
- Technická dokumentace výrobku. Zacházení s dokumenty zpracovanými na počítači - Část 3: Pracovní etapy konstruování výrobku
- Technická dokumentace výrobku. Zacházení s dokumenty zpracovanými na počítači - Část 4: Správa dat a vyhledávací systémy
- Výkresy ve strojírenství. Výkresy ve strojírenství. Druhy výrobků.
- Výkresy ve strojírenství. Texty a tabulky na výkresech
- Technická výrobní dokumentace - Pružiny - Část 1: Zobrazování
- Technická výrobní dokumentace - Pružiny - Část 2: Parametry pro pružiny šroubovitě válcové tláčce
- Technická výrobní dokumentace - Pružiny - Část 3: Terminologie
- Výkresy ve strojírenství. Výrobní výkresy pružin
- Technická výkresy - Závitů a závitové části - Část 1: Všeobecné
- Technická výkresy - Závitů a závitové části - Část 2: Závitové vložky
- Technická výkresy - Závitů a závitové části - Část 3: Zjednodušené zobrazování
- Výkresy ve strojírenství. Zobrazování šroubů a matic
- Výkresy ve strojírenství. Zobrazování ozubených kol
- Výkresy ve strojírenství. Pravidla kreslení výkresů ozubených kol
- Výkresy ve strojírenství. Výkresy řetězových kol
- Technická výkresy - Valivá ložiska - Část 1: Schematické zobrazování. Obecné zásady
- Výkresy ve strojírenství. Kinematická schémata. Požadavky na kreslení
- Technická výkresy - Kinematická schémata - Značky - Část 1
- Technická výkresy - Kinematická schémata - Značky - Část 2
- Technická výkresy - Kinematická schémata - Značky - Část 3
- Technická výkresy - Kinematická schémata - Grafické značky - Část 4
- Výkresy ve strojírenství. Pravidla kreslení drápkových spojení
- Výkresy ve strojírenství. Těsnění pohyblivých se částí. Část 1: Obecné zásady
- Výkresy ve strojírenství. Těsnění pohyblivých se částí. Část 2: Schematické zobrazování.
- Technická výkresy - Označování středních důlků
- Výkresy ve strojírenství. Výkresy optických součástí a schémat optických výrobků
- Technická výkresy - Zjednodušené zobrazování potrubních větví - Část 1: Všeobecná pravidla a pravouhlé promítání
- Technická výkresy - Zjednodušené zobrazování potrubních větví - Část 2: Izometrické promítání
- Technická výkresy - Zjednodušené zobrazování potrubních větví - Část 3: Přislušenství ve vzduchotechnice a odvodňovacích systémech
- GPS - Geometrické prvky - Všeobecné termíny a definice
- GPS - Geometrické prvky - Zjištěná střední čára válce a kužele, zjištěná střední plocha, místní rozměr zjištěného prvku
- GPS - Řady kuželů a úhlů kuželů
- GPS - Řady úhlů a sklonů pryzmat
- Soustava tolerancí a uložení ISO - Část 1: Základní ustanovení, úchytky a uložení
- Soustava tolerancí a uložení ISO - Část 2: Tabulky základních tolerancí a mezích úchylek pro díry a hřídele
- Technické výkresy. Základní pravidlo tolerování.
- Technické výkresy. Všeobecné tolerance. Nepředepsané mezní úchytky délkových a úhlových rozměrů
- Technické výkresy. Geometrické tolerování - základny a soustavy základů
- Všeobecné tolerance - Část 2: Nepředepsané geometrické tolerance
- Měření kruhovitosti. Termíny, definice a parametry kruhovitosti
- Metody hodnocení úchylek kruhovitosti. Měření změn poloměru
- Geometrické požadavky na výrobky (GPS) -
- Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda, povrchy mající stratifikované funkční vlastnosti - Část 1: Filtrace a všeobecné podmínky měření
- Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda, povrchy mající stratifikované funkční vlastnosti - Část 2: Výškové charakteristiky využívající křivku lineárního poměru materiálu
- Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda, povrchy mající stratifikované funkční vlastnosti - Část 3: Výškové charakteristiky využívající pravděpodobnostní křivku materiálu
- Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Parametry metody motif
- Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Metrologické charakteristiky fázové korigovaných filtrů
- Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Pravidla a postupy pro posuzování struktury povrchu
- Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Termíny, definice a parametry struktury povrchu
- Drsnost povrchu. Terminologie. Část 2: Meranie parametrov drsnosti povrchu
- GPS - Nedokonalosti povrchu - Termíny, definice a parametry
- GPS - Nedokonalosti povrchu - Označování struktury povrchu v technické dokumentaci výrobků

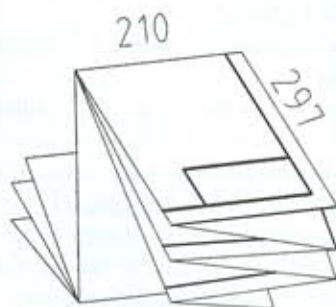
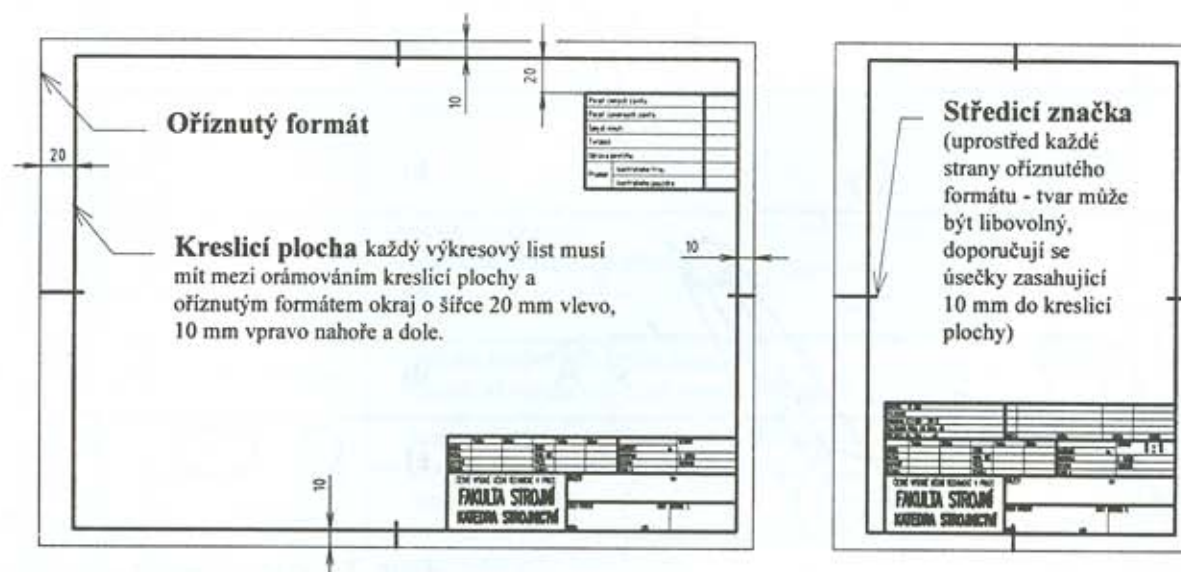
2. PROVEDENÍ TECHNICKÝCH VÝKRESŮ

Konstrukční dokumenty jsou tvořeny dokumenty textovými (výpočty, seznamy, technické podmínky, cenové kalkulace....) a grafickými (výkresy). Jsou zbožím, kterým konstrukce plní požadavky zákazníka.

2.1 Druhy výkresů

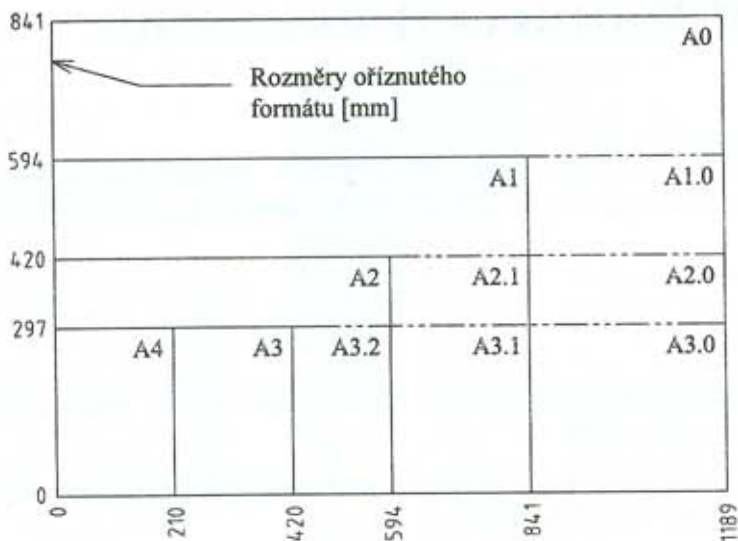
- **Studie** - v první etapě se na požadavek zákazníka vypracuje studie nemající podobu konkrétního technického výkresu. Podle ní vybírá zákazník zpracovatele.
- **Návrhový výkres** - vlastní tvůrčí práce konstruktéra. Po jeho odsouhlasení zákazníkem podle něj vypracují konstruktérovi podřízení kompletní konstrukční dokumentaci.
- **Výkres součásti** - zobrazuje jednotlivou součást v normalizovaném měřítku a obsahuje další údaje, nutné k její výrobě a kontrole.
- **Skica** - výkres součásti kreslený „odruky“.
- **Výkres sestavení** - dokument, obsahující zobrazení montážní jednotky a další údaje, nutné k jejímu sestavení a kontrole
- **Výkres podskupiny** - výkres částečného sestavení zobrazující smontované součásti na nejnižší úrovni.

2.2 Formáty [ČSN ISO 5457]



Obr. 2.1 Formáty A0, A1, A2, A3 dle Tabulky 1 se kreslí vodorovně, formát A4 svisle. Razítko popisového pole se umísťuje do pravého dolního rohu a podle něj se orientují veškeré texty a kóty na výkresu.

Obr. 2.2 Skládání výkresů. Kopie větších formátů se skládají na formát A4 dle tohoto obrázku. První ohyb se provede rovnoběžně s pravým okrajem výkresu ve vzdálenosti 210 mm od pravého okraje.



Tabulka 1 - formáty a prodloužené formáty ISO-A

Prodloužené formáty se mohou používat ve výjimečných případech. Jsou tvořeny kombinací rozměrů kratších stran (např. A3) a delších stran větších formátů ISO-A (např. A1). Kombinací vznikne nový formát označený např. A3.1.

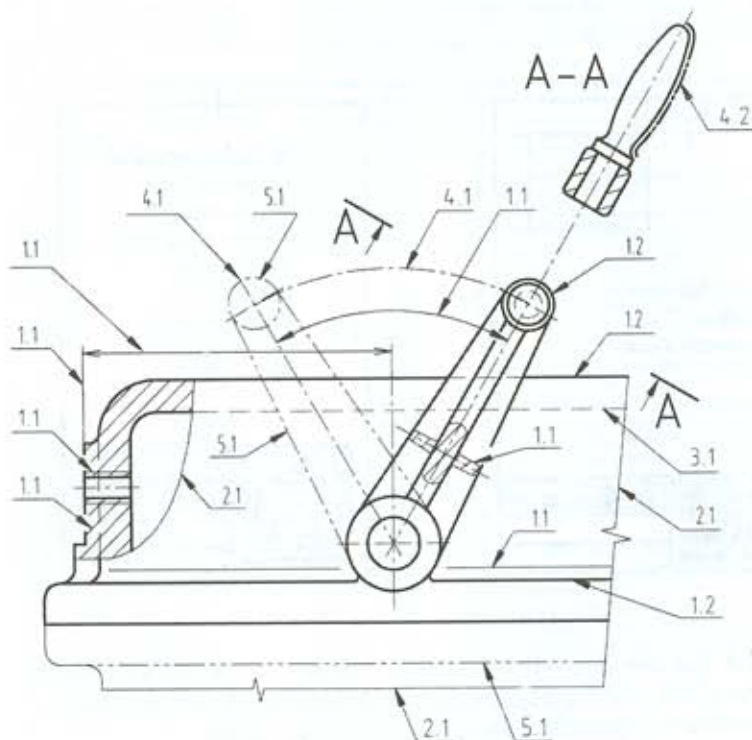
Formáty větší než A0 viz ISO 216.

2.3 Druhy čar ve strojírenství [ČSN ISO 128-20, 21, 22, 23, 24]

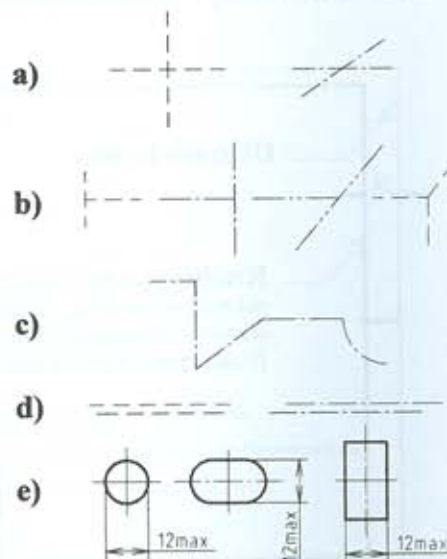
- Rozdělení dle tloušťky
 - tenká
 - tlustá
 - velmi tlustá
- , kde vzájemný poměr tlouštěk je 1 : 2 : 4 a tloušťky se vybírají z řady [mm]:

0,13 0,18 0,25 0,35 0,5 0,7 1 1,4 2

- Rozdělení dle typu a tloušťky - viz Tabulka 2 a Obr. 2.3




Obr. 2.3 Použití základních typů čar na výkresu - označení viz Tabulka 2



Obr. 2.4 a) křížení přerušovaných čar - uprostřed (dlouhé) čárky.
 b) čáry vzájemně navazují (dlouhými) čárkami
 c) zlomy a ohyby tvoří vždy (dlouhé) čárky
 d) u čar umístěných blízko sebe se mají čárky a mezery vzájemně střídat
 e) je-li rozměr obrazu (kružnice, oválu, čtverce aj.) menší než 12 mm kreslí se příslušná osa souvislou tenkou čarou.

Tabulka 2

Název	Zobrazení	Použití čáry - viz též Obr. 2.3	Délka	
			delší čárky (d=tloušťka čáry)	kratší čárky (mezery)
1.1	pravidelná tenká	<ul style="list-style-type: none"> — obrysy sklopených průřezů — viditelné zaoblené a neurčité hrany i průniky — zobrazení závitů — patní kružnice a přímky — kótovací a pomocné čáry — odkazové čáry (včetně praporků) — ohraničení vynesných podrobností (detailů) — šrafování — neurčité průniky 	—	—
1.2	souvislá tlustá	<ul style="list-style-type: none"> — viditelné hrany i obrysy pohledů a řezů zobrazených předmětů — viditelné určité hrany průniků v pohledech a řezech — rámeček výkresu (vymezení kreslicí plochy formátu výkresu) 	—	—
1.3	velmi tlustá	— lepené spoje	—	—
2.1	souvislá nepravidelná tenká	<ul style="list-style-type: none"> — přerušení obrazu — ukončení částečně nakresleného obrazu — rozhraní mezi pohledem a řezem u částečných řezů 	—	—
3.1	čárkovaná tenká	— zakryté (neviditelné hrany)	12d	3d
4.1	čerchovaná tenká	<ul style="list-style-type: none"> — osy souměrnosti — roztečné kružnice a přímky 	24d	6d
4.2	tlustá	<ul style="list-style-type: none"> — poloha myšlených rovin řezu — označení vymezené části povrchu součásti 		(3d)
5.1	čerchovaná se dvěma čárkami tenká	<ul style="list-style-type: none"> — krajní polohy pohyblivých částí předmětů — obrysy a hrany sousedících předmětů — neutrální vlákna — zobrazení původního tvaru — zobrazení konečného tvaru — čáry ohybů na rozvinutých plochách — obrysy konečného tvaru v předkovku — vysunutí tolerančního pole — zobrazení částí ležících před nákresnou 	24d	6d (3d)

2.4 Měřítka zobrazení [ČSN ISO 5455]

■ volba měřítka výkresu je závislá na složitosti zobrazovaného předmětu a na účelu výkresu. Zvolené měřítko musí umožnit zřetelné přečtení zobrazených informací.

■ je-li zapotřebí užít na výkresu více než jedno měřítko, zapisuje se do popisového pole měřítko hlavního obrazu, všechna ostatní měřítka se zapisují k odkazu na položku nebo k písmenu označujícímu tvarovou podrobnost (nebo řez).

Tabulka 3 - Doporučená měřítka

Kategorie	Normalizovaná měřítka		
	Měřítka zvětšení	50 : 1 5 : 1	20 : 1 2 : 1
Skutečná velikost	1 : 1		
Měřítka zmenšení	1 : 2 1 : 20 1 : 200 1 : 2 000	1 : 5 1 : 50 1 : 500 1 : 5 000	1 : 10 1 : 100 1 : 1 000 1 : 10 000

POZNÁMKA - Jestliže je účelné použít většího zvětšení nebo menšího zmenšení, než uvádí tabulka, smí se rozsah měřítek rozšířit v obou směrech násobením celou mocninou 10. Ve výjimečných případech, kde nemůže být z funkčních důvodů užito doporučených měřítek, mohou být zvoleny hodnoty mezilehlé.

■ tvarové podrobnosti, které jsou příliš malé pro úplné zakótování v hlavním obraze, mohou být zobrazeny v měřítku zvětšení jako samostatný pohled nebo řez či průřez;

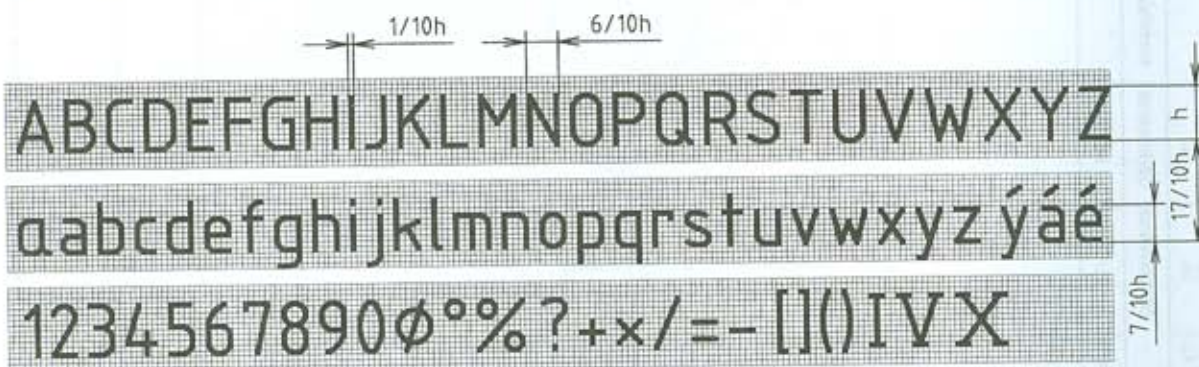
2.5 Písmo pro technické výkresy [ČSN EN ISO 3098-0 až -6]

Výška písma h [mm]: (1,8) (2,5) 3,5 5 7 10 14 20 (menší výšky než 3,5 se z důvodů reprografie nedoporučují).

!!! Tloušťka čar písma d je funkcí výšky písma h a typu písma:

Typy písma: - typ A kolmé ($d=1/14h$)

- typ A šikmé ($d=1/14h$) se sklonem 75°



Obr. 2.5 Kolmé písmo typu B

- typ B kolmé ($d=1/10h$) - viz obr. 2.5

- typ B šikmé ($d=1/10h$) se sklonem 75°

Tabulka 4

použití na výkresu	Výška písma h [mm]	tloušťka čar (velikost pera) d [mm]
kóty, poznámky nad popisovým polem	3,5	0,35
název výkresu	5	0,5
poziční čísla, číslo výkresu	7	0,7
označení tvar. podrobností (detailů), řezů, průřezů, pohledů	10	1

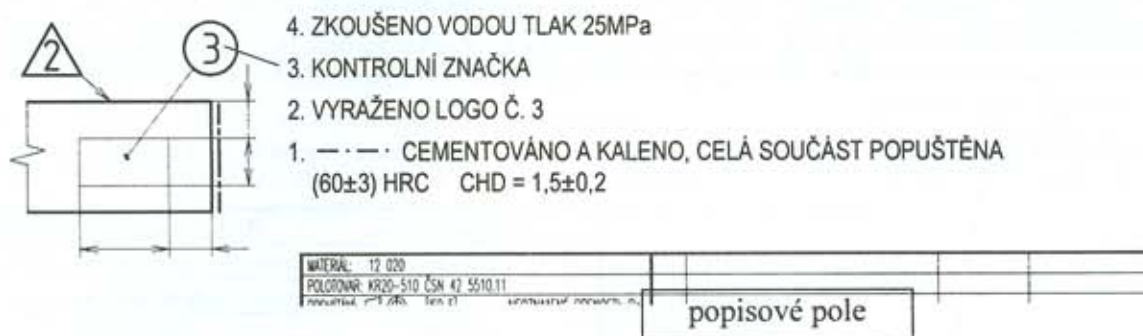
2.6 Požadavky na výkresy z hlediska reprografie [ČSN EN ISO 6428]

Tato norma se vztahuje zejména na ty technické dokumenty, které budou rozmnožovány popř. ukládány jako snímky na mikrofilmech, a z nich opět zvětšovány jako kopie. Obsahuje doporučené nejmenší tloušťky čar, velikosti písma atd. v závislosti na formátu originálu a kopie. Vzhledem k tomu, že v současné době a v budoucnu převládají dokumenty tvořené v CAD - tj. v digitální formě - nejsou zde tyto požadavky rozvedeny.

2.7 Výkres součásti, sestavy a seznam položek

2.7.1 Technické požadavky

Výkres součásti nebo sestavy obsahuje kromě vlastního zobrazení a kótování (viz kapitoly 3, 4, 5, 7) ještě technické požadavky a popisové pole. U dokumentace tvořené v CAD jsou tyto údaje uloženy v tzv. infobodech jednotlivých částí ze kterých se automaticky může vytvořit databáze seznamu položek (kusovník). U ručně kreslených výkresů jsou technické požadavky napsány nad razítkem popisového pole. Číslojí se průběžně a zapisují se v logickém pořadí. Souvislost určité části obrazu s technickým požadavkem se provede dle obrázku 2.6.



Obr. 2.6 Zápis technických požadavků

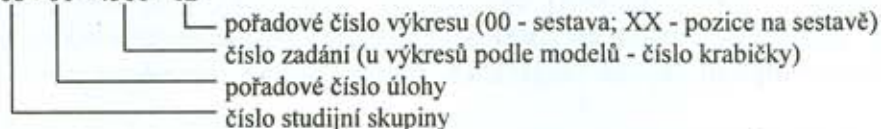
2.7.2 Popisové pole výkresu součásti [ČSN ISO 7200]

MATERIÁL: 12 020					
POLOTOVAR: KR20-510 ČSN 42 5510.11					
PROMĚTÁNÍ: [ISO E] NEOZNAČENÉ DRSNOSTI: Ra					
TOLEROVÁNÍ PODLE ISO 8015: NE					
PŘESNOST ISO 2768 - mK	INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	
NAVRHL	Podpis	Datum	STATIK	Podpis	Datum
KRESLIL	STUDENT	2000-04-01	NORM. REF.		
SKUPINÁŘ			PŘEZK.		
TECHNOL.			SCHVÁLIL		
MĚŘITKO 1 : 1 (5:1)		HMOTNOST 2,52 kg			
Č. SVĚTKU		MIKROFILM			
KUSOVNÍK 06-01-4561-K		SESTAVA 06-01-4561-00			
		STARÝ V.			
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE			NÁZEV		
FAKULTA STROJNÍ			HŘÍDEL		
			TYP:		
			ČÍSLO VÝKRESU		
			06-02-4561-06		
			LIST: 1/3		

Obr. 2.7 Popisové pole (rohové razítko) pro výkres součásti

■ **ČÍSLO VÝKRESU:** je totožné s číslem výkresu přiřazenému dané položce (pozici, součásti) na výkresu nejbližší nadřazené sestavy (podsestavy), popř. v seznamu položek (kusovníku). Výška písma 7mm (pero 0,7mm). Jsou-li na výkresu provedeny změny zapíše se index poslední změny za číslo výkresu; při zápisu další změny se index předcházející škrtně nebo vymaže. Forma zápisu čísla výkresu je dána příslušnou podnikovou normou.

Na U208.1 je zavedeno: 06 - 01 - 4561 - 12



■ **LIST:** Je-li celá součást nakreslena na jediném listě rubrika se nevyplňuje. Je-li součást nakreslena na více listech uvede se na prvním listu zlomek $1/n$, kde n je celkový počet listů. Na zbyvajících listech se zde uvedou pořadová čísla listů (2, ..., n) - tyto listy již mohou obsahovat pouze identifikační část razítka popisového pole viz např. obr. 5.92.

■ **NÁZEV:** název součásti totožný s názvem přiřazeným dané položce (pozici, součásti) na výkresu nejbližší nadřazené sestavy (podsestavy), popř. v seznamu položek (kusovníku). Výška písma 5mm (pero 0,5mm). Skládá-li se název z více slov - prvním slovem je podstatné jméno (HŘÍDEL ZALOMENÁ).

■ **NAVRHL:** jméno konstruktéra

■ **KRESLIL:** jméno kresliče

■ **HMOTNOST:** hmotnost jednoho kusu [kg]

■ **SESTAVA:** číslo výkresu nejbližší nadřazené sestavy (podsestavy)

■ **STARÝ VÝKRES:** číslo výkresu, který je nahrazen tímto výkresem

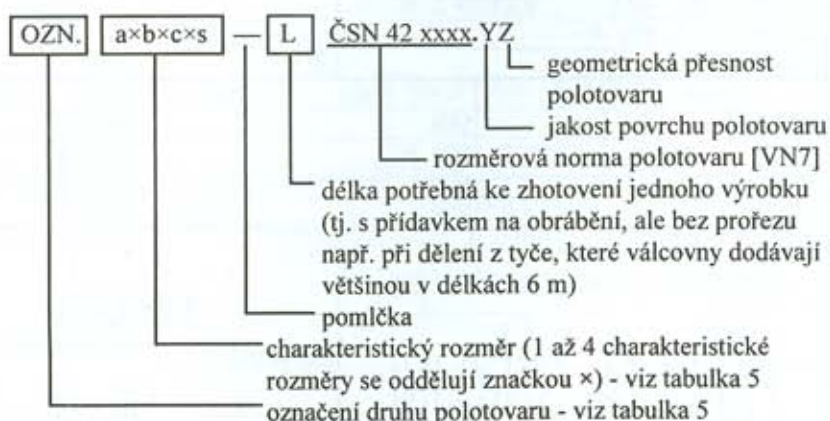
■ **KUSOVNÍK (= SEZNAM POLOŽEK):** označení kusovníku (seznamu položek) na kterém je tato součást uvedena

■ **MĚŘÍTKO:** uvede se hlavní měřítko zobrazení (viz tabulka 3). V tomto měřítku jsou nakresleny všechny obrazy u kterých není měřítko uvedeno. Jsou-li na výkresu obrazy nakreslené v jiném než hlavním měřítku uvede se toto do závorky - např. 1:1 (5:1).

■ **POLOTOVAR:** **nenormalizovaný:** odlitek, výkovek, svarek, výlisek. Zapiše se např. ODLITEK (nebo číslo modelu - např. Č. m. 01-458-367)

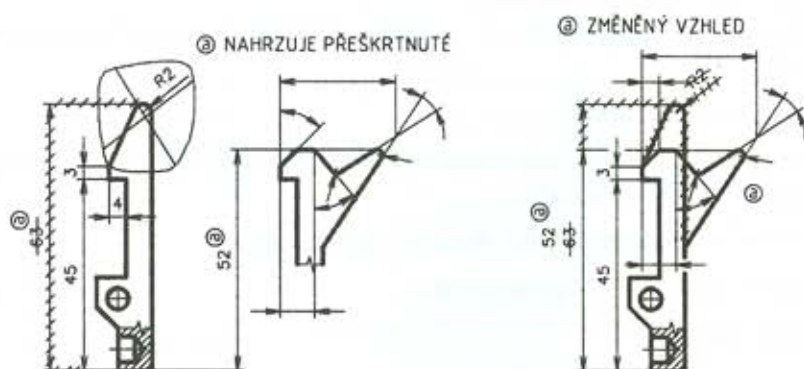
Typ polotovaru	příklad zápisu v razítku
odlitek	ODLITEK
(č.m. = číslo modelu)	č. m. 654-24
výkovek	VÝKOVEK
(č.z. = číslo zápustky)	č. z. 894-58-35
svarek	SVAREK
výlisek	VÝLISEK

normalizovaný: tyč, drát, profil, trubka, plech, atd. viz tabulka 5. Zápis se provede dle schématu:



■ **MATERIÁL:** uvede se označení materiálu ve výchozím stavu tj. v tom stavu ve kterém je dodán např. válcovnou (viz též první doplňková číslice rozměrové normy polotovaru). U normalizovaných polotovarů je možno volit jen

z materiálů uvedených v příslušné rozměrové normě polotovaru - viz VN7. Je-li materiál během nebo po výrobě nějak upravován, uvedou se tyto úpravy jako technické požadavky nad popisovým polem (např. **CEMENTOVÁNO DO HLOUBKY $1\pm 0,1$ mm A KALENO NA HV 10 = 750 ± 75 ; ZUŠLECHTĚNO NA 860 ± 30 MPa; NORMALIZAČNĚ ŽÍHÁNO; atp.)**



● **INDEX:** změny se označují postupně písmeny malé abecedy (mimo o, x) v abecedním pořadí (a, b, c, ...).

■ **ZMĚNA:** stručný popis změny nebo označení (evidenční číslo) hlášení o změně

Obr. 2.8 Změny na výkresu

2.7.3 Výkres sestavení

■ Výkres sestavení **musí obsahovat:**

- ◇ zobrazení montážní jednotky, která dávají představu o vzájemné poloze a vztahu jejich částí spojovaných podle daného výkresu a umožňují její montáž a kontrolu,
- ◇ údaje o svarech, pájených, lepených a jiných spojích,
- ◇ údaje o druhu uložení, jestliže se přesnosti uložení dosahuje jinak než předpisem úchylek rozměrů (výběrovým spojováním součástí, kompenzačním prvkem apod.),
- ◇ požadavky a údaje (rozměry, tolerance, drsnosti, apod.) o prvcích, které se mají zpracovat nebo kontrolovat podle výkresu sestavení při nebo po montáži.
- ◇ připojovací rozměry a hlavní rozměry (maximální výška, šířka a délka),
- ◇ odkazy na části výrobku (pozice) uspořádané ve skupinách vedle sebe, nebo pod sebou v pravidelných roztečích. Výška písma 7 mm (pero 0,7). Přiřazování čísel jednotlivým částem sestavení - viz např. obr. 2.9.

2.7.4 Popisové pole pro výkres sestavy

se vyplňuje obdobně jako popisové pole pro výkres součástí. Neobsahuje rubriky týkající se údajů o polotovaru a materiálu.

2.7.5 Seznam položek (kusovník) [ČSN ISO 7573]

viz obrázek 2.9.

■ **ČÍSLO POLOŽKY:** číslo přiřazené příslušné části na výkresu sestavy (dříve poziční číslo)

■ **NÁZEV - ROZMĚR:** u vyráběných částí název totožný s názvem uvedeným na výkresu části.

U kupovaných částí úplné označení částí (včetně charakteristických rozměrů oddělených značkou ×) podle příslušné rozměrové normy, nebo katalogu dodavatele.

■ **POLOTOVAR:** u vyráběných částí shodně s označením uvedeným na výkresu součástí.

U kupovaných částí se nevyplňuje

■ **ČÍSLO VÝKRESU - ČÍSLO NORMY:** u vyráběných částí číslo výkresu příslušné části

U kupovaných částí rozměrová norma příslušné části, popř. označení z katalogu dodavatele

■ **MATERIÁL VÝCHOZÍ:** u částí vyráběných z polotovarů označení totožné s označením uvedeným na výkresu části.

U kupovaných a dohotovovaných normalizovaných částí se nevyplňuje (je dán příslušnou rozměrovou normou části, popř. katalogem výrobce).

■ **HMOTNOST:** hmotnost jednoho kusu příslušné položky

■ **JEDNOTKA:** je-li jednotkou množství položek kus (ks), tato se neuvádí. Jiné jednotky je nutno uvést: litr (l); metr krychlový (m^3); metr čtverečný (m^2); běžný metr (m); atd.

■ **MNOŽSTVÍ:** počet jednotek (kusů, m, m^2 , m^3 , l, ..) potřebných k zhotovení jednoho celku.

■ **SESTAVA:** číslo výkresu sestavení příslušného tomuto seznamu položek

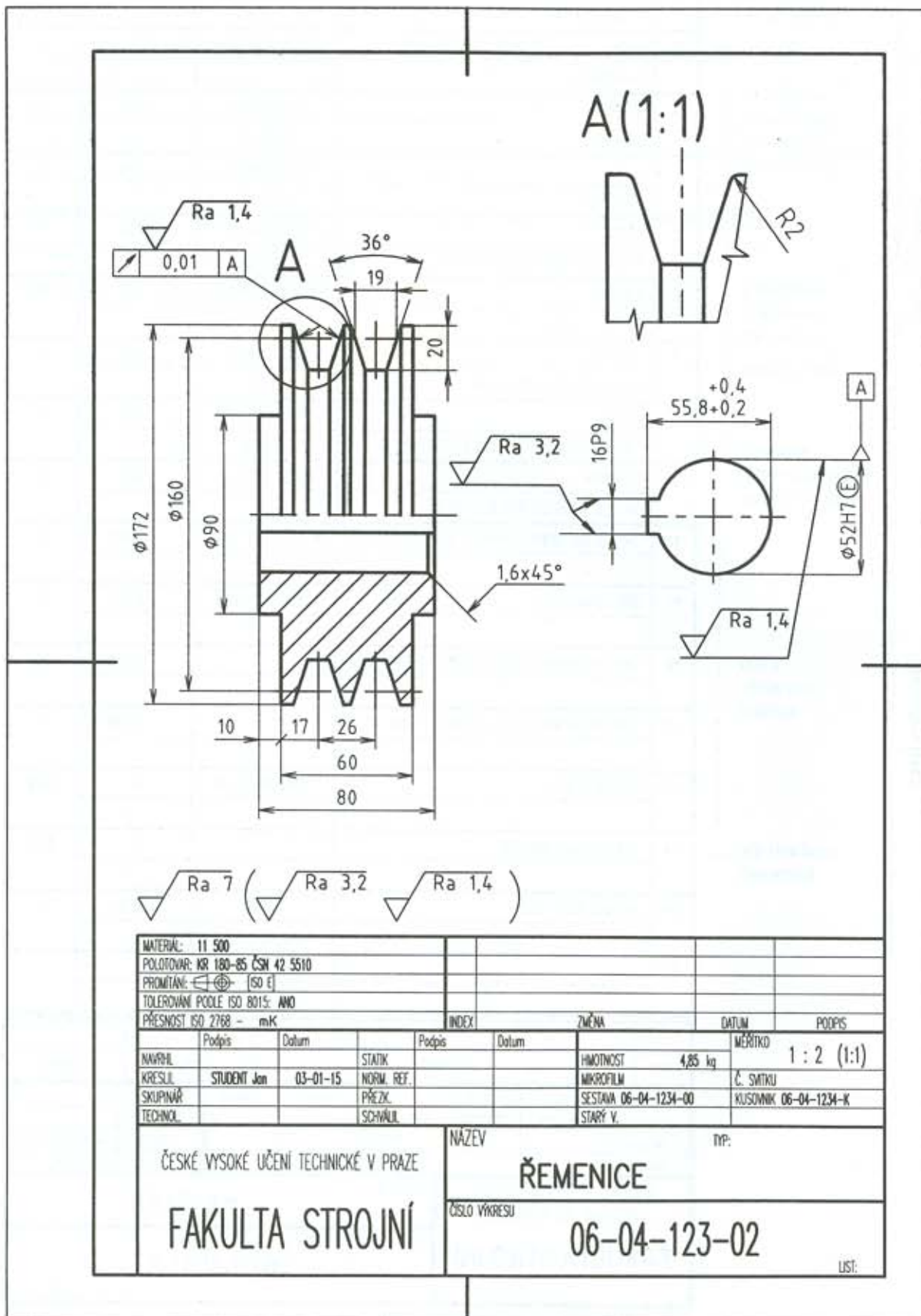
■ **HMOTNOST:** celková hmotnost jednoho celku.

