

Jaroslav Kletečka, Petr Fořt

OBSAH

Technické kreslení

**CP Books, a.s.
Brno
2005**

Technické kreslení

Jaroslav Kletečka, Petr Fořt

Copyright © CP Books, a.s. 2005. Vydání první. Všechna práva vyhrazena.
Vydalo nakladatelství CP Books, a.s. jako svou 1780. publikaci.

Vydavatelství a nakladatelství CP Books, a.s.,
nám. 28. dubna 48, 635 00 Brno, <http://www.cpbooks.cz>

ISBN 80-251-0498-2

Prodejní kód: KU0009

Jazyková korektura: Petra Láničková

Vnitřní úprava: Petr Klíma

Sazba: Petr Klíma

Obálka: Martin Sodomka

Technická spolupráce: Jiří Matoušek, Daniel Štreit,
Tomáš Zeiner

Odpovědný redaktor: Libor Pácl

Technický redaktor: Jiří Matoušek

Produkce: Petr Baláš

**Žádná část této publikace nesmí být publikována a šířena žádným způsobem
a v žádné podobě bez výslovného svolení vydavatele.**

CP Books, a.s., nám. 28. dubna 48, 635 00 Brno
tel.: 546 122 111, fax: 546 122 112

Objednávejte na: **www.cpbooks.cz**
distribuce@cpress.cz

Bezplatná telefonní linka: **800 555 513**

Dotazy k vydavatelské činnosti směřujte na: **knihy@cpress.cz**

Máte-li zájem o pravidelné zasílání informací o knižních novinkách do Vaší e-mailové schránky,
zašlete nám zprávu, obsahující váš souhlas se zasíláním knižních novinek, na adresu
novinky@cpress.cz.



Novinky k dispozici ve dni vydání, slevy,
recenze, zajímavé programy pro firmy
i koncové zákazníky.



Nejširší nabídka literatury, hudby,
MP3, multimediálního softwaru
a videa za bezkonkurenční ceny.

Obsah učebnice

Úvod	7
1. Než začneme	9
Průběh a návaznosti studia	9
Kopírování výkresové dokumentace	14
Zásady kreslení od ruky a s použitím pomůcek	15
2. Technická normalizace	19
Druhy norem	19
Druhy technických výkresů	20
Formáty výkresů	22
Druhy čar na technických výkresech	24
Měřítka zobrazování	26
Technické písmo	27
3. Technické zobrazování	35
Pravouhlé promítání	36
Axonometrické promítání	40
Zobrazování geometrických těles	43
Pravidla pro zobrazování na výkresech	46
Pohledy	47
Řezy a průřezy	49
Zjednodušení v zobrazování	59
4. Kótování	73
Základní pojmy a pravidla kótování	73
Provedení kót	73
Soustavy kót	77
Funkční a technologické kótování	80
Pravidla kótování geometrických a konstrukčních prvků součástí	81
Kótování oblouků	81
Kótování poloměrů	82
Kótování průměrů	83
Kótování koulí	84
Kótování úhlů	84
Kótování zkosených hran	85
Kótování děr	86
Kótování sklonu	87
Kótování kuželů	88
Kótování jehlanů	90
Kótování přechodů	92

Kótování hranolů	92
Kótování tloušťek desek	92
Kótování opakujících se konstrukčních prvků	93
Tabulkové kótování	94
5. Tolerování rozměru	97
Tolerování délkových a úhlových rozměrů	97
Zapisování tolerancí na výkresech	99
Uložení	102
6. Struktura povrchu	107
Hodnocení struktury povrchu	107
Předepisování struktury povrchu na výkresech	108
Předepisování úpravy povrchu a tepelného zpracování	113
7. Geometrické tolerance	119
Druhy geometrických tolerancí	119
Zapisování geometrických tolerancí	125
Základny pro geometrické tolerance	127
Vazby geometrických tolerancí a tolerancí rozměrů	130
8. Strojní součásti, konstrukční prvky a spoje	137
Šroubové spoje	137
Závity	137
Tolerování závitů	142
Kreslení šroubů, matic a podložek	143
Čepy, kolíky, závlačky, pojistné a stavěcí kroužky	147
Čepy	147
Kolíky	149
Závlačky, pojistné a stavěcí kroužky	151
Pera a klíny	153
Pera	153
Klíny	155
Hřídele, tvarové prvky hřídelů	157
Drážkové hřídele a náboje	157
Drážky pro pojistné podložky typu MB	160
Zápichy	160
Středící důlky	161
Rýhování a vroubkování	163
Hřídelové spojky	163
Ložiska a těsnění	164
Kluzná ložiska	164

Valivá ložiska	165
Těsnění	168
Pružiny	169
Mechanické převody	171
Ozubené převody	172
Základní pojmy ozubení	172
Pravidla pro zobrazování ozubení	173
Řetězové převody	175
Řemenové převody	176
Svarové spoje	177
Pájené a lepené spoje	184
Nýtované konstrukce	184
 9. Konstrukční dokumentace	 201
Výkres součásti	201
Výkres sestavení	202
Popisové pole	203
Seznam položek (kusovník)	205
Odkazy na položky	206
 10. Výkresy polotovarů	 217
Kreslení odlitků	217
Kreslení výkovků	218
Kreslení ohýbaných a lisovaných součástí	219
 11. Stavební výkresy a schémata	 227
Kreslení stavebních výkresů	227
Kreslení schémat	230
 12. Konstrukce s využitím výpočetní techniky	 233
Computer Aided Design	233
Rozdělení systémů CAD	235
Parametrické modelování	236
 Rejstřík	 247

Úvod

Již Jan Amos Komenský zdůraznil nutnost „intuitivního poznávání věcí lidských“. Proto se od věků snaží člověk vytvořit obraz skutečného světa. Od jednoduchých kreseb ve starých hrobkách faraonů se dostáváme přes staletí k takovým velikánům, jako byl Leonardo da Vinci. Vzpomeňme si na jeho obrazové studie předmětů, které tehdy považovali lidé za sny a dnes se stávají každodenní součástí našeho života. S nástupem průmyslové výroby a rozvojem techniky bylo nutné stále častěji používat pro předávání informací náčrtů a kreseb obsahujících základní informace nutné pro vyrobení nového výrobku, stavbu budovy nebo vyměření pozemků.

S rozvojem průmyslové výroby rostla složitost a komplikovanost navrhovaných výrobků. Zde již nebylo možné improvizovat. Vznikají tak první pravidla zobrazování a popisu objektů a postupně se rodí nový obor lidské činnosti.

Technické kreslení má úzkou návaznost na ostatní odborné předměty a vytváří základní znalosti každého technika již v průběhu studia. Postupně získáte znalosti a dovednosti potřebné pro grafické vyjádření svého nápadu. Každý z vás se již od prvního ročníku musí učit základům technického myšlení a tyto v dalších ročnících rozvíjet.

Úvodem můžeme odvodit základní poučku technického kreslení, na kterou nikdy při tvorbě technické dokumentace nezapomínejme.

Je nutné si uvědomit, že cílem technického kreslení je vytvoření názorného zobrazení objektu podle určitých pravidel, tak aby bylo srozumitelné nejen autorovi. Výsledek vaší práce vždy považujte za základní kámen, který musí být zcela pečlivě proveden. Výkres je dorozumivacím prostředkem pro výrobu. Jaký výkres dostane dělník do rukou, takový bude výrobek.

Zvládnutí a osvojení technického kreslení není samoučelné. Jistě řada z vás namítne, že v době grafických programů a superpočítačů není nutné tyto základy znát, ale opak je pravdou. Zabýváme se na VOŠ a SPŠ ve Žďáře nad Sázavou počítačovou konstrukcí již patnáct let a můžeme zcela zodpovědně prohlásit, že špičkový konstruktér a odborník na počítačové navrhování se nikdy neobejde bez znalostí technického kreslení a norem. Jedině tehdy můžete opravdu využít možností této techniky a zvýšit kvalitu a produktivitu své práce.

Výrobní podnik nebo projektant nemůže být úspěšný bez kvalitně a v požadovaném čase provedeného vývoje a konstrukce. V učebnici najdete několik tipů na řešení praktických problémů nejen s využitím klasických postupů konstruování, ale také s pomocí aplikace moderních výpočetních systémů.

Považujte tuto knihu za neoddělitelnou součást vstupních znalostí pro studium dalších technických předmětů a řešení samostatných problémů.

Autoři

1. Než začneme

Technické kreslení patří k předmětům, ve kterých je nutné spojit teoretické znalosti s logickým myšlením a praktickými dovednostmi. Pro získání základních vědomostí je nutné splnit následující požadavky:

- osvojit si práci s literaturou a technickými normami
- naučit se pracovat s kreslicími pomůckami
- dokonale ovládnout psaní technického písma
- získat dovednost v kreslení náčrtů od ruky

Vstupní znalosti a dovednosti budou pro vás dobrým základem pro další studium technického kreslení. Neoddělitelnou součástí je zdokonalování vaší prostorové představivosti a její aplikace při kreslení náčrtů a výkresů. Věnujte proto průběžným cvičením dostatečnou pozornost a snažte se pochopit všechny základní kapitoly výuky.

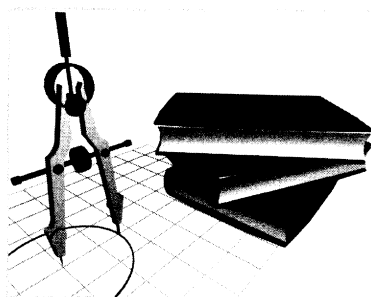
Tyto základy budou dále rozvíjeny tak, abyste v závěru studia dokázali zobrazovat objekty v dostatečném počtu pohledů a řezů s doplněním všech náležitostí výkresové dokumentace podle příslušných mezinárodních norem a předpisů.

Práce s literaturou

Práce s kreslicími
pomůckami

Psaní technického
písma

Kreslení náčrtů
od ruky

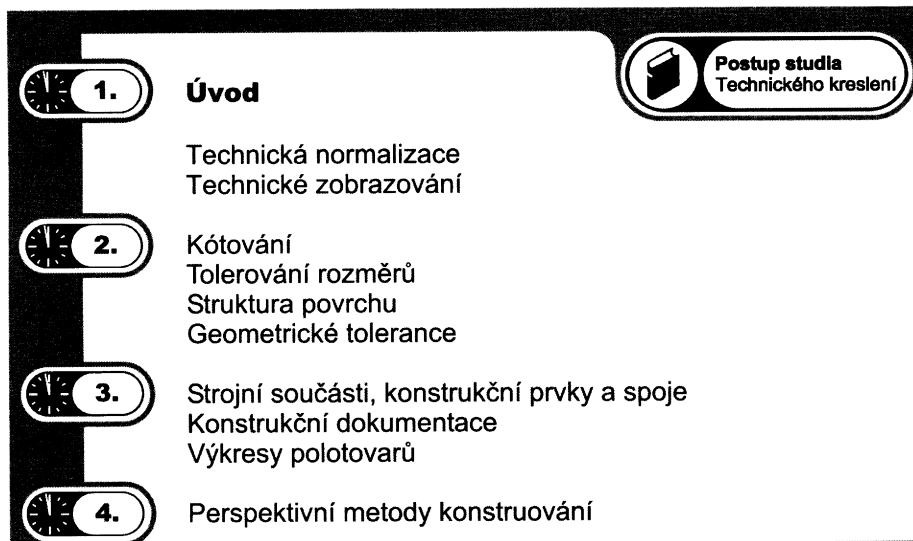


Výuka technického kreslení

Obrázek č. 1.1, Základní znalosti a dovednosti nutné pro studium technického kreslení

Průběh a návaznosti studia

Výuka technického kreslení bude začínat řešením nejjednodušších problémů a bude pokračovat, až po samostatná praktická cvičení. Každé kapitole proto věnujte řádnou pozornost a procvičte ji nejen teoreticky, ale především prakticky. Základy technického kreslení jsou abecedou, kterou musí zvládnout každý technik. Znalosti mají úzkou návaznost na řadu jiných oborů. Pro úvodní seznámení s výukou uvádíme jednoduché schéma probíraných problémů. Výuka je rozdělena do čtyř celků, které spolu úzce souvisí.



Obrazek č. 1.2, Průběh výuky základů technického kreslení

Pomůcky pro technické kreslení a příprava pracovních sešitů

Žádnou kvalitní výkresovou dokumentaci není možné vytvořit bez dobře udržovaných pomůcek a vybavení. V současné době existují v podstatě dvě možnosti vybavení konstrukční kanceláře.

Dnes se již zřídka setkáváme s klasickým pojetím konstrukce, kdy je hlavní pomůckou pro tvorbu výkresové dokumentace **rýsovací deska s pravítky**. Deska je ve většině případů přizpůsobena pro přichycení formátu A0, což je největší běžně používaný rozměr pro konstrukci. Tato velikost je přizpůsobena také kopírovací technika určená pro tvorbu kopií.

S rozvojem výpočetní techniky se dnes běžně setkáváme s velmi produktivní formou konstruování na výpočetní technice. Trend je jednoznačně určen požadavky výroby na přesnost a možnost rychlé tvorby variant. Hlavní součástí pracoviště konstruktéra je kromě ergonomicky řešeného nábytku v první řadě výkonný počítač s obrazovkou o úhlopříčce 17" až 21". Počítač je většinou vybaven operačním systémem Windows a příslušným grafickým softwarem. Programů pro počítačovou konstrukci je celá řada a nazýváme je **Computer Aided Design**, zkráceně **CAD**.

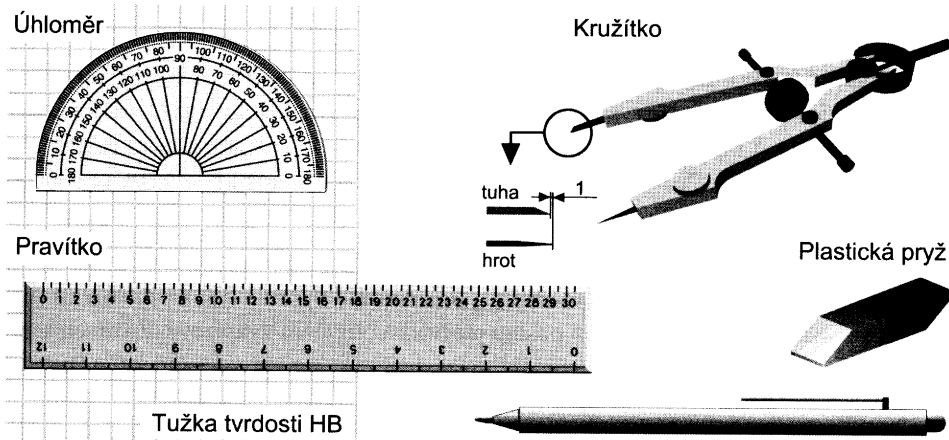
Studiem této problematiky se budeme zabývat ve vyšších ročnících. Považujte proto technické kreslení za základní krok k jejich pochopení a praktickému využití. V praxi jsou s nasazením CA technologií (obecně používaná zkratka pro komplexní počítačovou podporu předvýrobní a výrobní etapy) spojeny vyšší náklady než u klasické konstrukce. **Výsledkem využití CA technologií je ale několikanásobně zkrácená doba vývoje a tvorby variant.** Návratnost investice bývá zpravidla jeden až dva roky.

Pro naše začátky při tvorbě výkresové dokumentace vystačíme ovšem se skromnějším vybavením. To ovšem neznamená, že nemusí být dobře udržováno ve funkčním stavu. Ve výuce se zaměříme především na konstrukci, kde výsledkem bude výkres provedený tužkou.



Obrázek č. 1.3, Trendy ve vybavení konstrukční kanceláře

Tužka je základní výbavou každého konstruktéra a designéra, a proto jejímu výběru věnujte zvláštní pozornost. Mezi klasické výrobky patří mikrotužky (0,5mm) firmy Staedtler a Rotring. Tvrdost tuhy určuje tloušťku kreslené čáry a její snadné mazání. Za nejvhodnější je řadou konstruktérů považována **tuha tvrdosti HB**. Na tužku musíme mírně tlačít, aby čára byla dostatečně sytá a ostře ohraničená. Při kreslení čar podle pravítka má tužka svírat s výkresovou plochou úhel 75° a ve směru kreslení čáry má být skloněna pod úhlem 60° . Při kreslení držíme tužku asi 30 mm od hrotu.



Obrázek č. 1.4, Pomůcky pro technické kreslení

Kružítko používáme pro konstrukci kružnic a oblouků. Ramena kružidla se musí snadno rozevírat. V kloubu kružítka musí být dostatečné tření, které zabezpečuje nastavený poloměr.

Tuhu v kružítku brousíme šikmo. Pro konstrukci kružnic do průměru 10 mm je vhodnější použít šablony.

Pravítka jsou dnes vyráběna z plastu, jejich úhly se používáním nemění. Pro kreslení používáme pravítek přímých a trojúhelníků. Boční plochy pravítka musí být přímé a nesmí být poškozeny. Nikdy nepoužívejte téhož pravítka pro ořezávání výkresů. Často dojde k jeho poškození a je pro kreslení již nepoužitelné. Vhodným doplňkem k pravítku je úhloměr pro konstrukci úhlů.

Křivítka se vyrábí z plastu a používají se pro konstrukci vyhlazených křivek. Křivítka jsou netvarovatelná nebo plastická tvarovatelná.

Šablony jsou vhodnou pomůckou například pro psaní technického písma, kreslení značek, kružnic a oblouků. Použitím šablon můžeme výrazně urychlit vykreslování především drobných objektů na výkresech. Existují i speciální šablony, např. pro vykreslování značek v elektrotechnických schématech.

Plastická pryž (guma) slouží k mazání a provádění oprav na výkresech. Nejvhodnější je pryž z plastu, které lze využít jak pro tužkové, tak i výkresy kreslené tuší.

Rýsovací deska je běžně vyrobena z laťovky ve velikostech označených A1, A2, A3. O rovnosti desky se přesvědčíme pohledem podél horní hrany desky. Rýsovací desku musíme pečlivě ošetřovat. Nikdy neukládáme desku v šikmé poloze, aby nedošlo k její deformaci. Pokud nevlastníme rýsovací desku, je možné pro kreslení využít i větší stůl.

Technická trubičková pera používáme pro kreslení originálů výkresové dokumentace na pauzovací papír. V držáku pera je zásobník tuše a celá souprava obsahuje několik per pro různé tloušťky čar. Jednotlivé tloušťky jsou rozlišeny barevným odstínem a vyraženým číslem tloušťky hrotu pera.

Technická tuš v peru nezasychá, přitom však vytažená čára poměrně rychle schne a dobře kryje. Zásadou je ovšem při vytahování výkresu kreslení čar tak, aby druhá ruka nezpůsobila její rozmazání. Tuš můžeme odstranit z originálů nakreslených na průsvitném papíře i vyškrabáním holicí čepelkou. Pro rozsáhlejší opravy se osvědčují škrabátka se štětečkem ze skleněných vláken.

Jak jsme již v této kapitole uvedli, je současným trendem tvorba a vykreslování výkresové dokumentace na výpočetní technice. Pracné překreslování výkresů tuší na pauzovací papír lze dnes považovat za velmi neefektivní postup při tvorbě originálů výkresové dokumentace. Zařízení, které se používá pro kvalitní a rychlé vykreslení výkresu vytvořeného v CAD, se nazývá **plotter**.

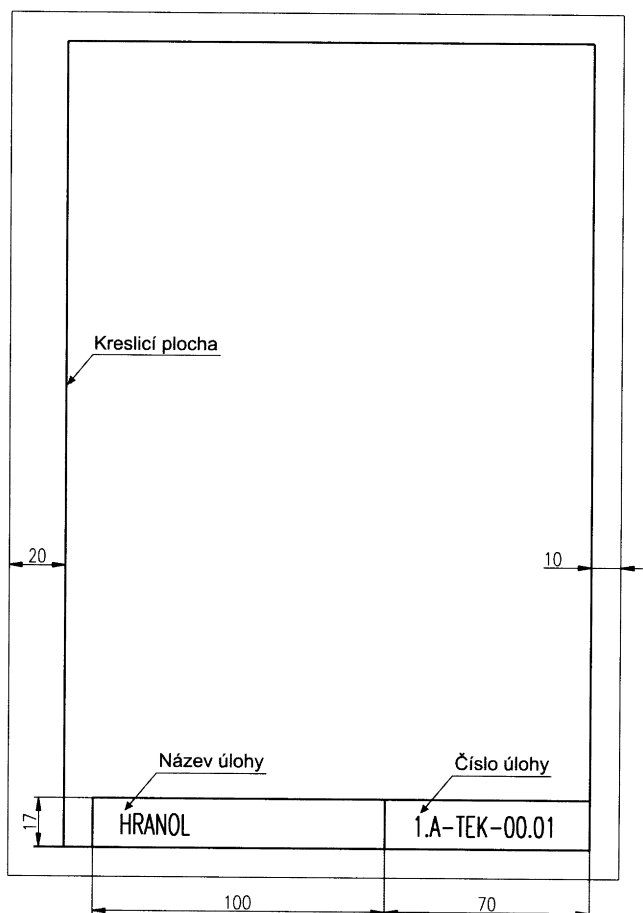
Toto zařízení dnes používá převážně inkoustového černobílého nebo barevného tisku a dokáže složitou sestavu na formátu A0 vykreslit během 10 minut. Posledním hitem této techniky jsou laserové plottery, které svým výkonem nahradí i běžně používanou kopírku na výkresy.

Rýsovací papíry pro kreslení tužkou jsou bílé nebo světle šedé. Odstín papíru je dán způsobem výroby. Světle šedé bývají především papíry vyráběné recyklací. U tohoto papíru je důležité sledovat při nákupu především jeho sourodost a kvalitu. Nejvhodnější pro kreslení v tužce jsou papíry o hmotnosti 80 až 120 g. Rýsovací papír po přiložení na rýsovací desku oblepíme umělou lepicí páskou tak, aby po napnutí na papíru nevznikaly nerovnosti.

Rýsovací papíry pro kreslení tuší používáme bílé. Při prohlížení proti světlu se nesmějí objevit vlákna, která způsobí rozpíjení tuše. Pro originály výkresové dokumentace se používá **pauzovací papír** (průsvitný) s upraveným povrchem. Často kopírované originály se vykreslují na průsvitné plátno nebo fólie z plastů.

Pracovní sešity

Pro studium základů technického kreslení doporučujeme připravit si vedle již uvedených kreslicích pomůcek dva sešity.



Obrázek č. 1.5, Doporučené uspořádání listu v pracovním sešitu

Pro práci v hodinách technického kreslení i doma doporučujeme:

- Nelinkovaný sešit formátu A4 pro kreslení výkresů v hodinách a vypracování domácích úloh.
- Čtverečkový, případně linkovaný sešit formátu A4 pro záznam poznámek, kreslení náčrtů a výpočty.

Úpravu nelinkovaného sešitu volíme s ohledem na jednoduché a názorné zpracování jednotlivých úloh a cvičení. Doporučujeme použít zjednodušené uspořádání listu (obr. 1.5), doplněné popisovým polem obsahujícím název a číslo výkresu.

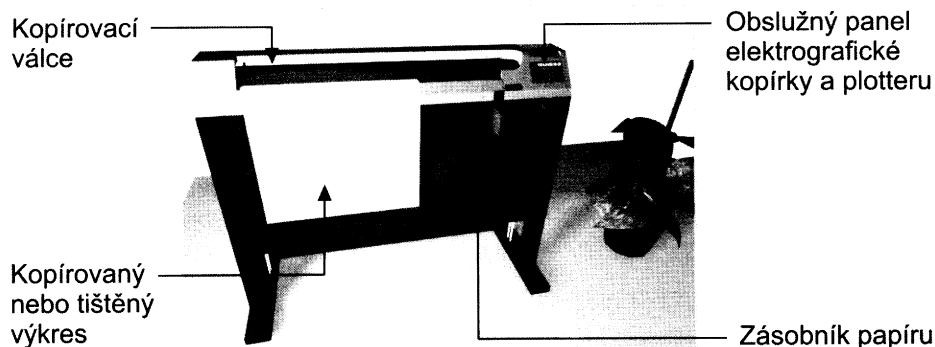
V poznámkovém sešitě je vhodné vytvořit vpravo svislou čarou okraj široký přibližně 40 mm pro psaní stěžejních bodů, hesel, případně zápis rozšiřujících poznámek.

Kopírování výkresové dokumentace

Žádný originální výkres si nemůžeme dovolit dát do výroby jako technický podklad. Originální výkresová dokumentace je bezpečně archivována, protože jsou v ní uloženy často stovky hodin práce konstruktérů a jedinečná řešení. Ve výrobě se používá výhradně kopií originální dokumentace. S rozvojem techniky se měnily i metody výroby kopií. Jednou z nejběžnějších kopírovacích metod koncem minulého století byla na našich podnicích **Diazografie**. Kopie vyrobené touto metodou mají světle fialovou nebo namodralou barvu.

Současné kopírovací systémy pracují na elektrografickém principu, kde je barvivem práškový toner. Tato metoda je dnes známá pod názvem **Xerografie**. Elektrografická zařízení jsou velmi čistá a tichá. Mohou být umístěna přímo v konstrukčních kancelářích. Diazografická pracoviště vyžadovala samostatnou místnost, často i oddělený přístavek.

Velmi efektivním řešením je v současné době použití laserové kopírky a plotteru. Tato kopírka umožňuje nejen kopírování výkresové dokumentace, ale může jí být využito zároveň i jako výkonného laserového plotteru pro tisk veškeré technické dokumentace z výpočetní techniky.



Obrázek č. 1.6, Elektrografická kopírka výkresů a laserový plotter

Existují pravidla pro kreslení výkresové dokumentace z hlediska následného kopírování. Pokud uvažujeme o použití výkonných laserových systémů, nemusíme se prakticky obávat zvláštních problémů s kopírováním drobného textu nebo nestandardních typů čar, kterým se musíme ovšem vyhýbat. Současné kopírovací systémy pracují s rozlišením více než 300 dpi (bodů na palec). Jedná se o natolik kvalitní tisk, že nemůže dojít k výraznému zkreslení textu. Omezením tedy není dnes technologie výroby kopie, ale její snadná čitelnost.

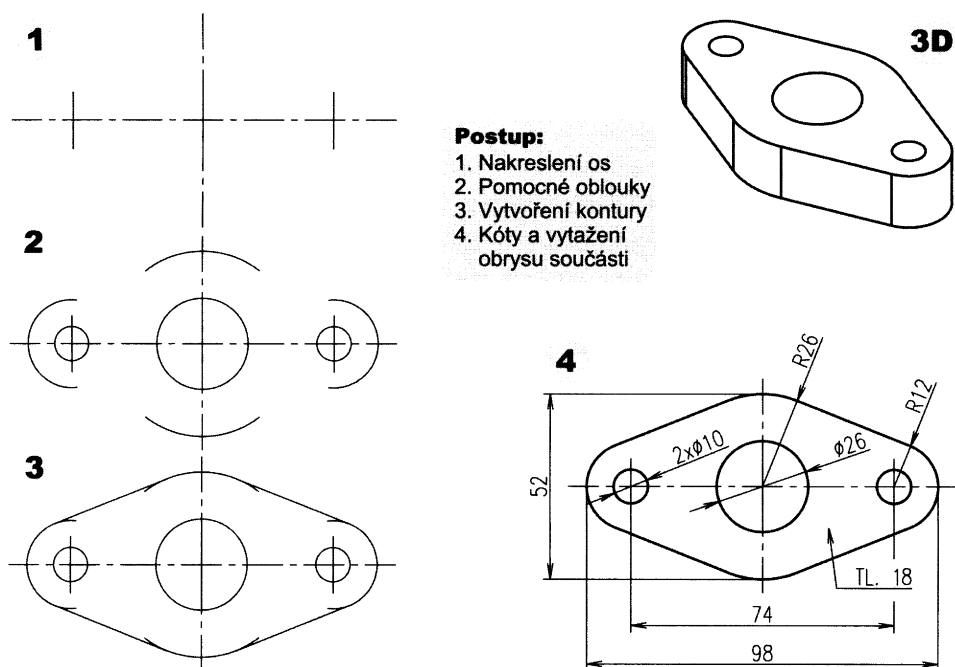
V zásadě lze uvést obecnou poučku o výhradním použití normalizovaných čar a typů písma. Normalizované velikosti písma a tloušťky čar budou uvedeny v příslušné kapitole věnované základům kreslení. Minimální tloušťka čar se pohybuje v rozsahu **od 0,18 do 0,35 mm** a minimální velikost písma **od 1,8 do 3,5 mm**. Menší velikosti jsou běžným zrakem jen obtížně čitelné.

Výkresy určené ke kopírování by měly být kresleny výhradně na bílém kreslicím nebo pauzovacím papíře. Pro mikrografické kopírování (fotografování) nejsou vhodné výkresy kreslené tužkou z důvodu nízkého kontrastu.

Zásady kreslení od ruky a s použitím pomůcek

Kresba od ruky (náčrt) je základním prostředkem vyjadřování technika a měla by být vždy provedena pomocí tužky. Nikdy nekreslete technické náčrty perem nebo fixem, tyto kresby již není možné dále upravovat. Kreslení tužkou od ruky je poněkud odlišné od práce s kreslicími pomůckami, proto si uvedme několik zásad.

- Snažte se správně držet tužku při kreslení svislých a vodorovných čar. Svislé čáry kreslíme pohybem prstů držících tužku, vodorovné čáry kreslíme pohybem celého zápěstí, malíček nebo prsteník klouže po papíře.
- Při kreslení kružnic nakreslete pomocné osy a několik bodů oblouku. Podle těchto bodů vytáhněte kružnici od ruky. Obdobně postupujeme při kreslení elipsy, případně křivek od ruky. Pokud napojujeme oblouk na přímou čáru, vždy kreslíme oblouk jako první.
- Čerchované čáry musí mít na koncích čárky, nikoliv tečky. U přerušované čáry musí být stejné jak délky čárek, tak velikosti teček a mezer. Osy souměrnosti přetahujeme podle velikosti obrazu o 5 až 10 mm.
- Od ruky kreslíme měkčí tuhou tvrdosti B až F. Osy, pomocné, kótovací a odkazové čáry kreslíme tvrdostí H. V praxi je ideální použít jedinou 0,5mm mikrotužku s tuhou tvrdostí HB.
- Dbáme vždy na to, aby se čáry pohybem ruky nerozmazávaly.
- Vždy se snažíme dodržovat poměry rozměrů kreslených objektů. Rozměry samozřejmě přesně nenakreslíte, ale kreslený objekt by měl být věrně zobrazen včetně základních náležitostí, jako jsou osy, správné typy čar a případné řezy.



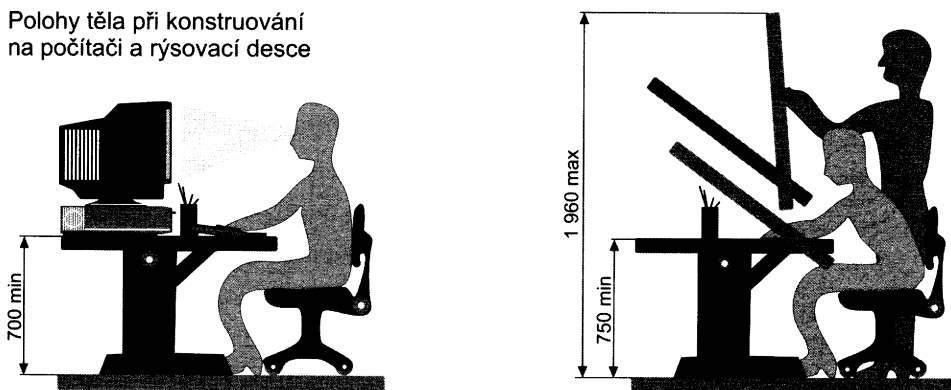
Obrázek č. 1.7, Postup při kreslení náčrtu

Vlastní výkresovou dokumentaci konstruuje s využitím pomůcek. Za tyto můžeme považovat jak pravítko, tak špičkové technické vybavení výpočetní technikou. Samozřejmě že i pro kreslení s použitím pomůcek existují určité zásady, které je nutné specifikovat podle toho, je-li práce prováděna na rýsovací desce, nebo na výpočetní technice:

- Vždy pracujeme s čistými kreslicími pomůckami, přitom nezapomínáme na čistotu rukou a rukávů svého oděvu. Při kreslení se výkresu nedotýkáme dlaněmi, aby nedocházelo k rozmazání tužky.
- Při práci na části plochy výkresu zakrýváme zbytek plochy výkresu papírem, nejvhodněji průsvitným.
- Při kreslení tuší nejdříve vytáhneme kružnice a křivky a potom vodorovné a svislé čáry. S vytahováním začínáme vlevo nahoře a postupujeme vpravo a dolů.
- Předpokladem dobré práce je správné držení těla a správné držení kreslicích pomůcek. Sedíme pohodlně, nehrbíme se a břichem ani hrudníkem se neopíráme o hranu stolu.
- Pracovní plocha musí být osvětlena šikmo zleva, zepředu a shora. Při kreslení dáváme přednost dennímu světlu. Vzdálenost očí od rýsovací desky má být 300 mm.

- Nezapomínejte občas poskytnout očím krátký odpočinek a několikrát se napřímit a zhluboka vydechnout.
- Při bolesti ruky způsobené únavou spustíme ruku podél těla a třepeme s ní, aby se dokonale prokrvila.
- Pro práci na počítači platí základní pravidlo častých přestávek v práci. Vždy po 55 minutách práce si udělejte 5 minut přestávku. Pokud pracujete na počítači delší dobu, je nutné vždy pamatovat na použití kvalitního technického vybavení. Toto pravidlo se soustředí především na kvalitní monitor s minimální úhlopříčkou 17 palců, který je nutný pro grafickou práci. Monitor musí pracovat s minimální zobrazovací frekvencí 75 Hz (doporučuji 85 Hz a více). Kvalitní monitor se již nevybavuje dalším stínítkem.

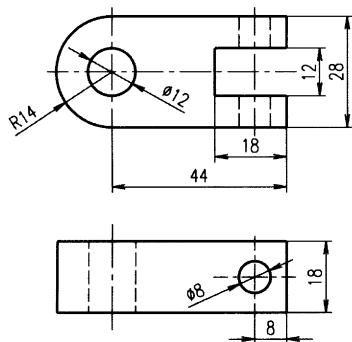
Polohy těla při konstruování
na počítači a rýsovací desce



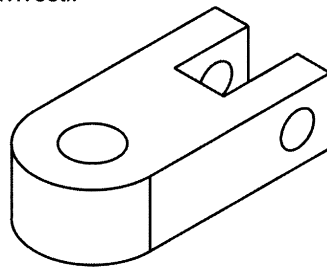
Obrázek č. 1.8, Polohy těla při jednotlivých typech konstruování

Otázky a cvičení:

1. Vyjmenujte čtyři základní výchozí podmínky pro studium technického kreslení.
2. Jaký je základní přínos použití CA technologií při konstrukční práci?
3. Popište technické pomůcky, které budete používat v hodinách.
4. Jaké reprografické metody pro kopírování výkresové dokumentace znáte?
5. Nakreslete zobrazenou součást (obr. 1.9) jako náčrt od ruky.

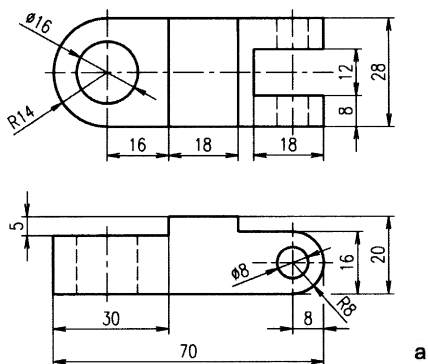


Pomocný prostorový (3D) pohled
pro podporu vaší prostorové
představivosti.

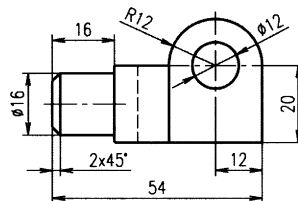


Obrázek č. 1.9, Kreslení náčrtu od ruky – cvičení

6. Nakreslete zobrazené součásti (obr. 1.10) jako náčrty od ruky.



a



b

Obrázek č. 1.10, Kreslení náčrtů od ruky – cvičení

2. Technická normalizace

Při výrobě složitých výrobků se žádný výrobce neobejde bez spolupráce s řadou jiných dodavatelů. Prakticky není možné, aby např. jednotlivé díly automobilu vyráběl jediný výrobce. Představte si podnik, který by zvládl jak výrobu motoru, tak výrobu elektrických rozvodů a potahů na sedačky. Proto existuje vzájemná spolupráce mezi podniky a výrobci, kteří přes dodavatele zásobují příslušnou část výroby. Konstruktor si pouze z katalogu výrobků vybere potřebný kus a ten použije ve svém výrobku.

Samozřejmě, že ideální stav nastává až tehdy, když vyjedete s automobilem za státní hranice a při poruše zapalovací svíčky nebo pneumatiky zajdete pouze do opravny a nahradíte špatný díl jiným od jiného výrobce. Vzájemná vyměnitelnost dílů není zaručována samovolně, ale existují určitá pravidla a předpisy. Tato pravidla jsou budována a tvořena samostatným technickým oborem nazvaným **normalizace**. Výsledkem normalizace jsou normy, předpisy a pravidla definující určité standardy, které:

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

Druhy norem

Důležitým nástrojem při prodeji výrobků v zahraničí, ale i u nás je certifikace výrobků a výroby podniku. Pro získání certifikace bude vyžadováno provedení technické dokumentace, včetně konstrukční podle normalizovaných pravidel. Tato pravidla musí mít platnost nejenom státní (ČSN), ale i celoevropskou (EN) a mezinárodní (ISO).