Č. pol.	Název - rozměr		Č. výkresu - č. normy	Hmotnost [kg]	Množství
	Polotovar		Materiál výchozí	Jednotka	
1	KOLO		01-02-4561-00	35,5	1
	PODSESTAVA				
2	RÁM		01-00-4561-00	67,5	1
	SVAŘENEC				
3	VANA		01-02-4561-03	12,25	2
	ODLITEK		42 2631.2		
4	KLIKA		01-02-4561-04	9,64	8
	VÝKOVEK		16 720.2		
5	KRYT		01-02-4561-05	2,25	1
	P 0,7 - 850×600 ČSN 42 5301.10		11 343		
6	HŘÍDEL		01-02-4561-06	2,52	4
	KR 20 - 510 ČSN 42 5510.11		11 500		
7	VZPĚRA		01-02-4561-07	0,90	8
	KR 52 - 442 ČSN 42 5510.00		11 500		
8	RAMENO		01-02-4561-08	0,23	8
	TR OBD 80×50×5 - 85 ČSN 42 5722.00		11 523		
9	NAPÍNÁK		01-02-4568-09	0,31	2
	ŠROUB M20×100 ČSN 42 0143.70				
10	ŠROUB SE ŠESTIHRANNOU HLAVOU ISO 8676 - M16×1,5×80 - 8.8			0,145	25
11	ŠROUB M16×65		ČSN 02 1111.10	0,141	4
12	ŠESTIHRANNÁ MATICE ISO 8673 - M16×1,5 - 8			0,036	25
13	ŠESTIHRANNÁ MATICE ISO 4032 - M16 - 8			0,036	4
14	ŘETĚZ 16 B - 3		ČSN 02 3311.0	8	6,25
15	OLEJ MOGUL M9ADS			1	4,75
16	SPINÁČ 500V - 16A		T30504	0,35	1
17					

Index	Změna			Datum		Podpisy	
	Podpis	Datum		Podpis	Datum	Č. svítku:	
Vypracov	STUDENT	1.11.1996	Norm. ref.			Mikrofilm	
Skupinář			Přezk.			Sestava	06-01-4561-00
Technol.			Schválil			Hmotnost	360,69 kg

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STROJNÍ	NÁZEV:	NAVIJÁK
	ČÍSLO KUSOVNÍKU:	06-01-4561-K
	LIST:	

Obr. 2.9 Seznam položek (kusovník)


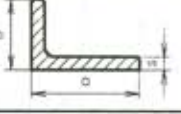

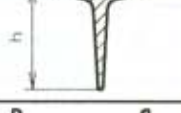

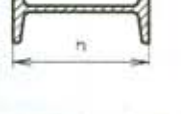

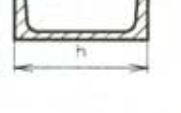

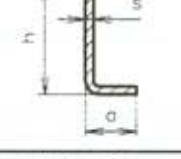

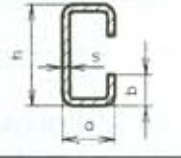

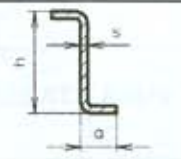

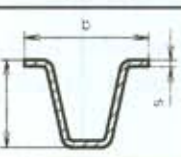

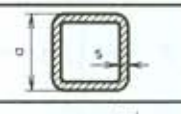

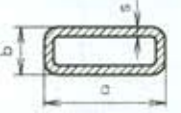

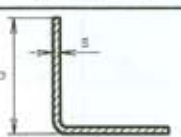

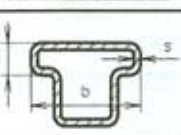


Obr. 2.10 Výkres součásti

Tabulka 5 - přehled běžných typů normalizovaných polotovarů

Polotovary	Označení		Charakteristické rozměry	Příklad označení v razítku [ČSN EN ISO 5261]
	písmenné	obraz.		
tyč kruhová, drát	KR			tyč kruhová, ocelová, průměru $d=20\text{mm}$, délky $l=150\text{mm}$, podle rozměrové normy ČSN 42 5510 určená k obrábění (.1X), nerovnaná (.X0) se označí: KR 20 - 150 ČSN 42 5510.10, nebo $\varnothing 20 - 150$ ČSN 42 5510.10
tyč čtvercová	4HR			4HR 32 - 220 ČSN 42 7520.12 $\square 32 - 220$ ČSN 42 7520.12
tyč obdélníková	OBD			OBD 32x10 - 100 ČSN 42 5522.11 $\square 32 \times 10 - 100$ ČSN 42 5522.11
tyč šestihranná	6HR			6HR 32 - 456 ČSN 42 5530.11 $\circ 32 - 456$ ČSN 42 5530.11
tyč trojúhelníková	3HR			3HR 10 - 88 $\triangle 10 - 88$ příslušná rozměrová norma v ČSN neexistuje
tyč půlkruhová	PKR			PKR 20x10 - 250 ČSN 42 5592.00 $\frown 20 \times 10 - 250$ ČSN 42 5592.00
tyč úsečová	US			US 20x6 - 250 ČSN 42 5592.00 $\smile 20 \times 10 - 250$ ČSN 42 5592.00
tyč lichoběžníková	LICH			$a \times b \times c$ příslušná rozměrová norma v ČSN neexistuje
tyč oválná	OV			$a \times b$ příslušná rozměrová norma v ČSN neexistuje
tyč eliptická	EL			$a \times b$ příslušná rozměrová norma v ČSN neexistuje
tyč plochá, pás, pruh, široká ocel	PLO			PLO 160x80 - 1160 ČSN 42 7524.2
tyč plochá zesílená na jedné straně	HNAV			příslušná rozměrová norma v ČSN neexistuje
zesílená oboustranně	2HNAV			příslušná rozměrová norma v ČSN neexistuje
tyč L rovno-ramenná	L			L 65x8 - 1500 ČSN 42 5541 $\perp 65 \times 8 - 1500$ ČSN 42 5541

(pokračování)

Polotovar	Označení		Charakteristické rozměry		Příklad označení v razítku
	písemné	obraz.			
tyč L nerovnoramenná	L			a×b×s	TYČ L ISO 657-1 - 50 × 50 × 4 - 1000 L 60×40×7 - 2500 ČSN 42 5545 L 60×40×7 - 2500 ČSN 42 5545
tyč T	T			h	T 50 - 850 ČSN 42 5580
tyč I	I			h	I 180 - 6500 ČSN 42 5550
tyč IPE					IPE 360 - 5550 ČSN 42 5553
tyč U	U			h	U 220 - 2220 ČSN 42 5570
tyč UPE					UPE 220 - 2220 ČSN 42 5572
profil U	PR U			h×a×s	PR U 100×45×2 - 1000 ČSN 42 6963
profil C	PR C			h×a×b×s	PR C 120×40×15×2,5 - 850 ČSN 42 6968
profil Z	PR Z			h×a×s	PR Z 100×40×3 - 900 ČSN 42 6964
profil korýtkový	PR K			h×b×s	PR K 120×120×2 - 4000 ČSN 42 6970
profil čtvercový	PR 4HR			a×s	PR 4HR 40×2 - ČSN 42 6935
profil obdélníkový	PR OBD			a×b×s	PR OBD 80×35×2 - ČSN 42 6936
profil L	PR L			a×s	PR L 50×2 - ČSN 42 6949
profil T	PR T			h×b×s	PR T 12×55×1,5 - 600 ČSN 42 6946

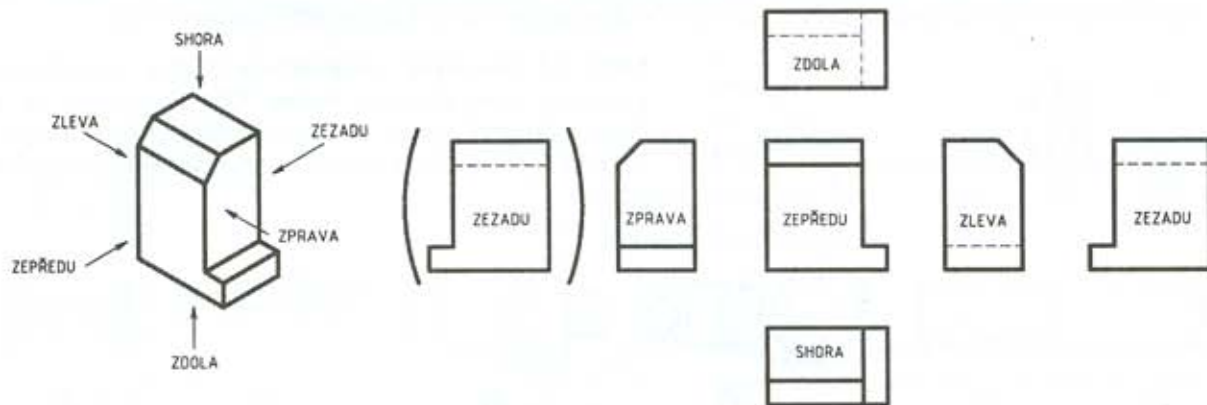
(pokračování)

Polotovár	Označení		Charakteristické rozměry	Příklad označení v razítku	
	písmenné	obraz.			
kolejnice železniční	KZ			h	
kolejnice jeřábová	KJ		h	KJ 120 - 6000 ČSN 42 5678.02	
kolejnice důlní	KD		h	KD 80 - 6000 ČSN 42 5676.01	
trubka kruhová	TR KR	TR Ø		D×s	TR KR 20×4 - 52 ČSN 426711.01
trubka závitová	TR DN	TR DN			příklad označení závitové trubky jmenovité světlosti 32 mm (t.j. 1 1/4 angl. palce) dlouhé 2,5 m: TR DN 32 - 2500 ČSN 42 5710.0
trubka čtvercová	TR 4HR	TR □		a×s	TR 4HR 35×3 - 250 ČSN 42 6720.31
trubka obdélníková	TR OBD	TR ▭		a×b×s	TR OBD 80×50×5 - 600 ČSN 42 5722.01
trubka šestihranná	TR 6HR	TR ⬡		a×s	TR 6HR 27×2 - ČSN 42 6730.01
trubka oválná	TR OV	TR ⬭		a×b×s	TR OV 40×25×1 - 250 ČSN 42 6743.31
trubka eliptická	TR EL	TR ⬮		a×b×s	TR EL 40×20×2,5 - 400 ČSN 42 6745.30
plech	P	P		s	 P 1 - 150×100 ČSN 42 5301.12 P 1,6 - ø11 ČSN 42 5301.12 P 1 - ø160/ø60 ČSN 42 5301.12

3. ZÁKLADNÍ PRAVIDLA ZOBRAZOVÁNÍ

3.1 Pravoúhlé promítání [ČSN EN ISO 5456-2]

V ČR se používá, stejně jako i v ostatních evropských státech, promítání metodou 1. kvadrantu (ISO E) - viz obr. 3.1 a 3.2 (jiné metody promítání viz např. [3]).




Obr. 3.1 Umístění (sdružení) obrazů (pohledů, řezů, průřezů) při promítání metodou 1. kvadrantu:
 — poloha součásti se volí tak, aby pohled zepředu (hlavní pohled) podal nejvíce informací o tvaru součásti.
 — volí se minimální počet obrazů nutných k jednoznačnému určení součásti (předmětu)
 — obrazy se umísťují do jiných než takto sdružených poloh až tehdy jsou-li tyto polohy již obsazeny



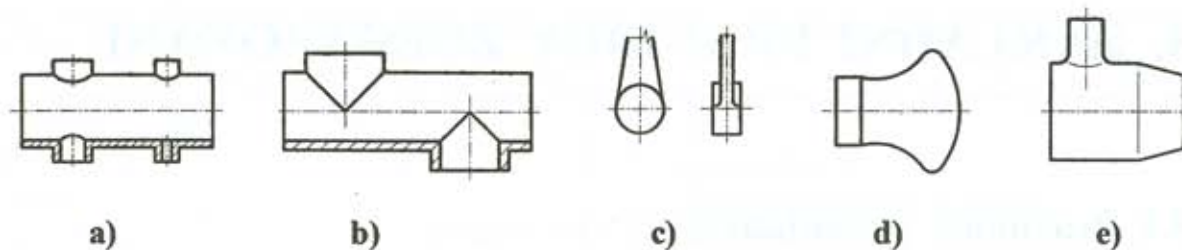
Obr. 3.2 a) Značka promítání metodou 1. kvadrantu - na výkresech určených k použití v ČR, nebo EU ji není nutno uvádět. b) Značka promítání metodou 3. kvadrantu (používaného např. v USA) c) Velikost značky se řídí velikostí textu ve kterém je použita

3.2 Pravidla zobrazování na výkresech ve strojírenství

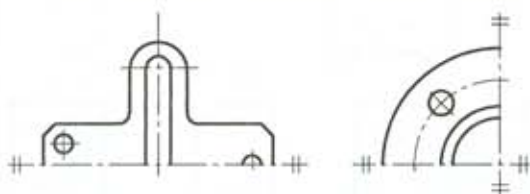
- nejdříve se určí počet nutných obrazů - viz obr. 3.1
- dle složitosti a skutečné velikosti součásti se určí měřítko - viz tabulka 3
- z předešlých bodů vyplyne nárok na velikost formátu - viz tabulka 1
- hlavní obraz (pohled zepředu) se kreslí v poloze:  jako na sestavě (ve funkční poloze) upnutí na obráběcím stroji
- při kreslení jednotlivých obrazů se řídíme následujícími pravidly:



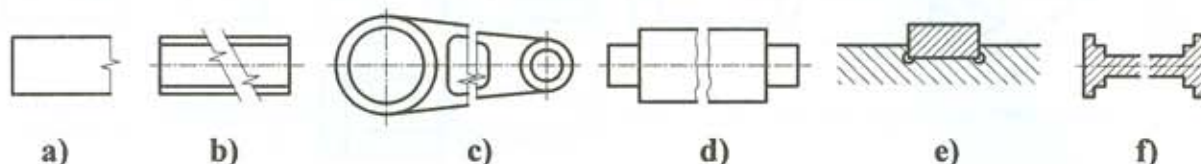
Obr. 3.3 Zakryté obrysy a hrany se kreslí čárkovanou čarou a to jen tehdy je-li to nutné k objasnění tvaru, nebo k snížení počtu obrazů.



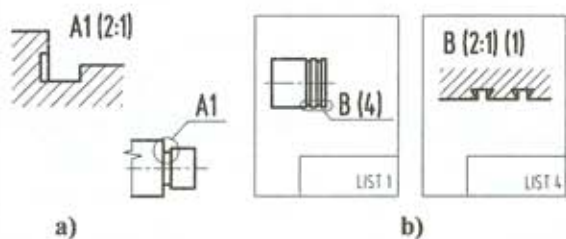
Obr. 3.4 Průniky a přechody: a) Skutečný obraz průniku lze většinou nahradit kruhovým obloukem, nebo přímkou. b) Průnik válcových ploch stejných průměrů. d) Zaoblené průniky a přechody se zpravidla nekreslí. e) Je-li třeba průniky a přechody zobrazit, kreslí se souvislou tenkou čarou, která se nesmí dotýkat obrysu.



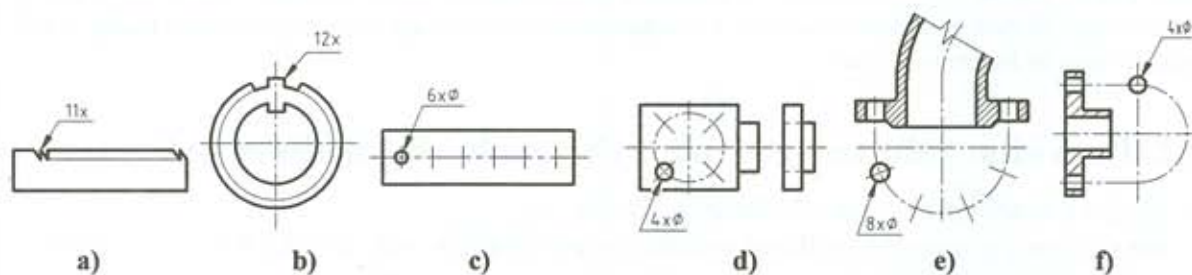
Obr. 3.5 Souměrné předměty se mohou zobrazit jen polovinou, nebo čtvrtinou obrazu. Osy souměrnosti se v těchto případech označí na obou koncích dvěma tenkými rovnoběžnými úsečkami kolnými k ose dlouhými minimálně 3,5 mm.



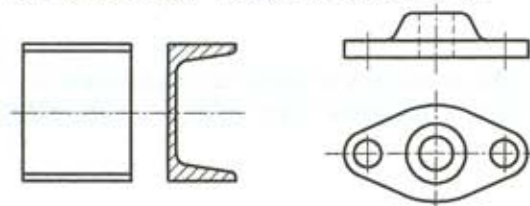
Obr. 3.6 Přerušování obrazu: souvislou tenkou čarou se zlomem - obr. a), b), nebo c) čarou odruky - obr. d) přerušením šrafovacích čar - obr. e), f)



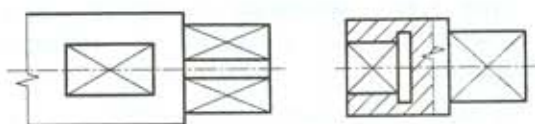
Obr. 3.7 Tvarové podrobnosti (details) se kreslí zpravidla ve zvětšeném měřítku, mohou obsahovat i prvky, které nejsou v základním obrazu. Nemusí být shodné s obrazem (např. základní obraz je pohled a detail řez). V zákl. obrazu se označí kružnicí, nebo oválem tenkou čarou. Označení se provádí výškou písma 10 mm a tomu odpovídající tloušťkou čáry. Je-li detail nakreslen na jiném listě označí se dle obr. b).



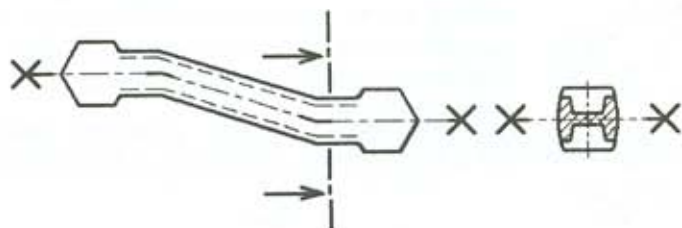
Obr. 3.8 Pravidelně se opakující shodné prvky - úplně se nakreslí jeden až dva prvky a ostatní se kreslí zjednodušeně (obr. a) až f). Roztečné kružnice s vyznačením os děr se mohou sklápět (obr. e), f). Rozhodující pro skutečnou polohu děr je přitom jejich poloha zobrazená na sklopené roztečné kružnici (na obr. e) tudíž díry v rovině řezu neleží - jsou pootočený o 22,5°).



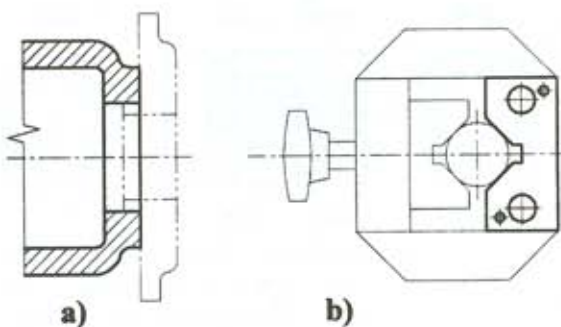
Obr. 3.9 Malý sklon nebo kuželovitost lze při kreslení zvětšit. Na těch obrazech, kde se sklon nebo kuželovitost zřetelně neprojevuje, se kreslí pouze jedna čára, odpovídající menšímu rozměru předmětu se sklonem, nebo menší základně kužele.



Obr. 3.10 Rovinné plochy se mohou zvýraznit tenkými souvislými úhlopříčkami



Obr. 3.11 Dělicí roviny součástí zhotovených ve formě se mohou kreslit tenkou čerchovanou čarou. Koncové čáry, křížky na koncích a zlomy se kreslí tlustě.

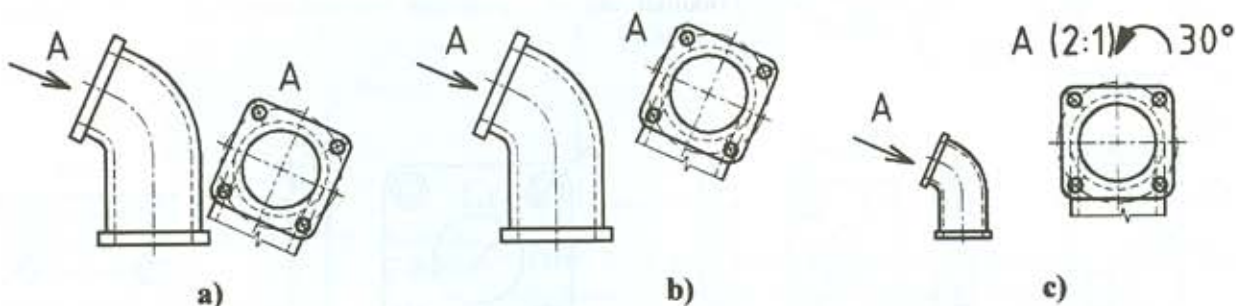
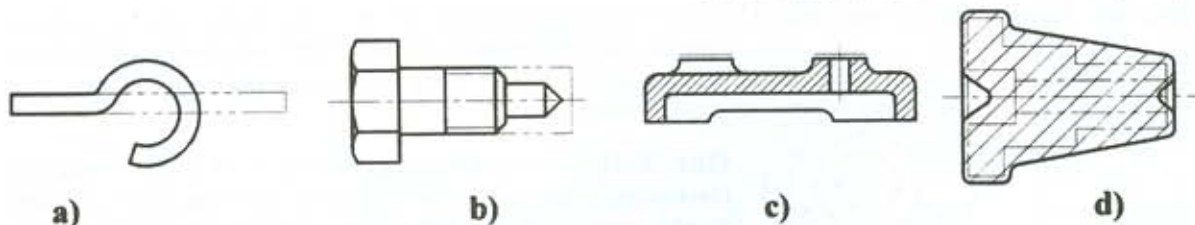


Obr. 3.12 Sousední předměty: a) Čerchovanou čarou se dvěma čárkami.

b) Tenkou souvislou čarou.

Obr. 3.13 Obrisy výchozího tvaru se kreslí tenkou čerchovanou čarou se dvěma čárkami (obr. a, b, c)

Obrisy konečného tvaru se kreslí tenkou čerchovanou čarou se dvěma čárkami (obr. d)



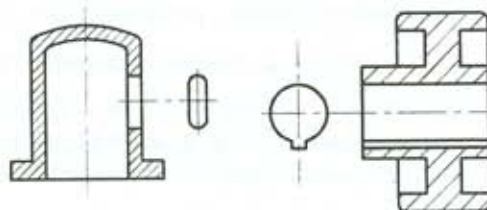
Obr. 3.14 Částečný pohled se použije nelze-li zobrazit předmět podle pravidel pravouhlého promítání na na průmětny k sobě kolmé (dle obr. 3.1) bez zkreslení tvaru a rozměrů.

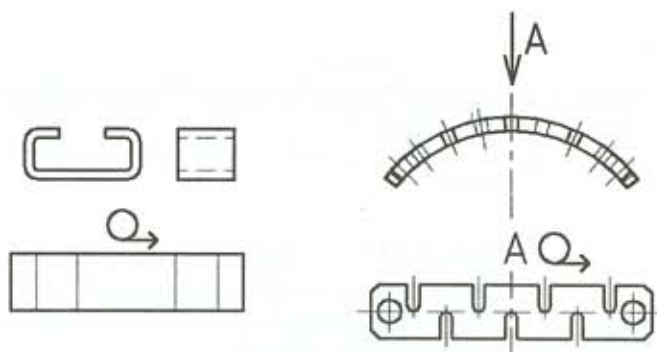
a) Nejvhodnější způsob (promítání na pomocnou průmětnu kolmou ke směru pohledu).

b) Méně vhodné (odpovídající si body neleží ve směru promítání - jsou posunuty).

c) Pomocný pohled je nakreslen v jiném měřítku (měřítko se musí uvést v závorce) a je pootočen (musí se nakreslit značka pootočení, úhel pootočení (30°) se nemusí uvádět).

Obr. 3.15 Místní pohled se použije je-li třeba zobrazit tvar pouze určitého tvarového prvku (drážka pro pero na hřídeli, či v náboji, atp.). Pomocné pohledy se neoznačují a neuvádí se směr promítání. Pomocné pohledy jsou spojeny se základním obrazem tenkou čerchovanou čarou.





Obr. 3.16 Rozvinutý pohled se označí značkou rozvinutí a používá pro zobrazení předmětů:

a) Zhotovených ohýbáním (neutrálná osa - t.j. čára jejíž délka se při ohýbání nemění - leží přibližně uprostřed tloušťky materiálu (podle velikosti ohybu, rádiusu, tloušťky materiálu a materiálu se posouvá směrem ke středu ohybu)). Čára ohybu se kreslí tenkou souvislou čarou.

b) Se zakřiveným povrchem - pozor není totéž

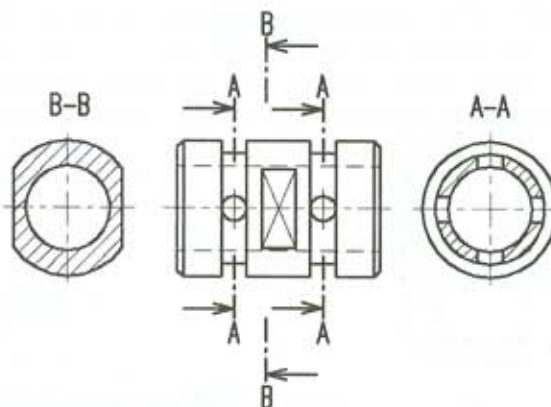
jako obr. a (nelze obrábět 7 drážek a 2 díry v rovném polotovaru a potom ohnout, protože by se nedodržela rovnoběžnost boků drážek a válcovitost děr jak jsou nakresleny v základním obraze)

Obr. 3.17 Řezy a průřezy:

Řez zobrazuje vše co leží v rovině řezu a za ní ve směru určeném šipkami - např. A-A

Průřez zobrazuje jen to, co leží v rovině řezu - např. B-B. Průřez se **nesmí použít** jestliže by se obraz „rozpadl“ na více nesouvislých částí (např. v rovině A-A nelze použít průřez - obraz by se rozpadl na čtyři části).

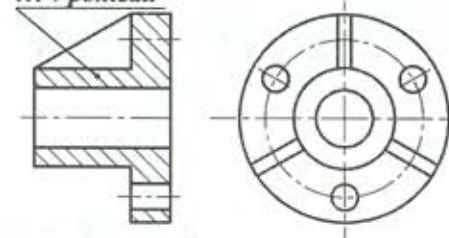
POZNÁMKA: Řezy a průřezy se **přednostně** umísťují do dle obr. 3.1. Do jiné polohy se umístí až tehdy jsou-li sdužené polohy již obsazeny.



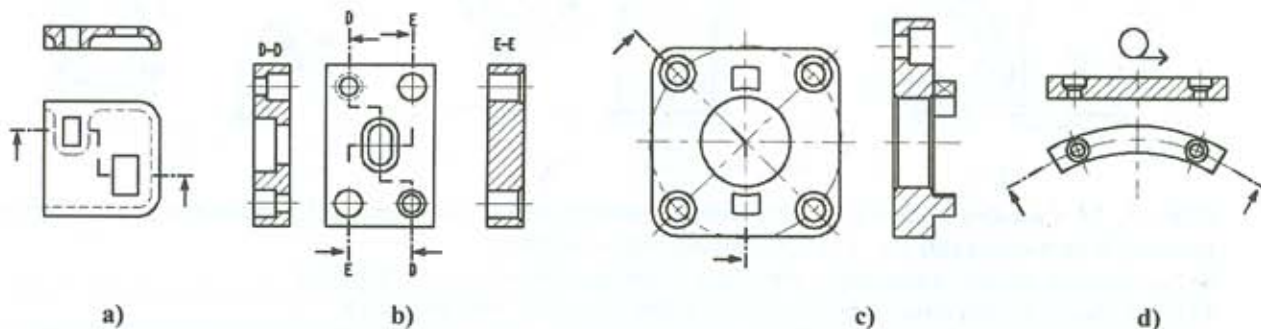
Šrafování: Jedna součást se ve všech řezech (průřezech, částečných řezech, atd.) šrafuje stejným směrem.

Hustota šrafování je funkcí velikosti šrafované plochy. Sklon šraf je přednostně 45°. Leží-li uvnitř šrafované oblasti kóta musí být šrafy okolo ní přerušeny.

!!! v pohledu



Obr. 3.18 Řezy (průřezy) nakreslené ve sdužené poloze jako hlavní obrazy dle obr. 3.1 se neoznačují. Ramena, žebra, loukotě, šrouby, matice, čepy, nýty, pera, hřídele bez dutin, ojnice, rukojeti, atd. se v podélném řezu nekreslí (i když je rovina řezu protíná).

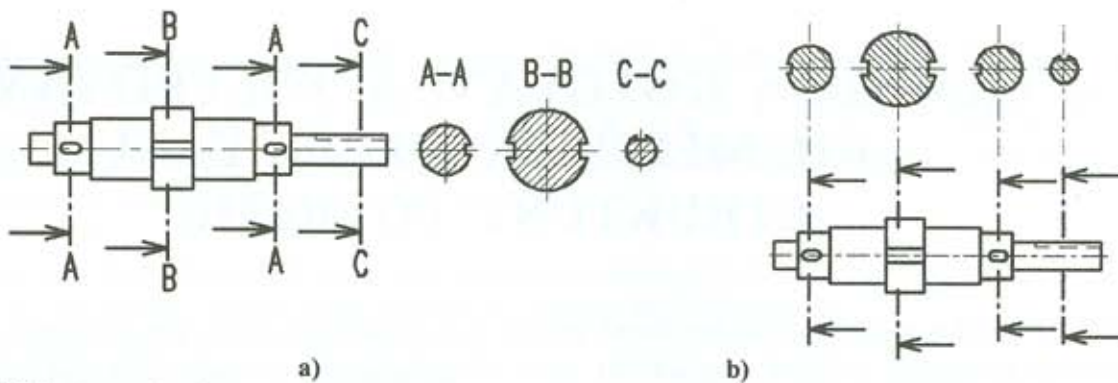


Obr. 3.19 Lomený řez je druh řezu při němž se myšlená rovina řezu lomí v úhlu. Prvky, které rovina lomeného řezu protíná a prvky ležící za touto rovinou se zobrazí do jedné roviny.

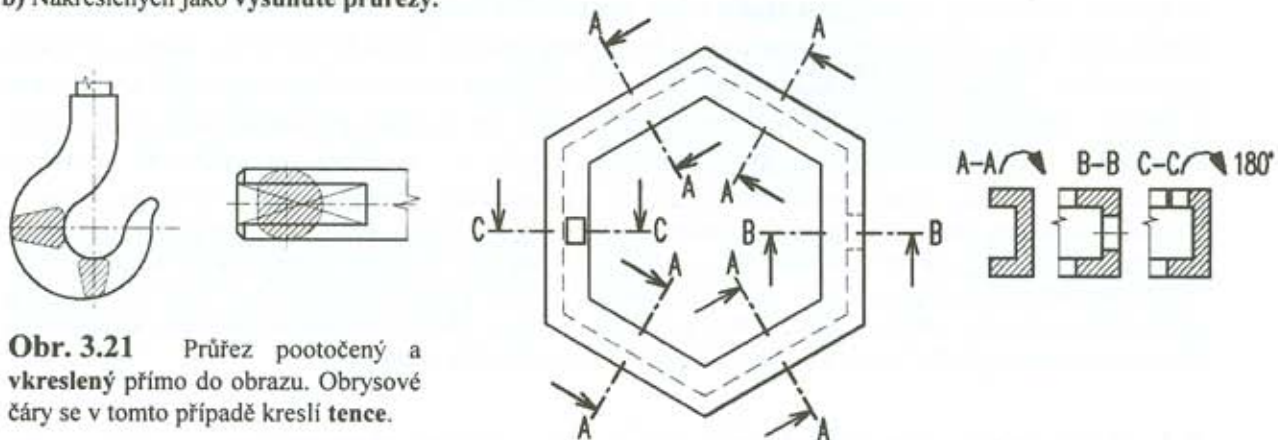
a, b) Rovina řezu je zalomena pravoúhle (řez E-E vlastně nahrazuje dva jednoduché řezy, řez D-D tři).

c) Rovina řezu se lomí na ose díry - spodní polovina obrazu řezu je tudíž běžným pravoúhlým průmětem, horní polovina obrazu řezu vznikne průmětem do pomocné průmětny ve směru vyznačeném horní šipkou a sklopením tohoto obrazu do stejné roviny jako je nakreslena spodní polovina - „díra je sklopena do roviny řezu“.

d) Řez zakřivenou plochou (v tomto případě jde o řez válcovou plochou) - obraz řezu je rozvinut do roviny.

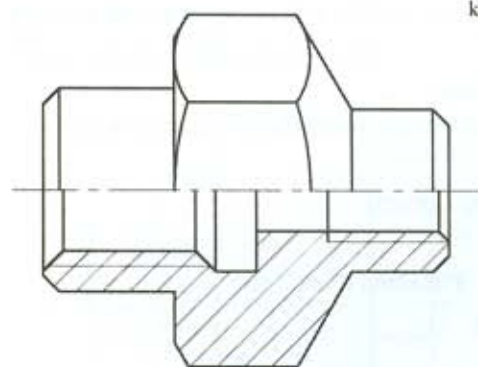


Obr. 3.20 Sled průřezů (popř. řezů): a) Umístěných podle zásad promítání v prvním kvadrantu. b) Nakreslených jako vysunutě průřezy.

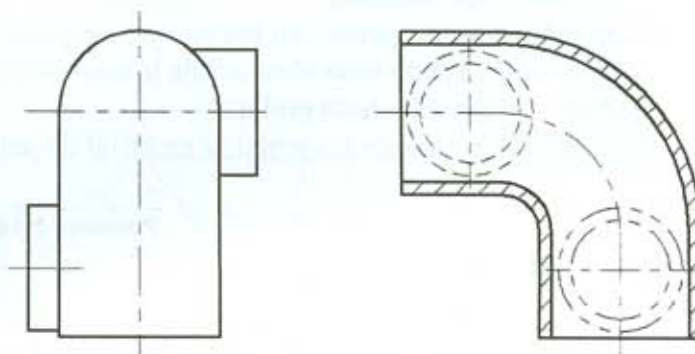


Obr. 3.21 Průřez pootočený a vkreslený přímo do obrazu. Obrysové čáry se v tomto případě kreslí tence.

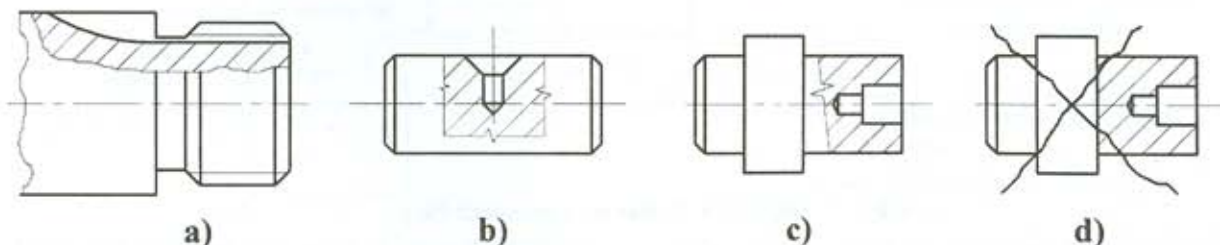
Obr. 3.22 Pootočený řez se musí označit značkou (viz průřezy A-A a řez C-C). Použijte jen výjimečně – názornější, čitelnější a vzniku zmetků zabraňující je kreslení nepootočených řezů.



Obr. 3.23 Poloviční řez a poloviční pohled se používá velmi často u dutých osově souměrných součástí.



Obr. 3.24 Tvar prvku ležícího před nárysou se kreslí tenkou čerchovanou čarou se dvěma krátkými čárkami.



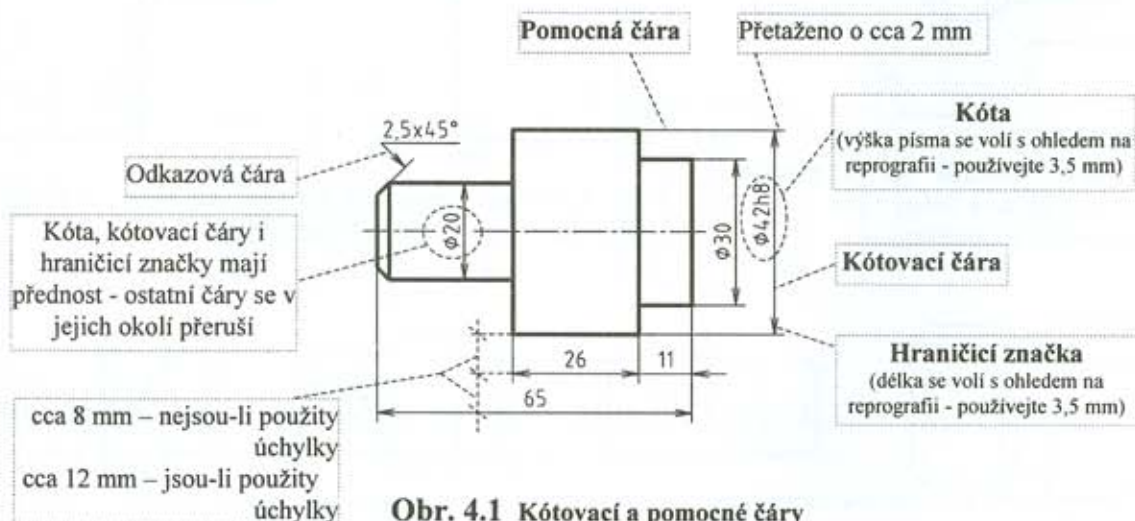
Obr. 3.25 Částečný (místní) řez se použije zejména k zobrazení dutin, které zabírají jen malou část součásti. Ohraničuje se tenkou čarou kreslenou od ruky (obr. a), nebo čarou se zlomem (obr. b, c). Nesmí být ukončen obrysovou hranou ležící před rovinou řezu - obr. d.

4 PRAVIDLA KÓTOVÁNÍ A TOLEROVÁNÍ ROZMĚRŮ, PŘEDEPISOVÁNÍ STRUKTURY POVRCHU

Žádnou plochu nelze vyrobit absolutně přesně ani z hlediska délkových rozměrů, ani z hlediska geometrie (tvarově a polohově), ani z hlediska kvality povrchu. Proto je nutné na výkrese uvádět tolerance těchto tří oblastí (**délkové tolerance, geometrické tolerance a struktura povrchu**), které jsou spolu vždy funkčně svázány. Součást musí být jednoznačně definována. Tuto definici má zajistit nově budovaný maticový model GPS (Geometrical Products Specifications – geometrické požadavky na výrobky). Při určování konkrétní hodnoty vždy vycházíme z funkce příslušné plochy. V některých případech je možno primárně určit rozměrové tolerance - geometrická tolerance a drsnosti se určí v závislosti na velikosti tolerance délkového rozměru, jindy může být primární geometrická tolerance, nebo drsnost. (např. u nalisovaného spojení lze exaktně vypočítat minimální přesah P_{min} zaručující přenos daného točivého momentu a maximální přesah P_{max} , který zaručuje, že se náboj po nalisování plasticky nezdeformuje, nebo neporuší. Tolerance uložení $T_u = P_{max} - P_{min}$ se rozdělí na toleranci hřídele a toleranci náboje $T_u = T_d + T_D$ v poměru zajišťujícím minimální výrobní náklady. Tím je určena velikost tolerance délkového rozměru. Geometrická tolerance a drsnost povrchu se určí jako část tolerance tohoto délkového rozměru).

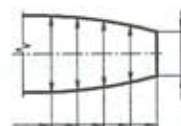
4.1 Základní pravidla kótování (výťah z ČSN 01 3130:1995)

- každý konstrukční prvek je jednoznačně určen určitým, přesným počtem kót (bližší v kapitole 5.) - každá další kóta je přebytečná a smí se použít pouze jako informativní rozměr v závorce a bez tolerancí
- kóta určující jeden prvek smí být na výkrese pouze jednou
- kóta se umísťuje do toho obrazu, kde je kótovaný prvek nejsrozumitelněji zobrazen co nejbližší zobrazení tohoto prvku
- kóty téhož konstrukčního prvku se umísťují do jednoho obrazu



- kótovací čáry se nemají vzájemně protínat
- kótovací čáry nesmí být totožné s obrysovými hranami, odkazovými čarami, osami a pomocnými kótovacími čarami

— **Obr. 4.2 Kótování obecných křivek** - je dovoleno užít prodloužení kótovacích čar jako čar pomocných

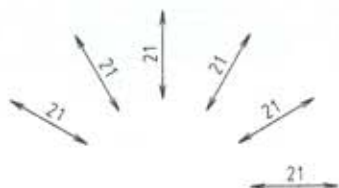
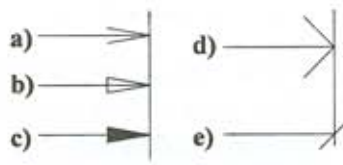


— kótovací, odkazové a jiné pomocné čáry ležící uvnitř plochy kreslené řezu nemají mít směr shodný se směrem šraf.

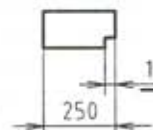
— **Obr. 4.3 Hraničící značky** mají délku s ohledem na reprografii 2,5 až 5 mm. Na jednom výkrese (sadě výkresů) se používá jen jeden typ hraničících značek). Úhel šipek je 15° až 90°.

a) šipka otevřená s úhlem 20° - doporučena

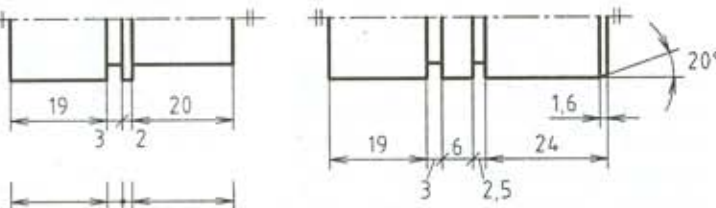
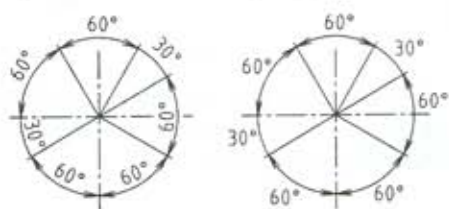
b) šipka uzavřená, c) šipka vyplněná, e) hraničící úsečka se kreslí vzhledem ke kótovací čáře skloněná doprava pod úhlem 45°



Obr. 4.5 Kóta neodpovídající nakreslené velikosti - se podtrhne dle obrázku (někdy je účelné úmyslně zobrazit určitou část obrazu v neodpovídajícím měřítku)

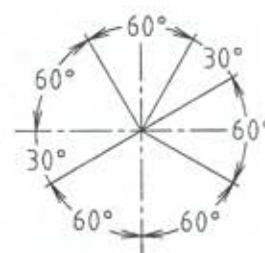
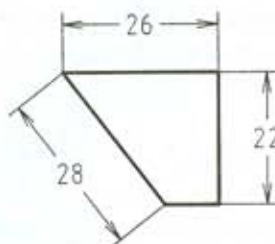
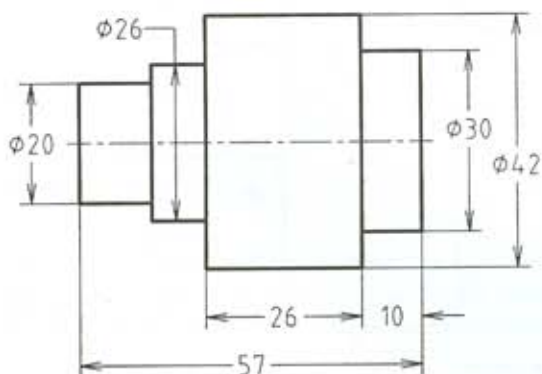


Obr. 4.4 Orientace kót - tak, aby se četly při pohledu od dolního okraje výkresového listu a od jeho pravého okraje

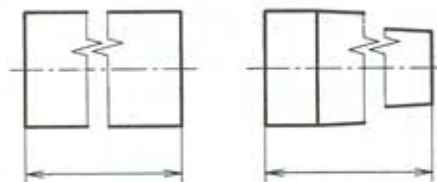
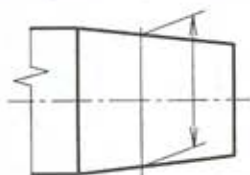


Obr. 4.7 Malý rozměr uvnitř řetězcové kóty - hraničící šipka je nahrazena úsečkou (dříve tečkou) - úsečka (tečka) nesmí nahradit koncovou šipku řetězce kót. Kóty které se nevejdou mezi pomocné čáry se umístí pod kótovací čáru, popřípadě k odkazové čáře (pravý obrázek)

Obr. 4.6 Umístění kót úhlů



Obr. 4.8 Kóty se mohou zapisovat do mezery v kótovací čáře. V jedné sadě výkresů se však používá jen jeden způsob zápisu kót.



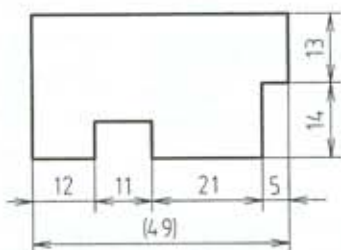
Obr. 4.9 Pomocné čáry se kreslí kolmo na směr kótovaného rozměru. Jestliže by takto nakreslená kóta byla nejasná, nakreslí se pomocné čáry šikmo.

Obr. 4.10 Je-li obraz přerušovaný, kótovací čára se nepřerušuje

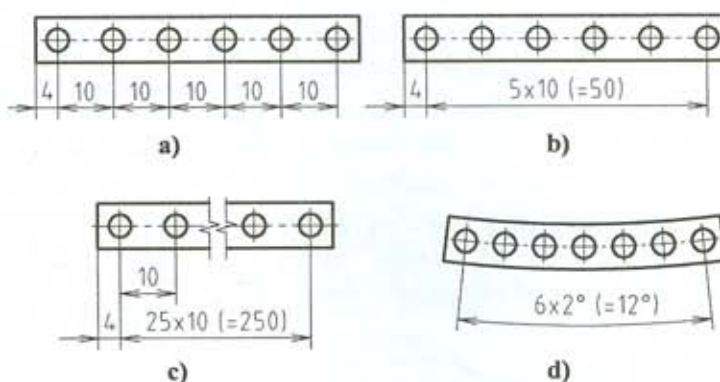
4.1.1 Soustavy kót

Při kótování více rozměrů téhož směru se může použít: — řetězcové kótování
— kótování od společné základny
— smíšené kótování
— souřadnicové kótování

Volí se vždy taková soustava, která zajistí funkci (popř. vyměnitelnost) součásti v nadřazeném celku. Kóty které neovlivňují funkci se volí s přihlédnutím k technologii, metrologii a výrobním nákladům.



Obr. 4.11 Řetězcové kótování
Ize použít, jestliže součet mezních úchylek jednotlivých rozměrů nemůže ohrozit funkci nebo vyměnitelnost součásti. Je vhodné pro kótování rozměrů, které se budou obrábět na NC strojích.

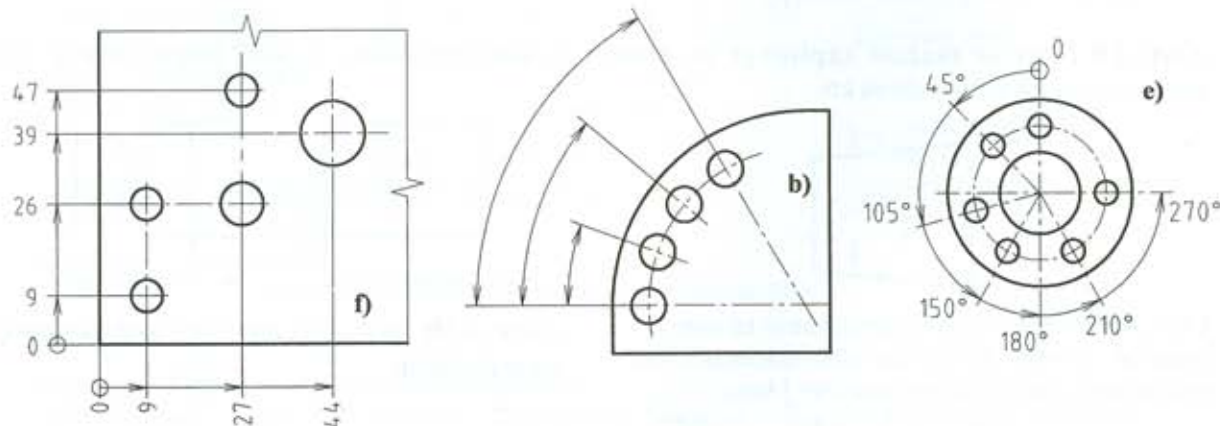


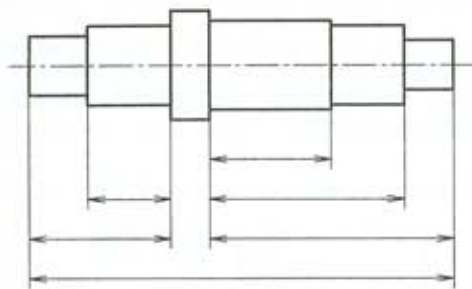
Obr. 4.12 Větší počet stejných rozměrů lze kótovat součinem.
Kótování podle a) i b) je totožné. Samostatnou kótu se kótuje první rozměr v řetězci není-li zobrazen plný počet prvků - viz c).

Obr. 4.13 Kótování od společné základny
Má-li poloha kótovaných prvků funkční (popř. technologický) vztah ke stejnému prvku, kótují se rozměry od tohoto prvku.

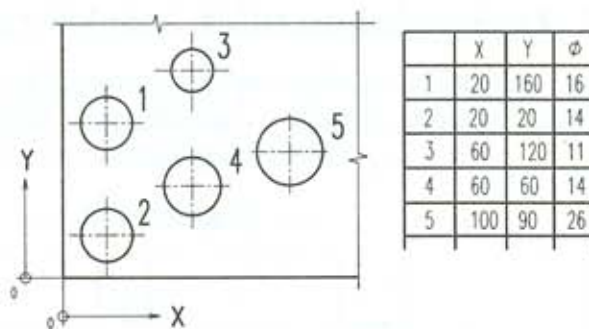
a), b) všechny prvky mají samostatné kótovací čáry

c), d), e), f) zjednodušené kótování - výchozí bod (počátek) je označen kružnicí (přibližně $\varnothing 3$ mm) a číslicí 0.

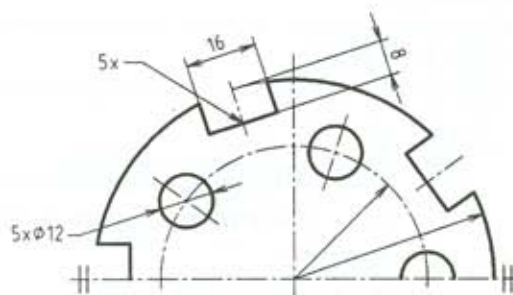
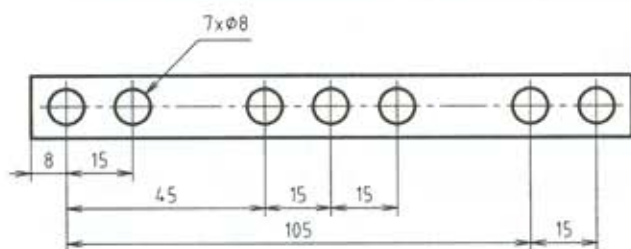




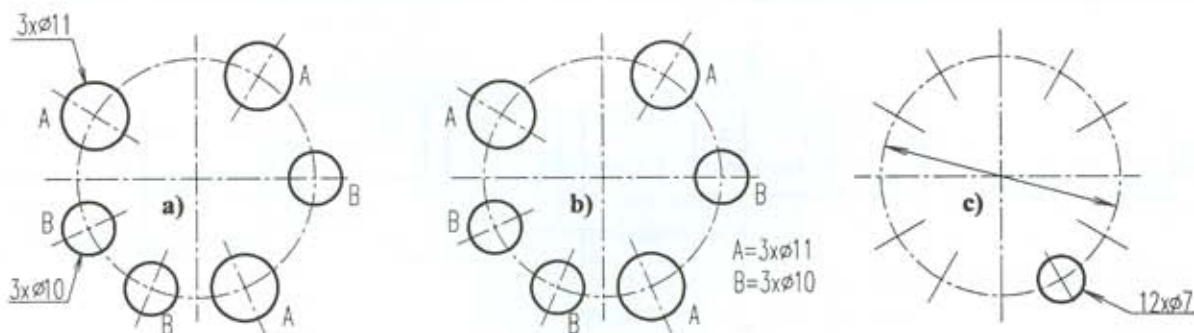
Obr. 4.14 Smíšené kótování. Jednoduché kótování, řetězcové kótování a kótování od společné základny mohou být na výkrese kombinovány, je-li to účelné.



Obr. 4.15 Poloha nepravidelně rozložených prvků se může kótovat pravoúhlými souřadnicemi polohy určitého bodu prvku (zde osy) od zvolených základen. Podle potřeby lze jednotlivé prvky označit čísly a jejich polohu udat v tabulce pravoúhlými souřadnicemi a rozměry.



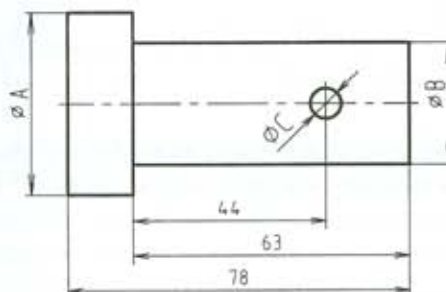
Obr. 4.16 Kótování opakujících se prvků



Obr. 4.17 Opakující se prvky a), b) jsou-li v obraze dvě nebo více skupin stejných konstrukčních prvků (zde děr) různých velikostí, označí se shodné prvky písmeny velké abecedy a okótuje se vždy jen jeden prvek z každé skupiny (obrázek a), nebo se rozměry uvedou v legendě (obrázek b), popřípadě v tabulce.

b) u periodicky se opakujících prvků umístěných na roztečné kružnici se úhlové rozteče nemusí kótovat (pokud se jejich umístění řídí všeobecnými tolerancemi).

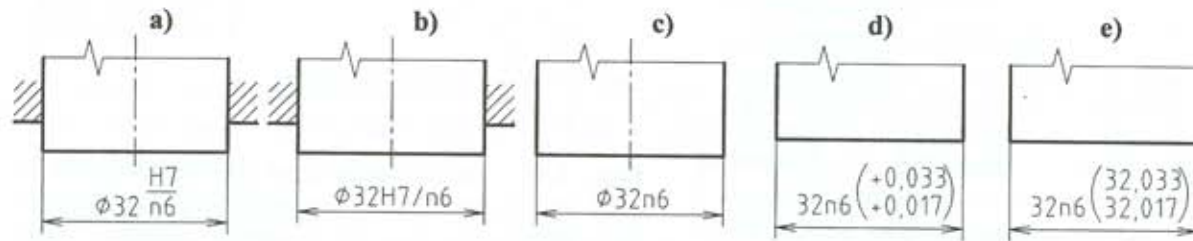
OZNAČENÍ SOUČÁSTI	ROZMĚRY		
	A	B	C
1	56	40	12
2	63	32	10



Obr. 4.18 Tabulkové kótování. Při kótování geometricky podobných prvků nebo součástí, které se liší navzájem jen svými rozměry, a pro které se nekreslí samostatné výkresy, se označí jednotlivé rozměry na kótovacích čarách písmeny velké abecedy a odpovídající číselné hodnoty se uvedou v tabulce.

4.2 Zapisování mezních úchylek rozměrů

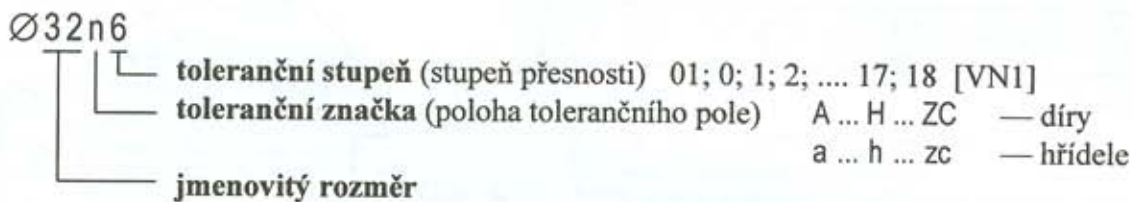
Mezní úchyly rozměrů se zapisují pomocí tolerančních značek ISO, mezních úchylek, nebo mezních rozměrů. Všechny způsoby jsou rovnocenné. O tom, který způsob se použije rozhoduje většinou předpokládaný způsob měření příslušného rozměru.



Obr. 4.19 Toleranční značky ISO (viz [VN1]) se použijí zejména bude-li se příslušný rozměr kontrolovat kalibrem.

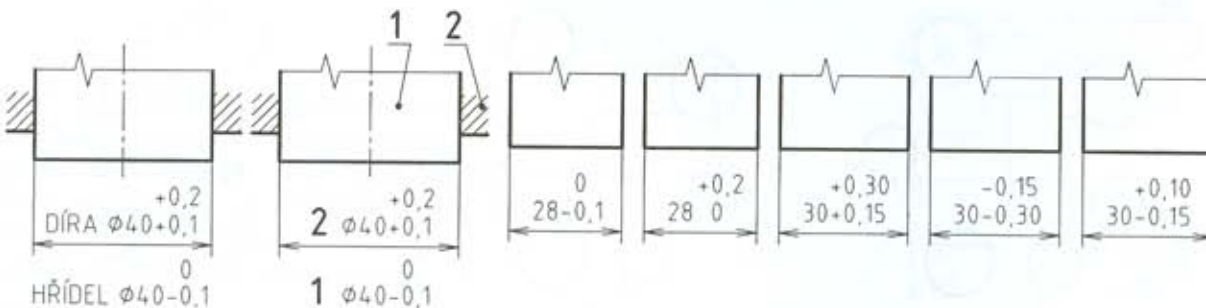
a), b) předpis uložení - v čitateli je tolerance vnitřního rozměru (zde díry) / ve jmenovateli tolerance vnějšího rozměru (zde hřídele)

c) tolerování délkového rozměru toleranční značkou ISO



d) tolerování délkového rozměru toleranční značkou ISO doplněné konkrétními hodnotami mezních úchylek

e) tolerování délkového rozměru toleranční značkou ISO doplněné konkrétními hodnotami mezních rozměrů



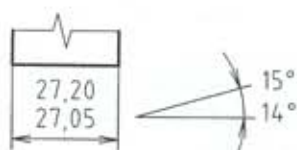
Obr. 4.20 Tolerování délkových rozměrů pomocí mezních úchylek. Obě úchyly se zapisují se stejným počtem desetinných míst s výjimkou nulové úchyly, která se píše bez desetinného rozvoje.



Obr. 4.21 Tolerování úhlů pomocí mezních úchylek. Je-li hodnota úchyly pouze v minutách (vteřinách) musí se zapsat i 0° (0°0')



Obr. 4.22 Omezení rozměru v jednom směru



Obr. 4.23 Tolerování rozměrů zápisem mezních rozměrů

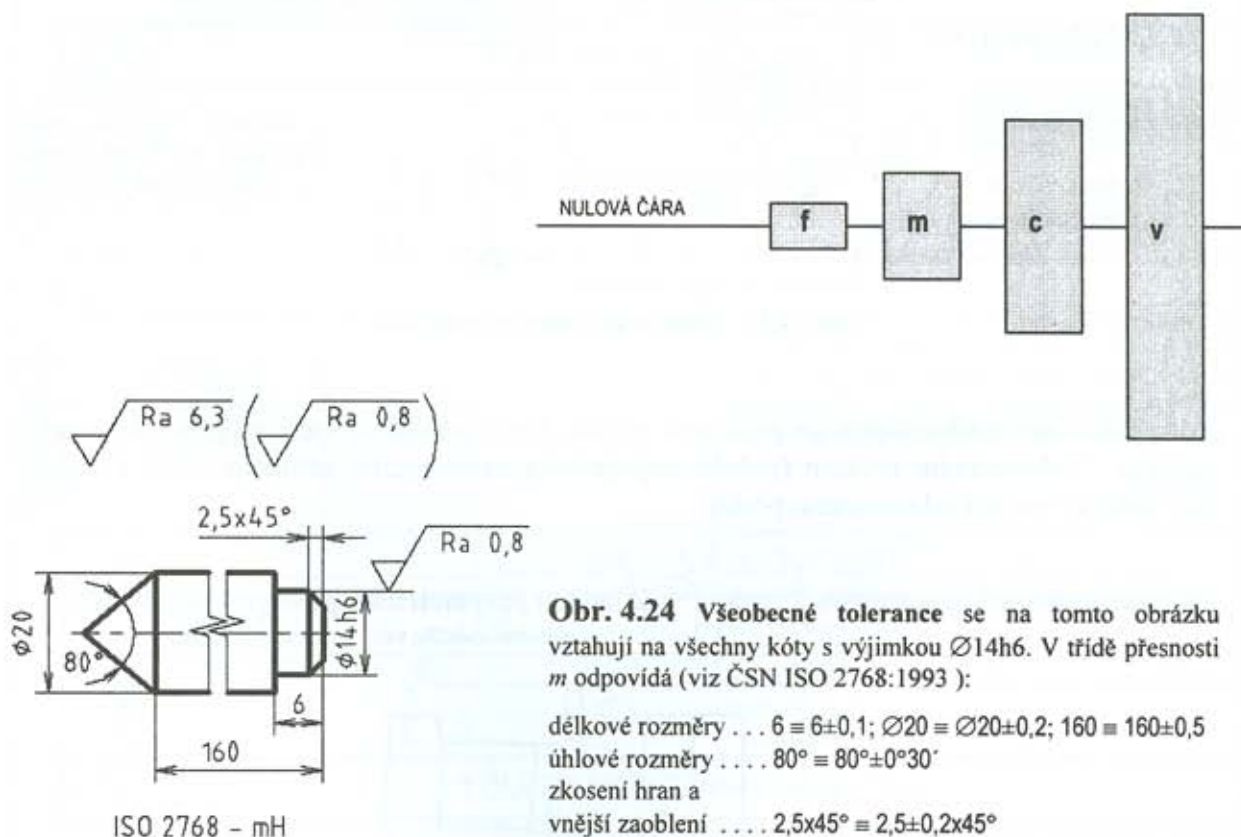
4.2.1 Všeobecné tolerance [ČSN ISO 2768-1 a -2]

■ Všeobecné tolerance se vztahují na **obráběné** rozměry (délkové i úhlové) a na geometrickou přesnost prvků, které nemají hodnoty přesnosti předepsány individuálně [strojnické tabulky].

Zápis na výkrese se provede v popisovém poli nebo jeho blízkosti např.:

ISO 2768 - mH

— třída přesnosti geometrických tolerancí (**H** - nejpřesnější, **K** - střední, **L** - nejméně přesná)
 — třída přesnosti délkových a úhlových rozměrů (**f** - přesná (fine), **m** - střední (medium), **c** - hrubá (coarse), **v** - velmi hrubá (very coarse))



Obr. 4.24 Všeobecné tolerance se na tomto obrázku vztahují na všechny kóty s výjimkou $\varnothing 14h6$. V třídě přesnosti *m* odpovídá (viz ČSN ISO 2768:1993):

délkové rozměry . . . $6 \equiv 6 \pm 0,1$; $\varnothing 20 \equiv \varnothing 20 \pm 0,2$; $160 \equiv 160 \pm 0,5$

úhlové rozměry . . . $80^\circ \equiv 80^\circ \pm 0^\circ 30'$

zkosení hran a

vnější zaoblení . . . $2,5 \times 45^\circ \equiv 2,5 \pm 0,2 \times 45^\circ$

■ U **odlitků** se přesnost rozměrů individuálně netolerovaných, určujících **neobrobené** plochy řídí normou ISO 8062.

Zápis na výkrese se provede nad popisovým polem např.:

ISO 8062 - CT13 - RMA 6 (H)

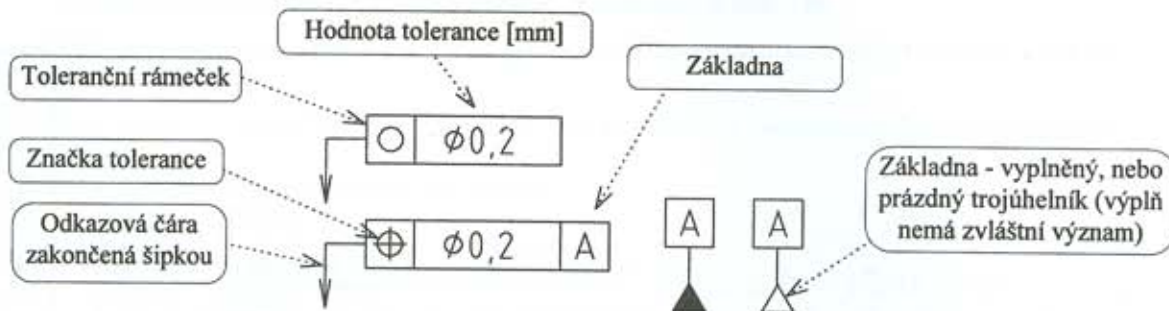
— úroveň přídatku na obrobení - A, B, . . . , H, J, K
 — stupeň přesnosti odlitku (Casting Tolerance) - **1 až 16**
 (pro představu rozměry v intervalu (63; 100) mají CT1=0,14; CT8=1,6; CT13=9; CT16=18 mm).

■ Obdobná norma **pro výkovky** se připravuje.

4.3 Zapisování geometrických tolerancí

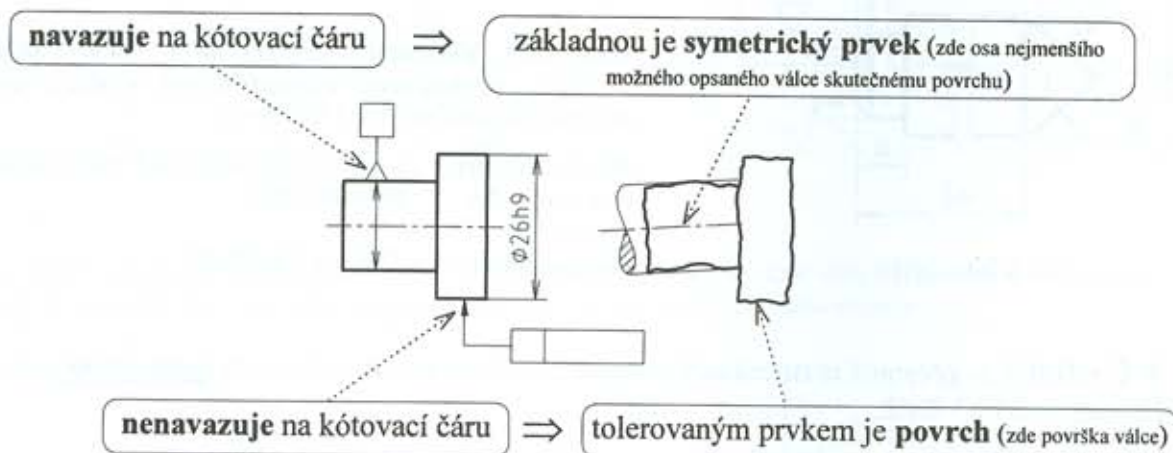
Geometrické tolerance definují přípustné odchylky skutečných tvarů a poloh od tvarů a poloh teoreticky přesných. Hodnoty těchto tolerancí [mm] jsou dány požadovanou funkcí příslušné plochy a jsou svázány s hodnotami tolerancí délkových a úhlových rozměrů jakožto i s velikostí drsnosti povrchu - viz ČSN 01 4405 [VN1].

4.3.1 Formální zápis geometrických tolerancí



Obr. 4.30 Toleranční rámeček a základna

Z hlediska formálního zápisu je podstatná poloha šipky odkazové čáry spojující toleranční rámeček s tolerovaným prvkem (poloha trojúhelníku označujícího základnu) vůči kótovací čáře určující rozměr tolerovaného prvku.

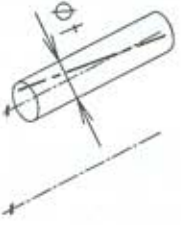
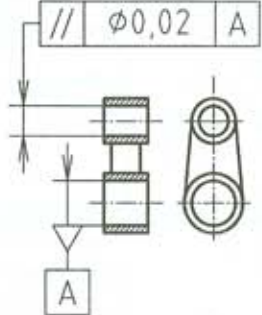
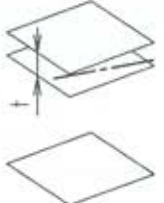
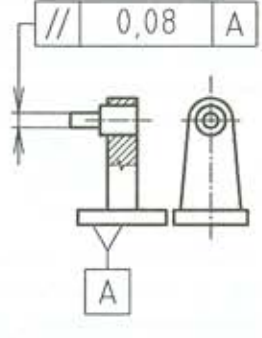
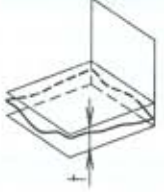
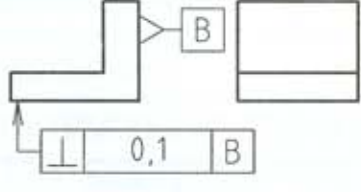

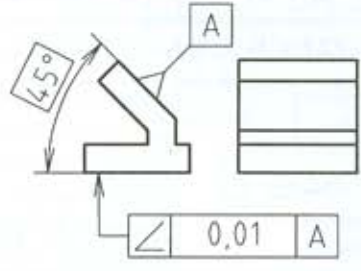


Obr. 4.31 Poloha základen a tolerancí vůči kótovací čáře

4.3.2 Geometrické tolerance tvaru, směru, polohy a házení

	tvar tolerančního pole	příklad	popis
TOLERANCE TVARU	—	TOLERANCE PŘÍMOSTI	
			Osa vnějšího válce musí ležet uvnitř válcového tolerančního pole o průměru 0,08 mm.
			Horní hrana součásti (břit) musí ležet uvnitř tolerančního pole vymezeného dvěma rovinami vzdálenými 0,012 mm.
		TOLERANCE ROVINNOSTI	
			Horní rovina součásti musí ležet uvnitř tolerančního pole vymezeného dvěma rovinami vzdálenými 0,02 mm.
		TOLERANCE KRUHOVITOSTI	
			Všechny body povrchu kužele v rovině řezu kolmé k ose kužele musí ležet uvnitř tolerančního pole vymezeného dvěma soustřednými kružnicemi vzdálenými 0,05 mm.
		TOLERANCE VÁLCOVITOSTI	
			Všechny body tolerované plochy musí ležet uvnitř tolerančního pole vymezeného dvěma soustřednými válci, jejichž rozdíl poloměrů je 0,01 mm.
		TOLERANCE TVARU PROFILU	
		Všechny body tolerovaného povrchu v rovině řezu kolmé k tolerovanému povrchu musí ležet uvnitř tolerančního pole vymezeného dvěma ekvidistantami vzdálenými 0,02 mm od jmenovitého profilu - nakresleného čerchovanou čarou.	
	TOLERANCE TVARU PLOCHY		
		Všechny body tolerovaného povrchu musí ležet uvnitř tolerančního pole vymezeného dvěma s jmenovitou plochou ekvidistantními plochami vzdálenými 0,05 mm od jmenovité plochy.	

(pokračování)

	tvar tolerančního pole	příklad	popis
SMĚRU	//	TOLERANCE ROVNOBĚŽNOSTI	
			<p>Část osy díry (šipka odkazové čáry spojující toleranční rámeček s tolerovaným prvkem navazuje na kótovací čáru) v délce omezené čelními plochami musí ležet uvnitř tolerančního pole tvaru válce o průměru 0,02 mm jehož osa je rovnoběžná s osou větší díry. Za osu skutečného povrchu díry se považuje osa největšího možného vepsaného válce skutečnému povrchu díry.</p>
		<p>Část osy tolerovaného čepu v délce omezené levými čelními plochami čepu musí ležet uvnitř tolerančního pole vymezeného dvěma rovinami vzdálenými 0,08 mm rovnoběžnými s rovinou základny A. Za osu čepu se považuje osa nejmenšího možného opsaného válce skutečnému povrchu čepu. Základnou A je obalová rovina spodní podstavy součásti.</p>	
TOLERANCE	⊥	TOLERANCE KOLMOSTI	
			<p>Každý bod tolerovaného povrchu musí ležet uvnitř tolerančního pole vymezeného dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými 0,1 mm kolnými na rovinou základny B.</p>
∠	TOLERANCE SKLONU		
		<p>Každý bod tolerovaného povrchu musí ležet uvnitř tolerančního pole vymezeného dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými 0,01 mm svírajícími úhel 45° s rovinou základny A.</p>	

(pokračování)

tvar tolerančního pole	příklad	popis
⊕	TOLERANCE UMÍSTĚNÍ	
		<p>Vyrobené rysky musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými přímkami vzdálenými 0,025 mm od jmenovité polohy. Jmenovitá poloha je dána teoreticky přesnou vzdáleností od základny B. Základna A se dotýká skutečného povrchu v bodech 1 a 2. Základna B je kolmá k základně A a dotýká skutečného povrchu v bodě 3.</p>
POLOHY		<p>Osa každé ze čtyř děr musí ležet uvnitř tolerančního pole tvaru válce o průměru 0,2 mm jehož poloha je dána teoreticky přesnými vzdálenostmi od základen (kóty v rámečcích). Protože je v tolerančním rámečku</p>
	<p>předepsána soustava základen v pořadí A, B, C určí se nejprve základna A. Základnou A je obalová rovina (v zobrazeném příkladě je základním prvkem vydutá rovinná plocha - obalovou plochou je pak taková tečná rovina pro kterou je na obrázku okótovaná vzdálenost minimální). Základna B musí být kolmá k A a její poloha je v našem případě učena body 4 a 5 (plocha je vypuklá). Základna C je kolmá k A i B a tudíž její polohu určuje jediný bod základního prvku (skutečná boční plocha součásti) - bod 6.</p>	
◎	TOLERANCE SOUSTŘEDNOSTI A SOUOSOSTI	
TOLERANCE		<p>Osa posuzovaného prvku (největší válcové plochy)</p>
	<p>musí ležet uvnitř tolerančního pole tvaru válce o průměru 0,08 mm. Osou posuzovaného prvku je úsečka o délce skutečně vyrobené plochy totožná s osou nejmenšího možného opsaného válce této ploše. Osa tolerančního válce je totožná s osou nejmenšího možného opsaného válce oběma krajním základním prvům (společná osa základen A a B).</p>	
≡	TOLERANCE SOUMĚRNOSTI	
		<p>Část roviny souměrnosti vnitřní drážky ohraničená skutečnou velikostí drážky musí ležet mezi dvěma rovinami vzdálenými 0,1 mm. Tyto roviny jsou rovnoběžné s rovinou souměrnosti vnějších ploch a jsou od ní vzdáleny 0,05 mm.</p>

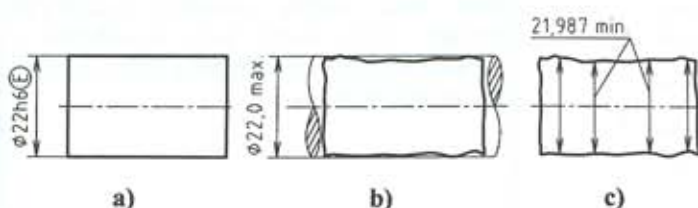
	tvar tolerančního pole	příklad	popis
HÁZENÍ	TOLERANCE KRUHOVÉHO HÁZENÍ		
			Všechny body tolerované plochy v libovolném řezu rovinou kolmou k základní ose (společná osa dvou krajních ploch) musí ležet uvnitř tolerančního pole, které tvoří prostor mezi dvěma soustřednými kružnicemi o rozdílu poloměrů 0,04 mm jejichž střed leží na základní ose. V tomto případě jde o obvodové (radiální) házení .
			Všechny body tolerované plochy v libovolném řezu válcovou plochou jejíž osa je totožná s základní osou (osa levé krajní plochy) musí ležet uvnitř tolerančního pole, které tvoří část této válcové plochy mezi dvěma rovinami kolnými k základní ose a vzdálenými 0,1 . V tomto případě jde o čelní (axiální) házení .
	TOLERANCE CELKOVÉHO HÁZENÍ		
TOLERANCE			Všechny body tolerované plochy musí ležet uvnitř tolerančního pole, které tvoří prostor mezi dvěma soustřednými válci o rozdílu poloměrů 0,04 mm a jejichž osa je totožná se společnou osou dvou krajních ploch. V tomto případě jde o celkové obvodové (totální radiální) házení .
			Všechny body tolerované plochy musí ležet uvnitř tolerančního pole, které tvoří prostor mezi dvěma rovinami kolnými k základní ose (osa levé krajní plochy) a vzdálenými 0,1 mm. V tomto případě jde o celkové čelní (totální axiální) házení .

4.3.3 Vazby geometrických tolerancí a tolerancí délkových rozměrů

■ **Základní pravidlo tolerování.** Běžně jsou rozměry předepsané na výkrese posuzovány nezávisle na geometrickém tvaru kótovaného prvku a geometrické úchytky posuzovány nezávisle na délkových (úhlových) rozměrech. Jedná-li se o prvky, které budou tvořit uložení je vhodné aplikovat podmínku kontroly rozměrů pomocí obalové plochy. V popisovém poli, nebo v jeho blízkosti se uvede:

TOLEROVÁNÍ ISO 8015

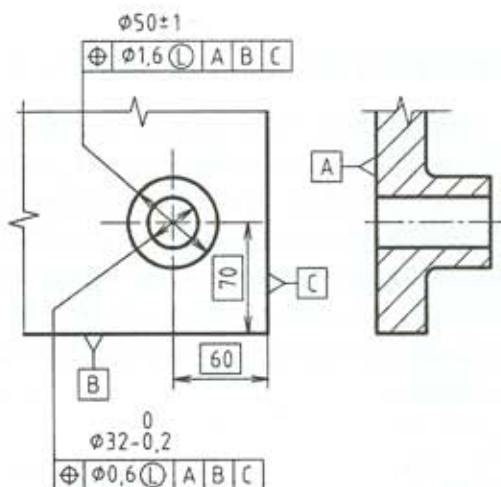
a k rozměrům, které se musí takto kontrolovat se zapíše značka \textcircled{E} (Envelope = obálka).



Obr. 4.32 Aplikace předpisu kontroly obalovou plochou: a) předpis na výkrese

b) mezní rozměr na straně maxima materiálu se kontroluje pomocí obalové plochy.

c) mezní rozměr na straně minima materiálu se může měřit dvoubodově

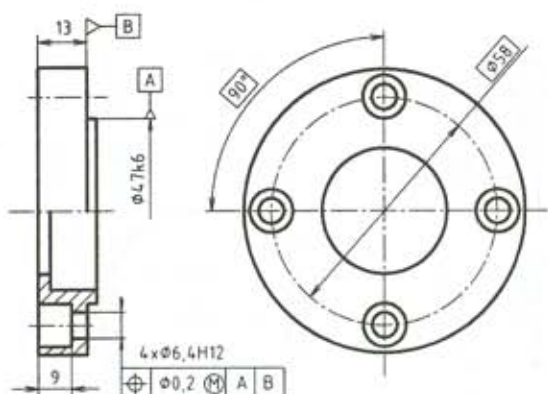


Obr. 4.33 Podmínka minima materiálu - plná hodnota geometrické tolerance se musí dodržet jen tehdy, je-li skutečně vyrobený rozměr tolerovaného prvku roven meznímu rozměru odpovídajícímu mezi minima materiálu (u díry hornímu meznímu rozměru a u hřídele dolnímu meznímu rozměru). Hodnota geometrické tolerance se může překročit o hodnotu rozdílu mezi skutečným rozměrem prvku a mezi minima materiálu.

Podmínka minima materiálu se předepíše značkou **(L)** (Least = nejmenší)

Podle zobrazeného příkladu se např. minimální tloušťka stěny mezi nálitkem a vrtanou dírou vypočte:

$$t_{\min} = \frac{(50 - 1) - (32 + 0)}{2} - \frac{1,6 + 0,6}{2} = 7,4 \text{ mm}$$

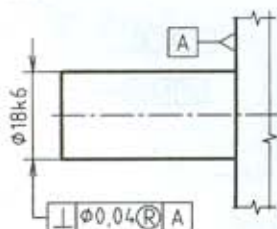


Obr. 4.34 Podmínka maxima materiálu - plná hodnota geometrické tolerance se musí dodržet jen tehdy, je-li skutečně vyrobený rozměr tolerovaného prvku roven meznímu rozměru odpovídajícímu mezi maxima materiálu (u díry dolnímu meznímu rozměru a u hřídele hornímu meznímu rozměru). Hodnota geometrické tolerance se se může překročit o hodnotu rozdílu mezi skutečným rozměrem prvku a mezi maxima materiálu.