Státní normy (ČSN) – platí na celém území státu. Tvorbu a vydávání řídí Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ). Po věcné stránce vše zabezpečuje Český normalizační institut. Tyto státní normy mohou být rozpracovány v jednotlivých oborech na oborové normy (ON) a podnicích na podnikové normy (PN). Všechny tyto doplňky však nesmějí být v rozporu s platnými normami ČSN.

Celoevropské normy (EN) – jejich platnost se vztahuje především na území států EU. Vydavatelem je Evropská komise pro normalizaci CEN (Comité Européen de Normalisation).

Mezinárodní normy (ISO) – mají celosvětovou platnost. Vydavatelem je Mezinárodní organizace pro normalizaci ISO (International Organization for Standardization).

V současnosti je důležitým úkolem postupně realizovaná harmonizace ČSN s EN nebo ISO. Při přejímání mezinárodních norem do našich státních se přednostně zpracovává ČSN jako překlad evropských norem (ČSN EN).

Označení převzatých norem

Označení převzatých norem se skládá z označení, např. ČSN EN a z čísla normy. Označení je doplněno šestimístním třídícím znakem shodným s původním číslováním ČSN.

Převzatá norma EN: např. ČSN EN 22553 (01 3155) Svarové a pájené spoje

Převzatá norma ISO: např. ČSN ISO 128-1 (01 3114) Pravidla zobrazování

Převzatá norma EN ISO: např. ČSN EN ISO 4287 (01 4450) Struktura povrchu

ČESKÁ TECHNICKÁ NORMA

ICS 01.100.01

Červenec 2003



Technické výkresy – Pravidla zobrazování – Část 1: Úvod a přehled

ČSN
ISO 128-1

01 3114

Tato norma je českou verzí mezinárodní normy ISO 128-1:2003. Mezinárodní norma ISO 128-1:2003 má status české technické normy.

Obrázek č. 2.1, Ukázka technické normy

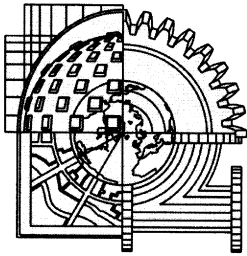
Druhy technických výkresů

V technické praxi se setkáváme s celou řadou dokumentů. Tyto dokumenty jsou podkladem pro výrobu nebo realizaci jiných technických projektů. Příkladem může být výroba běžného ručního nástroje, například šroubováku.

Designér provede studii vzhledu nástroje a navrhne tvar rukojeti. Konstruktor vytvoří výkresovou dokumentaci a provede potřebné výpočty. Technolog v návaznosti na výkresovou dokumentaci zvolí optimální způsob výroby jednotlivých částí nástroje a zpracuje technologický postup. Po vyrobení a montáži jednotlivých dílů jsou provedeny příslušné kontroly jakosti. Veškeré takto vytvořené technické dokumenty jsou archivovány a jsou dokladem o zrodu nového výrobku.

Technický výkres je základním dokumentem při návrhu nového výrobku nebo projektu. Je souborem informací vyjádřených na určitém nosiči informací v souladu s normalizovanými pravidly, musí být tedy vždy vypracován podle určitých zásad. Technické výkresy využíváme v celé řadě oborů, pro které mají charakteristický obsah.

Každý obor má určitá specifika, která svým způsobem určují obsah výkresové dokumentace. Proto existují vedle obecných norem pro technické výkresy i konkrétní normy např. pro kreslení výkresů ve strojírenství, stavebnictví, elektrotechnických schématach apod.



Technické výkresy

v oboru



Strojírenství

Elektrotechnika

Stavebnictví

Konstrukce potrubí

Ostatní

Obrázek č. 2.2, Rozdělení technických výkresů podle oboru

Technické výkresy mohou být dnes vytvořeny klasickým kreslením nebo pomocí výpočetní techniky (většinou systémy CAD) v určité formě:

- **Náčrt (skica)** je v podstatě vytvořený od ruky, bez zřetele na měřítko. Bývá často prvním ztvárněním návrhu nového výrobku. Skicu lze vytvořit přímo na papíře nebo na počítači pomocí grafických programů pro tvorbu kreseb a designu.
- **Originál** je výkres vytvořený s použitím pomůcek pro přesné kreslení při dodržení závazných pravidel (norem). Je-li vytvořen na počítači pomocí programů CAD, bývá vykreslen pomocí tiskárny či plotteru. Originální výkres je archivován a většinou se využívá pouze pro zhotovení kopií.
- **Kopie** je rozmnožený originál pomocí reprografických metod. Slouží jako podklad pro výrobu, montáž a kontrolu vyráběného výrobku.

Při tvorbě, kopírování a tisku výkresové dokumentace se standardně používá kombinace černé barvy na bílém podkladě. V případě, že je nutné zobrazit finální vzhled výrobku, je možné využít i barev.

Ve strojírenství velmi často používáme rozdělení výkresů podle určení na:

- **Návrhové výkresy** – zobrazují součásti ve vzájemné poloze včetně uložení a základních rozměrů. Slouží jako podklad pro konečné řešení.
- **Výkresy součástí** – jsou základním podkladem pro výrobu, proto je také někdy nazýváme výrobní. Obsahují veškeré údaje nutné pro výrobu (zobrazení, rozměry, tolerance strukturu povrchu, geometrické tolerance, tepelné zpracování, vyplněné popisové pole apod.).
- **Výkresy podsestav a sestav** – využívají se pro průběžnou a finální montáž výrobku. Obsahují pouze hlavní rozměry určující vazbu na návazné celky a popis jednotlivých součástí a dílců pomocí pozic. Soupis všech dílů je uspořádán v seznamu položek (kusovníku).

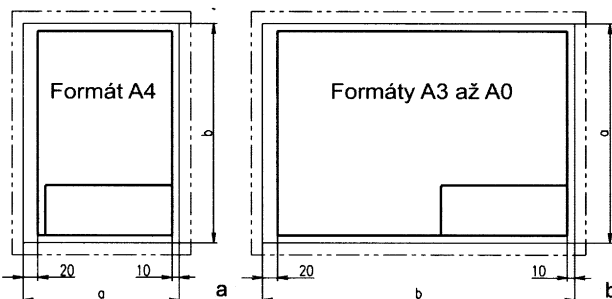
Formáty výkresů

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

- **Formáty ISO-A** se používají přednostně, jedná se o základní doporučenou řadu rozměrů. Na formátu A4 se popisové pole umísťuje dolů na kratší stranu (obr. 2.3a). Na formátech A3 až A0 se popisové pole umísťuje do pravého dolního rohu kreslicí plochy (obr. 2.3b). Formáty A3 až A0 je dovoleno používat pouze horizontálně orientované.
- **Prodloužené formáty** jsou definovány násobky 3, 4, 5 základní šířky (210 mm) formátu A4, případně násobky 3, 4 základní výšky (297 mm) formátu A3. V případě, že je to nezbytně nutné, můžeme tedy využít prodloužených formátů A4 x 3 (297 x 630), A4 x 4 (297 x 841), A4 x 5 (297 x 1 051), nebo A3 x 3 (420 x 891) a A3 x 4 (420 x 1 189).
- **Zvlášť prodloužené formáty** jsou vytvořeny opět násobkem šířky pro formát A4 a výšky pro ostatní formáty řady ISO-A. Používají se pouze výjimečně. Příkladem může být formát A4 x 6 (297 x 1 764).

Formáty výkresů

Označení	Oříznutý list	
	a	b
A0	841	1 189
A1	594	841
A2	420	594
A3	297	420
A4	210	297



Obrázek č. 2.3, Rozměry výkresových formátů ISO-A

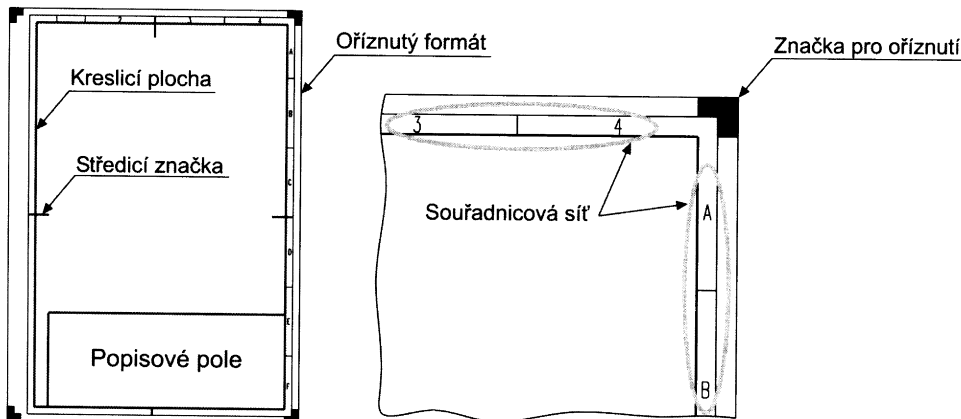
Formát výkresů volíme vždy s ohledem na přehledné zobrazení objektů a dostatečnou rozlišitelnost výkresu. Směr čtení výkresu je shodný se směrem čtení popisového pole.

Materiály použité pro výkres mohou být průsvitné, průhledné nebo neprůsvitné. Nedoporučuje se používat materiály s lesklou lícovou stranou.

Úprava výkresových listů

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

Ruční kreslení těchto prvků na každém výkrese by bylo velmi pracné. V praxi se připravují pro konstrukční práci **předtisky výkresových listů**, při konstruování na počítači je předtisk nahrazen **šablonou** nebo **prototypovým výkresem**.



Obrázek č. 2.4, Úprava výkresového listu

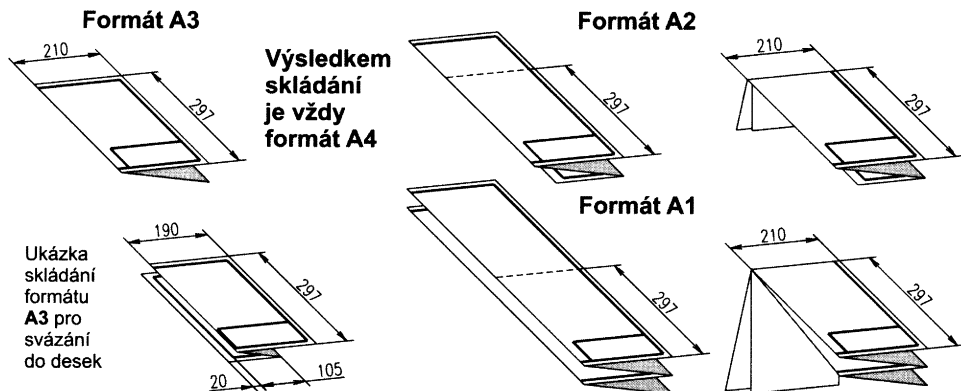
Náležitosti výkresového listu (obr. 2.4) jsou:

- **Popisové pole** musí obsahovat každý technický výkres. Popisové pole se umísťuje do pravého dolního rohu kreslicí plochy a jeho délka je maximálně 170 mm. Více informací najdete v kapitole „Konstrukční dokumentace“.
- **Oříznutý formát** je zobrazen souvislou tenkou čarou. Tato čára společně se značkami pro oříznutí určuje velikost formátu výkresového listu.
- **Kreslicí plocha** je zobrazena souvislou tlustou čarou a umístěna tak, aby po oříznutí formátu vznikl okraj o šířce 20 mm vlevo a 10 mm vpravo, nahoře a dole. Levý okraj se využívá pro svázání výkresů do složky.
- **Souřadnicová síť** usnadňuje orientaci a určení polohy objektů na výkrese. Dělí kreslicí plochu na pole, která jsou označena shora dolů písmeny velké abecedy a zleva doprava číslicemi. Písmena a číslice jsou kresleny tenkou čarou a jejich velikost je 3,5 mm. Síť se umísťuje po všech stranách kreslicí plochy, u formátu A4 pouze nahoře a vpravo. Délka polí je 50 mm a je měřena od středících značek, šířka 5 mm.
- **Značky pro oříznutí** slouží k usnadnění oříznutí a kreslí se ve všech rozích oříznutého formátu výkresu. Zvýrazněný roh má rameno dlouhé 10 mm a tloušťku čáry 5 mm.
- **Středící značky** slouží snadnějšímu umístění výkresu při kopírování. Zobrazují se uprostřed délky každé strany oříznutého formátu. Doporučují se úsečky délky 15 mm, kreslené od rámečku souřadnicové sítě souvislou tlustou čarou.

Oříznutý výkresový list formátu A4 a A3 se všemi náležitostmi včetně rozměrů je zobrazen na obr. 2.13 a obr. 2.14.

Skládání výkresů

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



Obrázek č. 2.5, Skládání výkresů

Postup skládání kopií výkresu je uveden na obrázku 2.5, mimo formátu A0, který se skládá stejným způsobem. Výkresy se skládají nejprve od pravého okraje a potom od spodního okraje listu. Výsledkem je vždy formát A4 s popisovým polem na vrchní straně složeného výkresu.

Pokud jsou výkresy svázané do desek, ponechává se po levé straně proužek široký 20 mm. Ukázka skládání formátu A3 pro svázání do složek je na obr. 2.5. Ostatní formáty se opět skládají stejným způsobem.

Druhy čar na technických výkresech

Čára je základním prostředkem pro zobrazování na výkrese. Kreslí se buď od ruky, nebo pomocí technických pomůcek. Každá čára je charakterizována svým uspořádáním, tedy jednotlivými prvky, kterými je čára tvořena, a tloušťkou.

Tloušťky čar rozdělujeme podle vzájemného poměru (obr. 2.15) na čáry tenké, tlusté a velmi tlusté, přičemž platí:

tenká čára : tlustá čára : velmi tlustá = 1 : 2 : 4

příklad: 0,25mm : 0,5mm : 1,0mm

Základní tloušťka čáry se odvozuje pomocí geometrické řady s koeficientem odmocnina ze dvou. Tloušťka čáry musí být v celé délce neměnná. Čáry stejného významu musí mít stejnou tloušťku ve všech obrazech téhož výkresu kreslených ve stejném měřítku.

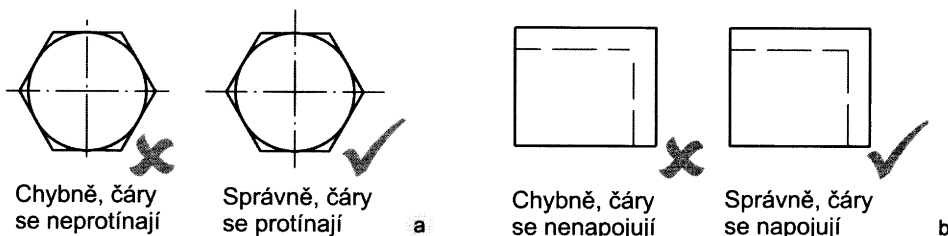
Geometrická řada tlouštěk čar [mm]

Tloušťka čáry d	0,13	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0
-----------------	------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----

Tabulka č. 1, Řada tlouštěk čar používaných na výkresech

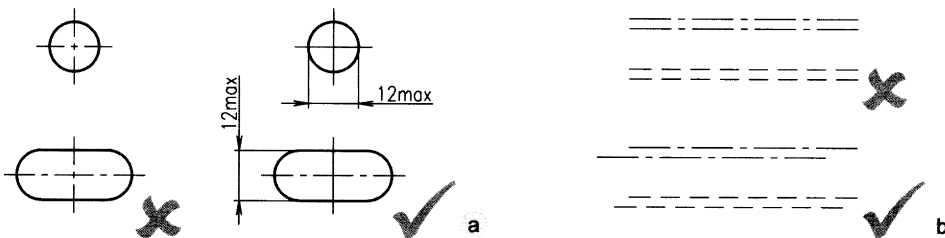
Podle typu můžeme čáry rozdělit na souvislé a přerušované (obr. 2.15). U přerušovaných jsou délky jednotlivých čar a mezer závislé na velikosti kresleného objektu. Krátké čárky místo teček v čerchované čáře mají mít délku nejvýše trojnásobku tloušťky čáry.

- Křížení přerušovaných čar (obr. 2.6 a) musí být vždy provedeno dlouhou čárkou. Křížení čar mezerou není přípustné.
- Spojení přerušovaných čar (obr. 2.6 b) nemá být provedeno mezerou.



Obrázek č. 2.6, Možné chyby při kreslení čar

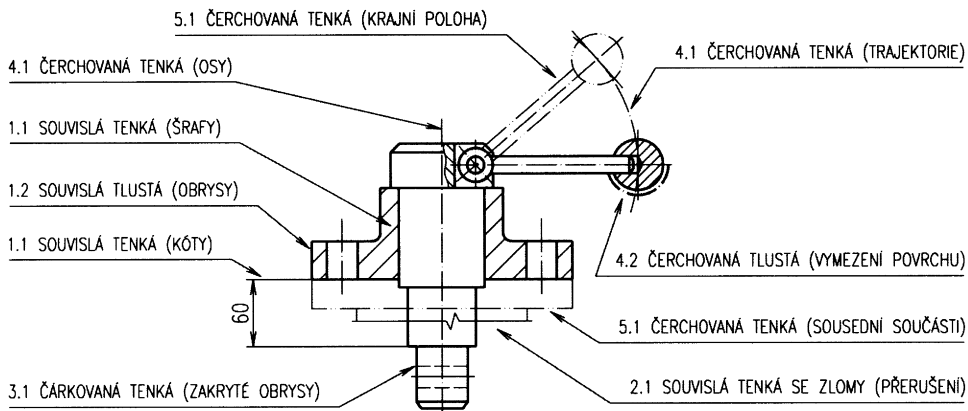
- Je-li rozměr obrazu menší než 12 mm (obr. 2.7 a), může se kreslit příslušná osa souvislou tenkou čarou.
- U přerušovaných čar umístěných blízko sebe (obr. 2.7 b) se mají čárky a mezery vzájemně střídat.



Obrázek č. 2.7, Úprava a umístění čar

Z hlediska konstruování na počítači (CAD) jsou pro zobrazování čar stanoveny obecné výpočty definující délky prvků kreslených čar.

V závěru této kapitoly uvedme pro jednoduchou orientaci příklad použití typů čar na technických výkresech ve strojírenství.



Obrázek č. 2.8, Příklady použití čar na strojírenských výkresech

Měřítko zobrazování

Při kreslení výkresové dokumentace se často setkáme s problémem, jak upravit velikost kreslené součásti tak, aby ji bylo možné umístit na výkres. Představme si například mapu města nebo sestavu válcovací trati zobrazenou na výkresové dokumentaci. Opakem může být hodinový strojek, který je nutné pro dostatečně čitelné zobrazení zvětšit.

Pro úpravu velikosti zobrazeného objektu na výkrese používáme měřítko, které udává poměr délkového rozměru objektu na originálním výkrese k délkovému rozměru stejného objektu ve skutečnosti. Měřítko kopie může být rozdílné od měřítka originálu.