Podmínka maxima materiálu se předepíše značkou **(M)** (Maximum = největší)

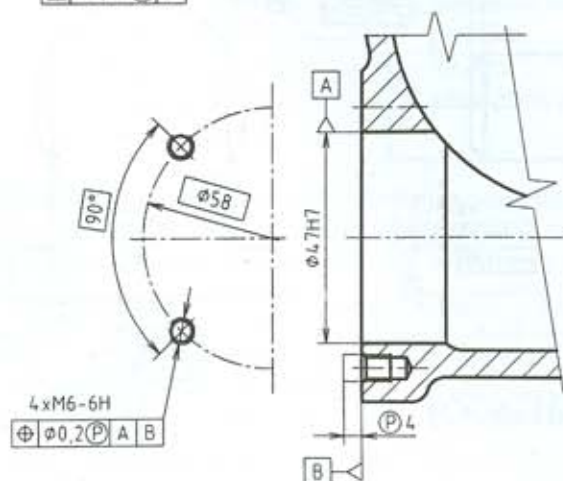
Na obrázku je ukázáno použití podmínky maxima materiálu při tolerování polohy děr pro šrouby na přírubě z obrázku 5.6 (protikus viz obr. 4.36). Hodnota tolerance

umístění se vypočte dle obr. 5.49 $T = (v_1 + v_2)/2 = (0,4 + 0)/2 = 0,2 \text{ mm}$. Takto vypočtená hodnota platí pro nejnepříznivější případ - t.j. nejmenší možná díra (6,400 mm) a největší možný průměr dřívky šroubu (6,000 mm). V případě, že skutečně vyrobená díra má průměr o hodnotu Δ větší než 6,400 mm, se průměr tolerančního válečku zvětší na $T + \Delta$. Jmenovitá poloha děr (os tolerančních válečků o průměru $T + \Delta$) je určena kótami v rámečcích (90° a $\varnothing 58$) a základnou A (počátek polárního souřadného systému určujícího polohu děr je totožný s osou válce $\varnothing 47H7$ - tato vazba se musí volit protože je příruba tímto průměrem středěna v $\varnothing 47H7$ v tělese - obr. 4.36)



Obr. 4.35 Podmínka reciprocity - horní mezní rozměr průměru čepu se musí dodržet jen tehdy, je-li úchylna kolmosti osy skutečně vyrobeného čepu k základně A rovna předepsané toleranci kolmosti. Jestliže nebude využito celé toleranční pole kolmosti, může rozměr čepu překročit předepsaný horní mezní rozměr ($\varnothing 18,012 \text{ mm}$) o hodnotu rozdílu mezi předepsanou tolerancí kolmosti ($\varnothing 0,04 \text{ mm}$) a skutečnou úchylnou kolmosti.

Podmínka reciprocity se předepíše značkou **(R)**



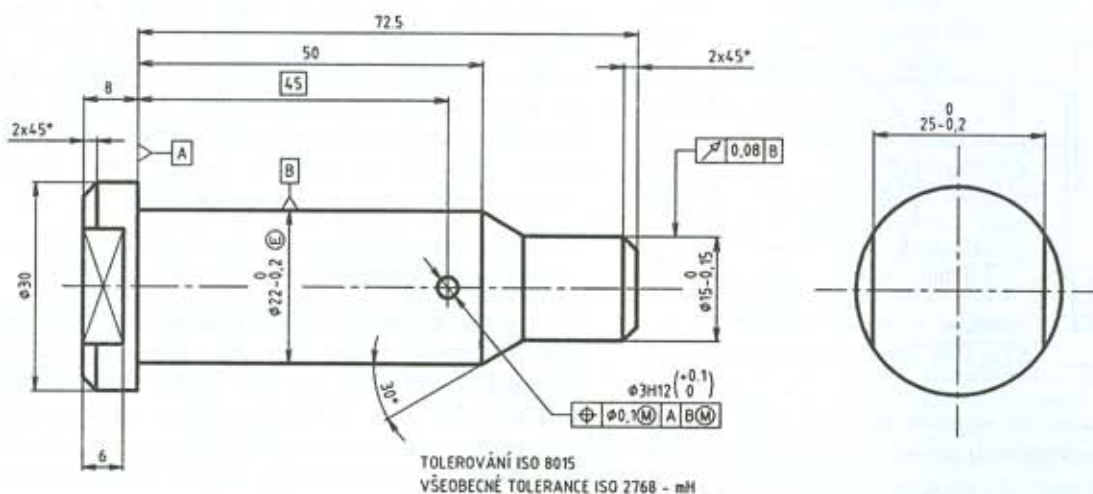
Obr. 4.36 Prodloužené toleranční pole (Projected tolerance zone) - umožňuje prodloužit (vysunout, posunout) toleranční pole geometrické tolerance (které je jinak ohraničeno skutečně vyrobeným povrchem) do místa kde zaručuje požadovanou funkci. Například u závitových děr na obrázku nemusí osa ležet v tolerančním válci ($\varnothing 0,2$) v oblasti závitů, ale v oblasti díry v přírubě obr. 4.34 (při montáži se nejdříve nasadí příruba a potom teprv šrouby). Značka **(P)** se zapisuje v tolerančním rámečku a před kótu určující délku tolerančního pole.

4.3.4 Nepředepsané geometrické tolerance (ČSN ISO 2768-2)

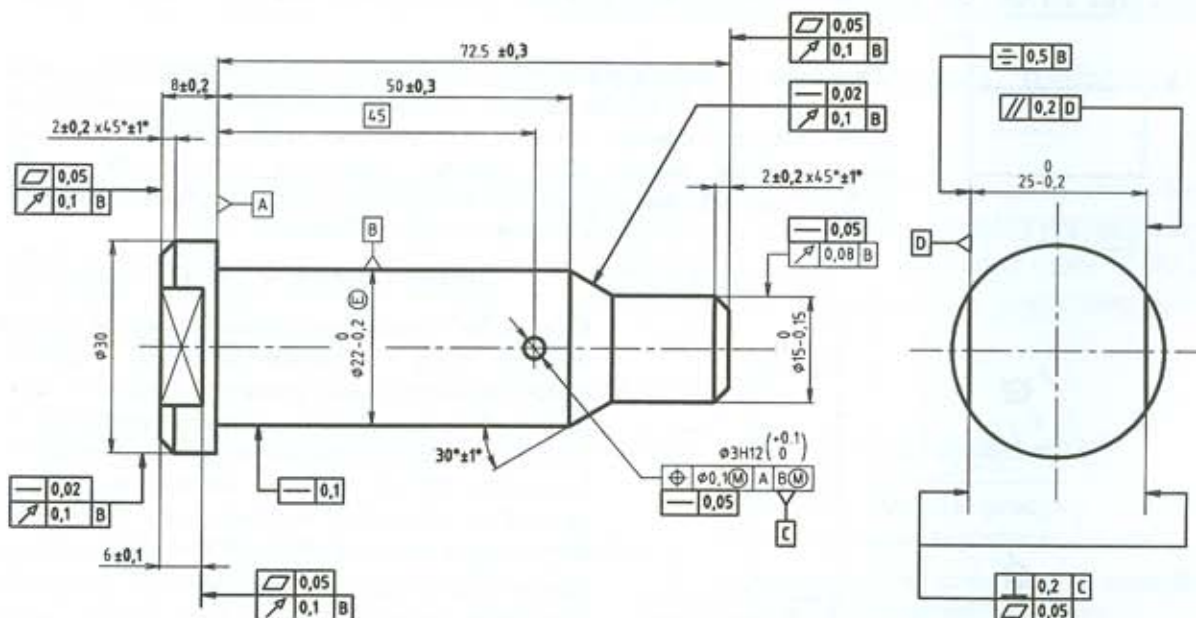
Nepředepsané geometrické tolerance ISO 2768-2 jsou druhou částí normy Všeobecné tolerance ISO 2768. Na výkrese neoznačené geometrické tolerance jsou dány jednou ze tříd přesnosti H (jemná), K (střední), nebo L (hrubá), které se týkají přímosti a rovinnosti, kruhovitosti, válcovitost, rovnoběžnosti, kolmosti, souměrnosti, sousostí a kruhového házení. Tato část normy se používá hlavně pro prvky, které se obrábějí třískovým obráběním. Je možno ji použít i pro jiné způsoby výroby, je však třeba zvláštní zkouškou zjistit, zda je dílna schopna nepředepsané geometrické tolerance podle ISO 2768 dodržet. Při výběru třídy přesnosti se musí vzít v úvahu obvyklá přesnost dílny. Např.:

ISO 2768 - mK

Tento předpis je uveden v popisovém poli, nebo nad ním.



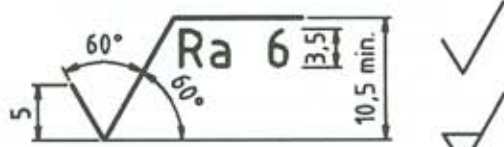
Obr. 4.37 Příklad použití nepředepsaných geometrických tolerancí na výkrese



Obr. 4.38 Výklad k obr. 4.37

4.4 Předepisování struktury povrchu

Označování struktury povrchu je dáno normou ČSN EN ISO 1302 platnou od 1.1.2003. Tato norma je již součástí nově budovaného systému GPS. Profil povrchu se vyhodnocuje v závislosti na filtru profilu (rozsah vlnových délek) jako profil základní (*Primary profile* – označení charakteristik začíná písmenem **P**), profil vlnitosti (*Waviness profile* – označení charakteristik začíná písmenem **W**), nebo profil drsnosti (*Roughness profile* – označení charakteristik začíná písmenem **R**). Drsnost povrchu toleruje nekvalitu povrchu z hlediska mikronerovností (žádný povrch není ideálně hladký). Maximální hodnota drsnosti [μm] je funkcí velikosti tolerance délkového rozměru určujícího polohu, nebo velikost příslušné plochy (R_z nemůže být větší než tolerance) - viz ČSN 01 4450 [doporučené hodnoty R_a v závislosti na tolerančním stupni]. Struktura povrchu se označuje značkou a údaji k ní připojenými. Rozměry základní značky jsou na obr. 4.41, úplné označení je na obrázku 4.42.

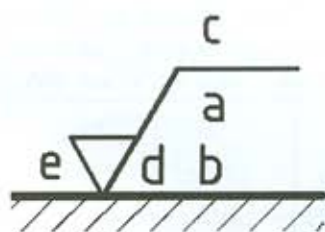


Obr. 4.41 Základní značka struktury povrchu (rozměry platí pro výšku písma 3,5 mm)

konstruktérovi **nezáleží** na tom, zda předepsané struktury bude dosaženo obráběním, či nikoliv

konstruktér předepisuje, že takto označená plocha **musí** být obrobena

konstruktér předepisuje, že povrch takto označené plochy **nesmí** být obroběn (musí být ponechán ve stavu dosaženém předchozím výrobním procesem).



Obr. 4.42 Polohy (a až e) pro umístění doplňkových požadavků:

a – Jediný požadavek na strukturu povrchu

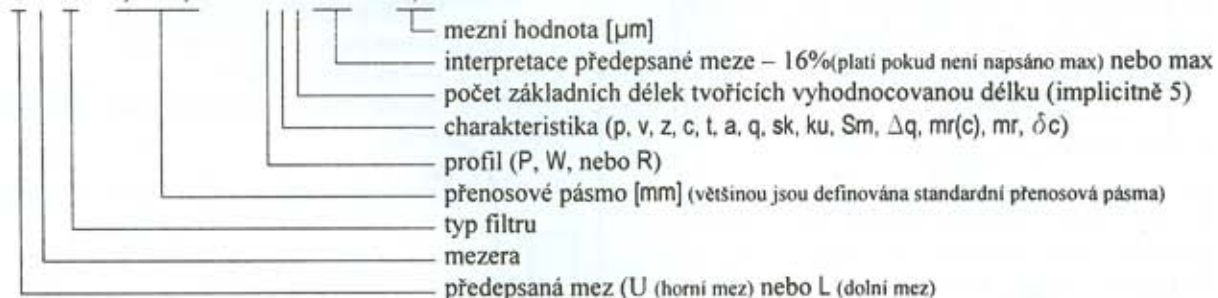
a a b – dva nebo více požadavků na strukturu povrchu

c – Výrobní proces

d – Nerovnosti a jejich orientace (\perp , $=$, X, M, C, R, P)

e – Přídavek na obrábění [mm]

U "X" 0,08-0,8 / Rz8max 3,3

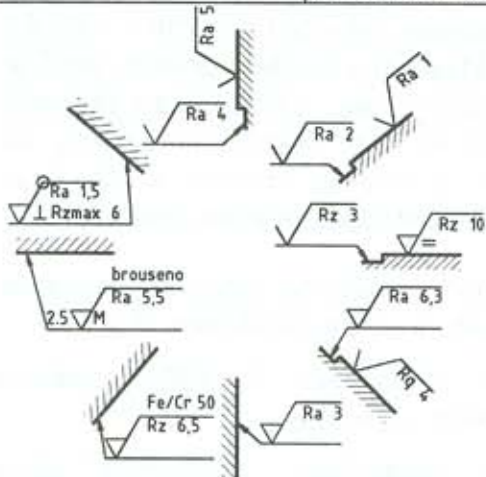


Pro předpis a výklad předepsaných mezí struktury povrchu platí dvě různá pravidla:

- „pravidlo 16%“ znamená, že jedno ze šesti (2 z 12, 3 z 18) měření nemusí vyhovět předepsané mezi
- „pravidlo max“ znamená, že každé měření musí vyhovět předepsané mezi

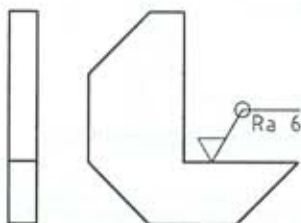
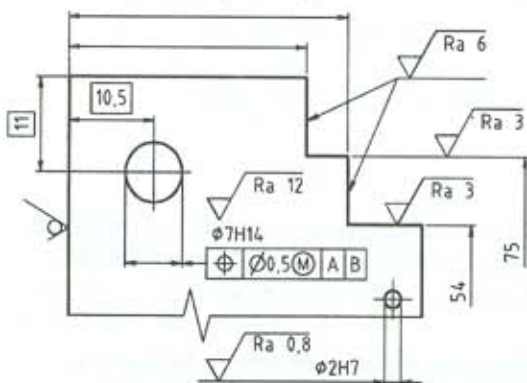
	Odebírání materiálu se nedovoluje, jednostranně předepsaná horní mez, standardní přenosové pásmo, R-profil, maximální výška drsnosti 0,7 μm , vyhodnocovaná délka = 5 základních délek (standardní), „pravidlo 16%“ (standardní)
	Odebírání materiálu se požaduje, jednostranně předepsaná horní mez, standardní přenosové pásmo, R-profil, maximální výška drsnosti 1,7 μm , vyhodnocovaná délka = 5 základních délek (standardní), „pravidlo max“

$3\sqrt{0,008-0,8 / Ra 2,7}$	Odebírání materiálu se požaduje, jednostranně předepsaná horní mez, přenosové pásmo 0,008–0,8 mm, R-profil, průměrná aritmetická úchylnka 2,7 μm , vyhodnocovaná délka = 5 základních délek (standardní), „pravidlo 16%“ (standardní), přídavek na obrábění 3 mm
$\sqrt{U Ra_{max} 3,1}$ $L Ra 0,9$	Odebírání materiálu se požaduje, oboustranně předepsané dolní a horní meze, standardní přenosové pásmo pro obě meze, R-profil, horní mez : průměrná aritmetická úchylnka 3,1 μm , vyhodnocovaná délka = 5 základních délek (standardní), „pravidlo max“, dolní mez : průměrná aritmetická úchylnka 0,9 μm , vyhodnocovaná délka = 5 základních délek (standardní), „pravidlo 16%“ (standardní)
$\sqrt{X Ra 3 2,5}$	Libovolný výrobní proces, jednostranně předepsaná horní mez, standardní přenosové pásmo, R-profil, průměrná aritmetická úchylnka 2,5 μm , vyhodnocovaná délka = 3 základní délky, „pravidlo 16%“ (standardní), zkřížený směr nerovností

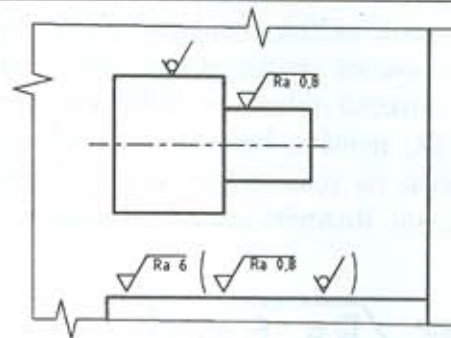


Obr. 4.43 Orientace značky:

- značka se umísťuje na odkazovou čáru, nebo k povrchu – viz obrázek.
- hrot značky, nebo šipka odkazové čáry směřuje k materiálu
- text se orientuje dle dolního okraje výkresu (jako kóty)



Obr. 4.46 Stejná drsnost ploch tvořících obrys součásti se zapíše jenom jednou (tímto je předepsána Ra 6 pro všech 8 rovinných ploch tvořících obvod součásti, nikoliv pro zbývající 2 čelní plochy)

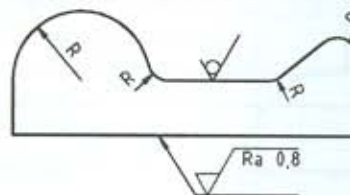


Obr. 4.44 Převládající drsnost se uvádí poblíž razítka popisového pole. Tuto drsnost mají všechny plochy na výkrese drsností neoznačené (zde tři čelní plochy). Do závorky za převládající drsnost se uvedou všechny drsnosti na výkrese označené, nebo jedna prázdná značka.

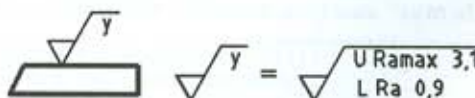
POZNÁMKA: Drsnost se nemusí uvádět na normalizovaných tvarových prvcích u nichž je drsnost dána věcně příslušnou normou - např. zkosení a zaoblení hran, středící důlky, běžné závit, zápichy, vrtané díry, atd.

Obr. 4.45 Umístění značky: značku umísťujete do stejného obrazu kde je plocha kótována, co nejbližší příslušné kótě

- přímo k ploše
- na praporku odkazové čáry
- na pomocné kótovací čáře
- na kótovací čáře
- nad předpisem geometrické tolerance



Obr. 4.47 Plynule na sebe navazující plochy se označí drsností pouze jednou.





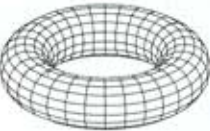
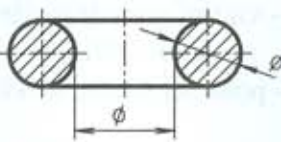
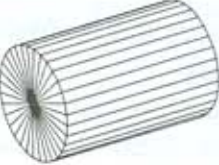
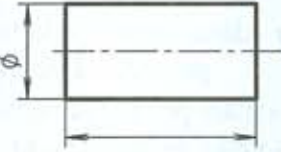

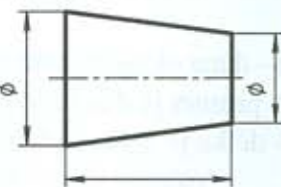
Obr. 4.48 Označení při nedostatku místa: zjednodušené označení lze použít pokud se vysvětlí co nejbližší k místu použití, v blízkosti popisového pole, nebo v místě určeném pro všeobecné poznámky

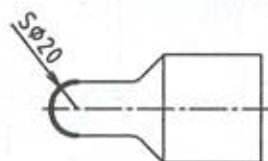
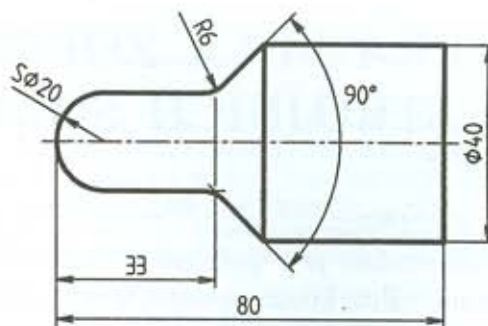
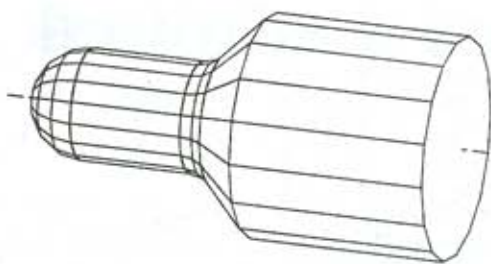
5. PRAVIDLA ZOBRAZOVÁNÍ A KÓTOVÁNÍ STROJNÍCH SOUČÁSTÍ

Každá součást je v podstatě složena ze základních geometrických ploch, nebo jejich částí (rovina, válec, koule, anuloid, kužel, obecná plocha) a normalizovaných prvků (závit, drážka za závit, závit, zápich, vroubkování, rýhování, středící důlek, drážkování, atd).

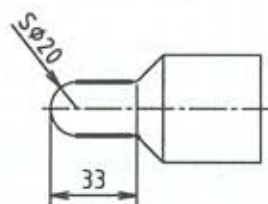
5.1 Zobrazování a kótování základních rotačních ploch

Tabulka 6

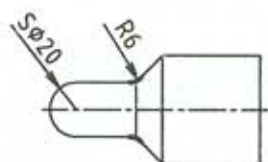
	Počet kót jednoznačně určujících těleso (na obrázcích použité kóty jsou pouze jednou z mnoha možností, podstatný je jejich počet).	Poznámka
		1 Koule - jako samostatné těleso se používá např. v kuličkových ložiscích, kuličkových šroubech, atd - nízký valivý odpor. Na součástkách má kulová plocha vesměs funkční povahu (kulové uzavírací ventily, kulové ukončení vřeten - nízké tření)
		2 Anuloid - na rotačních součástkách se vyskytuje jen jeho část mající funkci přechodu mezi dvěma jinými plochami (poloměr zaoblení) např. obr. 5.1, nebo jako funkční plocha (kroužky kuličkových ložisek - VN5 ČSN 02 4630, kuželka ventilu, atd.)
		2 Válec - jako samostatné těleso - např. váleček ve válečkovém ložisku, kolík, čep, atd. Na hřídelových součástkách tvoří funkční plochy (čep uložený v díře), nebo propojení jiných funkčních ploch.
		3 Kužel - jako samostatné těleso - např. v kuželíkovém ložisku. Na hřídelích tvoří funkční plochy, přechodové plochy (např. propojení dvou válců různého průměru, kuželový konec vrtané díry, atd.), zkosení hran. Podrobněji viz kapitola 5.1.1.



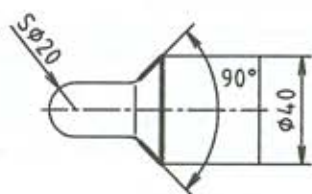
- KOULE** ♦ *poloha* - dána okrajem součásti
♦ 1 kóta - $S\phi 20$



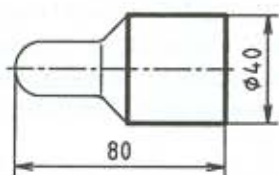
- VÁLEC** ♦ *poloha* - tečně navazuje na kouli
♦ 2 kóty - průměr je dán tečnou návazností na kouli $\phi 20$
- délka je určena tečnou návazností na kouli (zleva) a anuloid (zprava)



- ANULOID** ♦ *poloha* - tečně navazuje na válec a kužel
♦ 2 kóty - vnitřní průměr je dán tečnou návazností na válec $\phi 20$
- poloměr tvořící křivky R6



- KUŽEL** ♦ *poloha* - dána kótou 33 (kótován teoretický průřezík površek válce a kužele)
♦ 3 kóty - malý průměr shodný s průměrem válce $\phi 20$
- velký průměr shodný s průměrem válce $\phi 40$
- vrcholový úhel 90°



- VÁLEC** ♦ *poloha* - dána okrajem součásti (kóta 80)
♦ 2 kóty - průměr je dán kótou $\phi 40$
- délka je určena průnikem kužele s tímto válcem. (lze ji vypočítat z kót 80, 33, $\phi 20$, 90° , $\phi 40$)

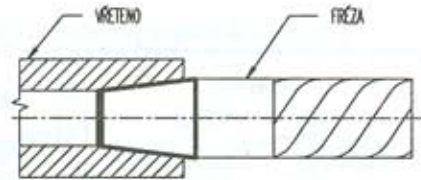
Obr. 5.1

5.1.1 Kužel

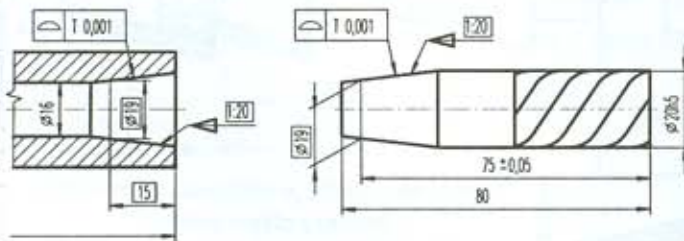
Kužel se kótuje podle toho jakou funkci na součástce plní.

■ Funkční kužel

Kuželová plocha tvoří uložení dvou součástí (obr. 5.2). Komolý kužel je vždy určen **třemi kótami** z nichž jednou je u funkčních kuželů buď **kuželovitost** (např. obr. 5.3), nebo **vrcholový úhel** (obr. 5.4). Řady kuželovitostí určuje norma ISO 1119 [VN1].



Obr. 5.2



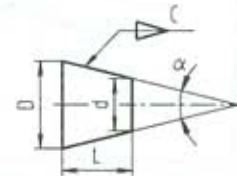
Obr. 5.3

Kuželovitost

$$C = (D-d)/L = 2 \operatorname{tg}(\alpha/2)$$

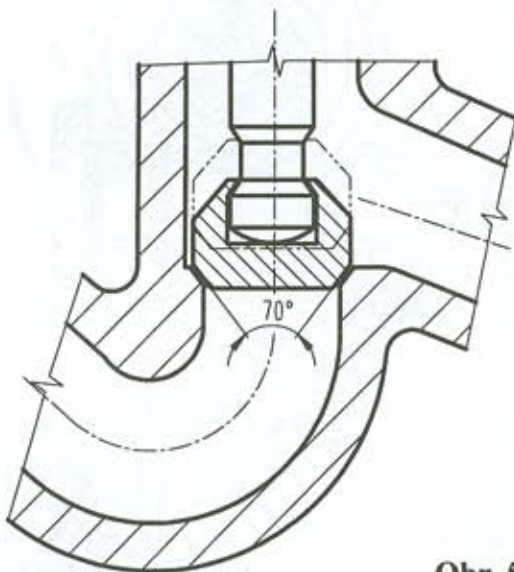
se přednostně zapisuje poměrem např. 1:20 (možno také 1/20, nebo 0,05:1, nebo 5%, nebo

vrcholovým úhlem α ve stupních, minutách a vteřinách - $2^{\circ}51'51,1''$, nebo radiánech - 0,322 rad). Značka kuželovitosti se kreslí tlustou čarou a musí být stejnohleďlá s kótovaným kuželem.

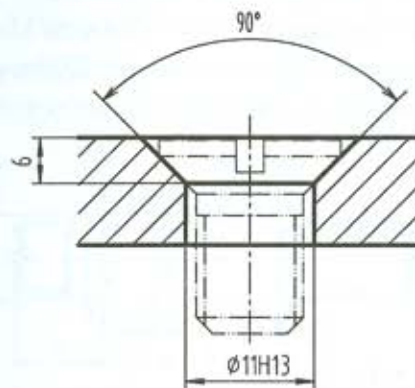


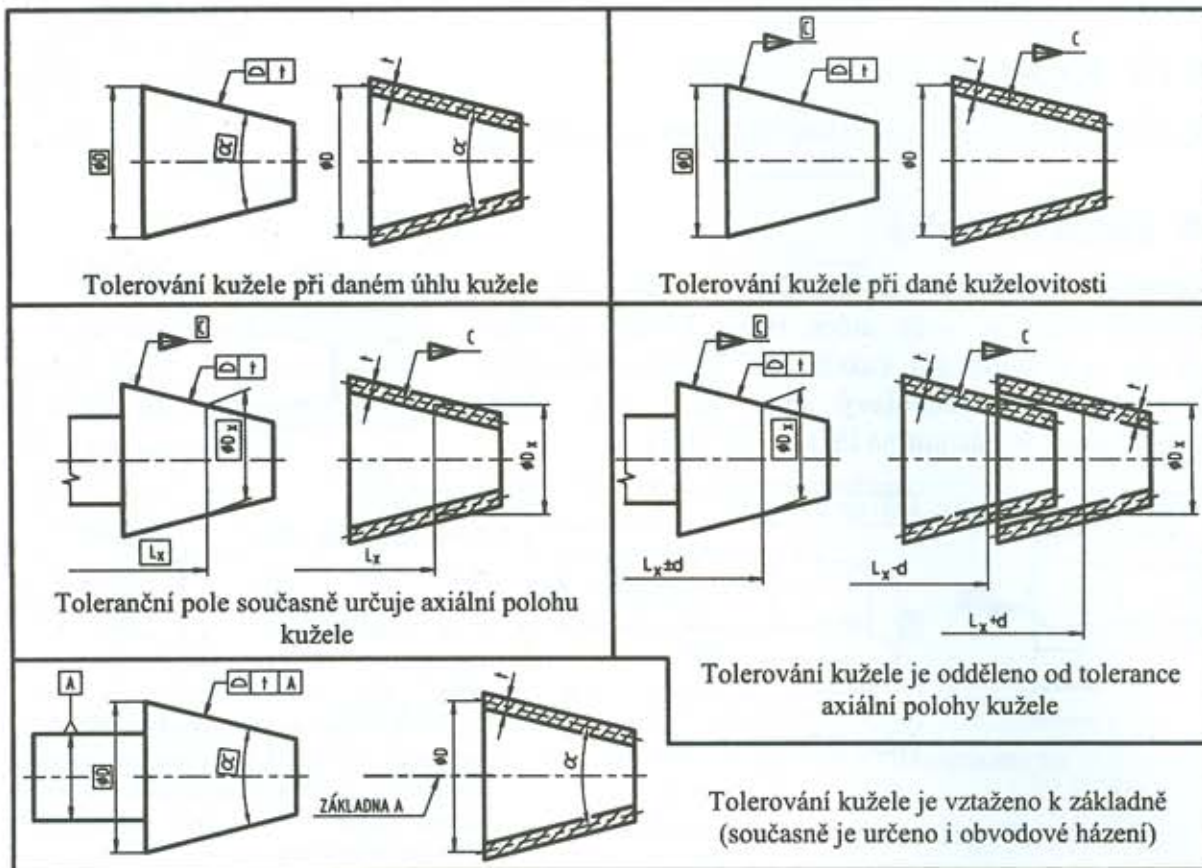
S ohledem na měření není vhodné kótovat krajní průměr kuželové plochy, ale průměr v zadané osové vzdálenosti (shodný na hřídeli i v díře - viz obr. 5.3)

Na obrázku 5.5 je uvedeno 6 možných způsobů kótování a tolerování funkčních kuželů podle ČSN ISO 3040 (01 3135).



Obr. 5.4

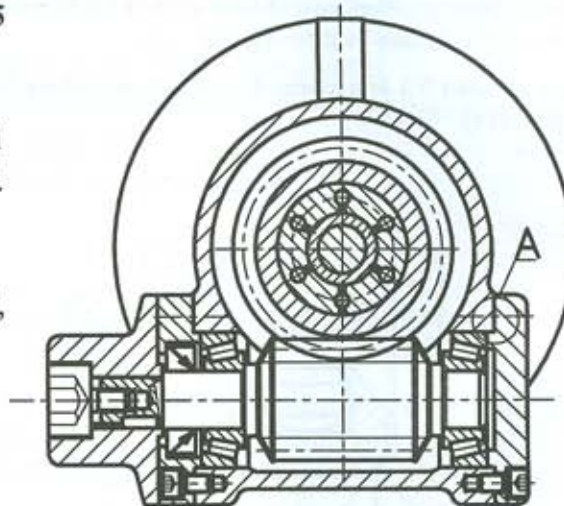




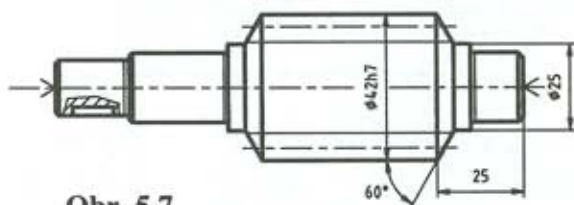
Obr. 5.5

Přechodový kužel

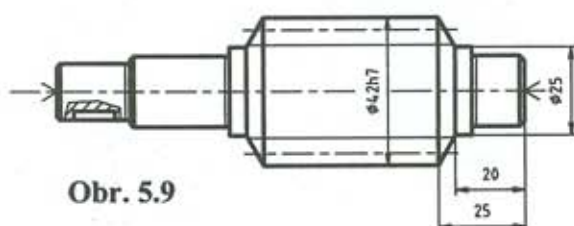
Kuželová plocha tvoří přechod mezi dvěma jinými plochami (netvoří uložení s jiným kuželem) - např. obr. 5.6. V tomto případě se kótuje s ohledem na výrobu (technologicky), pro výrobu na klasickém soustruhu polovičním vrcholovým úhlem (obr. 5.7, 5.8), pro výrobu na NC stojí viz obr. 5.9.



Obr. 5.6

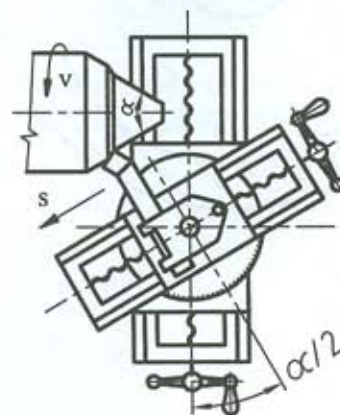


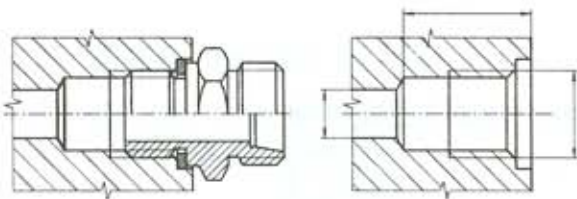
Obr. 5.7



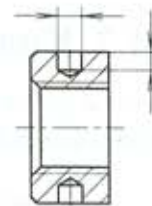
Obr. 5.9

Obr. 5.8 znázorňuje obrábění kužele na klasickém soustruhu (křížový suport je natočen o hodnotu polovičního vrcholového $\alpha/2$, součástka se otáčí ve směru v a nůž se posouvá ve směru s).



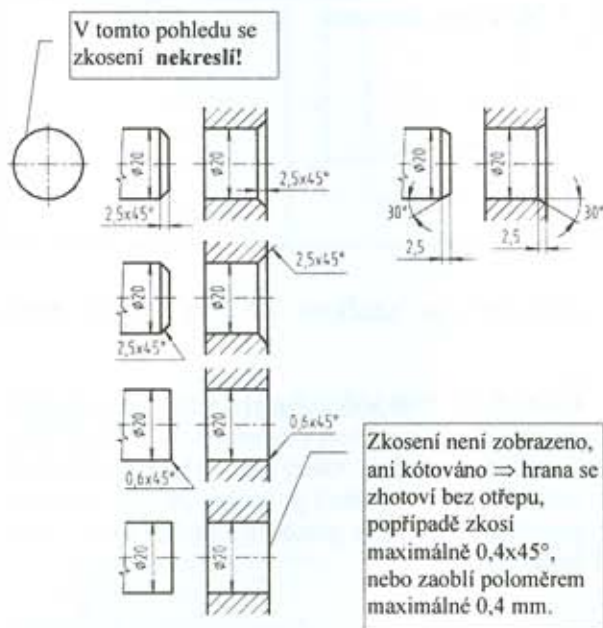


Obr. 5.10 U přechodového kužele vzniklého koncem šroubového vrtáku se kótuje pouze jeho poloha.

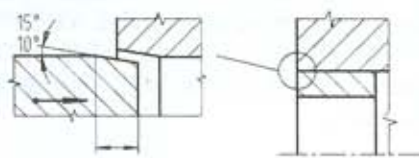


■ Zkosení hran

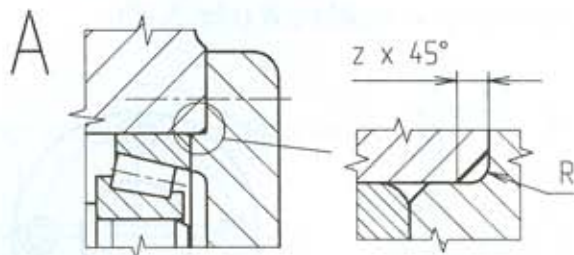
Kuželová plocha sráží ostrou hranu z důvodů montáže, bezpečnosti, designu, atd. Kótuje se výška kužele (nejčastější hodnoty jsou ... 0,4 0,6 1 1,6 2,5 ... viz ČSN 01 0211 [VN1]), poloviční vrcholový úhel (obvykle 30°, nebo 45°) a průměr. Pro úhel 45° se výška a úhel sruží na jednu kótovací čáru **rovnoběžnou s osou kužele** ($z \times 45^\circ$) viz obr. 5.11.



Obr. 5.11



Obr. 5.12 Lisované součásti (uložení s přesahem) - zkosení hran musí zajistit napěchování materiálu. Proto se úhel volí 10° až 15° a výška tak, aby byly zajištěny proporce průměrů dle detailu.

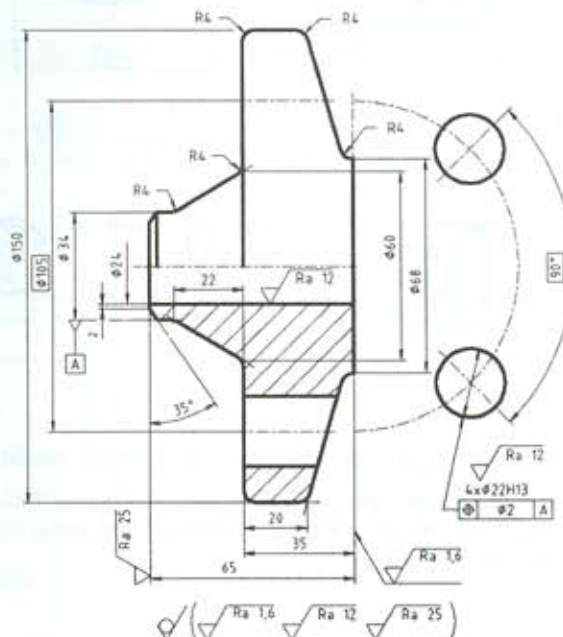


Obr. 5.13 Aby na sebe dosedly čelní plochy víčka a tělesa (obr. 5.6) musí být $z_{min} > R_{max}$

■ Neobrobený odlitý, nebo vykovaný kužel

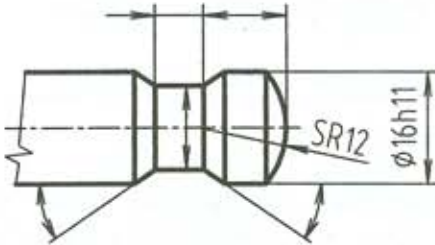
Takovýto kužel se kótuje třema délkovými rozměry.

Obr. 5.14 U levého kužele jsou kótovány $\varnothing 34$, $\varnothing 60$ a výška 22 (tečná návaznost na anuloidy - kótuje se teoretický průsečík površek). Pravý kužel opět tečně navazuje na anuloidy a je dán $\varnothing 150$, $\varnothing 68$, výška není kótována (je dána tečnou návazností na polohově určené anuloidy).

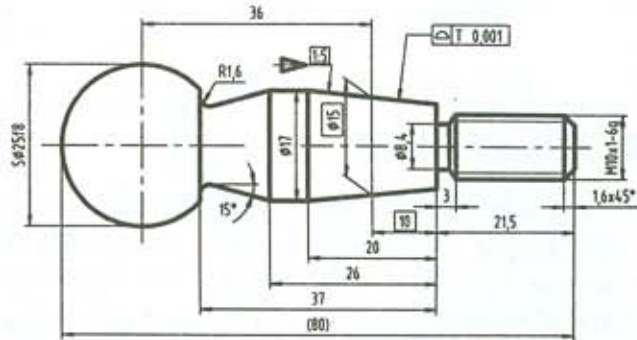


5.1.2 Koule

Kulová plocha se kótuje jednou kótou. Před značkou průměru, nebo poloměru musí být značka koule *S* (Sphere angl.).



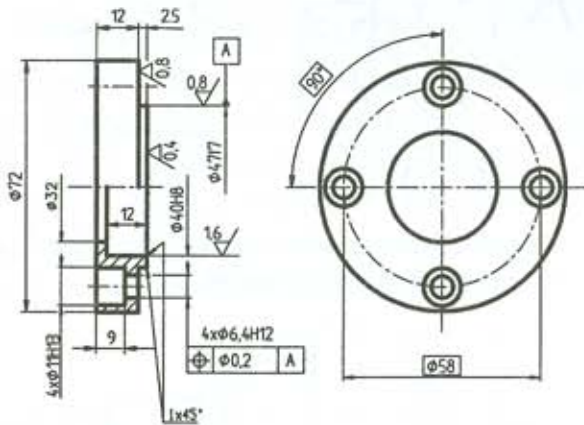
Obr. 5.15 Na obrázku je nakreslen a okótován konec vřetene ventilu (viz též obrázek 5.4 - kulová plocha při uzavírání kanálu ventilu jednak snižuje tření, jednak umožňuje naklopení kuželky při dosednutí do nesouosého sedla). Všimněte si, že se výška kulového vrchlíku nekótuje (lze ji vypočítat z rozměrů $\text{Ø}16$ a $SR12$ - při obrábění „vyjde sama“).



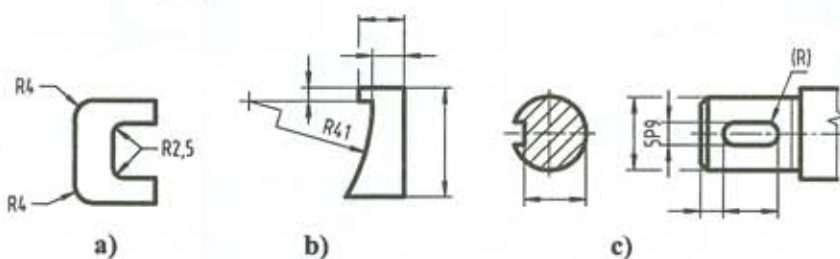
Obr. 5.16 Kulový čep řízení

5.1.3 Válec

Válec se kótuje dvěma kótami - délkou a průměrem se značkou Ø (obr. 5.17), nebo poloměrem se značkou *R* (obr. 5.18)



Obr. 5.17 Obě kóty určující každý válec se umístí do stejného obrazu (není vhodné kótovat průměr válce v tom obraze, kde se válec zobrazí jako kružnice). V odůvodněných případech je možno průměr kótovat s použitím pouze jedné pomocné kótovací čáry a jedné hraničící šipky.



Obr. 5.18 Kótovací čára poloměru směřuje do středu kótovaného kruhového oblouku.

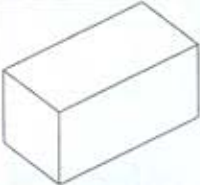
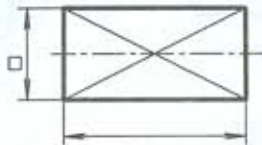


Na obrázku a) jsou rádiusem (přesněji částí válcové plochy) zaobleny hrany ploché součásti. Hodnoty poloměrů se volí dle ČSN 01 0211 [VN1] ...2,5 4 6 10... ..

b) - zalomení kótovací čáry umožní zobrazení středu kružnice (ležícího mimo kreslicí plochu)

c) - drážka pro pero (viz obr. 5.6). Kótuje se funkční rozměr $5P9$ (pero dosedá na boky drážky - uložení s přesahem). Rozměr $R2,5$ se kótovat nesmí (došlo by k překótování). To, že se jedná o tečně navazující válec se znázorní kótou (*R*).

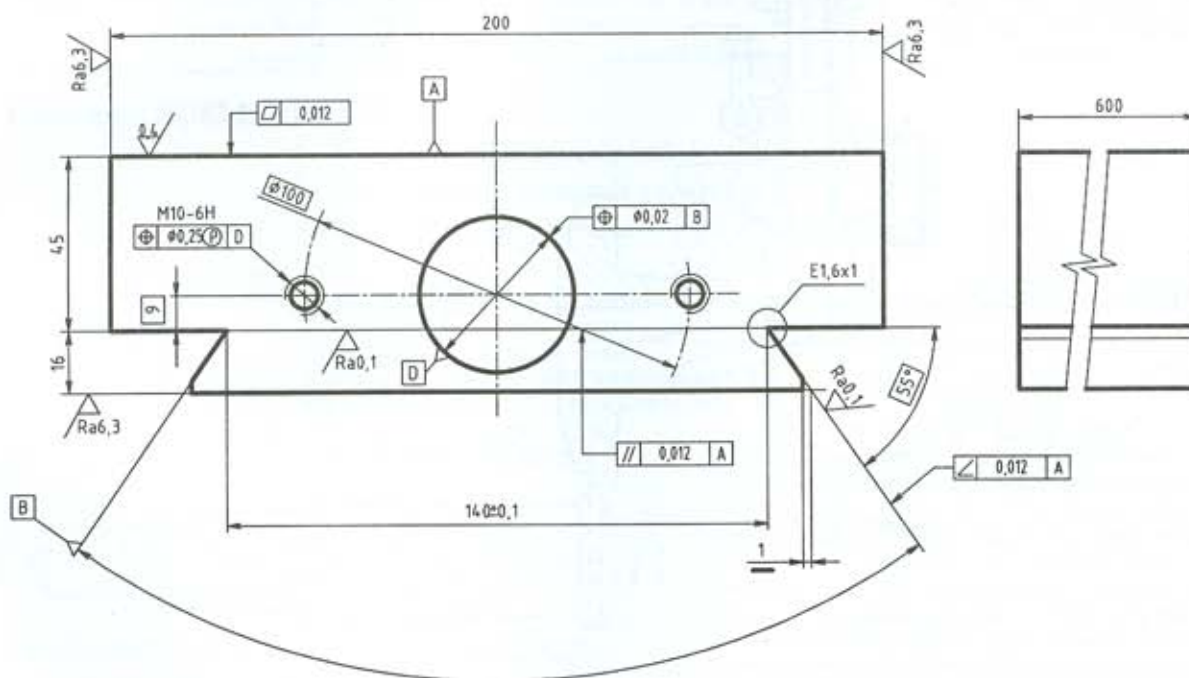
5.2 Zobrazování a kótování rovinných ploch

Části některých součástí, nebo celé součásti mohou být tvořeny rovinami.

	Počet kót jednoznačně určujících těleso (na obrázcích použité kóty jsou pouze jednou z mnoha možností, podstatný je jejich počet).	Poznámka
		2 Hranol - u hřídelových součástí tvoří funkční plochy sloužící např. k přenosu točivého momentu (ruční kolečko, klička - hřídel; utahování pomocí klíče; atd.).
		3 Jehlan - u hřídelových součástí tvoří funkční plochy sloužící k přenosu točivého momentu (ruční kolečko, klička, atd. - hřídel).

5.2.1 Translační plochy

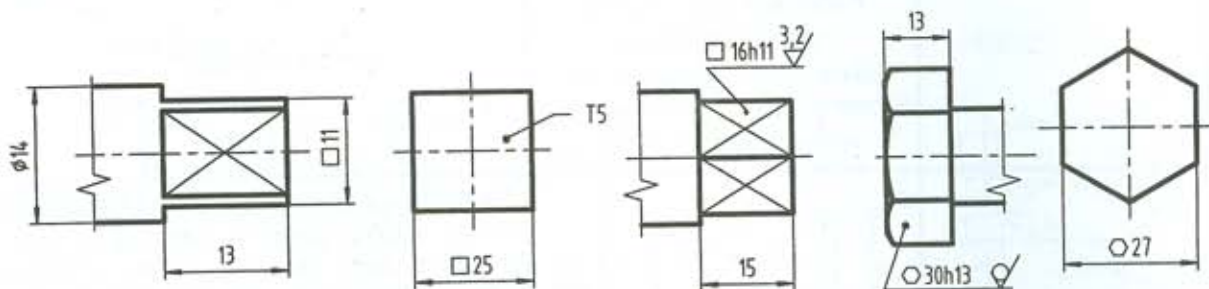
Vzniknou vysunutím určité rovinné křivky. Kótuje se tvar základny a výška



Obr. 5.20

■ Hranoly

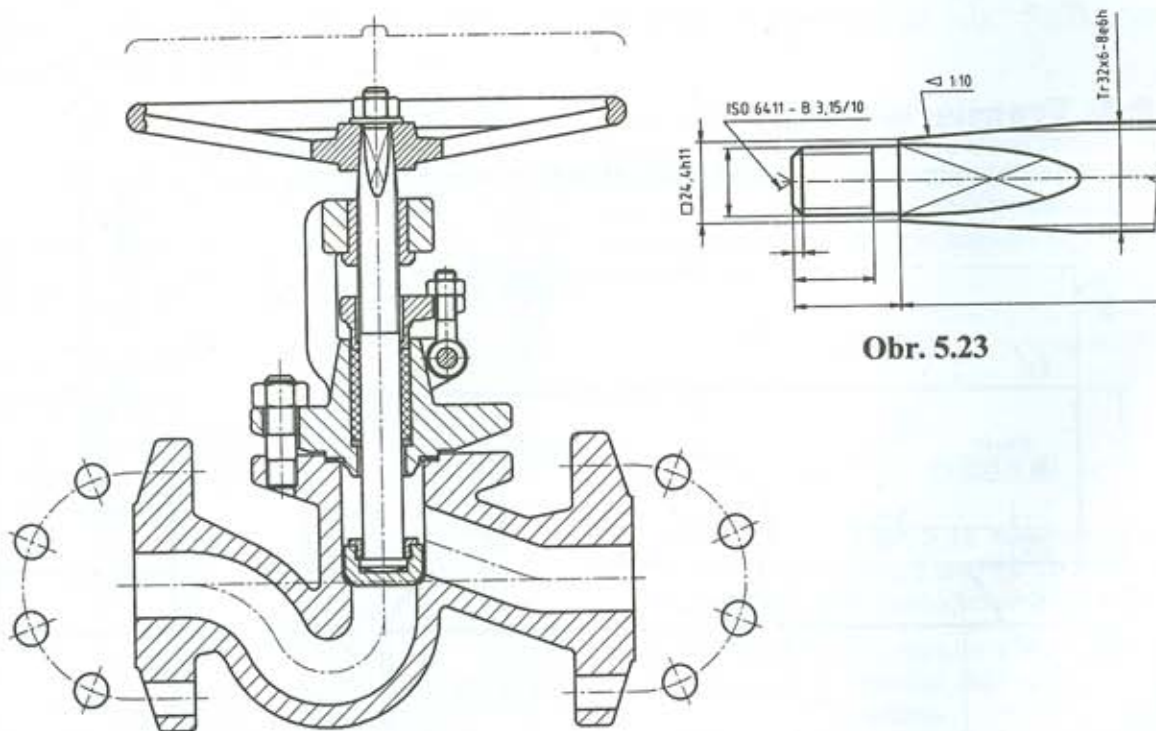
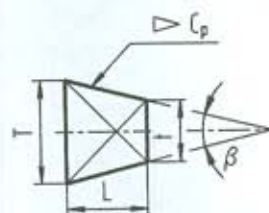
Pravidelné čtyřboké a šestiboké hranoly (čtyřhrany a šestihrany) se kótují vzdáleností dvou rovnoběžných bočních ploch s předřazenou značkou (čtyřúhelník, nebo šestiúhelník) a výškou viz obrázek 5.21.



Obr. 5.21

5.2.2 Jehlan

Pokud jehlan tvoří funkční plochu (obr. 5.22) kótuje se jehlanovitostí $C_p = (T-t)/L = 2\text{tg}(\beta/2)$ a dvěma dalšími kótami - viz obr. 5.23. Značka jehlanovitosti musí být stejnohlá s kótovanou plochou a kreslí se čarou stejné tloušťky jako popis.

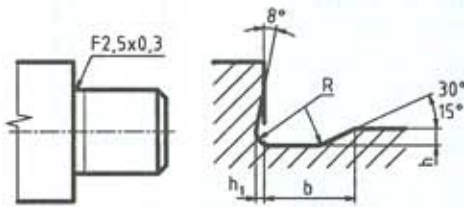


Obr. 5.22

Obr. 5.23

5.3 Zobrazování a kótování normalizovaných prvků

Normalizované prvky se většinou **zobrazují zjednodušeně a kótují parametricky** (závity, drážky za závitem, zápichy, vroubkování, rýhování, středící důlky, drážkování, atd.).



Např. zápich (VN1 ČSN 01 4960) dle obr. 5.30 se zobrazí pouze tenkou čarou, okótuje se F2,5x0,3, kde *F* značí tvar zápichu a parametry *b*=2,5, *h*=0,3 určují všechny ostatní rozměry. *F* (t.j. ČSN 01 4960) je vlastně jakousi funkcí, která proměnným *b*, *h* přiřazuje proměnné *h*₁, *R*, konstanty 8°, (15°- 30°) a tvar drážky.

obr. 5.30

■ Středící důlek [ČSN EN ISO 6411, ČSN 01 4916, ČSN 01 4917]

Funkce: umožňuje upnutí součásti na obráběcím stroji mezi hroty (důlek na obou koncích), nebo opření druhého čela do hrotu (štíhlá součást je na jedné straně upnuta do sklíčidla a na druhé opřena v hrotu - vyšší tuhost). Upnutí mezi hroty zajišťuje shodné upnutí dané součásti na více obráběcích strojích (soustruh - bruska - stroj na výrobu ozubení - atd.) a tím zlepšuje dosaženou geometrickou přesnost (např. sousost jednotlivých, na různých strojích obráběných, válcových ploch).



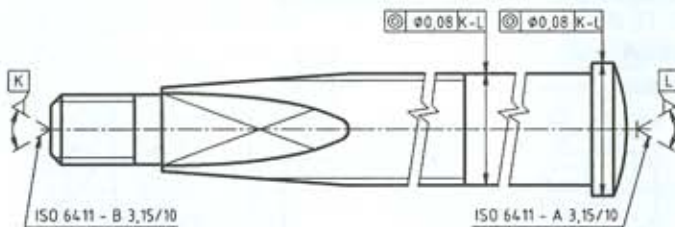
Zobrazení: středící důlek se **neprokresluje**. Znázorní se pouze značkou



Kótování: ISO 6411 – B 2,5 / 8

Největší průměr kužele zahloubení
průměr nejmenší válcové plochy
typ (tvar) středícího důlku (A, B, nebo R)

C 1,6 ČSN 01 4915
ČSN 01 4915 středící důlek s vrcholovým úhlem 60° - norma již neplatí - nahrazena ČSN EN ISO 6411
ČSN 01 4916 středící důlek s vrcholovým úhlem 90°
ČSN 01 4917 středící důlek se závitem
průměr nejmenší válcové plochy, nebo velikost závitu
tvar středícího důlku (A, B, C, R, AM, nebo BM)



Obr 5.31 Na obrázku vřetene (viz sestava - obr. 5.22) je vlevo použit středící důlek tvaru *B* velikosti *d*=3,15 mm podle ČSN 01 4915 (VN1 Středící důlky s vrcholovým úhlem 60°), který musí po dokončení výroby součásti zůstat zachován. Osa kuželové části s vrcholovým úhlem 60° tohoto důlku je základnou *K*. Vpravo je středící důlek *A* velikosti 3,15 mm, který nesmí po dokončení výroby součásti zůstat zachován (protože jsou předepsány sousosti dvou válcových ploch vřetene k ose určené základnami *K* a *L* musí se nejdříve obrobit tyto

válcové plochy (obrabí se v hrotech) a nakonec pravý středící důlek upíchnout a obrobit kouli. Tento důlek nesmí na součásti zůstat, protože kulová plocha v tomto místě přenáší na kuželku uzavírací sílu a důlek by neumožňoval správnou funkci - viz obr. 5.22).

■ Rýhování a vroubkování [VN1 - ČSN 01 4930, ČSN 01 4931, ČSN 01 4932]

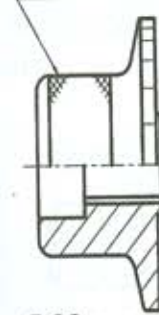
Funkce: používá se převážně na plochách, za které se ručně uchopuje nějaká součást (aby povrch v ruce neklouzal).

Zobrazení: při ručním kreslení se znázorní pouze v okolí obrysových hran vymezujících rýhovanou, či vroubkovanou plochu. V CAD je efektivnější zobrazit v celé ploše.

Kótování: RÝHOVÁNÍ 0,8 ČSN 01 4930rýhování přímé
 VROUBKOVÁNÍ 0,5 ČSN 01 4931 . . . vroubkování pravouhlé
 VROUBKOVÁNÍ 0,6 ČSN 01 4932 . . . vroubkování kosoúhlé

└ rozteč t viz VN1

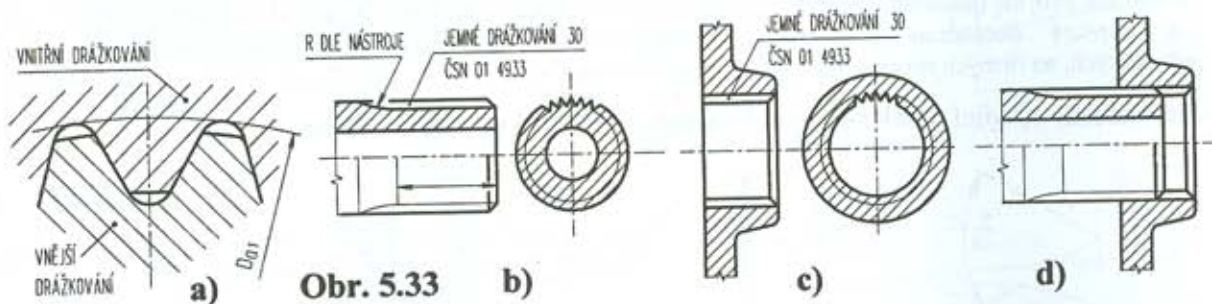
VROUBKOVÁNÍ 12 ČSN 01 4932



Obr. 5.32 Ruční kolečko z obr. 5.6 umožňuje ruční pohon šnekové převodovky posuvu křížového stolu soustruhu.

■ Jemné drážkování [VN3 - ČSN 01 4933]

Funkce: přenos točivého momentu z hřídele na náboj s malým radiálním nárokem na prostor (na rozdíl od použití pera). Neumožňuje geometricky přesné uložení náboje na hřídeli. Např. připojení různých nožních, či ručních pák k hřídelům (uložení automobilového volantu). Náboj lze vzhledem k hřídeli pootočit o libovolný počet drážek.



Obr. 5.33

Zobrazení: k jednoznačnému zobrazení a okótování postačuje jeden obraz (pohled ve směru osy není nutný) - obr. 5.33 b, c, d.

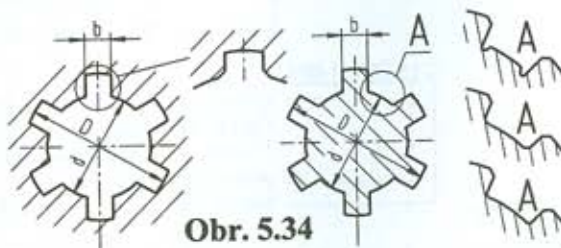
Kótování: JEMNÉ DRÁŽKOVÁNÍ 40 ČSN 01 4933

└ parametr odpovídající přibližně průměru D_{01} (obr. 5.33a)

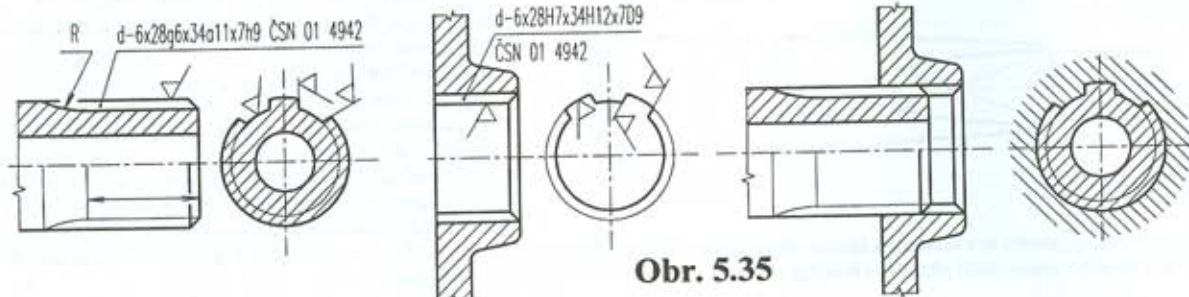
■ Drážkování rovnoboké [VN3 - ČSN 01 4940 až ČSN 01 4949]

Funkce: přenos točivého momentu z hřídele. Uložení posuvné (vícestupňové převodovky) i nehybné.

Zobrazení: není-li jakost povrchu boků drážek shodná s převládající drsností předepsanou v pravém horním rohu výkresu, je nutno nakreslit dva obrazy (obr. 5.35).



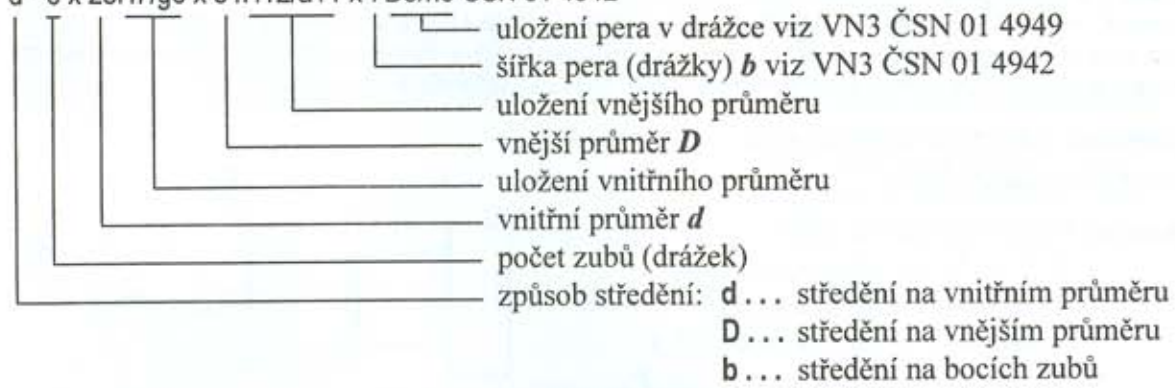
Obr. 5.34



Obr. 5.35

Kótování:

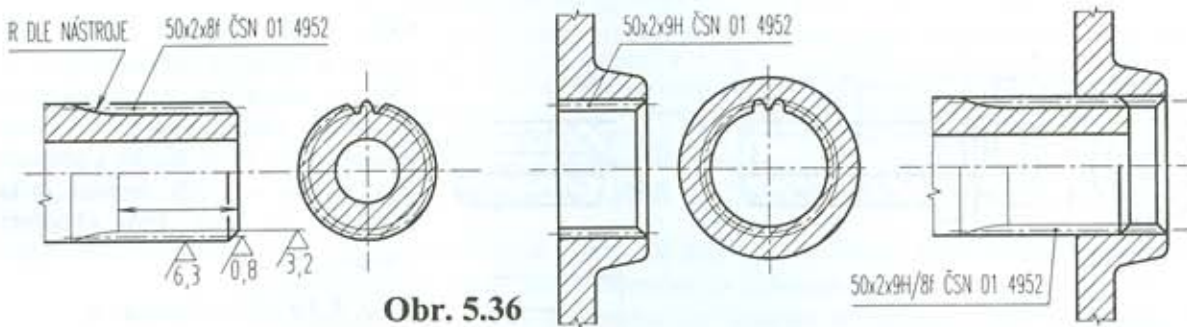
d - 6 x 28H7/g6 x 34H12/a11 x 7D9/h9 ČSN 01 4942



■ Evolventní drážkování [VN3 - ČSN 01 4952 až ČSN 01 4955]

Funkce: přenos točivého momentu z hřídele na náboj s malým radiálním nárokem na prostor (na rozdíl od použití pera).

Zobrazení: k jednoznačnému zobrazení a okótování postačuje jeden obraz (pohled ve směru osy není nutný).



Obr. 5.36

Kótování:

středění na vnější průměr	středění na vnitřní průměr	středění na bocích zubů
uložení přesuvných kol		pro nepřesouvateľná kola
Označení uložení		
50xH7/g6x2 ČSN 01 4952 modul m uložení středícího průměru D_f D	i 50xH7/g6x2 ČSN 01 4952 modul m uložení středícího průměru d_f d	50x2x9H/8f ČSN 01 4952 uložení boků zubů modul m D
Označení náboje		
50xH7x2 ČSN 01 4952	i 50xH7x2 ČSN 01 4952	50x2x9H ČSN 01 4952
Označení hřídele		
50xg6x2 ČSN 01 4952	i 50xg6x2 ČSN 01 4952	50x2x8f ČSN 01 4952

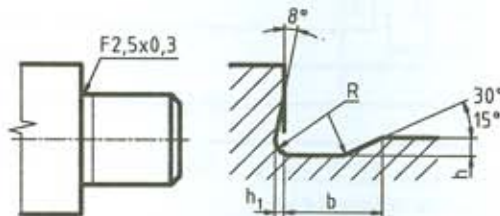
■ Zápichy [VN1 - ČSN 01 4960]

Funkce: technologická, nebo pevnostní. Technologická - při broušení se v místě styku dvou tvarově, rozměrově, nebo jakostí povrchu různých ploch nadměrně opotřebovává hrana brusného kotouče a odletující brusná zrna poškozují broušenou plochu. Proto se před broušením v tomto místě odstraní materiál součásti zhotovením zápichu. Pevnostní - vhodně zvolený zápich zlepšuje vrubovou houževnatost.

Zobrazení: Zápich se neprokresluje. Znázorní se pouze plnou tenkou čarou.

Kótování: F 2,5 x 0,3 ČSN 01 4960

hloubka zápichu
šířka zápichu
tvar zápichu (*D*, *E*
(např. obr. 5.20), *F*,
nebo *G*) - viz VN1 - ČSN 01 4960

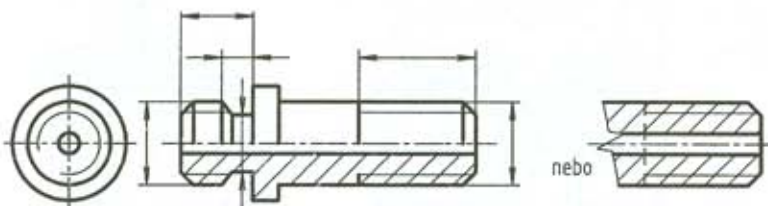


Obr. 5.37

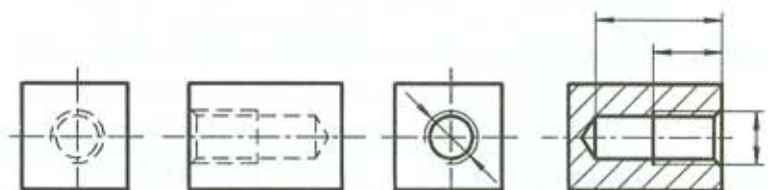
■ Závity [VN1]

Funkce: spojení součástí (šroubové spoje, závitová spojení) (M, UN, W, G, Rp, R, Rc, Rd, ...) mechanismus (převod rotačního pohybu na posuvný, nebo naopak) (Tr, S)

Zobrazení: závit se neprokresluje.



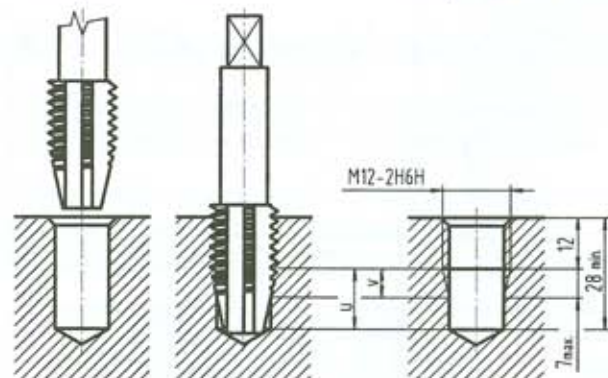
Obr. 5.38 - Vnější závit. Závit vpravo je ukončen výběhem, který se kreslí a kótuje jen v odůvodněných případech (např. výběh by mohl zasáhnout do oblasti těsnění a poškodit jej). Kótuje se vždy funkční délka závitu - viz levý závit ukončený drážkou.



Obr. 5.39 - Vnitřní závit.

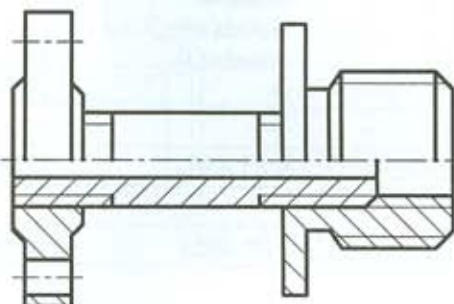
U závitu do slepé díry se kótuje pouze velikost závitu, funkční délka závitu a délka předvrtané díry (viz obr. 5.40).

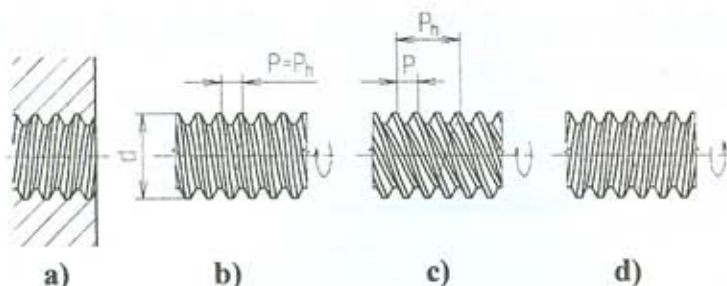
Pozn.: Při určování velikosti závitu měřením pomocí posuvky je nutno změnit malý průměr závitu D_1 [VN1 a norma příslušného závitu], rozteč P_h , stoupání P závitu a v příslušné rozměrové normě odečíst jmenovitou velikost závitu.



Obr. 5.40 - ČSN 02 1034 - výběh vnitřního metrického závitu [VN2 ČSN 02 1034]. Tato norma určuje o kolik musí být předvrtaná díra hlubší než je délka závitu (aby se při výrobě závitu nezlomil závitník).

Obr. 5.41 Závitové spojení Při zobrazování v řezu má šroub (čep, hřídel, ...) vždy přednost před maticí (dírou, nábojem, ...).





Obr. 5.42 Základní pojmy:

- d . . . jmenovitý průměr závitu
- P_n . . . stoupání závitu
- P . . . rozteč závitu
- a) . . . vnitřní závit jednochodý, pravý
- b) . . . vnější závit jednochodý, pravý
- c) . . . vnější závit trojchodý, pravý
- d) . . . vnější závit jednochodý, levý

Kótování:

□ **Metrický závit ISO** [ČSN 01 4014, až ČSN 01 4317]

M 100 x 6 (P2) LH - 4H5H/4g

uložení vnitřního závitu ve vnějším (šroubu v matici)
viz ČSN 01 4314 - uložení s vůlí
ČSN 01 4316 - uložení přechodné
ČSN 01 4317 - uložení s přesahem

levý závit (Left Hand) (u pravých závitů se nepředepisuje nic)
rozteč závitu (předepisuje se jen u vícechodých závitů)
viz ISO 261:1973

stoupání závitu (u závitů s hrubou roztečí se nepředepisuje)

!!! Pozn.: závity v rozsahu M1 až M70 mohou být buď s hrubým i jemným stoupáním (např. M12, M12x1,5; M12x1,25; M12x1; M12x0,75; M12x0,5), nebo pouze s jemným stoupáním (např. M35x1,5). Všechny závity větší než M70 jsou závity s jemným stoupáním (např. M100x6; M100x4; M100x3; M100x2; M100x1,5) (takže např.: závit s označením M12 má hrubé stoupání 1,75 mm, ale existují i závity s jemným stoupáním: M12x1,5; M12x1,25; M12x1; M12x0,75; M12x0,5. Neexistuje závit označený M40, ale existují M40x3; M40x2; M40x1,5

jmenovitý průměr závitu viz ISO 261:1973

např. M12-6H/6g znamená uložení s vůlí (g je v abecedě před H) viz ČSN 01 4314 (6H/6g je nejčastěji používané uložení); rozteč není předepsána \Rightarrow jednochodý závit; LH není předepsáno \Rightarrow pravý závit; stoupání není předepsáno \Rightarrow stoupání je totožné s hrubou roztečí dle ISO 261:1973 je 1,75 mm; jmenovitý rozměr je 12 mm; jedná se o metrický závit - písmeno M.

□ **Trubkový závit** [ISO 228:1982, ČSN 01 4034].

Funkce: trubkový závit plní současně dvě funkce: 1. spojení dvou součástí, 2. jejich utěsnění (pomocí těsnicího materiálu, nebo přímo závitem - vnější kuželový do vnitřního válcového, nebo naopak).

utěsnění $\left\{ \begin{array}{l} \text{pomocí těsnění (konopí, ...) . . . uložení G/G (např. G/G 1 1/2)} \\ \text{přímo závitem uložení Rp/R, G/R, nebo Rc/G (např. Rp/R 2)} \end{array} \right.$

G 4 1/2 . . . trubkový závit dle ISO 228:1982 [VN1] jmenovité světlosti DN=4,5 anglického palce (vnější i vnitřní) (DN=Diameter Nominal).

R 2 1/4 . . . trubkový závit kuželový vnější dle ČSN 01 4034 [VN1] jmenovité světlosti DN=2,25 anglického palce.

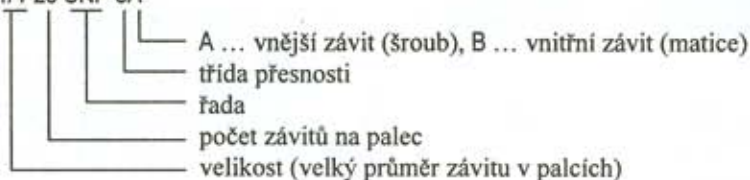
Rc 2 1/4 . . . trubkový závit kuželový vnitřní dle ČSN 01 4034 [VN1] jmenovité světlosti DN=2,25 anglického palce (Rc 2 1/4 LH . . . totéž, ale levý).

Rp 2 1/4 . . . trubkový závit válcový vnitřní dle ČSN 01 4034 [VN1] jmenovité světlosti DN=2,25 anglického palce.

□ **Palcový závit ISO** [ISO 263:1973, ISO 725:1978, ISO 5864:1978] ...UN, UNC, UNF, UNEF

UN ... závity s konstantními roztečemi; UNC ... s hrubou roztečí; UNF ... s jemnou roztečí; UNEF ... se zvláště jemnou roztečí

např. 1/4-28 UNF-3A



□ **Whitworthův závit** [ČSN 01 4030].

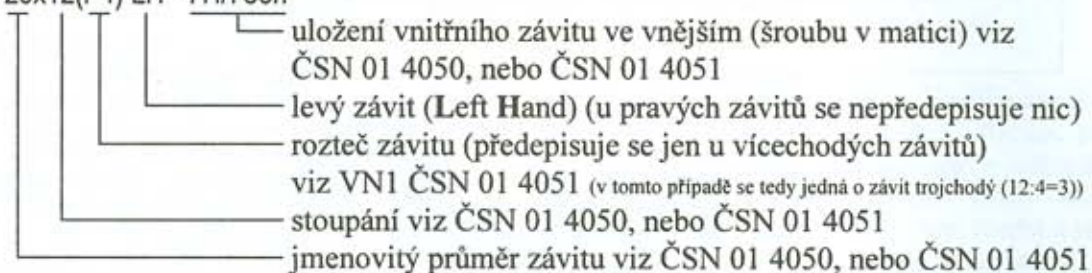
W 4 1/2 whitworthův závit s jmenovitým průměrem 4,5 anglického palce

W 2 1/4 LH . . . whitworthův závit s jmenovitým průměrem 2,25 anglického palce, levý

□ **Lichoběžníkový závit** [ČSN 01 4050, ČSN 01 4051].

Funkce: lichoběžníkový závit převádí rotační pohyb na pohyb posuvný (obr. 5.22, 5.23), nebo posuvný na rotační (je-li splněna podmínka, že třecí úhel je menší než úhel stoupání šroubovice závitu).

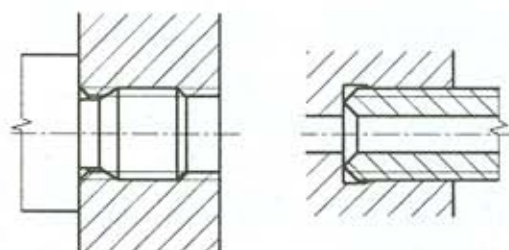
Tr 20x12(P4) LH - 7H/7e6h



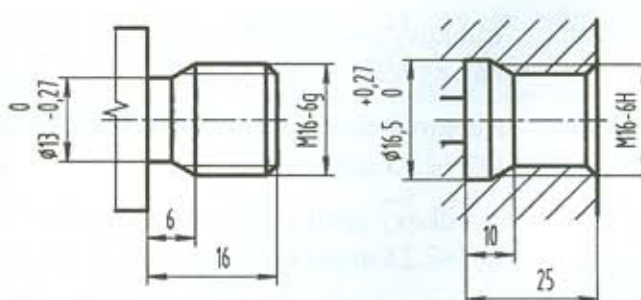
např. Tr 24x5 - 7H znamená označení vnitřního (velké H) lichoběžníkového (Tr) závitu s tolerancí středního průměru 7H a tolerancí malého průměru 4H (dáno ČSN 01 4050), pravého (není uvedeno LH), jednochodého (není uvedena rozteč), se stoupáním 5 a jmenovitým průměrem 24 mm.

■ **Drážky za závity** [ČSN ISO 4755]

Funkce: technologická, nebo konstrukční. **Technologická** - při řezání závitu nožem na obráběcím stroji se plného profilu závitu dosáhne obvykle až po odstranění několika třísek. Proto je nutno zajistit aby nůž na konci řezu mohl vyjet z materiálu tím, že se v tomto místě zhotoví drážka ⇒ 1. hloubka drážky musí být větší než hloubka závitu. 2. vzhledem k rozměrům tvarového nože na výrobu závitu je minimální šířka vnější drážky $g_2 \approx 3.P$, minimální šířka vnitřní drážky $G_2 \approx 4.P$. **Funkční** - vzhledem k tomu, že drážka odstraňuje oblast neúplného profilu na konci závitu je závit funkční až k čelní rovině na konci drážky na kterou je možno dotáhnout druhou, sešroubovanou, součást - viz obrázek 5. 45.