Při volbě měřítka vycházíme z několika základních informací:

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

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

- **Skutečná velikost**, tj. měřítko **1:1**. Je předností, pokud to velikost zobrazovaného předmětu dovolí. Obrazy v tomto měřítku dávají nezkreslenou představu o velikosti objektu.
- **Měřítko pro zvětšení** 2:1, 5:1 apod. V tomto měřítku se většinou zobrazují malé objekty a tvarové podrobnosti.
- **Měřítko pro zmenšení** 1:2, 1:5 apod. V tomto měřítku se většinou zobrazují velké objekty.

Typ měřítka	Normalizovaná měřítka zobrazení
Skutečná velikost	1:1
Měřítka zvětšení	2:1, 5:1, 10:1, 20:1, 50:1
Měřítka zmenšení	1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50, 1:100, 1:200, 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000, 1:10000

Tabulka č. 2, Doporučená měřítka

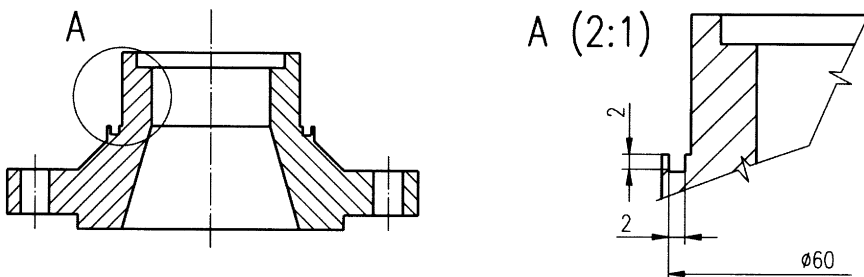
Na výkresech zapisujeme měřítka hlavního obrazu na příslušné místo v popisovém poli (obr. 2.9). Pokud je u některých obrazů ve výkrese použito jiné měřítko, uvádí se u písmene vyznačujícího tvarovou podobnost (obr. 2.10), případně řez. Do popisového pole se však uvádí pouze měřítka hlavní.

MATERIAL 42 2633.10		INDEX		ZNAČKA		DATUM		POPIS	
POLOTOVAR ODUTIEK									
TOLEROVÁNÍ ISO 8015		ANO							
PŘESNOST ISO 2768		m		K					
PROMITÁNÍ									
								MĚŘÍTKO 1:1	
KONSTR. NOVÁK		SCHMÜLLER K.		Hmotnost 3,5 kg					
KONTROL.		DATUM 3.1.1997		SESTAVA 2A-CAD-12.00		KUSOVNIK			
		NAZEV		STAVBY V.					
 VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou		PŘÍRUBA							
		ČÍSLO VÝKRESU 2A-CAD-12.08							
		LISTO		LIST					

Umístění měřítka hlavního obrazu v popisovém poli

Obrázek č. 2.9, Zápis měřítka hlavního obrazu v popisovém poli

Pokud jsou rozměry objektů na výkrese zakótovány, jsou délkové rozměry na kótách uvedeny vždy ve skutečné velikosti bez ohledu na měřítka. Rozměry kót a značek (výška textu, velikost šipek, tloušťky kótovacích a vynášecích čar) zůstávají také zachovány bez ohledu na měřítka.



Obrázek č. 2.10, Zápis měřítka tvarové podobnosti

Technické písmo

Písmo je společně s kresbou zobrazenou na výkrese základním prostředkem pro sdělování informace. Rozměry a tvar technického písma jsou voleny s ohledem na zaručenou čitelnost i při použití reprografických metod pro tvorbu kopií.

Písmo může být vytvořeno několika základními způsoby:

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

Písmo může být psáno jako kolmé na základní čáru nebo jako šikmé se sklonem 75°. Pro popis technické dokumentace můžeme použít písmo ve třech provedeních. Přednostně se používá písmo kolmé typu **B**.

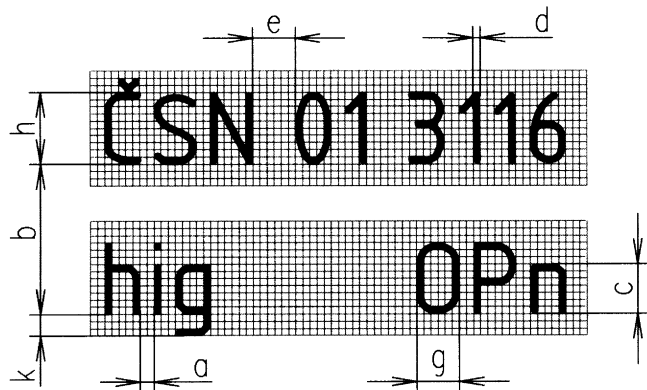
- Písmo typu **A** v provedení kolmém a šikmém, je definováno zápisem do sítě.
- Písmo typu **B** v provedení kolmém a šikmém, je definováno zápisem do sítě.
- Písmo typu **CAD** v provedení **CA** a **CB**, pro vektorový popis na počítači.

Velikost písma je odvozena od výšky písmen velké abecedy **h** [mm]. Velikost písma je odstupňována geometrickou řadou.

Geometrická řada výšek písma [mm]								
Výška odvozená od výšky velkých písmen	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20

Tabulka č. 3, Řada výšek písma používaných v technické dokumentaci

Ostatní charakteristické rozměry (parametry) písma jsou odvozeny vzhledem k velikosti písma. Závislosti platné pro písmo kolmé typu B jsou na obr. 2.11.

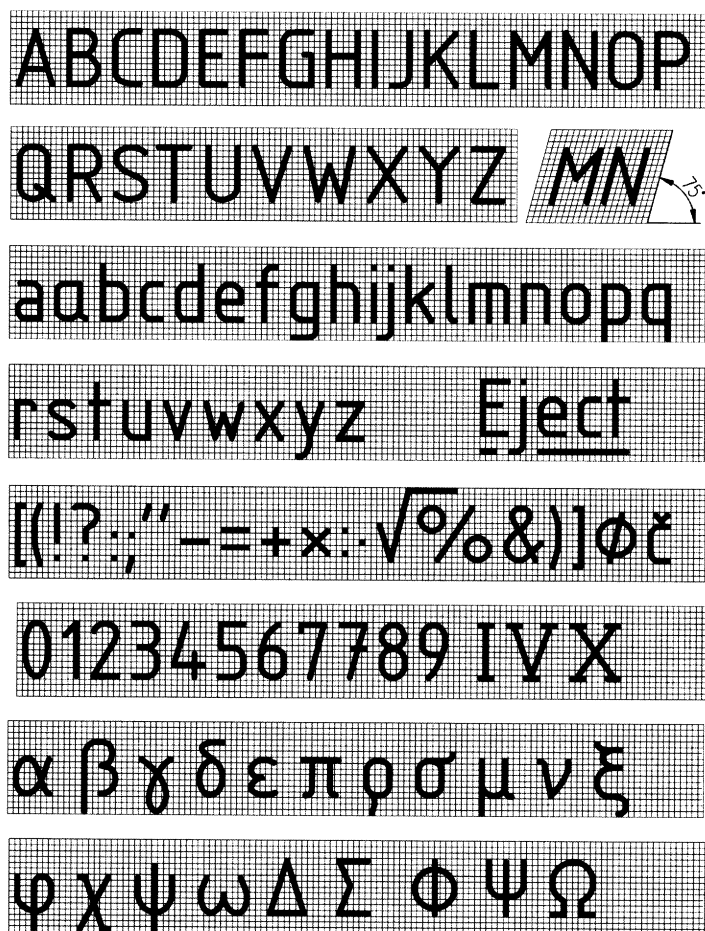


Obrázek č. 2.11, Rozměry písma

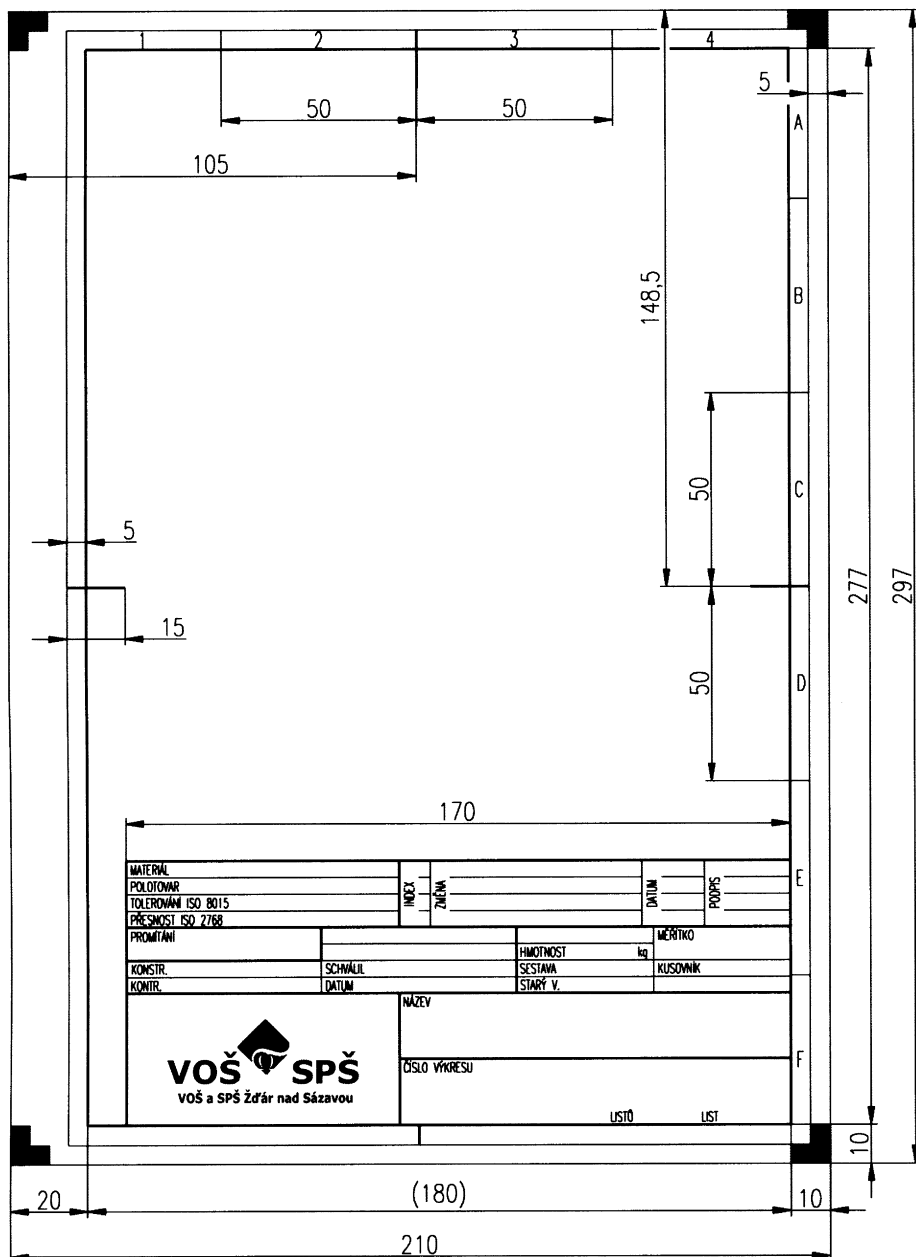
Mezera mezi písmeny, která nemají v sousedství svislé čáry, např. VH, TV se smí zmenšit na polovinu. Šířka **g** se u některých písmen zvětšuje (např. W, M, m) nebo zmenšuje (např. I, J, i, l).

Parametr písma typu A nebo typu B	Označení	Typ A	Typ B
Výška písmen	h	(14/14) h	(10/10) h
Výška písmen malé abecedy	c	(10/14) h	(7/10) h
Dolní dotah písmen malé abecedy	k	(4/14)h	(3/10) h
Šířka písmen	g	(7/14) h	(6/10) h
Mezera mezi písmeny	a	(2/14) h	(2/10) h
Nejmenší řádkování pro písmo s diakritickými znaménky	b	(25/14) h	(19/10) h
Mezera mezi slovy	e	(6/14) h	(6/10) h
Tloušťka čáry	d	(1/14) h	(1/10) h

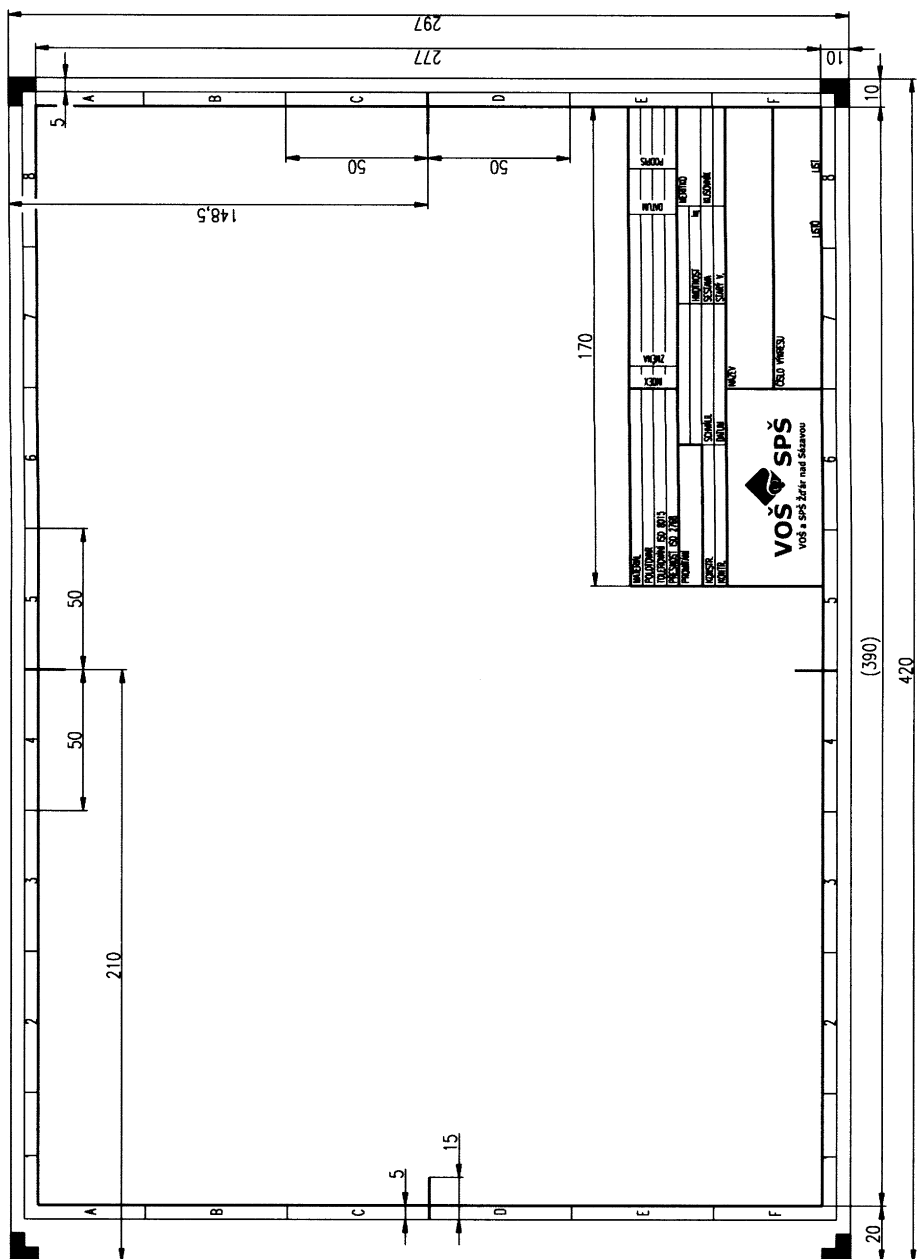
Tabulka č. 4, Poměrné velikosti písma



Obrázek č. 2.12, Zápis znaků písma typu B



Obrázek č. 2.13, Oříznutý výkresový list formátu A4



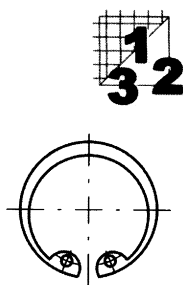
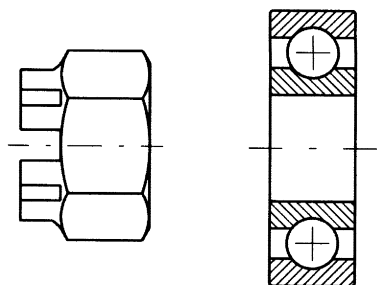
Obrázek č. 2.14, Oříznutý výkresový list formátu A3

Číslo	Název a zobrazení	Použití čáry
1.1	Souvislá tenká čára 	- zobrazení závitů - šrafování - obrysy sklopených průřezů - kótovací a pomocné čáry - odkazové čáry - ohraničení tvarových podrobností - viditelně zaoblené a neurčité hrany i průniky - krátké osy - čáry ohybu ohýbaných ploch - úhlopříčky pro vyznačení rovinných ploch
1.2	Souvislá tlustá čára 	- viditelné hrany a obrysy - ukončení délky závitů - dělicí roviny odlitků a zápuštěných výkovek - čáry šipek u řezů a průřezů - vymezení kreslicí plochy formátu výkresu
1.3	Souvislá velmi tlustá čára 	- označení lepeného a pájeného spoje
2.1	Souvislá tenká čára od ruky  Souvislá tenká čára se zlomy 	- přerušení obrazu - ukončení částečně nakresleného obrazu
3.1	Čárkovaná tenká čára 	- zakryté (neviditelné) hrany a obrysy
4.1	Čerchovaná tenká čára 	- osy souměrnosti - roztečné kružnice a přímky
4.2	Čerchovaná tlustá čára 	- označení rovin řezů a průřezů - označení částí povrchu součástí (např. tepelně zpracovaných)
5.1	Čerchovaná tenká čára se dvěma tečkami (čárkami) 	- krajní polohy pohyblivých částí - zobrazení původního a konečného tvaru - obrysy a hrany sousedících částí - prodloužené toleranční pole - ohraničení částí plochy

Obrázek č. 2.15, Typy čar a jejich význam

Otázky a cvičení:

1. Vyjmenujte jednotlivé druhy norem a popište jejich význam.
2. Jak jsou přejímány mezinárodní normy ISO a EN do ČSN.
3. Ve strojnických tabulkách vyhledejte příslušné normy pro zobrazené normalizované součásti.

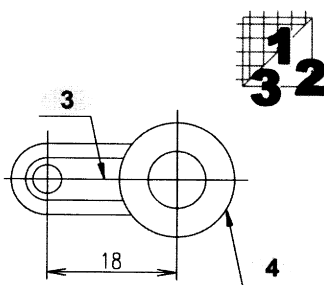
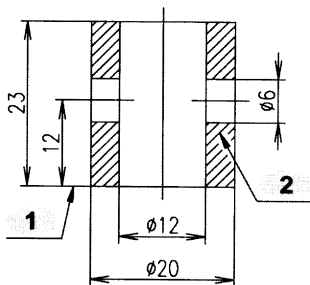


Zadání cvičení

Číslo úlohy	Součást
1	MATICE M24x2 ČSN 02 1411.20
2	LOŽISKO 6000 ČSN 02 4630
3	POJISTNÝ KROUŽEK 24 ČSN 02 2931

Obrázek č. 2.16, Strojní součásti pro vyhledání – cvičení

4. Vyjmenujte formáty výkresů a přiřadte formát rozměru 210 x 297mm.
5. Popište jednotlivé náležitosti výkresového listu.
6. Nakreslete a popište jednotlivé typy a tloušťky čar.
7. Doplňte poměr typů čar: tenká čára : tlustá čára : velmi tlustá = ? : ? : ?.
8. Zvolte vhodné typy čar včetně tloušťky pro zobrazené pohledy na součásti.