Obr. 5. 45



Obr. 5. 46

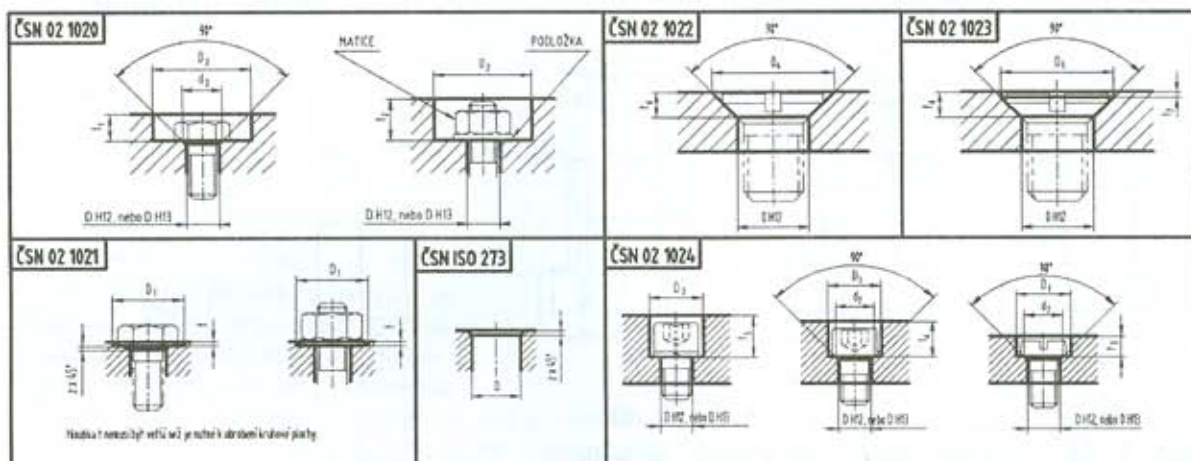
Zobrazení: drážka se neprokresluje.

Znáznorní se pouze zjednodušeně dle obrázku 5. 46

Kótování: dvěma kótami - viz obrázek 5. 46

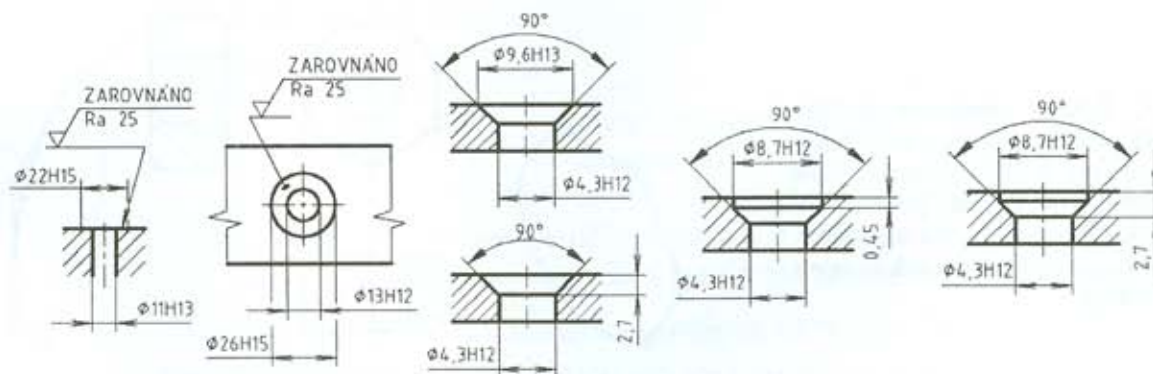
■ Díry a zahloubení pro šrouby [ČSN 01 1020 až ČSN 01 1024 a ČSN ISO 273]

Funkce: rozměry děr a zahloubení pro šrouby se volí podle těchto norem z důvodů lepší dostupnosti a nižší ceny normalizovaných nástrojů (vrtáků a záhlubníků).

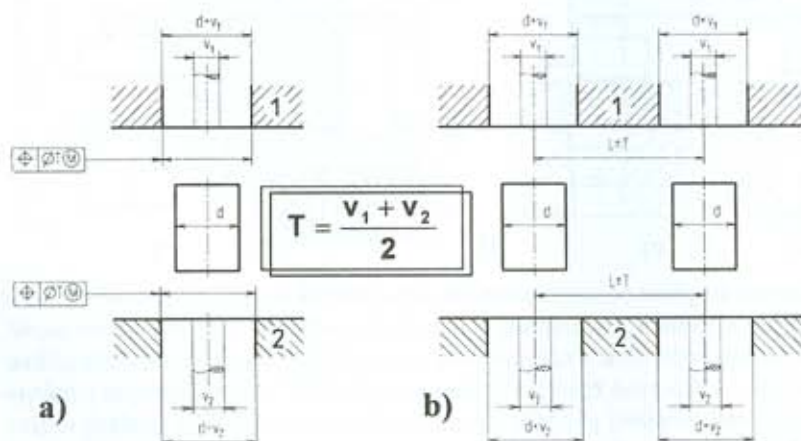


Obr. 5.47 Díry a zahloubení pro normalizované šrouby

Zobrazení a kótování: dle zásad zobrazování a kótování základních geometrických ploch. Například viz obrázky 5. 48, 5. 14, 5. 17, 5. 20.



Obr. 5.48 Příklady kótování děr pro šrouby



Obr. 5.49 Tolerování polohy děr. Vzorec je odvozen pro jmenovité rozměry děr a čepu (šroubu). Při uvažování tolerancí platí za předpokladu, že díry mají toleranční pole H a šroub h . Při jiných tolerancích se vůle v vypočte: $v = DMR_{díry} - HMR_d$ (t.j. musí se uvažovat minimální možná vůle mezi šroubem a dírou, daná maximem materiálu - nejmenší díra a největší šroub).

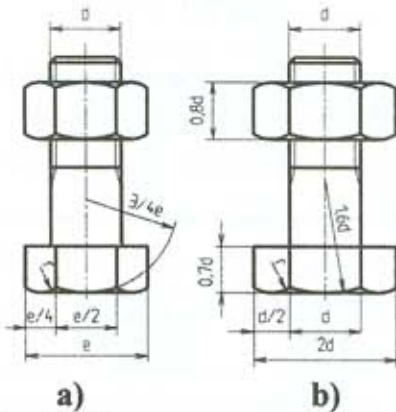
a) Tolerování polohy děr pomocí tolerance umístění (viz též kapitola 4.3.2). Příklady použití - viz obrázky 5. 14, 5. 17.

b) Tolerování polohy děr pomocí tolerance rozteče děr.

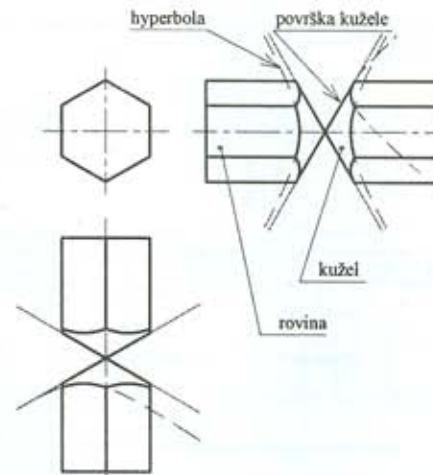
■ Šrouby a matice [ČSN 02 1101 až ČSN 02 1665]

Funkce: spojování, upínání, polohování (stavěcí šrouby) součástí.

Zobrazení: při ručním kreslení se šrouby a matice kreslí podle obrázku 5. 50. V CAD se vkládají z knihoven normalizovaných součástí.

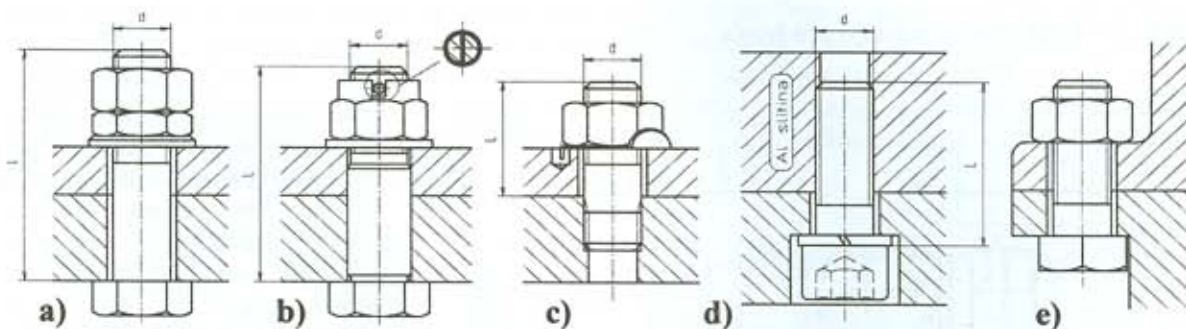
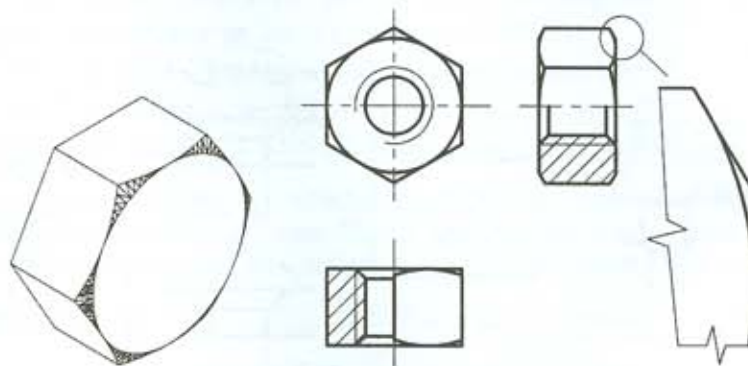


Obr. 5. 50 Zobrazení hlav šroubů a matic: a) podle skutečné velikosti - hrany šestihranu navazují přibližně na malý průměr závitu. b) přibližné - hrany navazují na velký průměr závitu. c) zjednodušené

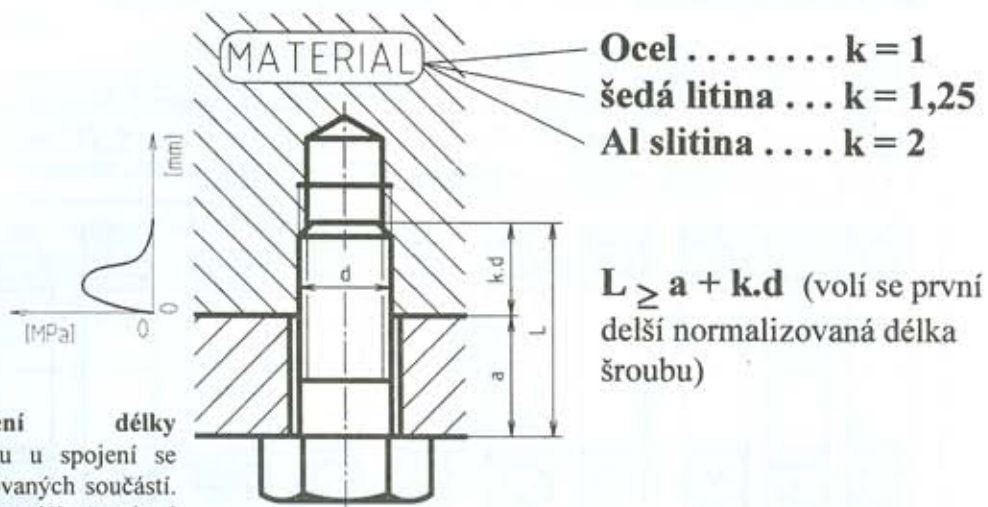


Obr. 5. 51 Průnik šestihranu a kužele (při kreslení šroubů a matic se hyperboly nahrazují oskulačními kružnicemi dle obrázku 5. 50)

Obr. 5.52 U šestihranných hlav šroubů a matic se výška sražení hrany volí tak, aby se čelní plocha dotýkala šestihranu (v čelním pohledu se kružnice - průnik kužele a roviny - dotýká šestiúhelníku - průnik kužele a šestihranu).



Obr. 5.53 Šroubová spojení: a) přesným šroubem se šestihrannou hlavou, podložkou pro šestihranné šrouby a matice, přesnou šestihrannou maticí nízkou a přesnou šestihrannou maticí (nízká matice je vespod - tahové napětí přenáší horní matice). b) lícovaným šroubem, podložkou a korunovou maticí zajištěnou proti povolení závlačkou (šroub sloučuje dvě funkce - kolíku a šroubu. V lícované části je přechodné uložení H7/n6). c) závrtným šroubem a přesnou šestihrannou maticí zajištěnou proti povolení podložkou s nosem (šroub je ve spodní součásti uložen přechodně (VN1 ČSN 01 4316), je zašroubován až nadoraz výběhu - aby únosnost závitového spoje odpovídala pevnosti šroubu samotného a aby při demontáži nedošlo k povolení v tomto místě, ale v místě matice - uložené s vůlí (-6H/6g). Po dotažení se podložka, zapadající nosem do předem vyvrtané díry, přehne k matici. d) šroubem s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem (inbus šroub) zašroubovaným přímo do jedné ze spojovaných součástí, pojištěným pružnou podložkou. e) vyjimečné zobrazení hlavy šroubu v nárožní poloze - šroub je umístěn těsně ke svislé ploše z důvodu nedostatku místa, nebo aby se při utahování nemohl protáčet.



Obr. 5.54 Určení délky

normalizovaného šroubu u spojení se závitem v jedné ze spojovaných součástí. Vzhledem k pružnosti materiálu šroubu i součástí do které je šroub zašroubován nemá smysl volit větší délku zašroubování, než je uvedeno na obrázku (převážnou část zatižení přenášejí první závity - viz graf znázorňující závislost napětí v jednotlivých závitech na vzdálenosti závitu od čela součásti. Prodloužení šroubu tudíž pouze prodlužuje montáž, zvyšuje cenu a v extrémních případech může vést díky tření v závitech k překroucení šroubu aniž by došlo ke stažení spojovaných součástí.

Kótování: 1. Šrouby a matice dle ČSN dosud neharmonizovaných s EN, nebo ISO

MATICE M12 ČSN 02 1413.25

ŠROUB M12x50 ČSN 02 1143.25

povrchová úprava - ČSN 02 1005

materiál - ČSN 02 1010

šroub s válcovou hlavou a vnitřním šestihranem

délka šroubu $L = 50 \text{ mm}$ - viz obr. 5. 53 a 5. 54

šroub s metrickým závitem pro $d = 12 \text{ mm}$

2. Šrouby a matice dle ČSN již harmonizovaných s EN, nebo ISO

ŠROUB SE ŠESTIHRANNOU HLAVOU ISO 4014 - M12 x 80 - 8.8

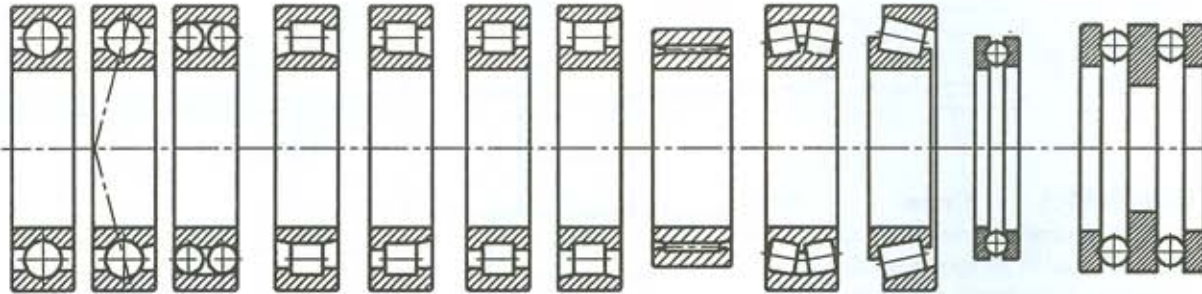
ŠESTIHRANNÁ MATICE ISO 4032 - M16 - 12

mechanické vlastnosti

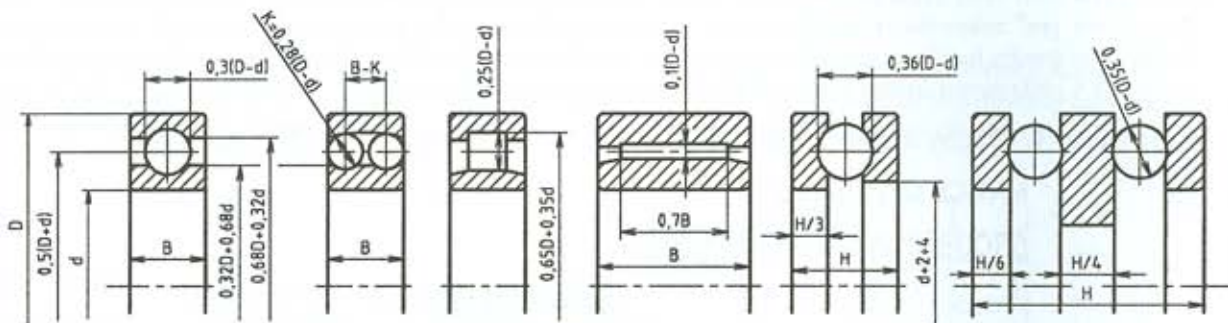
■ Valivá ložiska [VN5 - ČSN 02 46XX, ČSN 02 47XX]

Funkce: rotační uložení hřídelů, nebo nábojů s minimálním třením

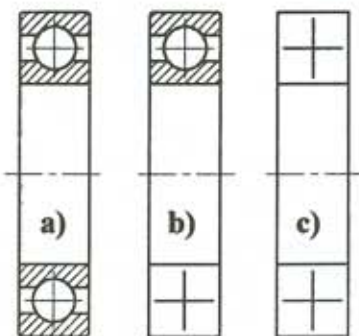
Zobrazení: při ručním kreslení se ložiska zobrazují zjednodušeně (nekreslí se klece a další podrobnosti) podle obrázků 5.55 a 5.56, schematicky - obr. 5.57, nebo smíšeně - obr. 5.57. V CAD se vkládají z knihoven normalizovaných součástí.



Obr. 5.55

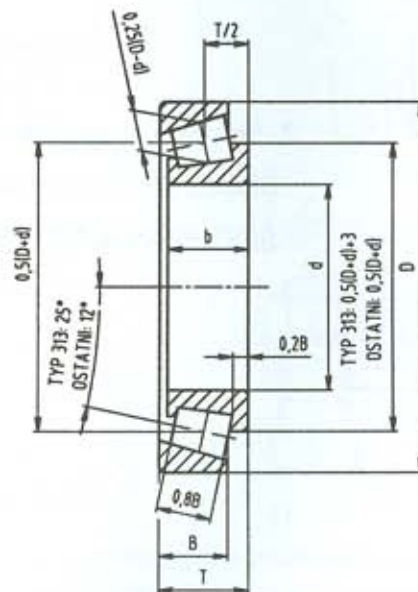


Obr. 5.56



Obr. 5.57 Zobrazení:

a) zjednodušené b) smíšené
c) schematické (není vhodné pro použití na návrhovém výkrese)

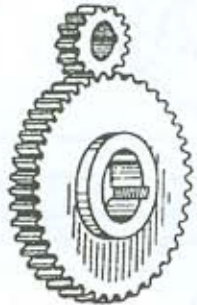

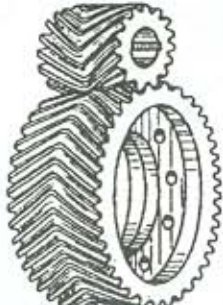






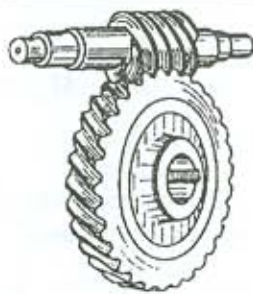



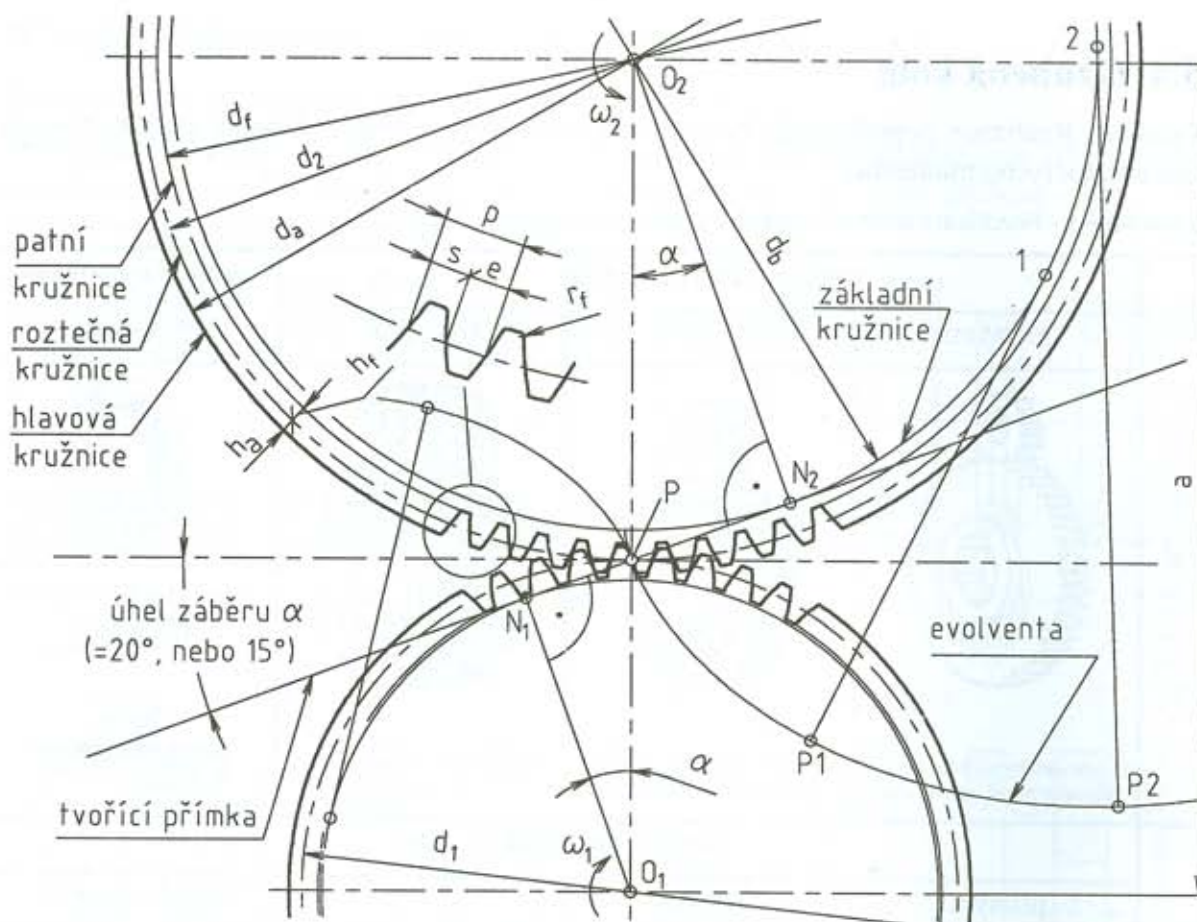
Kótování: dle příslušné normy

5.4 Ozubená kola

Funkce: Realizace neprokluzujícího převodu mezi dvěma hřídeli (změna otáček, smyslu otáčení, točivého momentu).

Tabulka 5.1 - Rozdělení ozubených soukolí dle polohy os a tvaru ozubení

osy rovnoběžné	soukolí válcová se zuby			soukolí s vnitřním ozubením
	přímými	šikmými	šípovými	
				
	geometricky nejjednodušší, nejméně pevné, nejhluchnější	pevnější, tišší chod, vyvozují axiální síly na ložiska	pevné, tiché, ruší axiální síly, dražší	soukolí s ozubeným hřebenem 
osy různoběžné	soukolí kuželová se zuby			
	přímými	šikmými		zakřivenými
			menší citlivost na výrobní nepřesnosti, klidnější, tišší chod, vyšší pevnost a trvanlivost ozubení, nákladná výroba - jed noučelové stroje	
nejběžnější pro méně náročné převody, neklidný chod, hluchnost, levnější výroba				
osy mimoběžné	soukolí šroubová válcová	soukolí šneková	soukolí šroubová kuželová (hypoidní)	
				



Obr 5.71 Evolventní ozubení s přímými zuby

Základní pojmy nekorigovaného evolventního ozubení s přímými zuby:

převodový poměr i je stejný jako kdyby se po sobě odvalovaly dva válce o průměru d_2 a d_1 :

$$i = \frac{\pi \cdot d_2}{\pi \cdot d_1} = \frac{p \cdot z_2}{p \cdot z_1} = \frac{\pi \cdot m \cdot z_2}{\pi \cdot m \cdot z_1} \Rightarrow d = m \cdot z$$

,kde zubová rozteč p je délka kruhového oblouku mezi dvěma sousedními zuby měřená na roztečné kružnici. Modul ozubení m je definován ze vztahu $p = \pi m$, všechny rozměry ozubení jsou úměrné modulu, modul má rozměr [mm] a je normalizován - viz Tabulka 5.2. Boky zubů jsou části evolvent ohraničené shora hlavovou kružnicí $d_a = d + 2 \cdot h_a = d + 2 \cdot m$ a zdola patní kružnicí $d_f = d - 2 \cdot h_f = d - 2 \cdot 5 \cdot m$. Tloušťka zubu a šířka zubové mezery na roztečné kružnici je $s = e = p/2$. Evolventy vytváří bod P tvořící přímky odvalující se po základních kružnicích. Základní kružnice má průměr $d_b = d \cdot \cos \alpha$ - viz pravoúhlý trojúhelník PN_2O_2 , resp. PN_1O_1 . Úhel záběru α je obvykle 20° .

$$i = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{M_{t2}}{M_{t1} \cdot \eta}, \text{ kde:}$$

ω ... úhlová rychlost [rad/s]

n ... otáčky kola [1/s]

d ... roztečný průměr [mm]

p ... zubová rozteč [mm]

z ... počet zubů

m ... modul ozubení

M_t ... točivý moment [Nm]

η ... mechanická účinnost

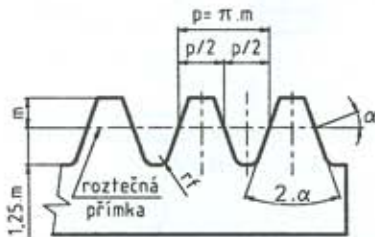
1 ... parametr hnacího kola

2 ... parametr hnaného kola.

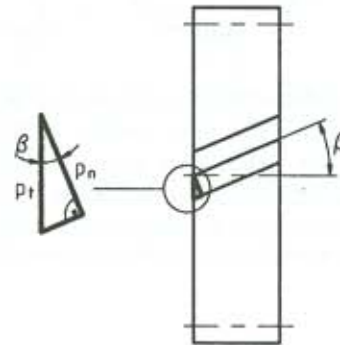
Zvětšením základní kružnice do nekonečna se evolventa boku zubu stane přímkou - obr. 5.72

Tabulka 5.2

Normalizované moduly - výběr hodnot [mm]	
1. řada (přednostní)	0,1 0,15 0,2 0,25 0,3 0,4 0,5 0,6 0,8 1 1,25 1,5 2 2,5 3 4 5 6 8 10 12 16 20 25 32 40 50
2. řada	0,14 0,18 0,22 0,28 0,35 0,45 0,55 0,7 0,9 1,125 1,375 1,75 2,25 2,75 3,5 4,5 5,5 7 9 11 14 18 22 28 36 45 55



Obr 5.72 Základní profil je základním tvarem nástroje pro výrobu ozubených kol (obrážením)



Obr 5.73 Ozubené kolo se šikmými zuby

Pro nekorigované evolventní ozubení se šikmými zuby - viz. obr. 5.73 platí:

$$i = \frac{\pi \cdot d_2}{\pi \cdot d_1} = \frac{p_t \cdot z_2}{p_t \cdot z_1} = \frac{\pi \cdot m_t \cdot z_2}{\pi \cdot m_t \cdot z_1} \Rightarrow d = m_t \cdot z, \quad p_t = \pi m_t$$

$$m_n = m_t \cdot \cos \beta$$

$$d_a = d + 2 \cdot h_a = d + 2 \cdot m_n$$

$$d_f = d - 2 \cdot h_f = d - 2,5 \cdot m_n$$

$$d_b = d \cdot \cos \alpha$$

β - úhel sklonu šroubovice boku zubů měřený na roztečném válci (pozn.: na hlavovém válci naměříte úhel stoupání boku zubů menší, což plyne z faktu, že stoupání šroubovice (výška nakloněné roviny) musí být stejné na hlavovém i roztečném válci),

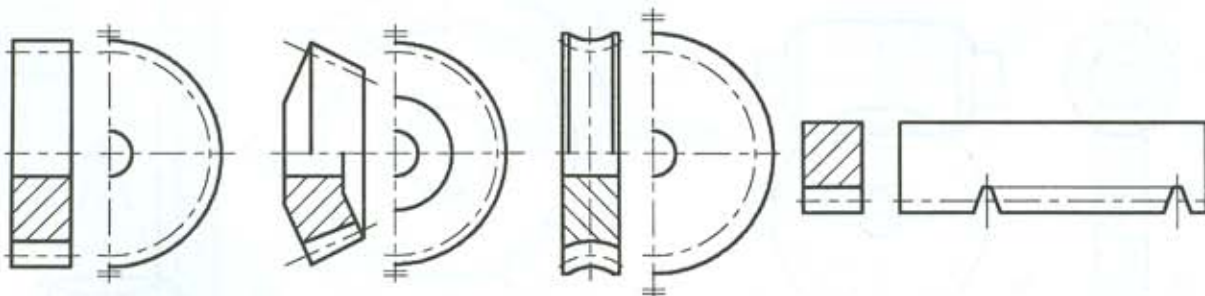
p_t - čelní rozteč - je zubová rozteč měřená v čelní rovině ozubeného kola,

p_n - normální rozteč - je zubová rozteč měřená v normální rovině ozubeného kola (kolmo na boky zubů),

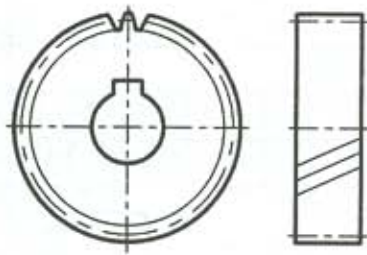
m_t - čelní modul,

m_n - normální modul - je normalizovaný - viz Tabulka 5.2,

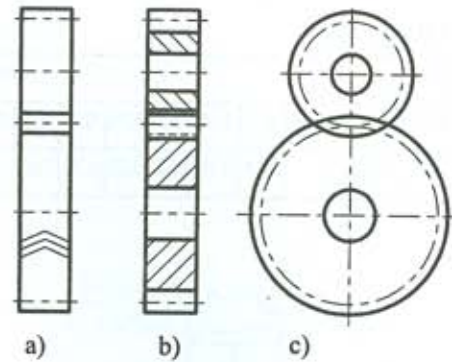
Zobrazení ozubených kol:



Obr. 5.74 hlavové plochy se kreslí souvislou tlustou čarou, roztečné čerchovanou tenkou, patní se v pohledu obvykle nezobrazují (pokud ano, tak souvislou tenkou čarou).



Obr. 5.75 Tvar zubů se prokresluje pouze v nezbytných případech - např. je-li nutno dodržet polohu ozubení vůči drážce pro pero (profil boku se může nahradit oskulační kružnicí). Sklon zubů se znázorňuje v pohledu třemi souvislými tenkými čarami odpovídajícího tvaru a směru (zde se jedná o ozubení s šikmými zuby tvořícími levotočivou šroubovici).

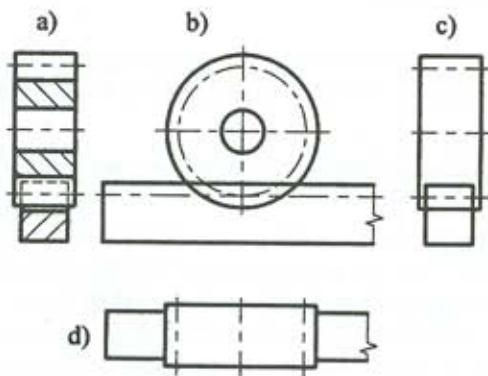


Obr. 5.76 Zobrazení čelních ozubených kol na sestavě.

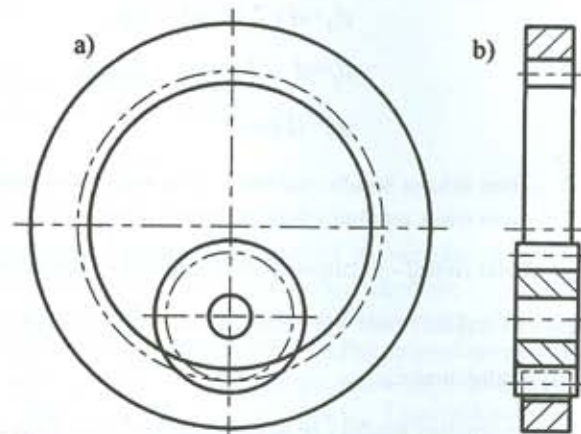
V místě záběru se dvojice ozubených kol zobrazuje tak, že žádné kolo není částečně zakryto druhým kolem (obr. 5.76 a), obr. 5.76 c), obr. 5.77 b), obr. 5.77 c), obr. 5.78 a), obr. 5.79 b)), kromě následujících dvou případů, kdy:

- 1) jedno z ozubených kol, které je celé umístěno před druhým kolem stále zakrývá jeho část (obr. 5.80 a), obr. 5.81 a), obr. 5.81 b), obr. 5.81 c));
- 2) obě ozubená kola jsou nakreslena v osovém řezu, přičemž se předpokládá, že jedno libovolně zvolené kolo je částečně zakryto druhým (obr. 5.76 b), obr. 5.77 a), obr. 5.78 b), obr. 5.79 a), obr. 5.80 b)).

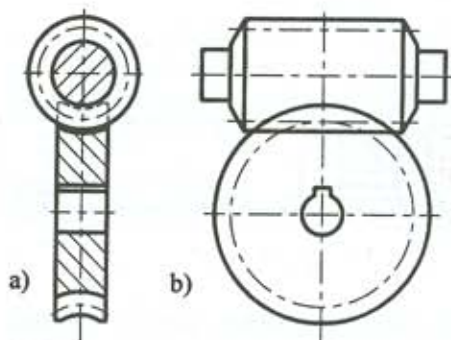
V těchto dvou případech nemusí být zakryté obrysové hrany znázorňovány, jestliže to není podstatné z hlediska srozumitelnosti výkresu (obr. 5.80 a), obr. 5.81 a), obr. 5.81 b), obr. 5.81 c)).



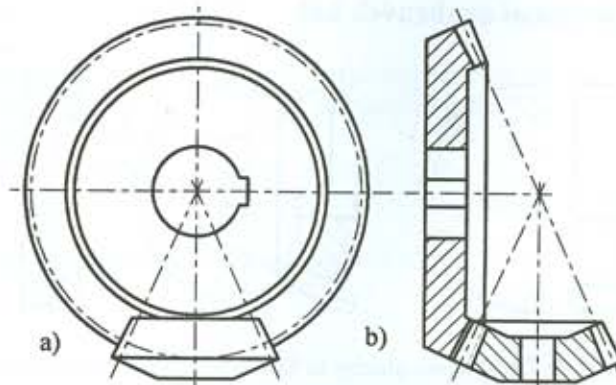
Obr. 5.77 Záběr pastorku s hřebemem



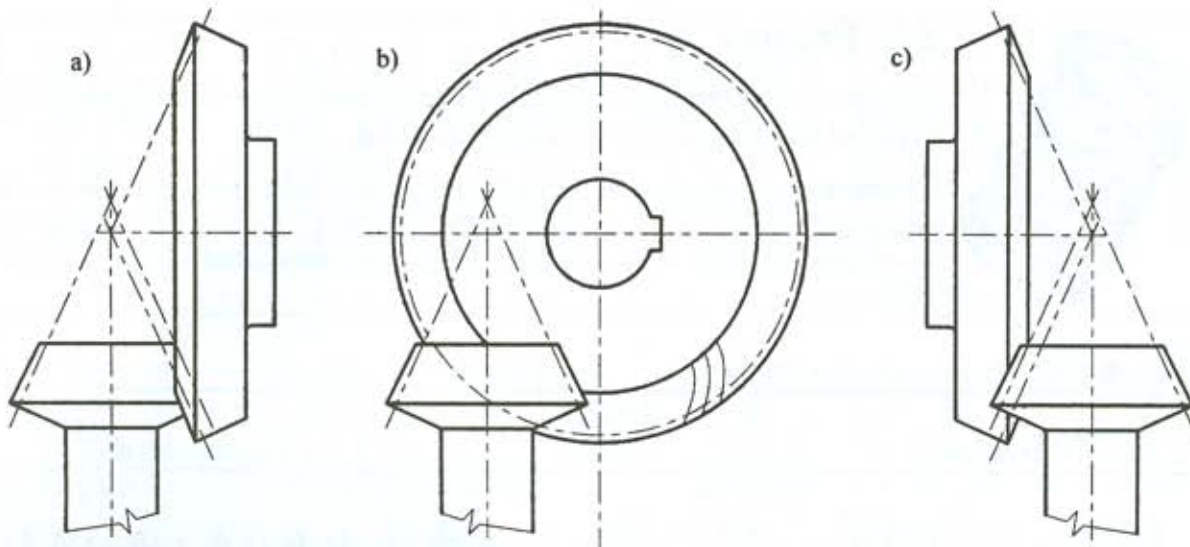
Obr. 5.78 Záběr čelních ozubených kol s vnitřním ozubením



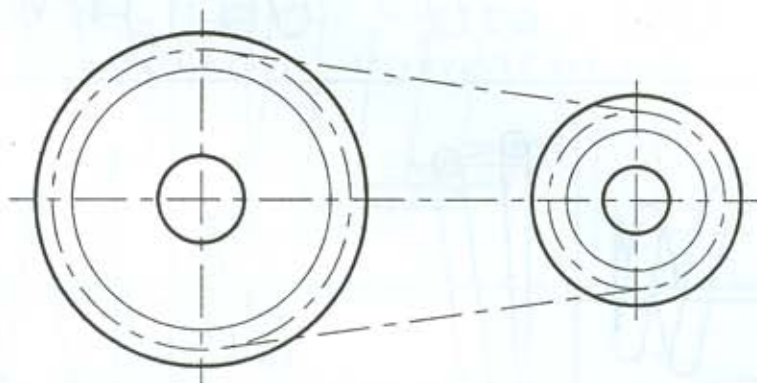
Obr. 5.79 Záběr šneku a šnekového kola



Obr. 5.80 Záběr kuželových ozubených kol

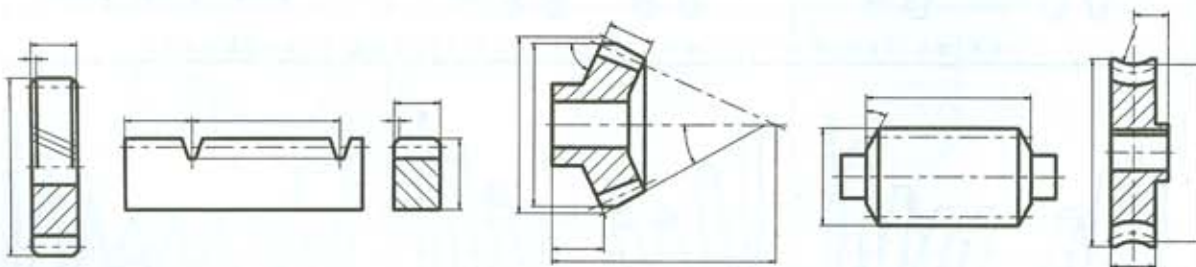


Obr. 5.81 Hypoidní soukolí



Obr. 5.82 Řetězový převod

Kótování ozubených kol: kótují se pouze rozměry určující tvar, velikost a polohu ploch před výrobou vlastního ozubení. Ostatní údaje potřebné pro výrobu ozubení jsou uvedeny v doplňkové tabulce ozubení, která je umístěna u pravého horního rohu výkresu - viz obr. 2.1 a obr. 6.1.



Obr. 5.83 Kótování ozubených kol

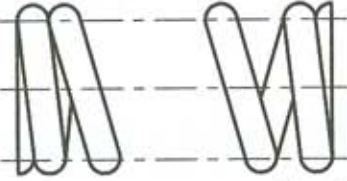
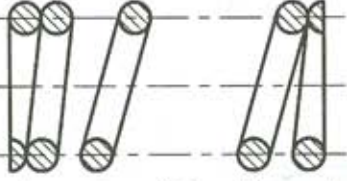
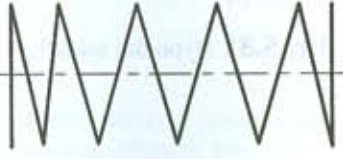
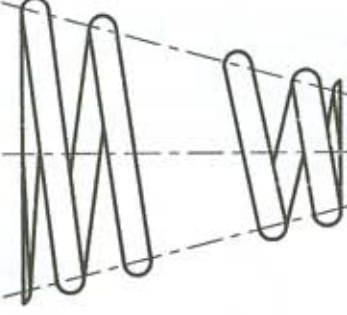
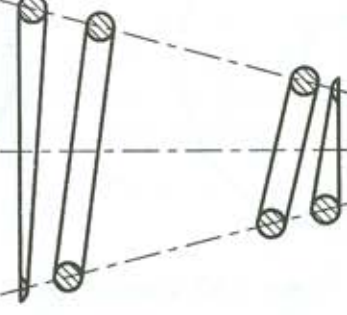
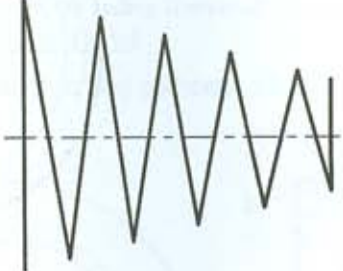
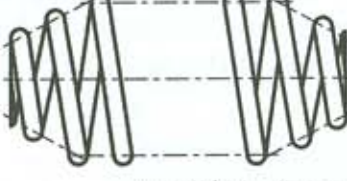

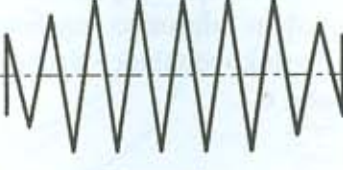
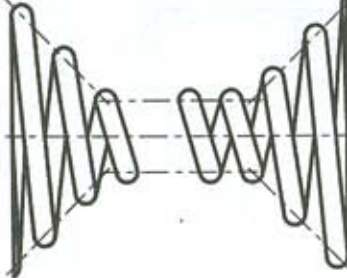
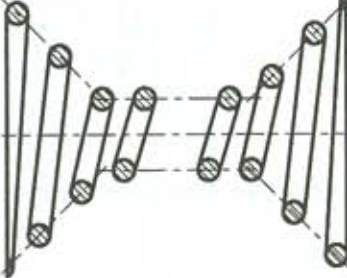
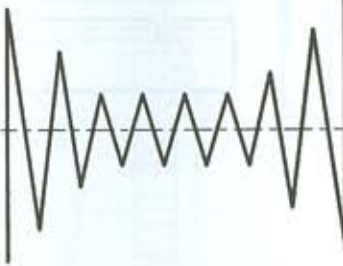


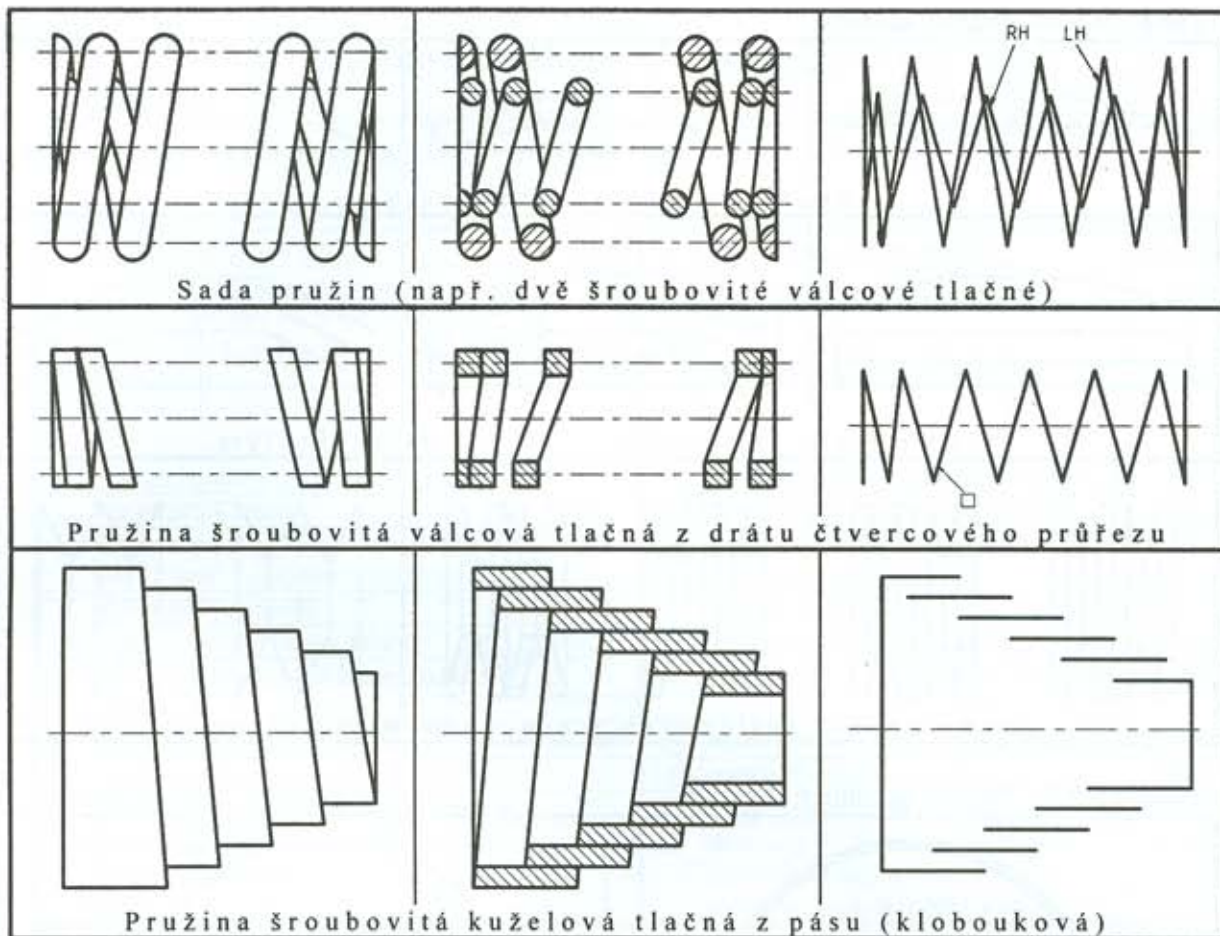
5.5 Pružiny

Funkce: odpružení pohybujících se hmot (snížení dynamických rázů), zajištění trvalého dotyku dvou a více součástí

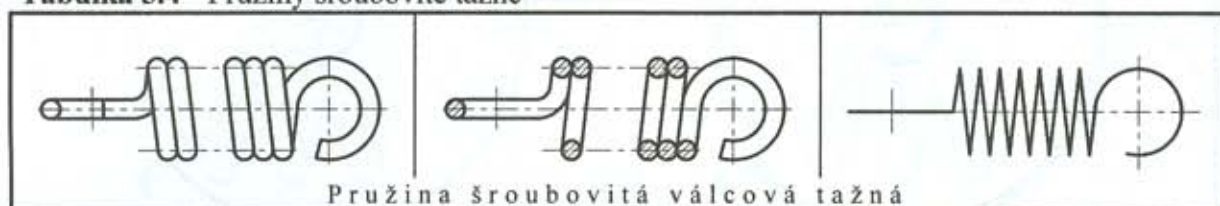
Zobrazení: pružiny se zobrazují v pohledu, v řezu, nebo na výkresech sestavení i schematicky [ČSN EN ISO 2162-1]. U schematického zobrazení je vhodné připojit označení smyslu stoupání šroubovice a tvar průřezu, neboť ze zobrazení nejsou patrné.

Tabulka 5.3 - Pružiny šroubovitě tlačné

v pohledu	Zobrazení v řezu	zjednodušené
		
Pružina šroubovitá válcová tlačná		
		
Pružina šroubovitá kuželová tlačná		
		
Pružina šroubovitá dvojkuželová tlačná (soudková)		
		
Pružina šroubovitá dvojkuželová tlačná (vydutá)		



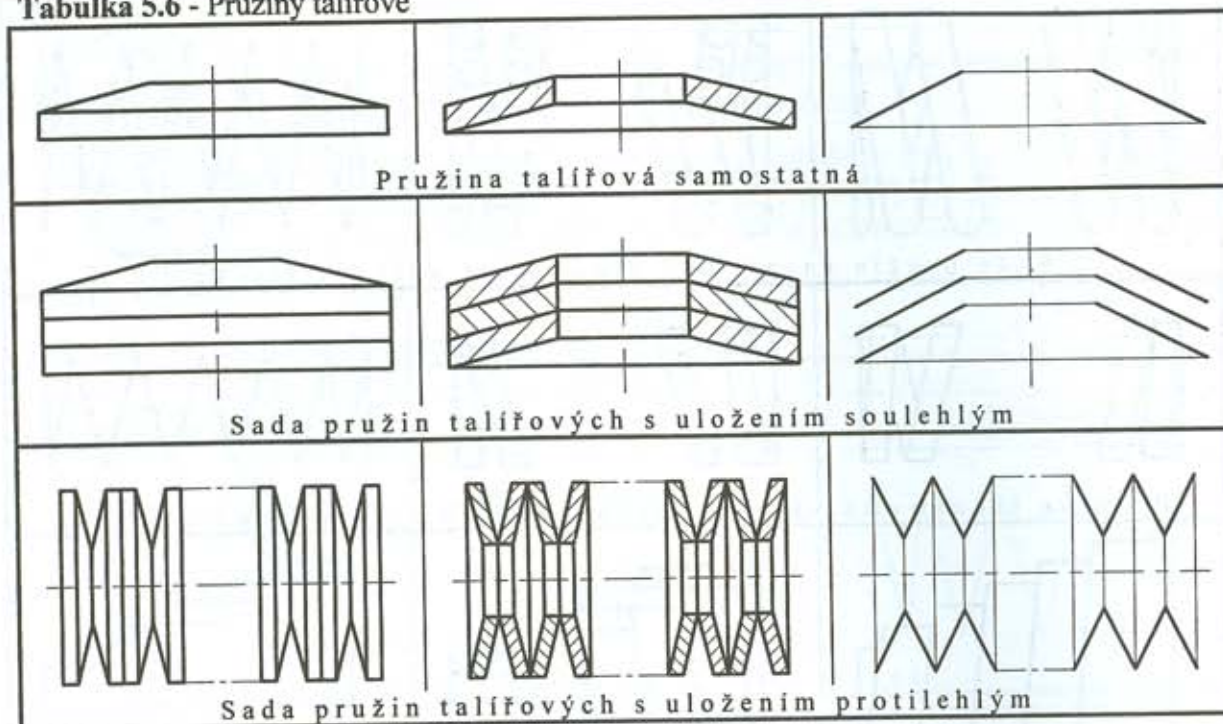
Tabulka 5.4 - Pružiny šroubovitě tažné



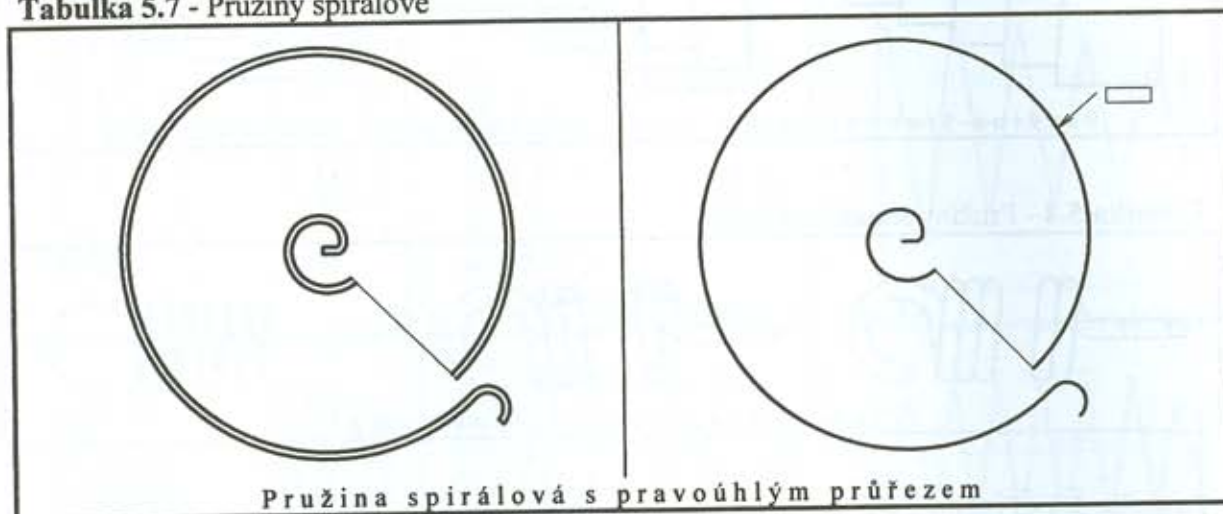
Tabulka 5.5 - Pružiny zkrutné a torzní tyče



Tabulka 5.6 - Pružiny talířové



Tabulka 5.7 - Pružiny spirálové



Tabulka 5.8 - Pružiny listové



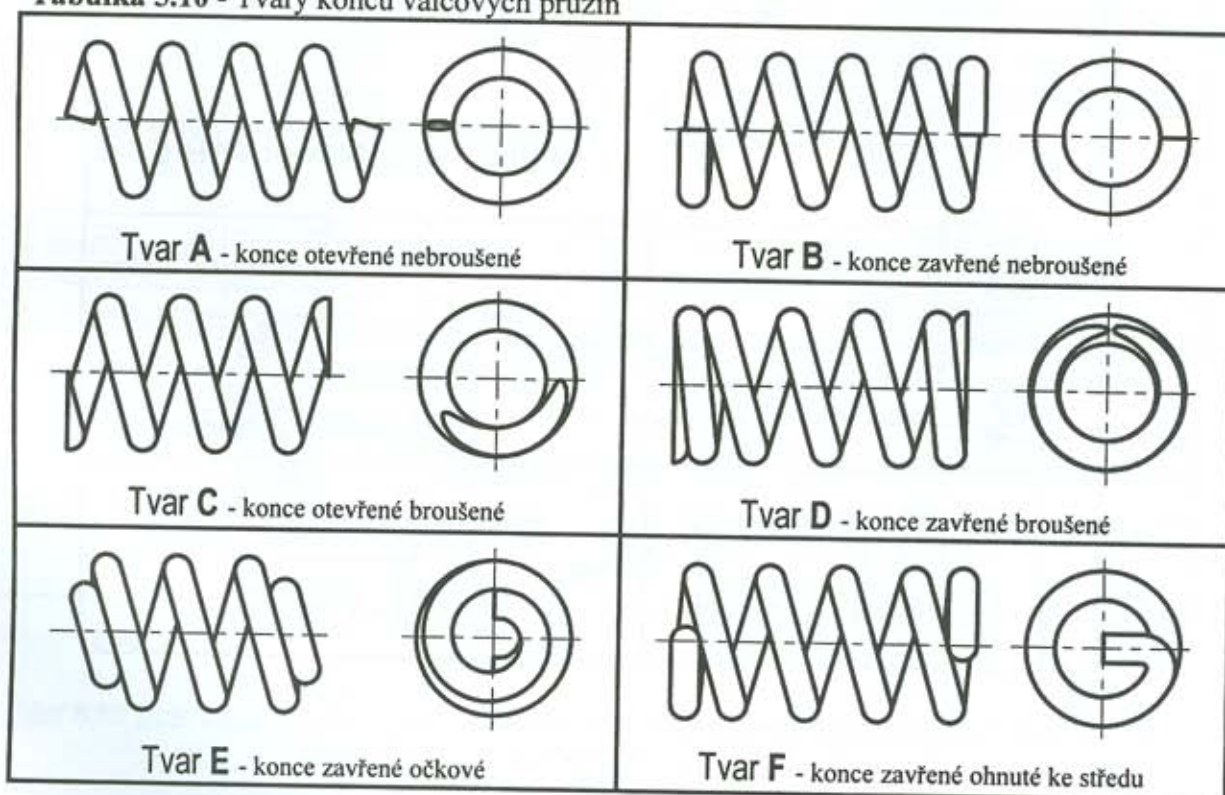
5.5.1 Pružiny šroubovité válcové tlačné [ČSN EN ISO 2162-2]

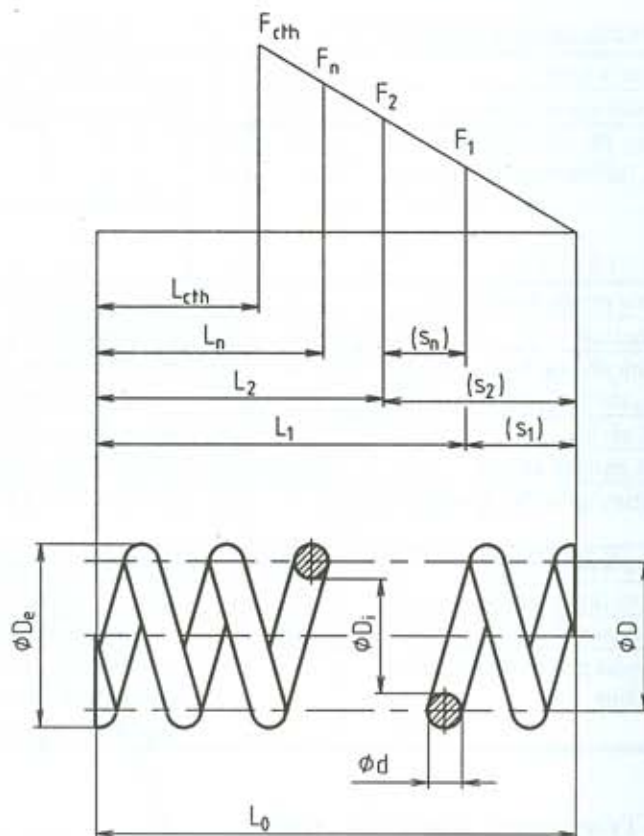
Technická výrobní dokumentace pružiny je provedena formou dvoustránkového formuláře oboustranného, nebo dvojlistového - viz obr. 5.91 a 5.92.

Tabulka 5.9 - Parametry a značky:

E	modul pružnosti v tahu	N/mm ²	G	modul pružnosti ve smyku	N/mm ²
f _e	vlastní frekvence (oba konce pevné)	Hz	f	frekvence zatížení	Hz
F ₁ , F ₂ , . . F _x	zatížení pružiny při délce pružiny L ₁ , L ₂ , . . . , L _x (při referenční teplotě 20°C)	N	L ₁ , L ₂ , . . L _x	délka pružiny při zatížení F ₁ , F ₂ , . . . , F _x	mm
F _n	zatížení pružiny při zkušební délce L _n	N	F _{ctb}	teoretické zatížení pružiny při délce L _c	N
L ₀	volná délka pružiny	mm	L _c	délka pružiny při dosednutí závitů	mm
F _{2/0}	zatížení pružiny při jiné teplotě než 20°C, např. F ₂ zatížení pružiny při 0°C	N	L _n	nejmenší možná zkušební délka pružiny pro zatížení F _n	mm
n	počet činných závitů		n _t	celkový počet závitů	
R _s	statická tuhost pružiny axiální	N/mm	R _r	statická tuhost pružiny radiální	N/mm
φC	boční síla pružiny způsobená axiální silou	N	s _h	pracovní zdvih mezi dvěma zatíženími	mm
τ _x	napětí v krutu při zatížení F _x	N/mm ²	τ _{kh}	napětí v krutu (korigované) při stlačení s _h	N/mm ²
T	pracovní teplota (minimum/maximum)	°C	1/R _s	statická poddajnost pružiny axiální	(N/mm) ⁻¹
t	životnost, nebo trvanlivost při zkoušení	h	1/R _r	statická poddajnost pružiny radiální	(N/mm) ⁻¹
N	požadovaný počet pracovních cyklů do poškození pružiny		δF	dovolený úbytek napětí při daném počátečním napětí (normální napětí τ ₂), teplotě a době trvání	N/mm ²

Tabulka 5.10 - Tvary konců válcových pružin





KONCE PRUŽINY: TVAR C

MATERIÁL: 12 090.0							
POLOTOVAR: KR 2,24-400 ČSN 42 6450.50							
PROČITÁNÍ: [ISO E] NEOZNAMENÁ DĚLNOST: Ra							
TOLEROVÁNÍ PODLE ISO 8015: NE							
PŘESNOST ISO 2768 - mK		INDEX		ZMĚNA		DATUM	
Podpis	Datum	Podpis	Datum	HMOTNOST 0,019 kg		MĚŘITKO	
NVŘHL		STATK				NENÍ	
KRESLIL	STUDENT	2000-06-31	NORM. REF.			Č. SVITKU	
SKUPINÁŘ		PŘEZK		SESTAVA 06-03-4561-00		KUSOVNIK 06-03-4561-K	
TECHNOL.		SCHWÄUL		STARÝ V.			

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STROJNÍ

NÁZEV

PRUŽINA

TP:

ČÍSLO VÝKRESU

06-03-4561-09

LIST: 1/2

Obr 5.91 Přední strana (nebo list 1) formuláře (výkresu) válcové tlačné pružiny

d		mm	F_1	\pm	N	S_h		mm
D		mm	L_1		mm	τ_{kh}		N/mm ²
D_e	\pm	mm	τ_1		N/mm ²	k		—
D_i	\pm	mm	τ_{k1}		N/mm ²	N	\geq	—
L_0	\pm	mm	F_2	\pm	N	δ_F	\leq	N/mm ²
n		—	L_2		mm	f_e		Hz
n_t		—	τ_2		N/mm ²	R_s		N/mm ²
L_c		mm	τ_{k2}		N/mm ²	t		h
F_{cth}		N	F_n		N	T 1)	/	°C
τ_c		N/mm ²	L_n		mm			
			τ_n		N/mm ²			
			τ_{kn}		N/mm ²			

Smysl vlnití šroubovice	LH	<input type="checkbox"/> 2)
	RH	<input type="checkbox"/>
Frekvence zatížení f	statické	<input type="checkbox"/>
	dynamické (časově omezené)	<input type="checkbox"/>
	dynamické (časově neomezené)	<input type="checkbox"/>
Materiál	G:	MPa
	E:	MPa
Povrch	tažený	<input type="checkbox"/>
	válcovaný	<input type="checkbox"/>
	obrobený	<input type="checkbox"/>
	kuličkový (zpevněný)	<input type="checkbox"/>
	zbavený otřepů: -vnitř -vně	<input type="checkbox"/>
Povrchová ochrana		
Předpětí		

Přizpůsobení pružiny	
Dané požadavky	Dovolené úchytky 3)
<input type="checkbox"/> Zatížení F_1 odpovídající délce pružiny L_1 a tuhosti R_s	L_0, d, n_t
<input type="checkbox"/> Dvě zatížení F_1 / F_2 a odpovídající délky L_1 / L_2	L_0, d, n_t
<input type="checkbox"/> Délka nestlačené pružiny s tuhostí R_s	d, n_t
<input type="checkbox"/> Zatížení F_1 a zatížení odpovídající stlačení pružiny	L_0
<input type="checkbox"/> Zatížení F_1 , délka pružiny ve stavu předpruženém o délce nestlačené pružiny L_1	d, n_t nebo n_t, D_c, D_i

Ostatní detaily, např. jiné povrchové úpravy nebo úchytky

1) minimum/maximum

2) označte požadované provedení

3) soupis parametrů může být alternativně upřesněn při objednávce

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE FAKULTA STROJNÍ	NÁZEV:	PRUŽINA	TYP:
	ČÍSLO VYKRESU:	06-03-4561-09	
			LIST: 2

Obr 5.92 Zadní strana (nebo list 2) formuláře (výkresu) válcové tlačné pružiny (jedná-li se o formulářovou formu není nutná identifikační část popisového pole)

5.6 Svařované spoje

■ Základní pojmy

Volba svařované konstrukce vychází z funkce a technologických požadavků. Na konstrukci mají vliv i výrobní možnosti a sériovost výroby.

Při rozhodování o provedení konstrukce má vliv optimální výrobní postup a přístupnost všech svarů. Svarek je nejčastěji svařen z jednoduchých dílů. Všechny důležité a funkční plochy (ozubení, díry a čela nábojů, díry pro šrouby, drážky pro pera aj.) se obrábějí až po svaření a případném vyžihání k odstranění vnitřního pnutí svarku. Drsnost povrchu ploch je třeba volit podle funkce.

Pro svarky se doporučuje používat materiály se zaručenou nebo podmíněně zaručenou svařitelností. Dále je volba materiálu pro svarky závislá na způsobu svařování, druhu elektrody a na požadavcích na mechanické vlastnosti svaru.

■ Druhy svarů

Podle vzájemné polohy svařovaných součástí a podle tvaru průřezu svaru se při svařování používají svary tupé, lemové, koutové, děrové a žlábkové.

Tupé svary - jsou umístěny ve stykové spáře spojovaných součástí.

Tupé svary poloviční - vhodné pro spoje, kdy lze provést úpravu svarové plochy jen na jedné části, např. při opravách apod.

Lemové svary - svařování tenkých plechů ($s \leq 3\text{mm}$), tenkých drátů apod. Svar vzniká roztavením lemových okrajů plechů.

Koutové svary - spojování součástí k sobě skloněných (obvykle kolmých) a pro spoje přeplátované. Svařované součásti se pro svařování zvláště neupravují a přikládají se na sebe těsně, popř. s vůlí. Podle polohy svaru vzhledem ke směru působící síly se rozeznávají svary čelní, boční a šikmé. Pro běžně staticky zatížené koutové svary se používá svar plochý, pro svary dynamicky zatížené je vhodnější svar vydutý, protože přechází plynuleji do základního materiálu spojovaných součástí a jeho vrubový účinek je menší. Přesto jsou koutové svary mnohem citlivější na dynamické namáhání než svary tupé. U převýšeného svaru je větší spotřeba svarového kovu, aniž by se tím zvýšila jeho pevnost; proto se zpravidla používá jen jako svar rohový. Nemusí-li být spoj těsný, je možno použít svar přerušovaný, vytvořený jednotlivými dílčími svary délky l a s roztečí e , které se u oboustranného svaru umístí buď proti sobě nebo se vzájemně vystřídají. Výhodou přerušovaného svaru je úspora svarového kovu a práce svařeče, nevýhodou je nebezpečí koroze, zejména u svarů na které působí povětrnostní vlivy.

Děrové a žlábkové svary - používají se při spojení na sebe položených plochých součástí. nejsou vhodné pro přenášení velkých sil a nehodí se pro dynamická zatížení. Spoj se vytvoří svarem na stěnách kruhových nebo oválových děr a ve stykové ploše přilehlé součástí. Díry a žlábkové menších rozměrů se mohou zcela vyplnit svarovým kovem. Dokonalejší provedení svarů umožňují šikmé stěny děr.

■ Nepříznivé důsledky svařování

Nestejným ohřátím základního materiálu v okolí svaru a smršťováním roztaveného svarového kovu vznikají ve svaru vnitřní pnutí a deformace. Jejich velikost závisí především na přivedeném teple a na průřezu svaru i svařovaných součástí. U svarů V se vlivem většího smrštění v širší části svaru spojované součásti po svaření deformují. Oboustranný svar V je z hlediska deformací a vnitřních pnutí výhodnější než jednostranný svar V, neboť se při chlazení rovnoměrněji smršťuje a způsobí tak pouze zkrácení svarku. Jednostranný koutový svar je vzhledem k deformacím nevhodný. Při svařování plechů tupým svarem vzniká ve svaru podélné i příčné smrštění. Příčné smrštění způsobuje přiblížování součástí, které je úměrné šířce a rozvětvení svaru; lze jej zmenšit přerušovanými svary nebo zajištěním vzájemné polohy částí před svařováním krátkými stehovými svary.

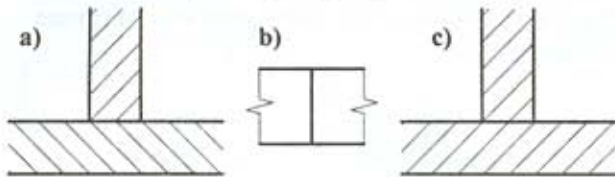
■ Eliminace nepříznivých důsledků svařování

Vnitřní pnutí a deformace svarků lze částečně omezit konstrukčními a mechanickými úpravami a úpravou svaru.

Konstrukční úpravy - počet svarů má být co nejmenší; svary se mají umísťovat souměrně podle směru působící síly a nemají se umísťovat v nejvíce namáhaných průřezích; na témže místě se nemá pokud možno hromadit větší počet svarů. U složitějších svarků se deformace podstatně zmenší, svařují-li se nejdříve menší celky (podskupiny) a z nich se postupně sestavuje celá konstrukce.

Mechanické úpravy - ve svařovaných částech vyvolat vhodným zatížením konstrukce předpětí, popř. deformace opačného smyslu, než jaké jsou předpokládány účinky svařování.

Úprava svaru - průřez a délku svaru volit co nejmenší a přednostně volit svary, u nichž je napětí rozloženo rovnoměrněji. Doporučuje se předepsat vhodné pořadí zhotovení svarů a vhodný směr svařování.

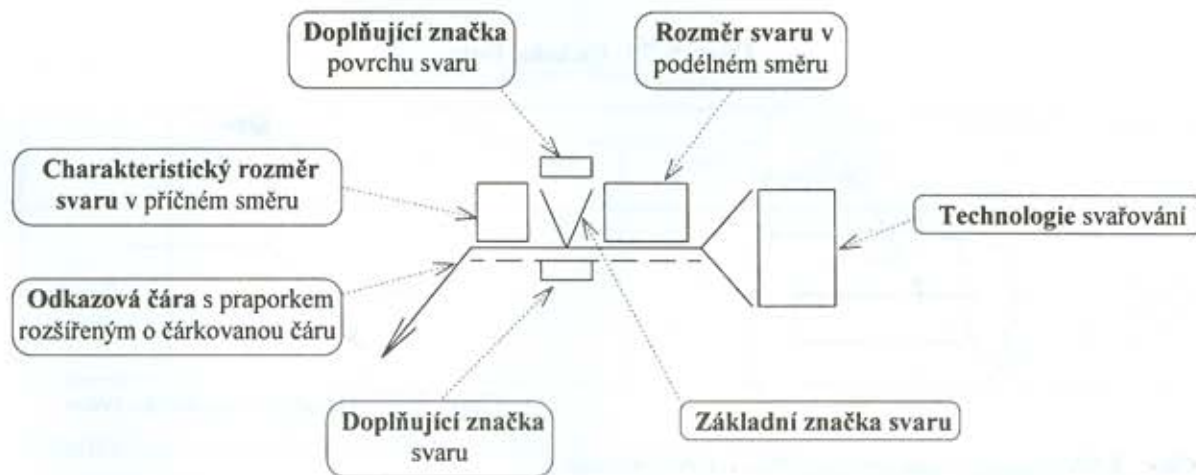


Obr. 5.71 ■ Zobrazení svarů:

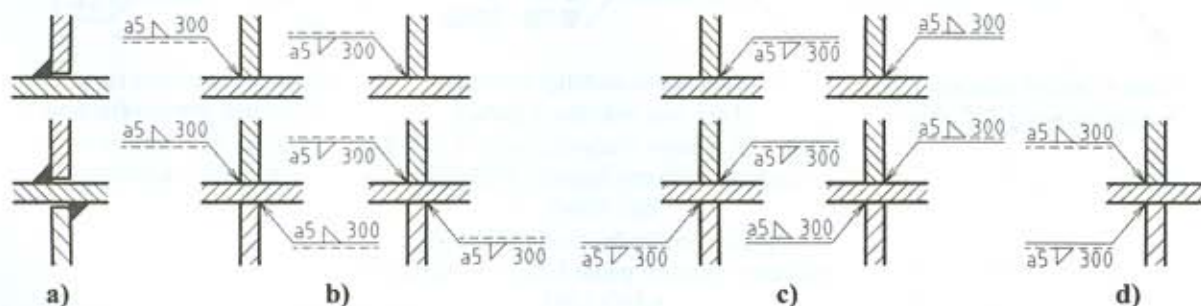
a), b) místa styku svařovaných součástí se na výrobních výkresech kreslí tlustou souvislou čarou (svarový materiál se na výkresy nekreslí).

c) kreslení svařence na sestavě, kde je celý svařenec jedinou položkou (pozicí).

■ Označování svařovaných spojů (ISO 2553:1992)



Obr. 5.72 Označení svaru na výkrese

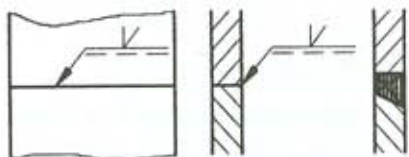


Obr. 5.73 Umístění značky svaru:

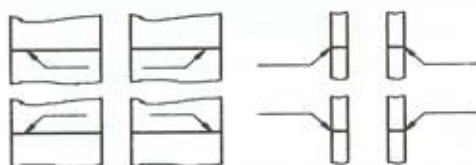
- požadované umístění svaru
- je-li označení svaru vzhledem k praporku odkazové čáry na opačné straně než čárkovaná čára, je svar zhotoven v místě šipky
- je-li označení svaru na čárkované čáře, není svar zhotoven v místě šipky, ale „zezadu“
- všechny uvedené způsoby zápisu jsou rovnocenné



Obr. 5.74 Umístění značek, je-li svar souměrný (čárkovaná čára se nekreslí)

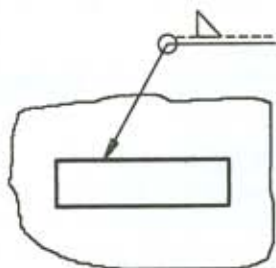


Je-li u svaru upravena jedna ze stykových ploch, směřuje šipka odkazové čáry vždy proti této upravené (zkosené) ploše

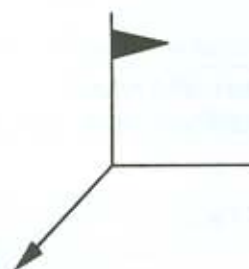


Není-li žádná ze stykových ploch svaru upravena nebo jsou-li obě upraveny stejně, není umístění šipky rozhodující

Obr. 5.75 Umístění šipky



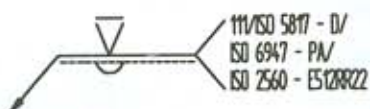
Obr. 5.76 Označení svaru provedeného po celém obvodu



Obr. 5.77 Označení montážního svaru



číslo označuje technologii svařování podle ISO 4063



další údaje se oddělují lomítkem
údaje jsou uváděny v pořadí:
- číslo technologie svařování podle ISO 4063
- požadavky kontroly podle ISO 5817 a ISO 10042
- poloha svařování podle ISO 6947
- přídatný materiál podle ISO 544, ISO 2560 a ISO 3581



údaje o technologii lze umístit v blízkosti popisového pole a odkaz na ně připojit v rámečku k vidlici za praporečkem

Obr. 5.78 Označení technologie spojení (svařování) ve vidlici na konci praporečku. Je-li technologie pro všechny svary označené na daném výkrese shodná, vidlice s označením se nedělá a technologie se uvede nad popisovým polem.