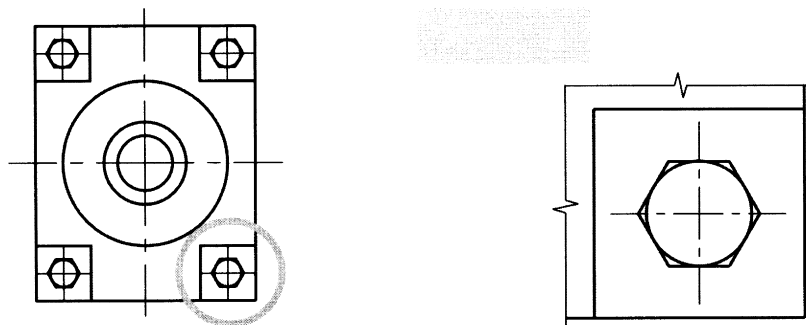
Zadání cvičení

Zvolte vhodný typ a tloušťku čar:

1. ?
2. ?
3. ?
4. ?

Obrázek č. 2.17, Volba typů čar – cvičení

9. Uveďte, o jaký typ měřítka se jedná: 1:1, 1:5, 2:1.
10. Doplňte správný zápis tvarové podobnosti a měřítka 5:1 v místě šedých políček.



Obrázek č. 2.18, Zápis měřítku tvarové podobnosti – cvičení

11. Pomocí technického písma napište následující text:

NEKÓTOVANÉ POLOMĚRY R3, NEKÓTOVANÉ ÚKOSY 1°
ŽÍHÁNO KE SNÍŽENÍ VNITŘNÍHO PNUTÍ
PŘESNOST ODLITKU ČSN 01 4470.4

Obrázek č. 2.19, Zápis textu – cvičení

12. Do sešitu přepište jednotlivé řádky se znaky písma typu B podle obr. 2.12.

3. Technické zobrazování

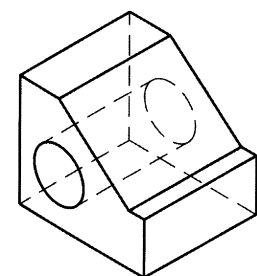
V technické praxi se velmi často setkáváme s potřebou zobrazení prostorových útvarů pomocí náčrtu nebo přesně kresleného výkresu. Již v dávných dobách se lidé snažili zobrazovat reálné věci pomocí různých zobrazovacích metod.

Existují v podstatě dva typy zobrazení objektů. Oba vychází z určitých pravidel a uvažují při vlastním kreslení s jinou orientací souřadného systému XYZ. Velmi používanou metodou je dodnes plošné zobrazení **2D**, kdy nahlížíme na těleso v určitém směru a výsledný pohled promítneme na určitou **průmětnu** (rovinu).

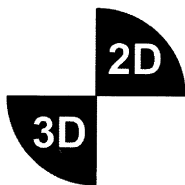
Názornější, ale pro klasický způsob kreslení daleko obtížnější metodou je **3D** prostorové zobrazení. V praxi je nejrozšířenější **axonometrické promítání**.

Metoda „prostorového modelování“ se dnes velmi často stává ve spojení s moderní výpočetní technikou hlavním typem zobrazení složitých tvarových součástí. Jednotlivé pohledy jsou pak generovány zcela automaticky. Tento postup nazýváme parametrickým modelováním a bude jistě probrán v pozdějších ročnících v předmětech věnovaných CAD (Computer Aided Design), tedy počítačové podpoře konstrukčních prací.

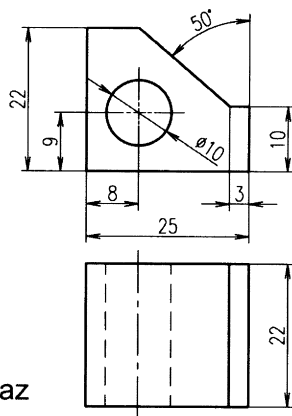
Součást zobrazená pomocí
3D – pohledu a 2D – průmětu



3D – obraz



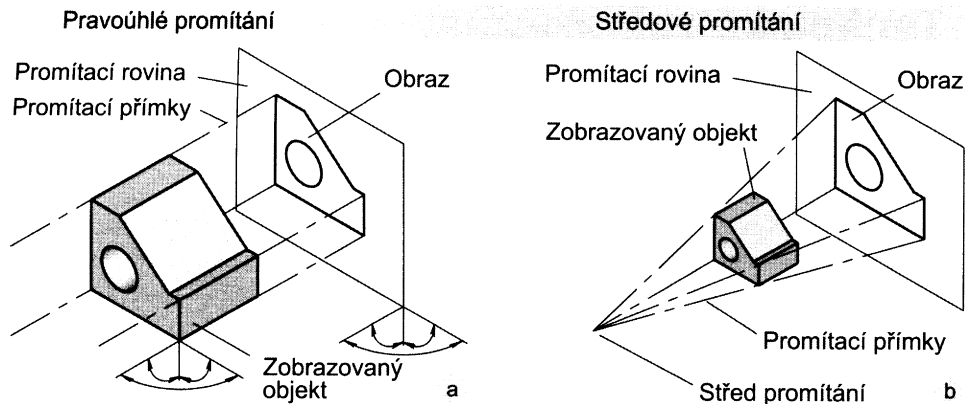
2D – obraz



Obrázek č. 3.1, Prostorové zobrazování a průměty

Jednotlivé typy zobrazení vznikají promítáním objektu pomocí pomyslných sledovacích paprsků nazvaných **promítací přímk**y. Pro studium jednotlivých metod promítání používaných v technické praxi si nejdříve objasníme několik základních pojmů.

Z obrázku 3.2 je zřejmé, že jsou objekty pomocí promítacích přímek promítány na rovinu, kterou nazýváme **promítací rovina** (průmětna). Promítání rozdělujeme podle směru promítacích přímek a středu promítání do tří základních skupin.



Obrázek č. 3.2, Základní pojmy používané při popisu promítání

Rovnoběžné promítání

Při tomto způsobu promítání jsou myšlené promítací přímky vzájemně rovnoběžné a současně rovnoběžné se směrem promítání, který nesmí být rovnoběžný s průmětnou. Náčrt tohoto typu promítání vidíte na výše uvedeném obrázku. Nejběžnějším promítáním patřícím do této kategorie je promítání pravoúhlé. Střed promítání nelze díky rovnoběžnosti promítacích přímek určit.

Kosoúhlé promítání

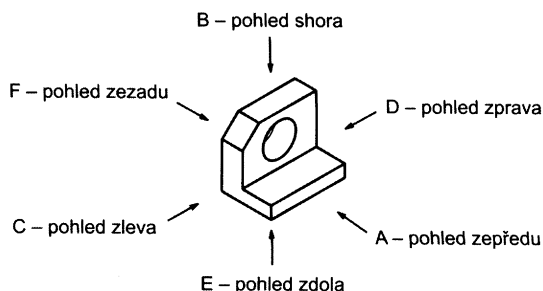
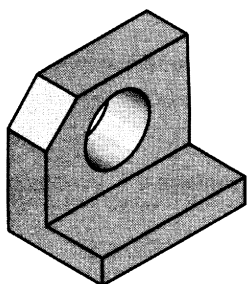
Způsob rovnoběžného promítání, při němž promítací přímky svírají s průmětnou jiný než pravý úhel. Promítací rovina je rovnoběžná s jednou ze souřadných rovin a s čelní stěnou zobrazovaného předmětu. Rozměry předmětu v průmětu zůstávají zachovány. Střed promítání nelze díky rovnoběžnosti promítacích přímek určit.

Středové promítání

Na rozdíl od rovnoběžného promítání vychází promítací přímky u středového promítání ze společného středu promítání. Tento bod nesmí ležet v průmětně. Náčrt tohoto typu promítání vidíte na výše uvedeném obrázku, z kterého je jasně vidět změnu rozměrů průmětu a skutečného objektu. Polohu středu promítání lze přesně určit.

Pravoúhlé promítání

Je nejrozšířenějším promítáním používaným ve strojírenském kreslení. Objekt je promítán na zpravidla tři až šest navzájem kolmých průměten. Zobrazovaný předmět promítáme rovnoběžnými promítacími přímkami, jejichž směr svírá s průmětnou pravý úhel (90°).



Obrázek č. 3.3, Pohledy na zobrazovaný objekt

Objekt můžeme zobrazit maximálně v šesti hlavních směrech. Za **hlavní pohled** se snažíme volit vždy ten, který obsahuje nejvíce informací, zpravidla orientovaný do průčelné polohy (výrobní polohy). Ostatní pohledy jsou s hlavním pohledem sdružené.

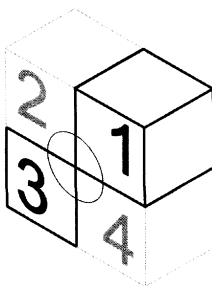
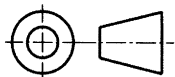
Metody pravoúhlého promítání

Existují dvě metody pravoúhlého promítání, které se liší umístěním objektu vůči pozorovateli a průmětnám. Jejich název je odvozen z umístění v soustavě navzájem kolmých rovin. Soustava rovin je rozdělena na čtyři kvadranty. Pro promítání se využívá prvního a třetího kvadrantu (obr. 3.4).

Metoda promítání 3

promítání v 3. kvadrantu

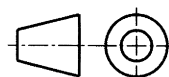
ISO - A
promítání „americké“



Metoda promítání 1

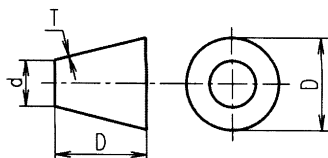
promítání v 1. kvadrantu

ISO - E
promítání „evropské“



Obrázek č. 3.4, Orientace promítání v prvním a třetím kvadrantu

Obě metody pravoúhlého promítání umožňují promítnutí předmětu celkem na šest navzájem kolmých průmětů. Ve výkresové dokumentaci se používá značení promítání příslušnou značkou (obr. 3.5) umístěnou v rohovém razítku nebo v jeho blízkosti.

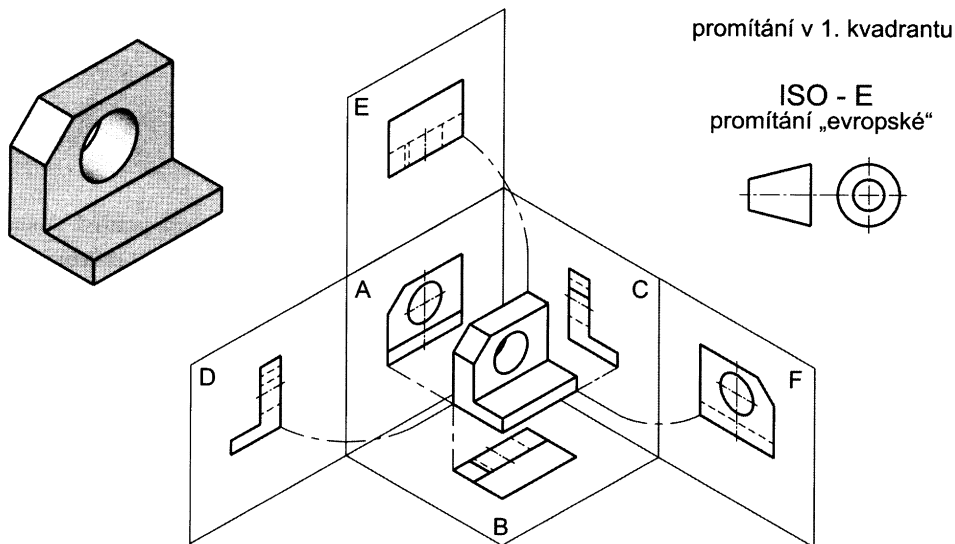


D	Velký průměr a délka kužele	7	10
d	Malý průměr kužele	3,5	5
T	Tloušťka kreslené čary značky	0,35	0,5

Obrázek č. 3.5, Rozměry značky promítání

Metoda promítání 1

Je to metoda, kterou též nazýváme **metoda promítání v 1. kvadrantu**, dříve evropské promítání a ISO-E. Jedná se o způsob pravouhlého promítání, při němž leží objekt mezi pozorovatelem a průmětnou.



Obrázek č. 3.6, Metoda promítání 1

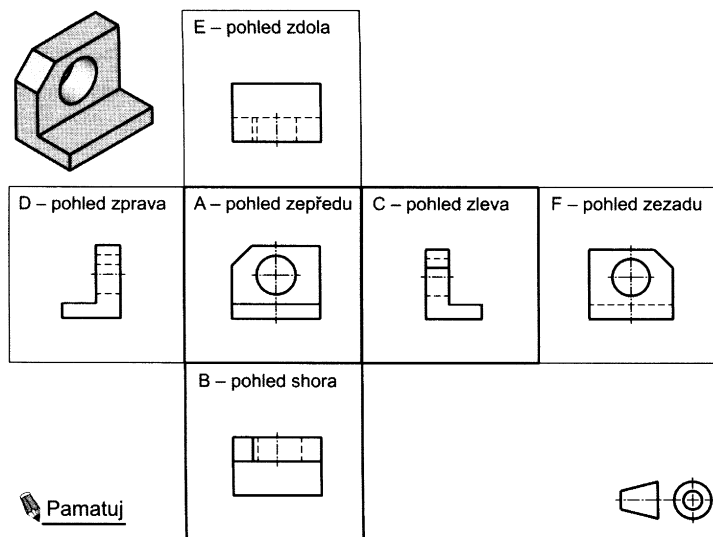
Po sklopení jednotlivých promítacích rovin do jediné získáváme **soustavu sdružených obrazů**. Tyto obrazy jsou rozloženy vzhledem k pohledu zepředu (hlavnímu pohledu).

Poznámka:

1. Pohled zezadu může být umístěn úplně vpravo nebo úplně vlevo vedle pohledu zprava.
2. Pokud není na výkresové ploše dostatek místa, lze sdružené pohledy umístit i na jiném místě výkresu, případně na jiném listu. Obrazy musí být ale náležitě označeny, aby bylo jasné, o jaký obraz se jedná. Tyto obrazy mohou být posunuty nebo posunuty a otočeny.

Běžné rozložení sdružených obrazů pro metodu promítání 1 je zobrazeno na následujícím obrázku (obr. 3.7). Všimněte si prosím postupu sklápění jednotlivých promítacích rovin.

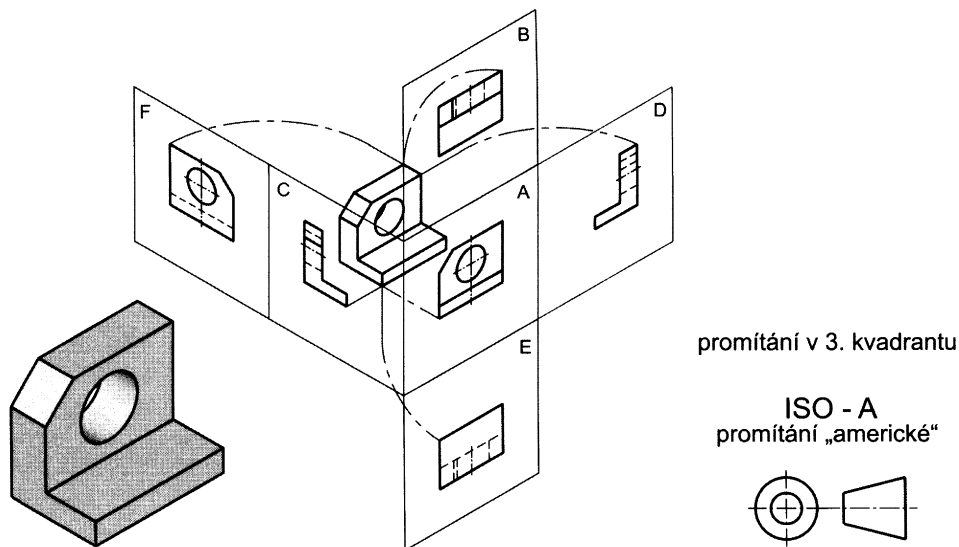
Velmi často používanou kombinací sdružených obrazů ve výkresové dokumentaci je kombinace pohledu zepředu, pohledu shora a pohledu zleva. Při volbě pohledů je vždy nutné zvážit jejich optimální počet pro plné zobrazení objektu.



Obrázek č. 3.7, Sdružené obrazy zobrazené metodou promítání 1

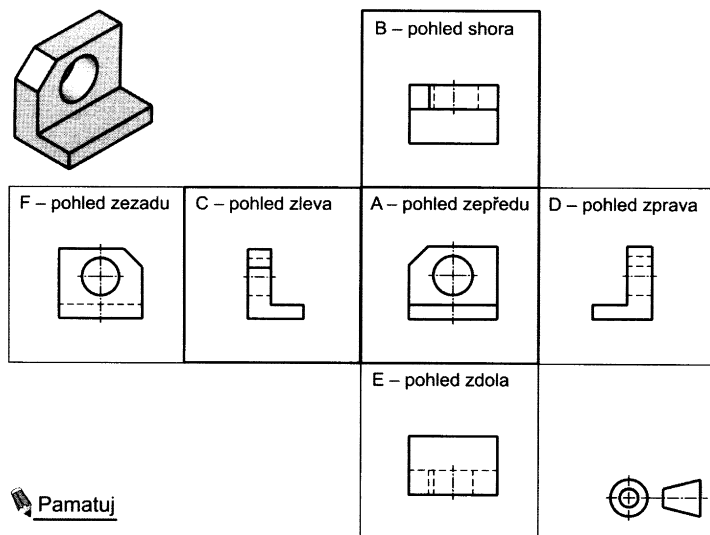
Metoda promítání 3

Je to metoda, kterou též nazýváme **metoda promítání v 3. kvadrantu**, dříve americké promítání a ISO-A. Jedná se o způsob pravoúhlého promítání, při němž leží objekt pro pozorovatele za průmětnami.



Obrázek č. 3.8, Metoda promítání 3

Běžné rozložení sdružených obrazů pro metodu promítání 3 je zobrazeno na následujícím obrázku (obr. 3.9). Všimněte si prosím postupu sklápění jednotlivých promítacích rovin



Obrázek č. 3.9, Sdružené obrazy zobrazené metodou promítání 3

Axonometrické promítání

Obrazy vytvořené v axonometrickém promítání poskytují velmi názornou představu o skutečném tvaru zobrazovaného objektu, např. katalogy součástí, montážní postupy, návody, propagační materiály apod. Existuje několik metod axonometrického zobrazení objektů používaných v technické praxi:

- technická izometrie (pravoúhlá), také izometrická axonometrie
- technická dimetrie (pravoúhlá), také dimetrická axonometrie
- kosoúhlá dimetrie

ISO do kosoúhlé axonometrie zahrnuje:

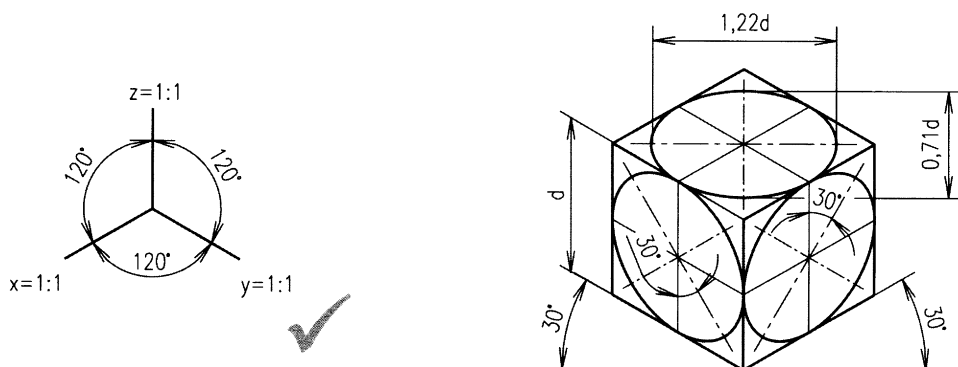
- kabinetní axonometrie
- kavalírní axonometrie
- plánometrie

Tip:

Metody pro zobrazování prostorových obrazů objektů jsou pro začátečníka poměrně obtížné. Věnujte pozornost především základním postupům při tvorbě obrazu v jednotlivých axonometrických metodách, které jsou také velmi vhodné pro trénink vaší prostorové představivosti, která je základním východiskem pro moderní modelovací postupy při tvorbě prostorových modelů, dnes převážně na výpočetní technice.

Technická izometrie

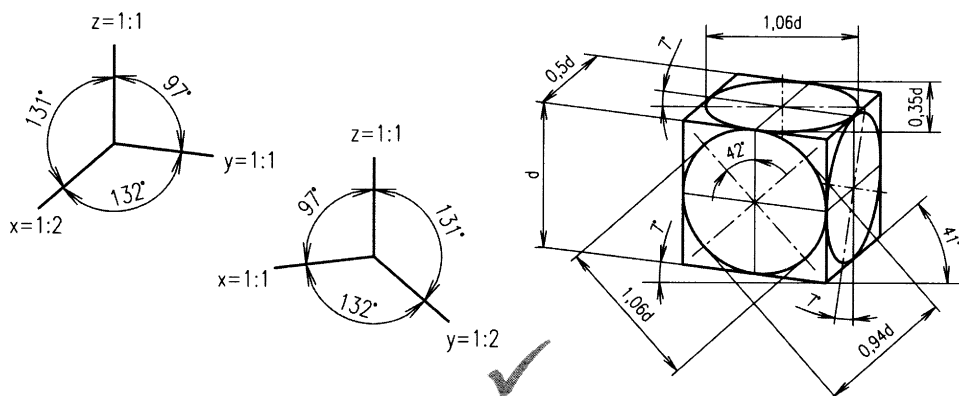
Je to pravoúhlé axonometrické zobrazení, u kterého osový kříž svírá pravidelně úhel 120° . Při této metodě zobrazování jsou rozměry nanášeny nezkráceně na osy x , y , z .



Obrázek č. 3.10, Technická izometrie

Technická dimetrie

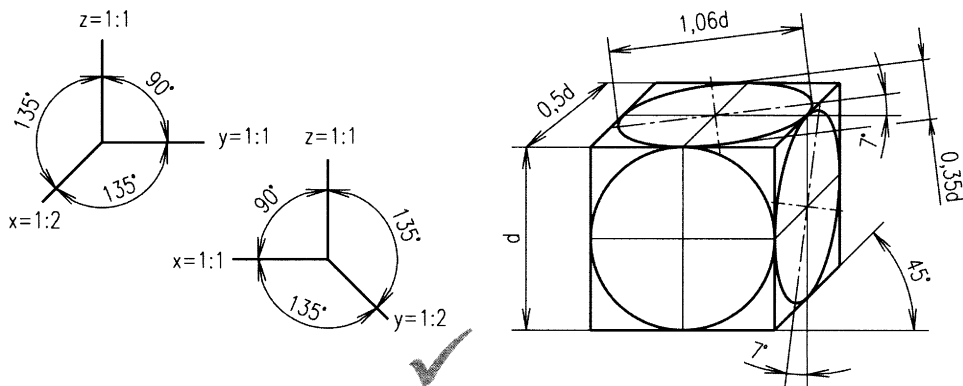
Je to pravoúhlé axonometrické zobrazení, při němž se vynášejí dva rozměry nezkráceně a třetí, v závislosti na orientaci souřadného systému, zkrácený na polovinu.



Obrázek č. 3.11, Technická dimetrie

Kosoúhlá dimetrie

Je to kosoúhlé promítání, které se podle ISO nazývá kabinetní axonometrie. Dva rozměry se vynášejí nezkráceně a třetí, v závislosti na orientaci souřadného systému, zkrácený na polovinu.

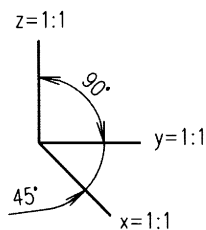


Obrázek č. 3.12, Kosoúhlá dimetrie

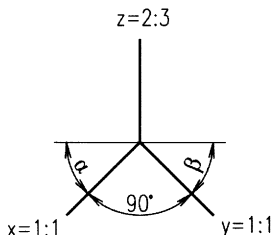
Kavalírní axonometrie a plánometrie

Kavalírní axonometrie je kosoúhlé promítání, při němž průměty os x a y svírají úhel 45° nebo 135° a délky ve směru os se nezkracují. Plánometrická axonometrie (plánometrie) je kosoúhlé izometrické promítání na průmětnu rovnoběžnou s horizontální souřadnou rovinou.

Kavalírní axonometrie



Plánometrická axonometrie



$$1/ \alpha = 45^\circ, \beta = 45^\circ$$

$$2/ \alpha = 30^\circ, \beta = 60^\circ$$

$$3/ \alpha = 60^\circ, \beta = 30^\circ$$

Podle ČSN se osa z nezkracuje.

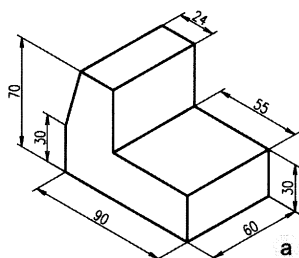
Obrázek č. 3.13, Kavalírní a plánometrická axonometrie

Závěrem výkladu o axonometrickém zobrazování si uvedme několik pravidel, která je nutné při kreslení dodržovat:

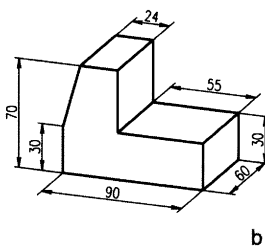
- Nakreslete osu z vertikálně (svisle) a pod příslušnými úhly osu x a y .
- Naneste rozměry součásti podle potřeby na jednotlivé osy. Zde již záleží na typu axonometrického zobrazování, zda jsou rozměry na osách zkráceny, či nikoliv.

- Hlavní obraz se volí tak, aby jeho poloha byla rovnoběžná se souřadnými rovinami. Objekt má být orientován tak, aby hlavní obraz odpovídal zvolenému hlavnímu obrazu při zobrazení objektu v pravoúhlém promítání.
- Proložte body na osách, rovnoběžně pomocné úsečky.
- Vytáhněte výsledný obraz součástí.
- Kružnice jsou změněny na elipsy. Pro jejich správnou konstrukci je nutné předem určit polohu hlavní a vedlejší osy. Natočení os je určeno na definičních obrázcích.
- Objekty kreslené v axonometrii se zpravidla nekótují. Pokud je nutné kótování zobrazit, využijeme pro stanovení polohy kóty hraničních úseček objektu.

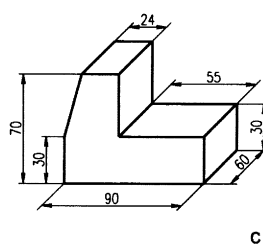
Technická izometrie



Technická dimetrie



Kosoúhlá dimetrie

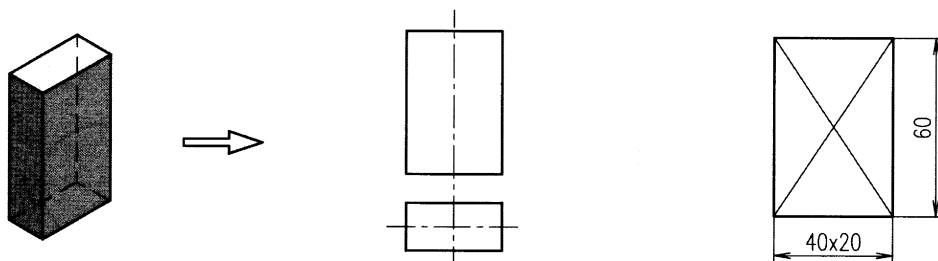


Obrázek č. 3.14, Zobrazení a kótování tělesa v axonometrii

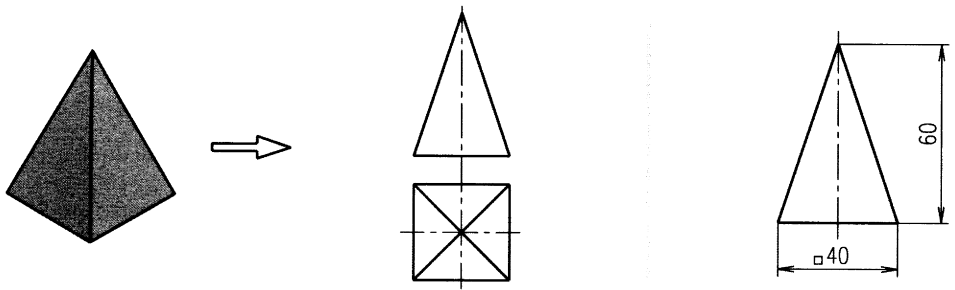
Zobrazování geometrických těles

Základní geometrická tělesa – **hranol, jehlan, válec, kužel, koule, anuloid** – si probereme nejdříve, protože jsou dobrou přípravou pro zobrazování technických součástí. Každé technické těleso se totiž skládá z těles geometrických.

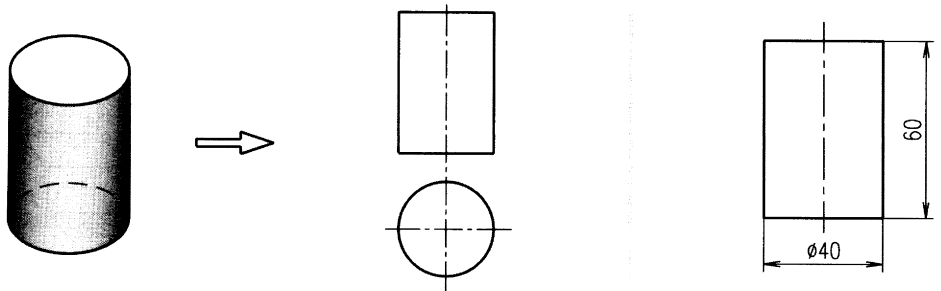
Při zobrazování geometrických těles vystačíme zpravidla s dvěma průměty, pokud použijeme kótování, tato tělesa úplně určíme jedním průmětem.



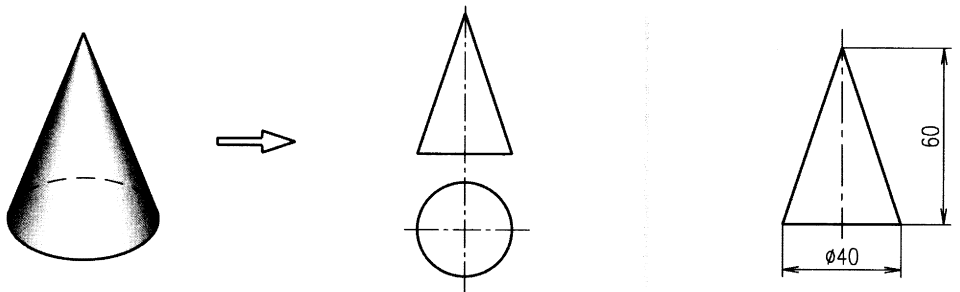
Obrázek č. 3.15, Zobrazení hranolu



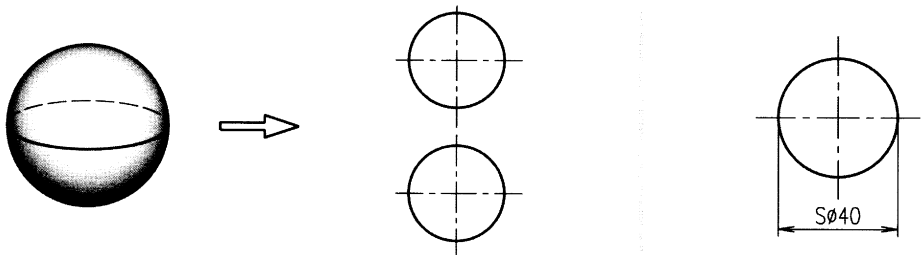
Obrázek č. 3.16, Zobrazení jehlanu



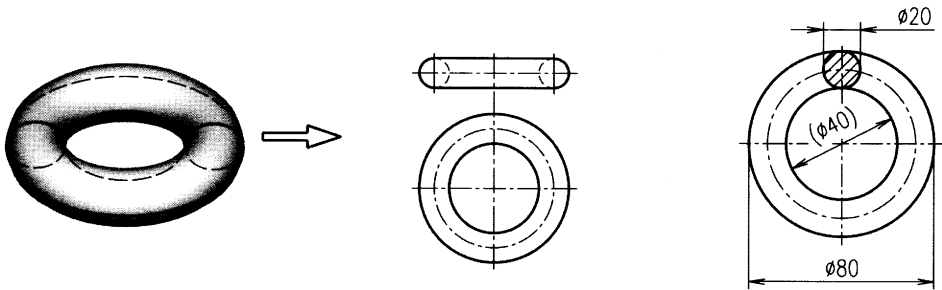
Obrázek č. 3.17, Zobrazení válce



Obrázek č. 3.18, Zobrazení kužele



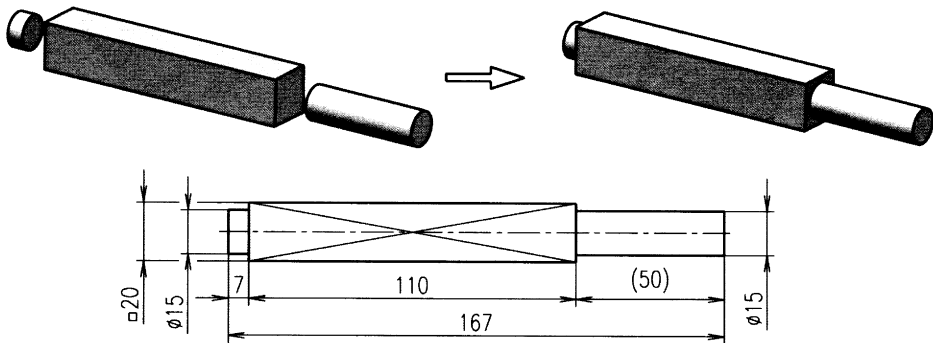
Obrázek č. 3.19, Zobrazení koule



Obrázek č. 3.20, Zobrazení anuloidu

Zobrazování složených těles

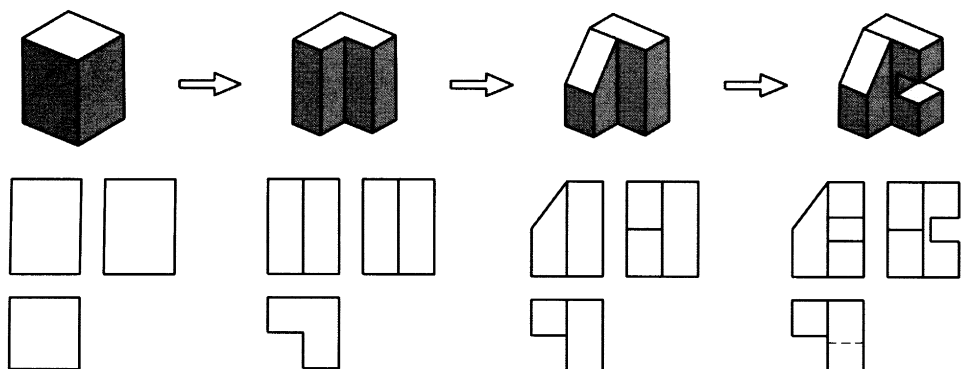
Složená tělesa jsou sestavena z jednotlivých základních geometrických těles. Na obr. 3.21 je znázorněn jednoduchý hřídel elektrického přepínače. Skládá se v podstatě ze dvou nestejně dlouhých válců a pravidelného hranolu. Pro určení rozměrů a názornost vystačíme s jedním průmětem.



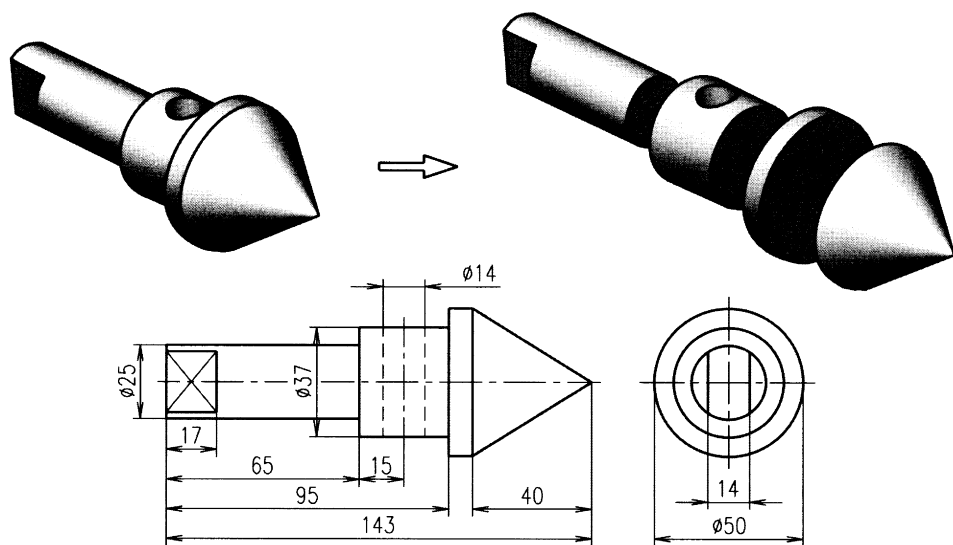
Obrázek č. 3.21, Zobrazení složeného tělesa

Vznik tvaru strojní součásti

Strojní součásti vznikají kromě jiných způsobů ze základních geometrických a složených těles, která jsou seříznuta rovinami nebo jsou v nich zhotoveny výřezy, drážky, díry apod.