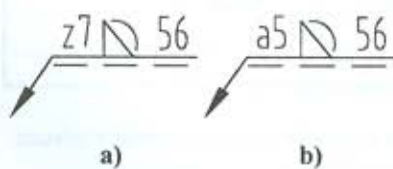
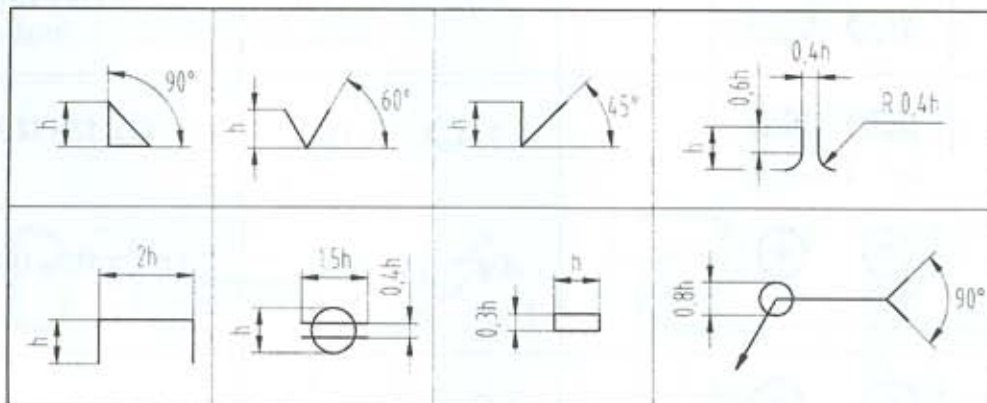
Základní značky (výška značky = výška v označení svaru použitého písma):

Svar	Tvar	Značka	Svar	Tvar	Značka	Svar	Tvar	Značka
I			V		∇	1/2 V		∨
W		∞	1/2 W		∨	Y		Y
1/2 Y		∩	U		∩	1/2 U		∩
bodový		○	švový		⊕	děrový		⌒
lemový		∩	koutový		△			

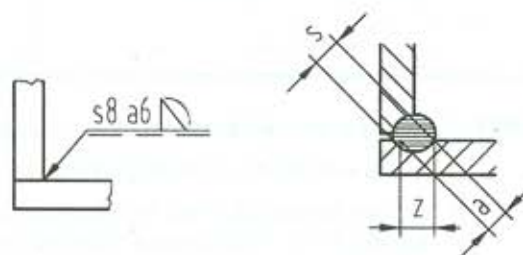
Doplňující značky (velikost odpovídá velikosti základní značky):

Název	svar				přivařená podložka	obrobené přechody svaru	vydrážkování kořene svaru
	plochý	převýšený	vydutý	střídavý			
Značka	—	⌒	⌒	≡			

Doporučené velikosti a rozměry značek (h ... výška písma):



Obr. 5.79 Označení koutového svaru:
a) pomocí odvěsny
b) pomocí výšky



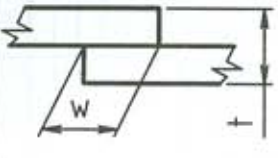
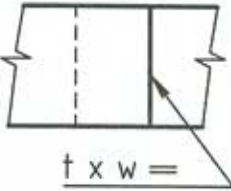

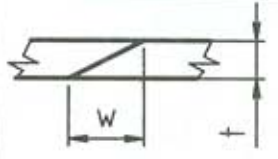
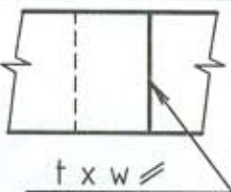
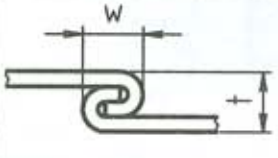
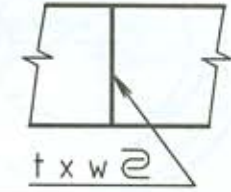
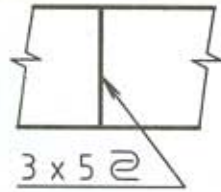
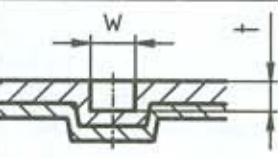
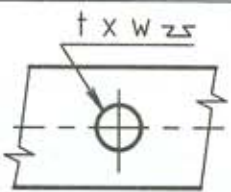
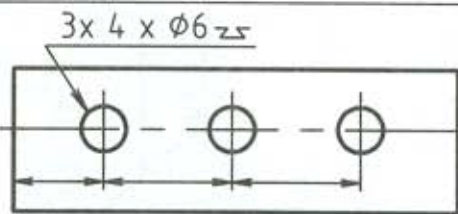
Obr. 5.80 Zadání požadované hloubky provaření svaru s

■ Předepisování rozměrů svarů

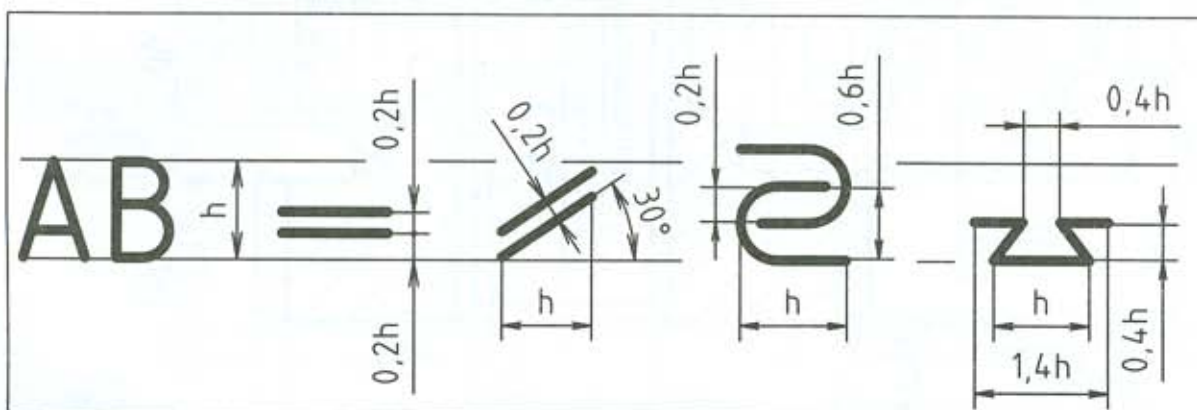
Tvar svaru a jeho charakteristický rozměr	Označení velikosti svaru	Příklad
	s √	8 √
	s	2
	s Y	12 Y
	s J	2 J
	a △ z △	a2 △ z2 △
	a △ n × l (e) z △ n × l (e)	a8 △ 7 × 45 (30) z8 △ 7 × 45 (30)
	a △ n × l Z (e) a △ n × l Z (e) z △ n × l Z (e) z △ n × l Z (e)	
	c □ n × l (e)	4 □ 15 × 25 (16)
	c ⊙ n × l (e)	3 ⊙ 12 × 12 (8)
	d □ n × (e)	5 □ 150 × (15)
	d ○ n × (e)	6 ○ 28 × (30)

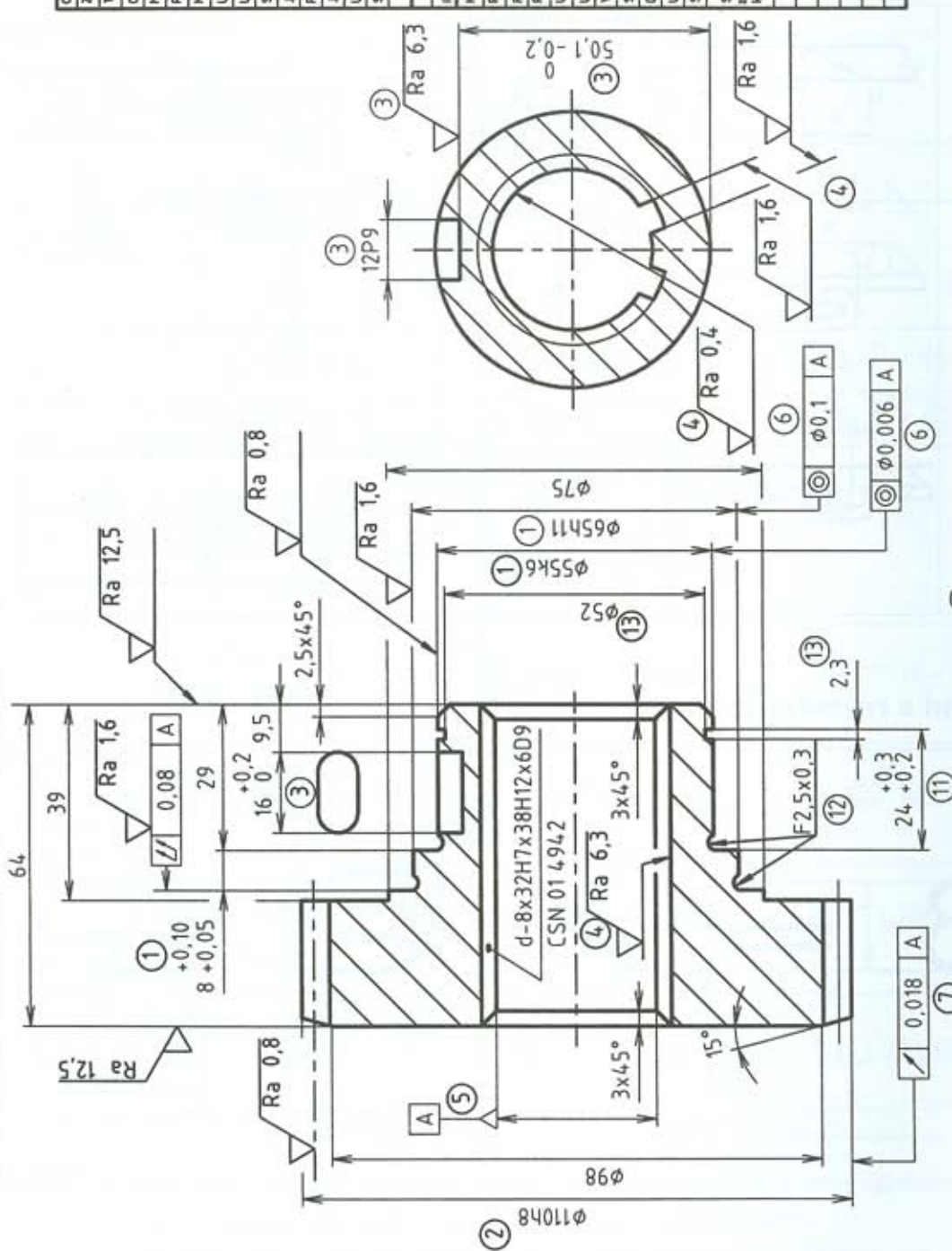
- POZNÁMKY:** 1. Poloha svaru vůči hraně součásti se neudává v označení svaru a musí se proto zakótovat v obraze.
 2. Není-li v označení udána délka svaru, považuje se tento svar za průběžný.
 3. Velikost koutových svarů lze předepsat buď rozměrem odvěsny nebo rozměrem výšky trojúhelníku (obr. 5.79). Požadovanou hloubku provaření s je možné udat před údajem o velikosti svaru (obr. 5.80).

5.7 Lepené, sdrápkové a slisované spoje [ČSN EN ISO 15785]

Spoj	Zobrazení	Označení	Příklad
Lepený		 $t \times w =$	 = LEPITO výron lepidla se nepovoluje doplňková informace obchodní název lepidla rozměry průřezu spoje jsou zřejmé, proto je není potřeba uvádět kolem celého obrysu
Lepený zkosoný		 $t \times w \neq$	
Sdrápkový		 $t \times w \approx$	 3 x 5 ≈
Slisovaný		 $t \times w \approx z_s$	 3 x 4 x φ6 z _s

Provedení a rozměry značek:





Ozubené kolo	CELKŮV
Zuby	PRŮJE
Typ souboru	EVOLVENTNĚ
Ozubení	m
Modul	z
Pocet zubů	α
Normální zál. profil	CSN 01 4407
Úhel profilu	20°
Úhel	
Syst. stroje	x
Jednotkové posunutí	mm
Posunutí z. profilu	at
Jedn. zm. tl. zubů	d
Úhel rozřez. kuzele	7-E CSN 01 4482
Stupeň přesnosti	
Velikost přes zubů	36,682-804,75
Modul	98,668
Průměr z. kružnice	105
Průměr rozřez. kruž.	98,75
Průměr patrné kruž.	
Úhel sklonu na z. val	
Úhel os	111,25
Vzdálenost os	
Soudržitel. průměr souboru	z
Diška perráky rez. kuz.	66-05-27-01
Úhel patrného kuzele	67
Strojeň z. souboru	2,5
Spolu- střih- kolo	

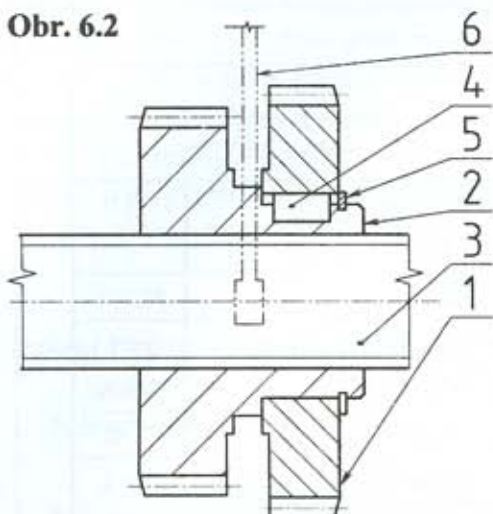
10 NITRIDOVANO > 950 HV10 NHD = 0,3±0,05



MATERIÁL: 14 340
 POUČKOVNĚ: 100 - 70 CSN 42 5510.30
 PRŮMĚR: 100 [100]
 TOLEROVÁNÍ PODLE ISO 2013: AHD

Obr. 6.1 Výrobní výkres ozubeného kola

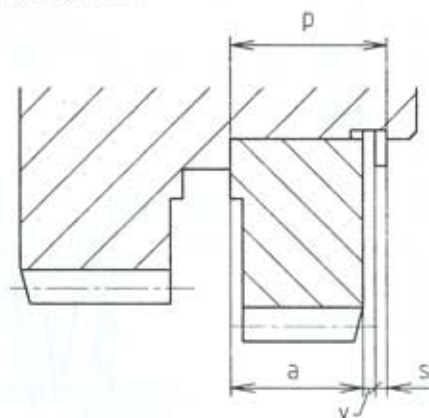
Obr. 6.2



Ozubené kolo poz. 2, jehož výrobní výkres je na obr. 6.1, je součástí vícestupňové převodovky. Je suvně uloženo na hřídeli poz. 3. Přenos točivého momentu je zajištěn rovnobokým drážkováním ČSN 01 4942 (středění na malém průměru). Větší kolo poz. 1 je uloženo přechodně ($\varnothing 55H7/k6$) na kole poz. 2. Přenos točivého momentu zajišťuje pero poz. 4 (PERO 12x8x16 ČSN 02 2562). Axiálně je kolo poz. 1 drženo na kole poz. 2 pojistným kroužkem („Segerovkou“) (POJISTNÝ KROUŽEK 55 ČSN 02 2930). Řazení (axiální poloha) kola se provádí vidlicí poz. 6, jejíž kameny jsou uloženy s vůlí v drážce vzniklé mezi koly poz. 1 a 2.

Poznámky k výrobnímu výkresu ozubeného kola:

- ① Tolerance musí být vyřešena na návrhovém výkresu. Vyplyvá z rozměrového obvodu tvořeného pozicemi 2, 6, 1, 5, ve kterém je uzavíracím členem požadovaná vůle kamene vidlice v drážce vzniklé mezi koly 1 a 2.
- ② U ozubení se kótuje pouze hlavový průměr - viz obr. 5.83
- ③ Viz norma rozměrů drážek pro pera [ve strojnických tabulkách u per].
- ④ Viz ČSN 02 4949 [v tabulkách u rovnobokého drážkování]
- ⑤ Základnou je osa válce $\varnothing 32g6$ (rovnoboké drážkování se středěním na malém průměru) viz obr. 4.31
- ⑥ Hodnoty tolerancí viz ČSN 01 4405 [VN1]
- ⑦ Hodnoty tolerancí viz [VN3, stroj. tabulky]
- ⑧ Viz [stroj. tabulky]
- ⑨ Viz kapitola 5.4, nebo [stroj. tabulky]
- ⑩ Materiál vhodný pro výrobu ozubených kol viz [stroj. tabulky] předpis povrchové úpravy viz ČSN ISO 15787
- ⑪ Tolerance tohoto rozměru je dána rozměrovým obvodem dle obr. 6.3 (řeší se na návrhovém výkresu). Uzavíracím členem v takovémto montážním obvodu je vždy potřebná axiální vůle v (zajišťuje danou funkci obvodu - t.j. 100% smontovatelnost), platí:



Obr. 6.3

$T_v = T_p + T_a + T_s$ - podmínka realizovatelnosti (T_s je dána ČSN 02 2930: $s = 2h11 \approx 2 \cdot -0,06$, velikost vůle v a její tolerance jsou dány zkušeností konstruktéra - např. $v = 0,2 \pm 0,15$, ze zbývajících členů a a p se jeden zvolí - jedna rovnice pro dvě neznámé - (tolerance však musí být volena v souladu s podmínkou realizovatelnosti: $0,3 = T_p + T_a + 0,06 \Rightarrow +0,3$
 $\Rightarrow T_p + T_a = 0,24$) Např. volí se $p = 24 + 0,2$. Zbývajícím člen a se vypočte z rovnic:

$$v_{\max} = p_{\max} - (a_{\min} + s_{\min}) \Rightarrow a_{\min} = p_{\max} - (v_{\max} + s_{\min}) = 24 - (0,2 + 2) + [0,3 - (0,15 + (-0,06))] = 21,8 + 0,21$$

$$v_{\min} = p_{\min} - (a_{\max} + s_{\max}) \Rightarrow a_{\max} = p_{\min} - (v_{\min} + s_{\max}) = 24 - (0,2 + 2) + [0,2 - ((-0,15) + 0)] = 21,8 + 0,35$$

$$a = 21,8 + 0,21 \approx 22 + 0,01$$

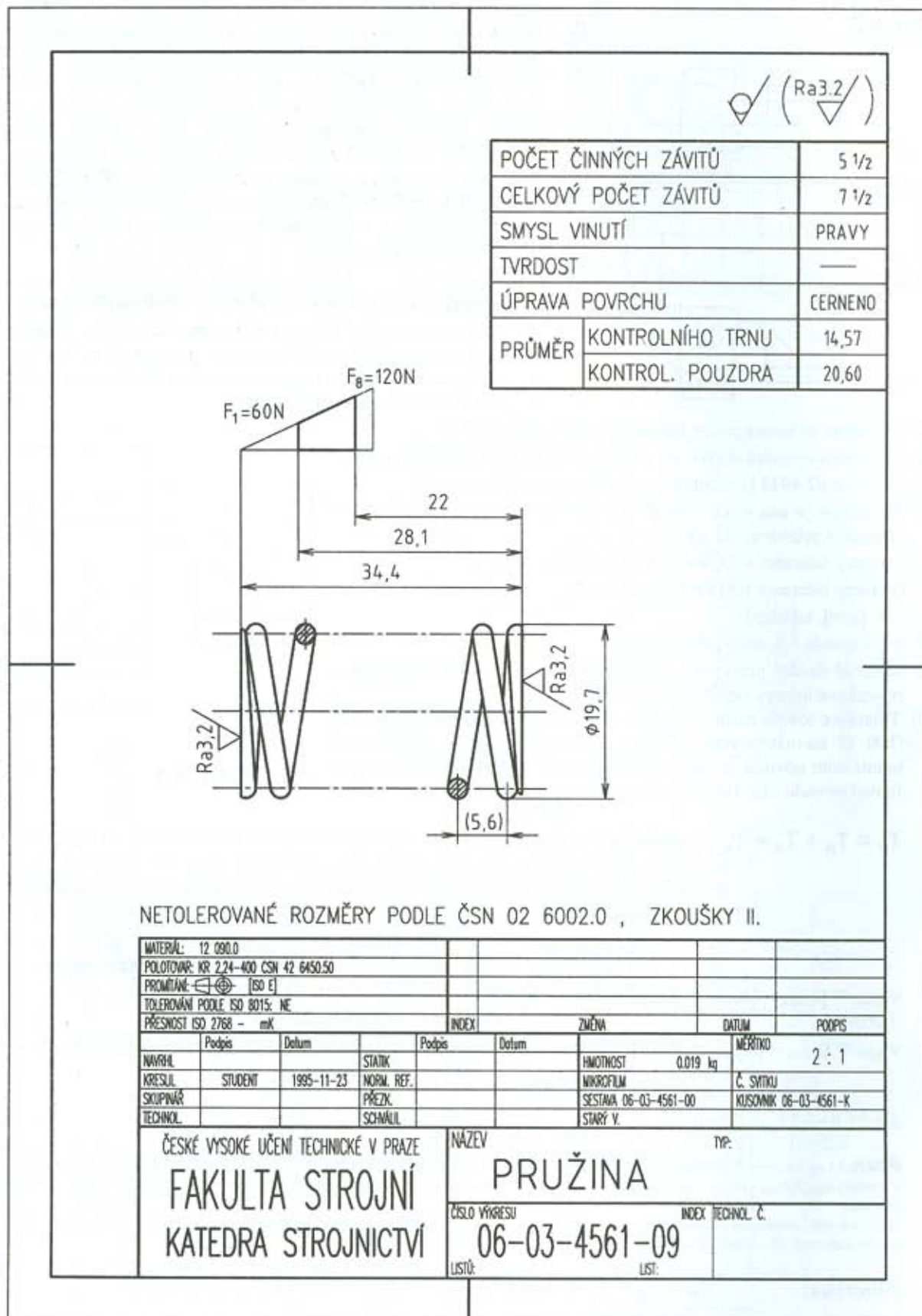
Pozn.: Logika „vůle v je největší když p je největší a a i s nejmenší“ (viz obr 6.3) platí jen a pouze pro uzavírací člen obvodu. V rovnici $a_{\min} = p_{\max} - (v_{\max} + s_{\min})$ již, jak vidíte, neplatí. Proto se rovnice pro neznámý člen obvodu musí odvodit z rovnice pro člen uzavírací.

Skutečná vůle vzniklá po montáži může být menší než v_{\min} , o součet geometrických nepřesností ploch tuto vůli ovlivňujících (s čímž konstruktér musí při volbě vůle počítat).

Zkouška: $T_v = T_p + T_a + T_s \Rightarrow 0,3 = 0,1 + 0,14 + 0,6 = 0,3 \Rightarrow$ je to dobře!!!

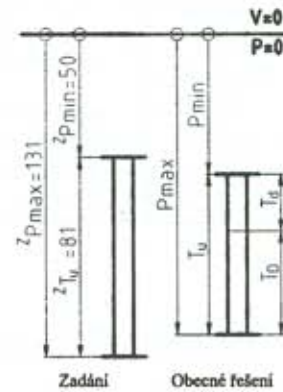
⑫ Zápichy - viz ČSN 01 4960 [stroj. tabulky]

⑬ Rozměr drážky pro pojistný kroužek - viz ČSN 01 2930 [stroj. tabulky]



Obr. 6.4 - Výrobní výkres pružiny podle staré ČSN

Příklad: Pro přenos točivého momentu z hřídele $\phi 80$ mm na náboj ozubeného kola bylo zvoleno nalisované spojení. Výpočtem byl určen minimální přesah zajišťující přenos daného točivého momentu $P_{\min} = 50 \mu\text{m}$ a maximální přesah $P_{\max} = 131 \mu\text{m}$ zajišťující, že ještě nedojde k zplastizování materiálu. Navrhněte tolerance hřídele a díry vyhovující daným požadavkům.



Řešení I - určení úchylek bez použití normalizovaných tolerancí:

1. Zadaná tolerance uložení:

2. Tolerance navrhovaného uložení

volím:

$${}^z T_u = {}^z P_{\max} - {}^z P_{\min} = 131 - 50 = 81 \mu\text{m}$$

$$T_u \leq {}^z T_u, P_{\max} \leq {}^z P_{\max}, P_{\min} \geq {}^z P_{\min}$$

$$T_u = {}^z T_u = 81 \mu\text{m}$$

$$T_u = T_D + T_d, \text{ kde } T_D > 0 \dots \text{ tolerance díry}$$

$$T_d > 0 \dots \text{ tolerance hřídele}$$

3. Volím jednu z hodnot T_D , nebo T_d (rozdělím velikost T_u na T_D a T_d) s přihlédnutím na poměr výrobních nákladů díry a hřídele - např. takto:

nyní znám velikost tolerančních polí díry a hřídele i jejich vzájemnou polohu, ale neznám jejich umístění vůči nulové čáře - mohu volit kteroukoliv jednu z hodnot ES, EI, es, ei

4. Určím úchylnky díry a hřídele:

volím EI:

$$T_D = ES - EI$$

$$EI = 0 \mu\text{m} \Rightarrow$$

vypočtu ES:

$$ES = T_D + EI = 51 + 0 = 51 \mu\text{m}$$

platí:

$$P_{\max} = es - EI \Rightarrow$$

vypočtu es:

$$es = P_{\max} + EI = 131 + 0 = 131 \mu\text{m}$$

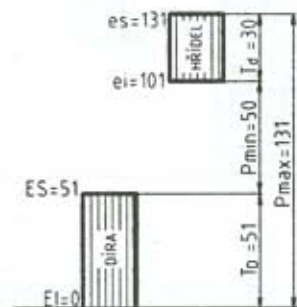
platí:

$$P_{\min} = ei - ES \Rightarrow$$

vypočtu ei:

$$ei = P_{\min} + ES = 50 + 51 = 101 \mu\text{m}$$

5. Výsledek: díra $\phi 80$ $\begin{matrix} +0,051 \\ 0 \end{matrix}$, hřídel $\phi 80$ $\begin{matrix} +0,131 \\ +0,101 \end{matrix}$



Obr. 6.6 - Polohy tolerančních polí

Řešení II - určení úchylek s použitím normalizovaných tolerancí v soustavě jednotné díry:

1. Zadaná tolerance uložení:

$${}^z T_u = {}^z P_{\max} - {}^z P_{\min} = 131 - 50 = 81 \mu\text{m}$$

2. Tolerance navrhovaného uložení:

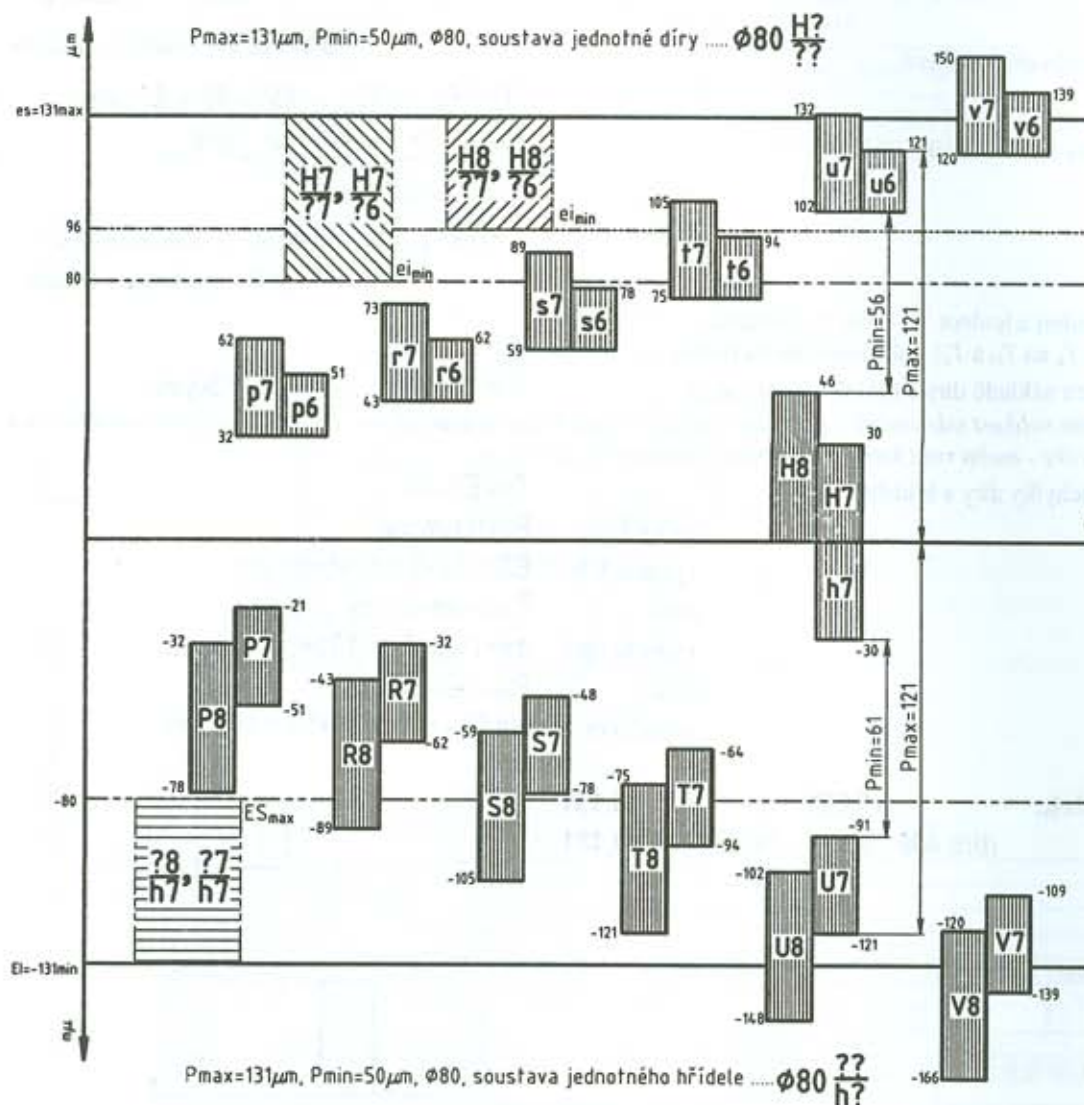
$$T_u \leq {}^z T_u, P_{\max} \leq {}^z P_{\max}, P_{\min} \geq {}^z P_{\min}$$

v normě základních tolerancí ISO podle ČSN EN 2286-1 vyhledám pro daný $\phi 80$ mm hodnoty normalizovaných tolerancí díry a hřídele tak aby se jejich součet co nejvíce blížil zadané T_u a aby platilo $IT_D = IT_d + k$, kde $k=0$, nebo 1, nebo (vyjíměčně 2) - minimální výrobní náklady

Jmenovité rozměry		Toleranční stupeň																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
přes	do	číselné hodnoty základních tolerancí ISO																	
mm		μm											mm						
50	80	2,0	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,2	1,9	3,0	4,6
80	120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4

$$T_u = T_D + T_d = 46 + 30 = 76 < 81 \Rightarrow IT_D = 8, IT_d = 7$$

3. Pro uložení $\phi 80 \frac{H8}{h7}$ hledám toleranční pole hřídele v 7. tolerančním stupni:



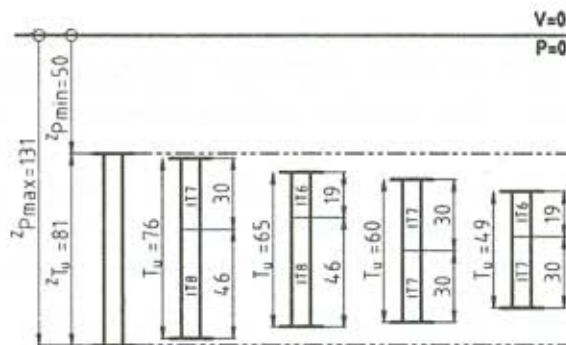
Obr. 6.7 - Polohy tolerančních polí - výběr ze soustavy tolerancí a uložení ISO

$$\text{podmínky: } \begin{aligned} &^Z P_{\max} \geq es - Ei \\ &es \leq ^Z P_{\max} + Ei = 131 + 0 = 131 \mu\text{m} \end{aligned} \quad [1]$$

$$\begin{aligned} &^Z P_{\min} \leq ei - ES \\ &ei \geq ^Z P_{\min} + ES = 50 + 46 = 96 \mu\text{m} \end{aligned} \quad [2]$$

Z obr. 6.7 vyplývá, že v 7. tol. stupni neexistuje toleranční pole, které by vyhovovalo podmínkám [1] a [2]

4. Zmenším toleranci hledaného uložení (zvětší se manévrovací prostor - viz obr. 6.8) - hledám toleranční pole hřídele v 6. tolerančním stupni pro uložení $\phi 80 \frac{H8}{?6}$: podmínky [1] a [2] zůstávají v platnosti. Z obr. 6.7 vyplývá, že existuje toleranční pole **u6** které vyhovuje podmínkám [1] a [2].



Obr. 6.8 - Tolerance uložení - kombinace tolerančních stupňů 8, 7, 6 - pro $\phi 80$ mm

Ekonomickou otázkou je, zda není lacinější uložení $\phi 80 \frac{H7}{?7}$

podmínky: ${}^2P_{\max} \geq es - EI$
 $es \leq {}^2P_{\max} + EI = 131 + 0 = 131 \mu\text{m}$ [3]

${}^2P_{\min} \leq ei - ES$
 $ei \geq {}^2P_{\min} + ES = 50 + 30 = 80 \mu\text{m}$ [4]

Z obr. 6.7 vyplývá, že v 7. tol. stupni neexistuje toleranční pole které by vyhovovalo podmínkám [3] a [4]

5. **Výsledek:** $\phi 80 \frac{H8}{u6}$ vyhovuje zadání, protože $P_{\max} = 121 \mu\text{m} < {}^2P_{\max} = 131 \mu\text{m}$
 $P_{\min} = 56 \mu\text{m} > {}^2P_{\min} = 50 \mu\text{m}$

Řešení III - určení úchylek s použitím normalizovaných tolerancí v soustavě jednotného hřídele:

1. Zadaná tolerance uložení: viz řešení II
2. Tolerance navrhovaného uložení: viz řešení II
3. Pro uložení $\phi 80 \frac{?8}{h7}$ hledám toleranční pole díry v 8. tolerančním stupni viz obr. 6.7

podmínky: ${}^2P_{\max} \geq es - EI$
 $EI \geq es - {}^2P_{\max} = 0 - 131 = -131 \mu\text{m}$ [5]

${}^2P_{\min} \leq ei - ES$
 $ES \leq ei - {}^2P_{\min} + ES = -30 - 50 = -80 \mu\text{m}$ [6]

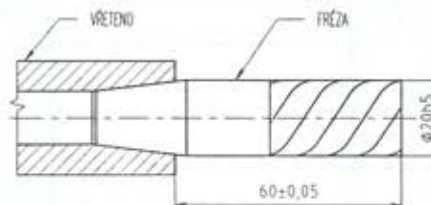
Z obr. 6.7 vyplývá, že v 8. tol. stupni neexistuje toleranční pole které by vyhovovalo podmínkám [5] a [6]

4. Zmenším toleranci hledaného uložení - hledám toleranční pole díry v 7. tolerančním stupni pro uložení $\phi 80 \frac{?7}{h7}$: podmínky [5] a [6] zůstávají v platnosti.

Z obr. 6.7 vyplývá, že existuje toleranční pole **U7** které vyhovuje podmínkám [5] a [6]

5. **Výsledek:** $\phi 80 \frac{U7}{h7}$ vyhovuje zadání, protože $P_{\max} = 121 \mu\text{m} < {}^2P_{\max} = 131 \mu\text{m}$
 $P_{\min} = 61 \mu\text{m} > {}^2P_{\min} = 50 \mu\text{m}$

Příklad 2: Na obráběcích strojích se používá upínání nástrojů prostřednictvím kuželů s kuželovitostí 1:20. Na příkladu stopkové frézy navrhnete kótování a tolerování těchto kuželů tak, aby byla zaručena axiální přesnost upnutí nástroje $\pm 0,05$ mm.



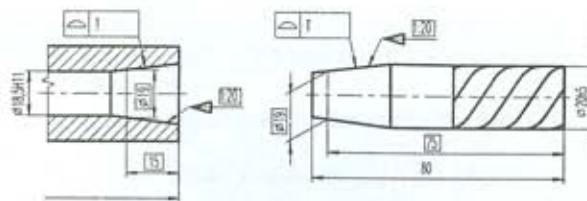
Řešení: Navrhnou kótování a tolerování dle obr. 6.10 (viz tolerování funkčních kuželů obr. 5.5) a výpočtu velikost tolerance T tvaru plochy upínacích kuželů: z definice kuželovitosti 1:20 (na každých 20mm ve směru osy se zvětší průměr kužele o 1mm) výpočtu velikost polovičního vrcholového úhlu kužele -

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{0,5}{20} \Rightarrow \beta = 1,4320^\circ$$

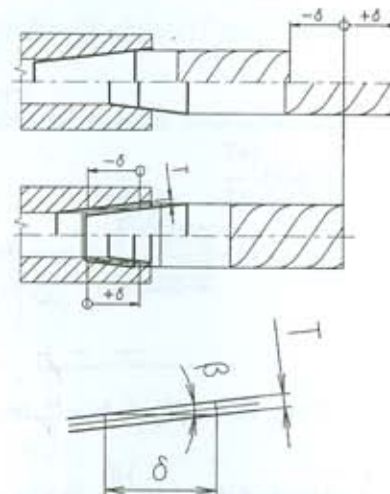
Z obr. 6.11 plyne

$$\sin \beta = \frac{T}{\delta} \Rightarrow T = \delta \cdot \sin \beta = 0,05 \cdot \sin(1,4320) = 0,001249 \text{ mm}$$

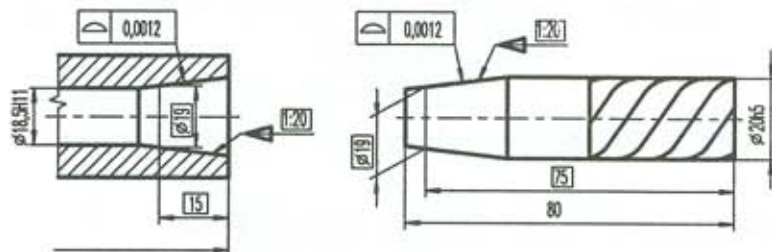
Výsledek zaokrouhlím směrem dolů na $T=0,0012 \text{ mm}$



Obr. 6.10 - Návrh kótování a tolerování



Obr. 6.11 - Krajní polohy frézy



Korekturní značky pro opravování chyb na výkrese:

Lokalizace chyby		Specifikace chyby		Doporučené řešení	
	chybně		čára		překonstruovat
	chybný zápis		kóta, kótování		zvolit dle normy
	chybné umístění		kótovací základna		přepočítat
Druh chyby			razítko		na rubu výkresu
	nevhodné		sdužení obrazů		zmenšit
	nesprávné		tolerance		zvětšit
	nejasné		model		tlustě
	rozporné		zobrazení		tence
	nekvalitně provedené		rozměr		zobrazte řezem
	nesmontovatelné		tvar		zobrazte pohledem
	neproporciální		poloha		ostatní stejné chyby si opravte sám
	zbytečné, přeúčtené		základní údaje o výrobku		
	chybějící, neúplné		poznámka pro výrobní postup		
			úprava povrchu		
			geometrická tolerance		
			funkce		

Technické vysoké školy nesou hlavní zodpovědnost za výchovu technické inteligence a tím významně pomáhají vytvářet perspektivu hospodářské prosperity. Kromě garantované státní podpory je třeba hledat další zdroje - mimo jiné i zakládáním nadací. V roce 1993 byla na Fakultě strojní ČVUT v Praze založena a řádně zaregistrována

ZVONÍČKOVA NADACE FAKULTY STROJNÍ ČVUT

Správní rada nadace touto cestou podává základní informace o Zvoničkově nadaci a hledá vhodné sponzory pro činnosti, které směřují ke zvýšení úrovně studia a pro řešení projektů, které se ucházejí o podporu Zvoničkovy nadace.

Finanční prostředky Zvoničkovy nadace fakulty strojní jsou určeny především na podporu výchovy studentů, doktorandů a mladých perspektivních pedagogů a na podporu jejich účasti na tuzemských i zahraničních vědeckých konferencích a seminářích, na oceňování soutěžních studentských prací v rámci Studentské tvůrčí činnosti, diplomových a disertačních prací, na řešení vybraných projektů nebo tematických úkolů, podporovaných sponzory, na pořádání přednášek významných odborníků a na zkvalitnění technického vybavení laboratoří fakulty.

Sponzorům nadace nabízíme poradenskou a konzultační činnost, jejich propagaci na fakultě a zveřejnění jejich podpory tematických vědeckých projektů, dále spoluvlastnictví výsledků, příp. realizaci praktických projekčních výstupů a kontakt se studenty, zejména vyšších ročníků. Vědecký a odborný potenciál Fakulty strojní není zanedbatelný a je sponzorům k dispozici. Cílenými finančními prostředky se vytváří potřebný prostor pro hmotné zabezpečení účelné a funkční spolupráce fakulty s jejími partnery z průmyslu, výzkumu a obchodu, pro výchovu nastupující generace a pro budoucí prosperitu podporovaných oborů.

Kontaktní adresa: ZVONÍČKOVA NADACE, Fakulta strojní ČVUT v Praze, Technická 4, 166 07 Praha 6

Předseda správní rady ZN: Doc.Ing.Pavel Baumruk,CSc., TEL. (02)2435 2503, FAX: (+42 2) 24310292,
E-MAIL: BAUMRUK@fsid.cvut.cz

Tajemník ZN: Prof.Ing.Jan Melichar, CSc., TEL. (02)2435 2593, FAX: (+42 2) 24310292,
E-MAIL: MELICHAR@fsid.cvut.cz

Bankovní spojení:

Komerční banka, a.s., pobočka Praha 6, Dejvická 5, PSČ 160 59, číslo účtu 196021100227/0100

Ing. Jaroslav Pospíchal

TECHNICKÉ KRESLENÍ

Vydalo České vysoké učení technické v Praze

Vydavatelství ČVUT, Thákurova 1, 160 41 Praha 6,

v dubnu 2005 jako svou 10599. publikaci.

Vytisklo Vydavatelství ČVUT - výroba, Zikova 4, 166 36 Praha 6.

84 strany, 343 obrázky.

Vydání třetí přepracované. Náklad 2000 výtisků. Rozsah 8,28 AA, 8,61 VA.

Kč 114,-

ISBN 80-01-03214-0



9 788001 032145