Obrázek č. 3.22, Vznik tvaru hranaté strojní součásti



Obrázek č. 3.23, Vznik tvaru rotační strojní součásti

Pravidla pro zobrazování na výkresech

- Počet obrazů volíme co nejmenší, avšak takový, aby těleso bylo úplně zobrazeno.
- Pro umístění obrazů platí pravidla pravoúhlého promítání.
- Hlavní obraz (pohled zepředu nebo řez) by měl nejvíce vystihovat tvar daného předmětu.

- Předmět má být zobrazen ve funkční poloze nebo v poloze vhodné pro výrobu: Ve funkční poloze se obvykle zobrazují hranaté součásti a montážní skupiny. V poloze výrobní se obvykle zobrazují předměty rotačních tvarů a předměty použitelné v jakékoliv poloze. Například součást kruhového průřezu soustružená nebo broušená se nakreslí vždy s osou rovnoběžnou se spodním okrajem výkresu. Vysoké předměty se svislou funkční polohou (sloup, stožár, stojan) se mohou zobrazit ve vodorovné poloze, spodní část předmětu se umístí vpravo.
- Viditelné hrany a obrysy se kreslí souvislou tlustou čarou. Zakryté hrany a obrysy se kreslí čárkovanou tenkou čarou, pokud je to nutné pro objasnění tvaru.

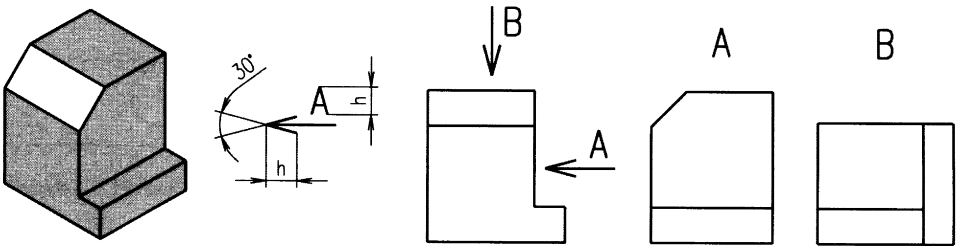
Pohledy

Pohledy, jejichž umístění neodpovídá příslušné metodě pravoúhlého promítání, se musí označit. Označují se ve výchozím obraze šipkou s písmenem a nad odvozeným obrazem shodným písmenem, popřípadě doplněným značkou pootočení nebo rozvinutí a měřítkem. Výška písma **h** je alespoň $\sqrt{2}$ krát větší než ostatní popis na výkrese. Při obvyklé velikosti písma kót **3,5** mm je velikost písma pro označení pohledů alespoň 5 mm, doporučená 7 mm.

Označení pohledu, který není sdružený

Pohledy, které nejsou na výkrese umístěny jako sdružené, se musí označit. Může to nastat kvůli nedostatku místa v příslušné oblasti kreslicí plochy nebo při umístění pohledu na dalším listu výkresu.

Obrázek č. 3.24, Označení pohledu, který není sdružený



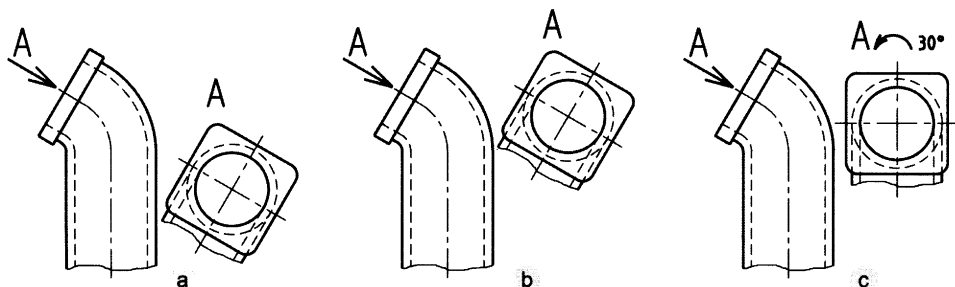
Poznámka:

Přednostně používejte sdružené pohledy, které se neoznačují.

Částečný pohled

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

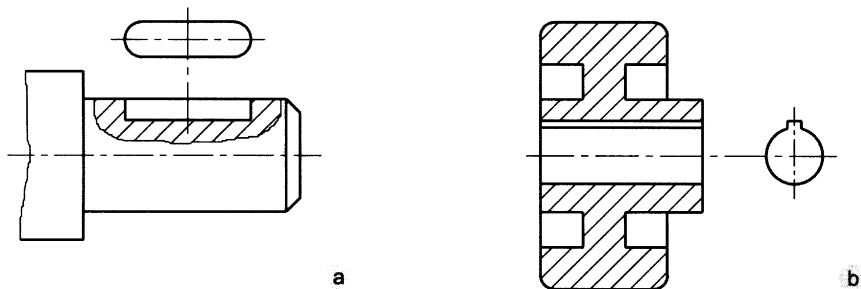
- Promítání u základního obrazu. Nejvhodnější způsob (obr. 3.25 a).
- Posunutý pohled (obr. 3.25 b).
- Posunutý a pootočený pohled (obr. 3.25 c). Je-li to potřebné, ke značce pootočení se může připsat úhel, o který je obraz oproti základnímu obrazu potočen.



Obrázek č. 3.25, Částečný pohled

Místní pohled

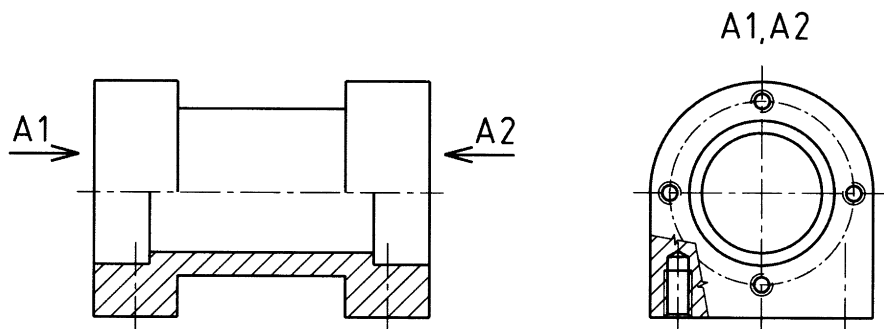
Místní pohled se použije, je-li třeba zobrazit tvar pouze určitého tvarového prvku (drážku pro pero na hřídeli nebo v náboji atp.). Tyto pohledy jsou spojeny se základním obrazem tenkou čerchovanou čarou kreslenou v ose prvku.



Obrázek č. 3.26, Místní pohled

Shodné pohledy

Dva nebo více shodných pohledů na určitou součást se označí ve výchozím obraze šipkami s písmeny doplněnými o čísla určující jejich počet. Nad odvozeným obrazem zapíšeme shodné označení pohledů oddělené čárkami.

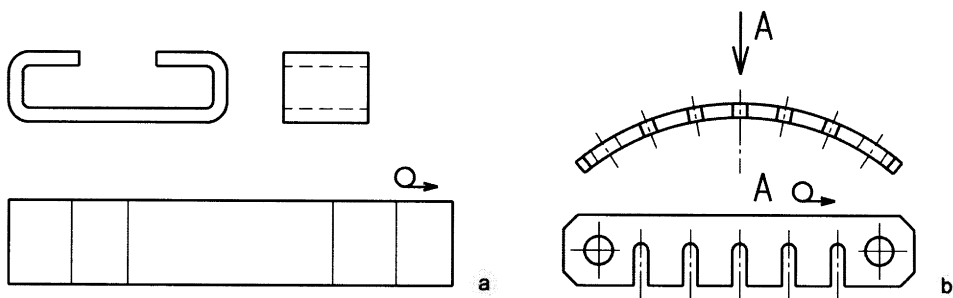


Obrázek č. 3.27, Dva shodné pohledy

Rozvinutý pohled

Rozvinutý pohled se používá k zobrazení předmětů:

- Zhotovených ohýbáním. Místa ohybů se v rozvinutém obraze vyznačují souvislou tenkou čarou (obr. 3.28 a).
- Se zakřiveným povrchem. Rozvinutý obraz zakřiveného povrchu se označí značkou rozvinutí (obr. 3.28 b).

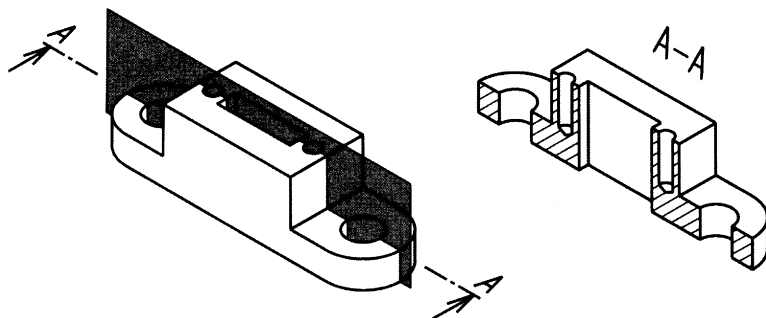


Obrázek č. 3.28, Rozvinutý pohled

Řezy a průřezy

Správné použití řezů a průřezů na výkresech zvyšuje názornost obrazu, usnadňuje kótování vnitřních dutin součástí a často ušetří kreslení dalších průmětů. Řez a průřez se proto kreslí zejména u součástí obsahujících vnitřní dutiny a díry.

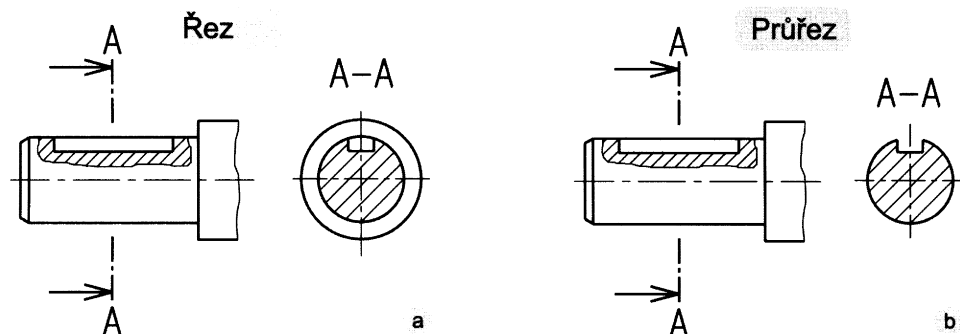
Řezy a průřezy jsou obrazy předmětu rozříznutého myšlenou rovinou. Materiál součásti v řezu se vyznačuje šrafováním.



Obrázek č. 3.29, Zobrazení řezu

Rozdíl mezi řezem a průřezem

Volba, zda použít řez, nebo průřez, by měla vést ke zlepšení názornosti a zmenšení počtu průmětů. Pro označování průřezů platí stejná pravidla jako pro označování řezů.



Obrázek č. 3.30, Rozdíl mezi řezem a průřezem

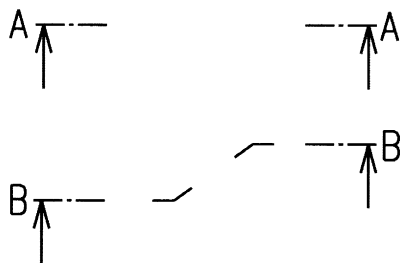
V **řezu** se zobrazují ty části tělesa, které leží v rovině řezu a za ní.

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

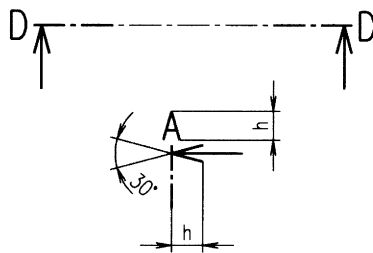
Myšlená plocha řezu

Myšlená plocha řezu se vyznačuje v obraze tlustou čerchovanou čarou. Je-li to účelné, může řezná rovina protínat obrys součástí, např. obr. 3.43 b, obr. 3.44 b. Řeznou rovinu lze kreslit v celé její délce tenkou čerchovanou čarou.

Běžné označení

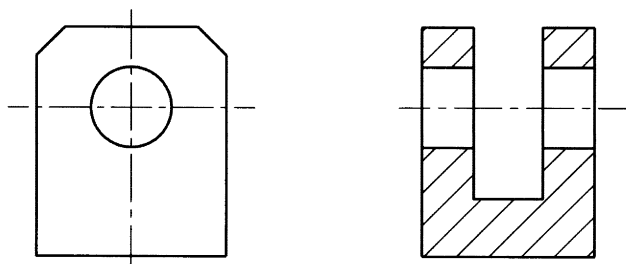


Úplné označení



Obrázek č. 3.31, Znádomění průběhu řezu

Myšlená plocha řezu a obraz řezu se označují shodnými písmeny velké abecedy, velikost písma viz pohledy. Písmena se umísťují vždy svisle, vně tlustých čerchovaných čar určujících polohu řezné roviny. Je-li průběh řezné plochy složitý, může se opakovat písmenové označení u každého zlomu řezové plochy. Šipky se kreslí 2 až 3 mm vně od koncových čárek. Obraz řezu se označí stejnými písmeny umístěnými v jeho bezprostřední blízkosti a spojenými spojovníkem.

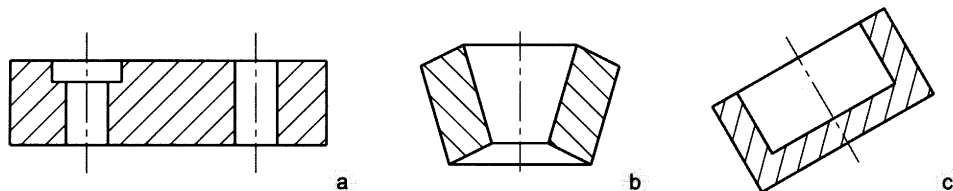


Obrázek č. 3.32, Neoznačený řez

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

Grafické označování materiálů v řezech

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



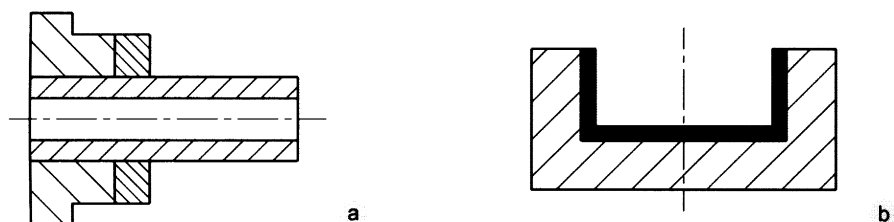
Obrázek č. 3.33, Sklon a hustota čar při šrafování

Tenké plochy do 2 mm vyčerníme. U úzkých součástí vzájemně se stýkajících se musí mezi přilehlými plochami vynechat mezera nejméně 0,7 mm (obr. 3.34).



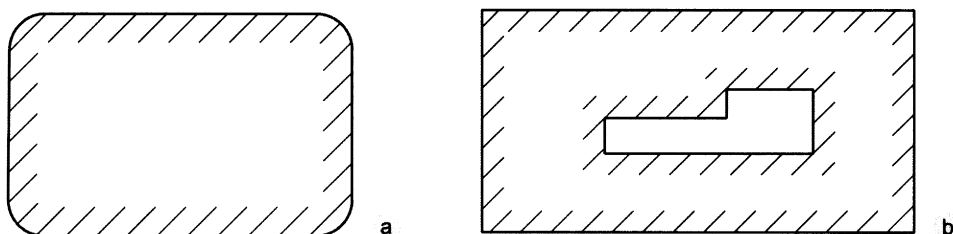
Obrázek č. 3.34, Tenké plochy v řezu

Vzájemně se stýkající součásti v sestavách šrafováme s jiným sklonem nebo s jinou hustotou (obr. 3.35).



Obrázek č. 3.35, Šrafování stýkajících se součástí

Plochy velkých rozměrů se mohou šrafovat jen po okrajích do přiměřené vzdálenosti od obrysových čar (obr. 3.36).



Obrázek č. 3.36, Šrafování velkých ploch

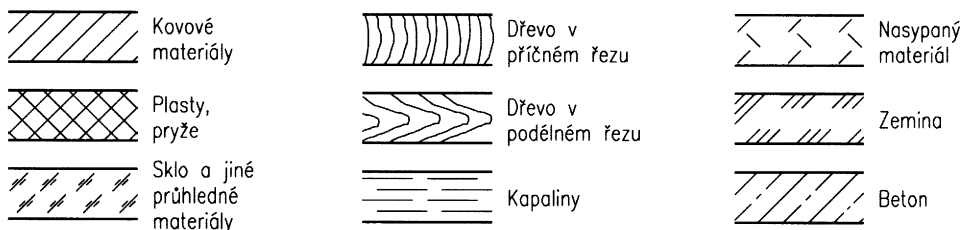
Rozlišení plochy řezu podle druhu materiálu

Je-li třeba graficky rozlišit plochy v řezu podle druhu materiálu součásti, použijeme grafického označení podle obrázku 3.37. Význam vlastního grafického označení, např. u stavebních výkresů, je třeba uvést na výkrese.

Všeobecně plochy v řezu



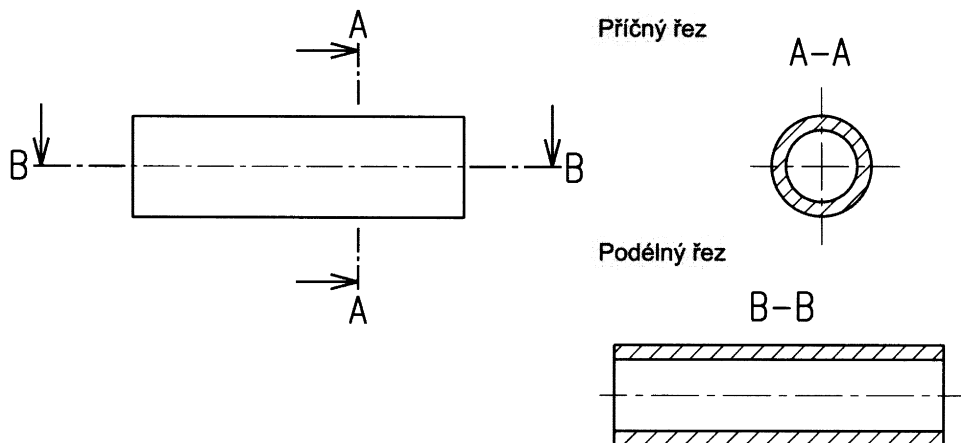
Plochy v řezu podle druhu materiálu



Obrázek č. 3.37, Šrafovaná plocha podle druhu materiálu

Příčný řez

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



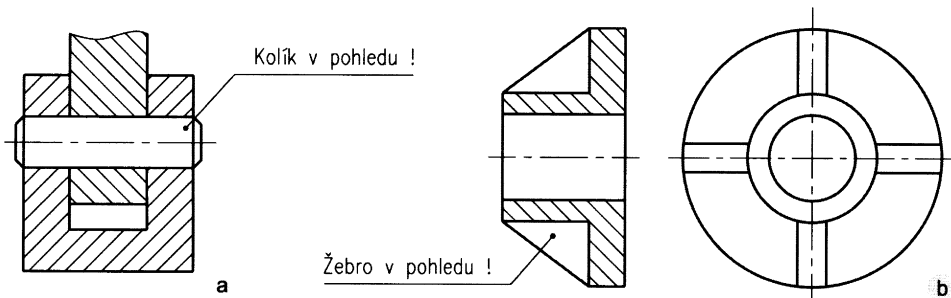
Obrázek č. 3.38, Příčný a podélný řez

Podélný řez

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

V podélném řezu se nekreslí:

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



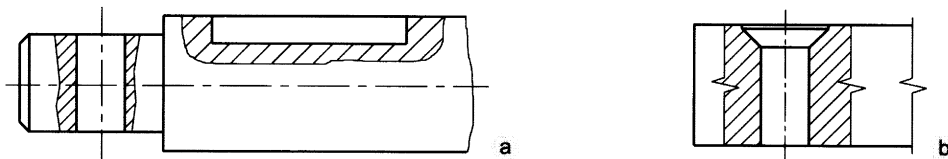
Obrázek č. 3.39, Kolík a žebro v podélném řezu

Poznámka:

Všechny uvedené součásti včetně žeber a ramen se však v příčných řezech šrafuji.

Místní řez

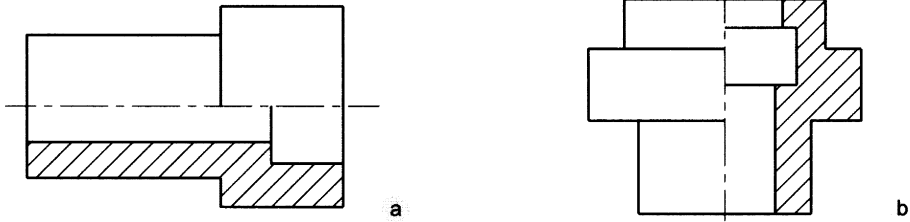
Užívá se k zobrazení prvku, který by jinak nebyl v pohledu patrný, popř. by se zobrazil čárkovanou čarou jako zakrytý. Obraz pohledu ohraničíme tenkou nepravidelnou čarou od ruky nebo pravidelnou čarou se zlomem. Rozhraní mezi pohledem a řezem se nesmí shodovat s hranou.



Obrázek č. 3.40, Místní řez

Poloviční řez

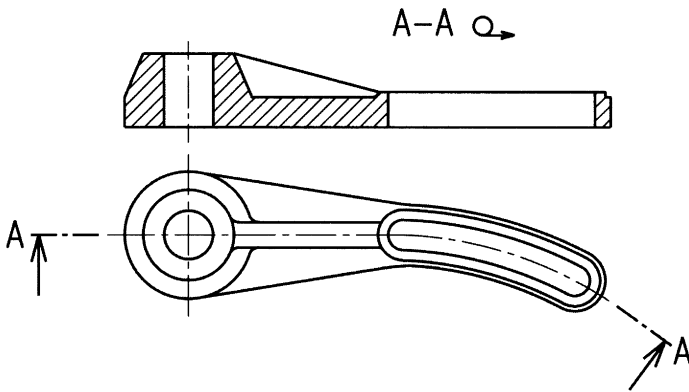
Kreslí se u souměrných (rotačních) součástí tak, že se jedna polovina zobrazí v řezu, druhá v pohledu. Rozhraní mezi pohledem a řezem tvoří osa souměrnosti obrazu.



Obrázek č. 3.41, Poloviční řez

Rozvinutý řez

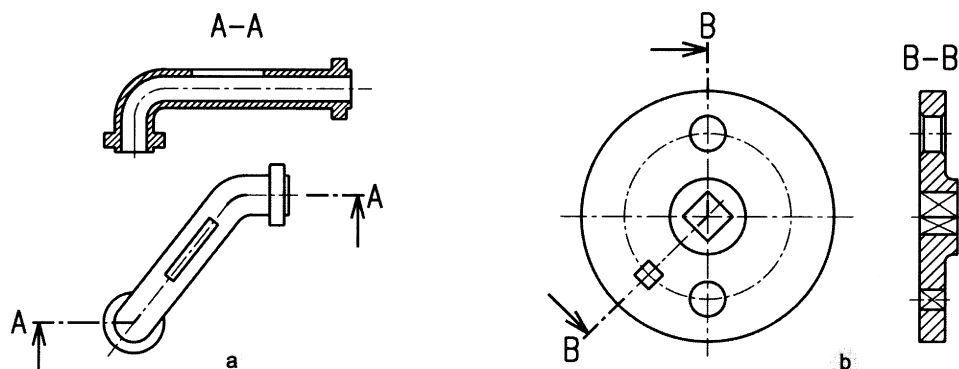
Řezná rovina je zakřivená a obraz řezu je rozvinut do roviny. Žebra se v řezu nekreslí, i když jimi řezná rovina prochází (obr. 3.42).



Obrázek č. 3.42, Rozvinutý řez

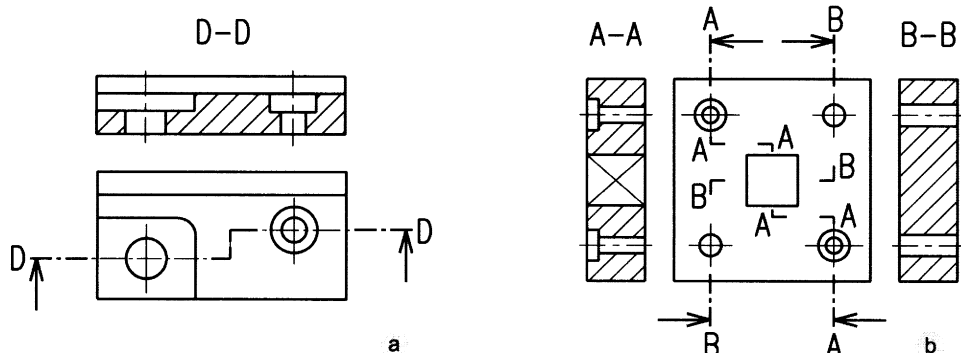
Řez více rovinami

Řez může být provedený dvěma, popřípadě více rovinami, které jsou navzájem rovnoběžné nebo různoběžné. Místa zlomů řezných rovin se kreslí tlustou čarou.



Obrázek č. 3.43, Více řezných rovin

Plocha řezu součásti na obrázku 3.43 a je tvořena třemi rovinami. Provedení řezu dvěma různoběžnými rovinami svírajícími úhel větší než 90° ukazuje obrázek 3.43 b. Prvky, které leží v takovéto rovině, se zobrazují pootočené a promítnuté do průmětny. Provedení řezů pomocí rovnoběžných rovin ukazuje obrázek 3.44.



Obrázek č. 3.44, Pravoúhle zalomená řezná rovina

Poznámka:

Při složitém průběhu plochy řezu je někdy účelné opakovat písmena označující řez i v místech zlomů stopy plochy řezu.

Průřezy

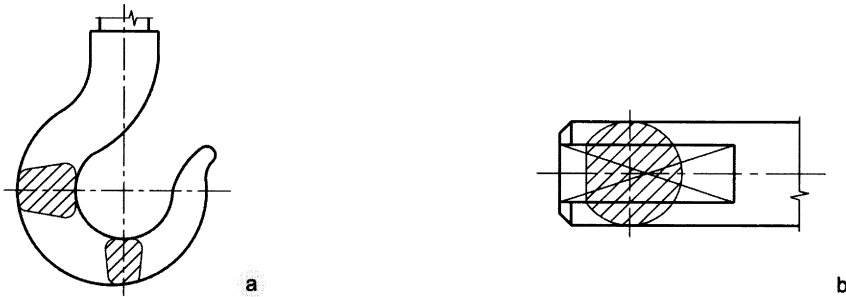
Průřez je obraz předmětu rozříznutého jedinou myšlenou rovinou kolmou k ose předmětu. Kreslí se tam, kde potřebujeme zobrazit pouze tvar předmětu v rovině řezu, ne tvary ležící za ní.

- Sdružený vynesený průřez, který je spojený se základním obrazem čerchovanou tenkou čarou (obr. 3.45 a).
- Pootočený vynesený průřez (obr. 3.45 b).



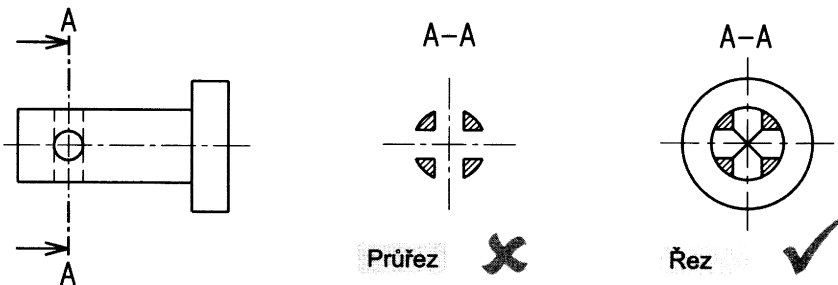
Obrázek č. 3.45, Sdružený vynesený a pootočený vynesený průřez

- Sklopený průřez vkreslený souvislou tenkou čarou v obraze (obr. 3.46).



Obrázek č. 3.46, Vkreslené průřezy

Průřez se nesmí používat v případě, že by se obraz „rozpadl“ na části. Musí se použít zobrazení pomocí řezu.

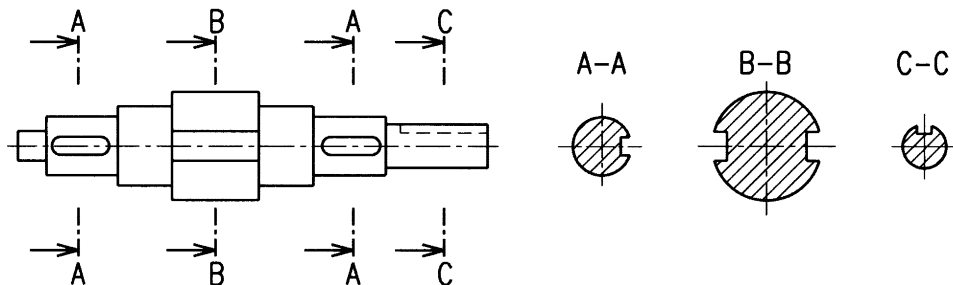


Obrázek č. 3.47, Použití průřezu

Sled průřezů

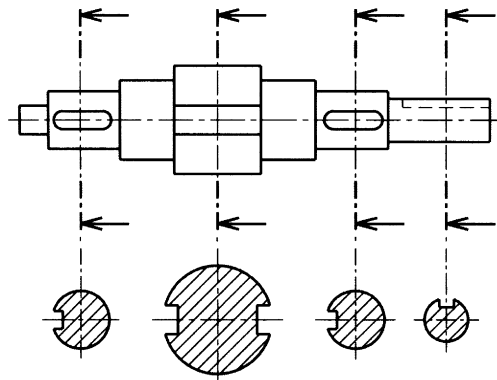
Sled průřezů slouží k zobrazení drážek, příčných děr a dalších tvarových prvků součástí. Použití také najde u součástí, jejichž průřez se spojitě mění.

- Sled průřezů umístěných podle metody promítání 1 (ISO-E), popř. jinde na výkrese. Zde se musí označit roviny i obrazy průřezů písmeny.



Obrázek č. 3.48, Sled průřezů

- Sled průřezů nakreslených jako **vysunuté průřezy**. Obraz průřezu je umístěn přímo pod nebo nad rovinou řezu a je spojený se základním obrazem čerchovanou tenkou čarou. Zde stačí pouze označit rovinu průřezu a směr sklopení.

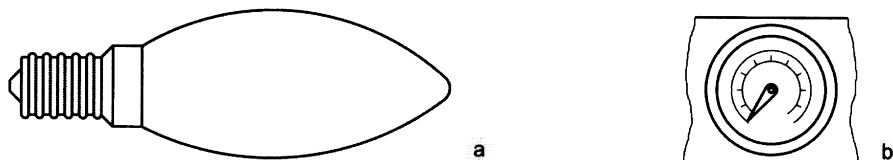


Obrázek č. 3.49, Vysunuté průřezy

Kreslení průhledných předmětů

Předměty z průhledných materiálů se zobrazují podle následujících zásad:

- Průhledné předměty se zobrazují zpravidla jako neprůhledné.
- Na výkresech sestavení se zpravidla zobrazují součásti nacházející se za průhlednými součástmi jako viditelné (např. ručky nebo stupnice přístrojů).



Obrázek č. 3.50, Kreslení průhledných předmětů

Zjednodušení v zobrazování

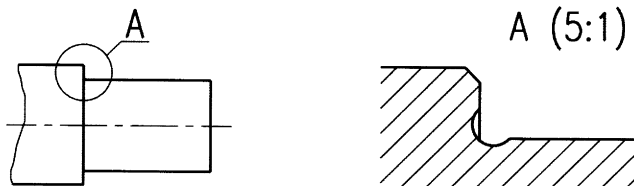
Ne vždy je nutné pro dostatečné zobrazení objektu na výkresech kreslit jeho kompletní (úplný) tvar. Existují možnosti, jejichž účelem je výrazně zrychlit zobrazování objektů bez ztráty potřebné názornosti.

Zakryté hrany a obrysy

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

Tvarové podrobnosti

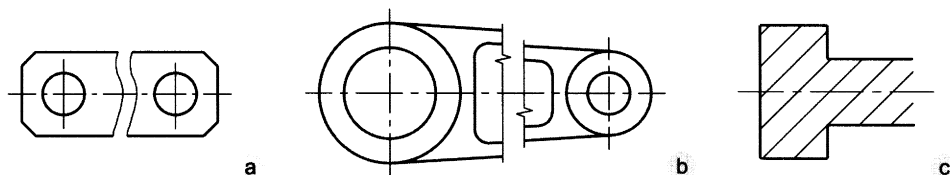
Tvarové podrobnosti lze vynášet z obrazu a prokreslit je v jiném místě výkresu. Podrobnosti se označí kružnicí, elipsou nebo obdélníkem kresleným souvislou tenkou čarou, k nim se připsá označení písmenem velké abecedy. Zpravidla se kreslí ve zvětšeném měřítku a mohou obsahovat i prvky, které nejsou v základním obrazu. Nemusí být zobrazeny shodně se základním obrazem (např. základní obraz je pohled a podrobnost řez).



Obrázek č. 3.51, Tvarová podrobnost

Přerušení obrazu

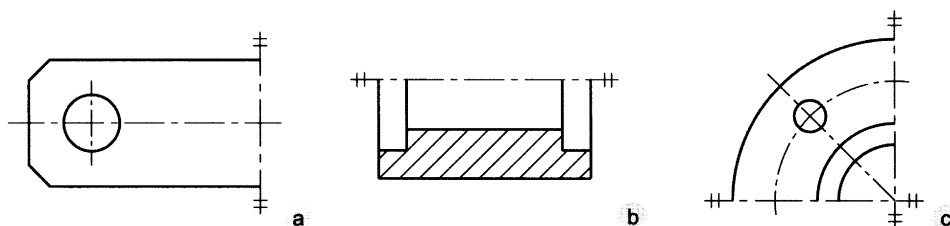
Přerušení obrazu se používá pro úsporu místa na výkrese při zobrazování dlouhého předmětu s neměnným nebo spojitě proměnným příčným průřezem. Kreslí se tenkou čarou od ruky nebo tenkou souvislou čarou se zlomy nebo přerušením šrafovacích čar.



Obrázek č. 3.52, Přerušení obrazu

Souměrné předměty

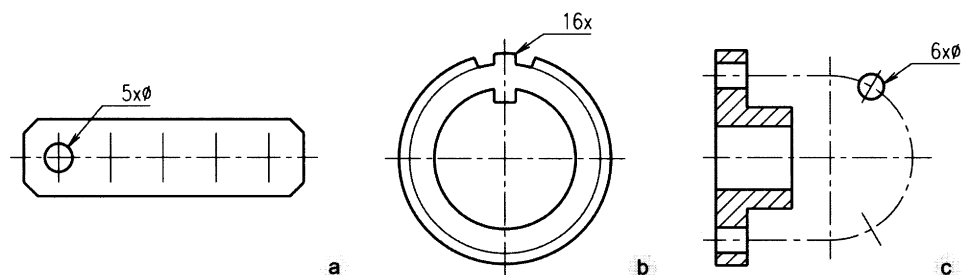
Souměrné obrazy předmětů se mohou kreslit jen jednou polovinou, popřípadě čtvrtinou. Souměrnost se vyznačí na krajích stop rovin souměrnosti dvěma krátkými rovnoběžkami kreslenými tenkou čarou kolmo k čerchované čáře.



Obrázek č. 3.53, Souměrné předměty

Opakující se shodné prvky

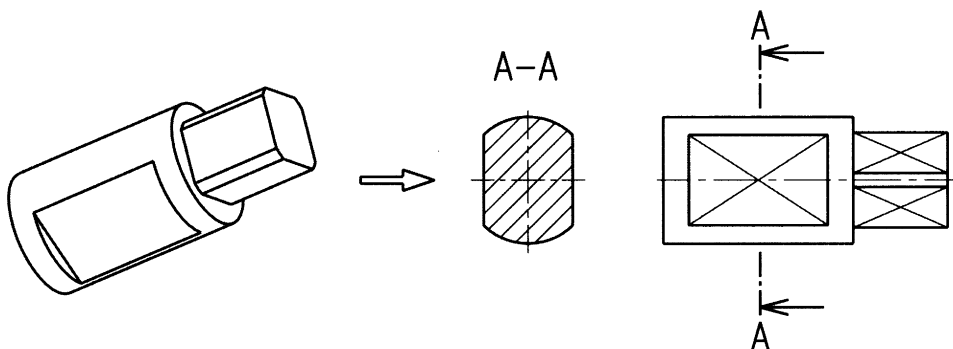
Opakující se shodné prvky se mohou zobrazovat zjednodušeně tak, že se nakreslí jeden až dva prvky a ostatní se znázorní osami nebo tenkými čarami. Při kótování se uvede počet shodných prvků. Roztečné kružnice s vyznačením děr nebo os se mohou sklápět vedle výchozího obrazu.



Obrázek č. 3.54, Opakující se shodné prvky

Rovinné plochy

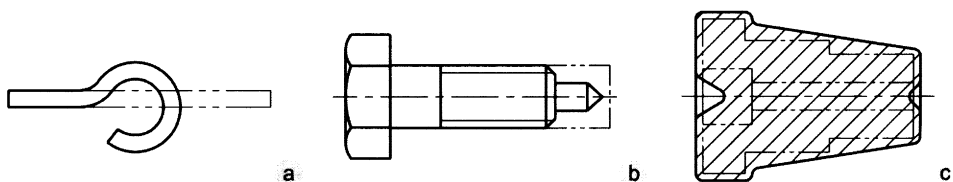
Rovinné plochy se mohou zvýraznit tenkými souvislými úhlopříčkami.



Obrázek č. 3.55, Rovinné plochy

Obrysy výchozího a konečného tvaru

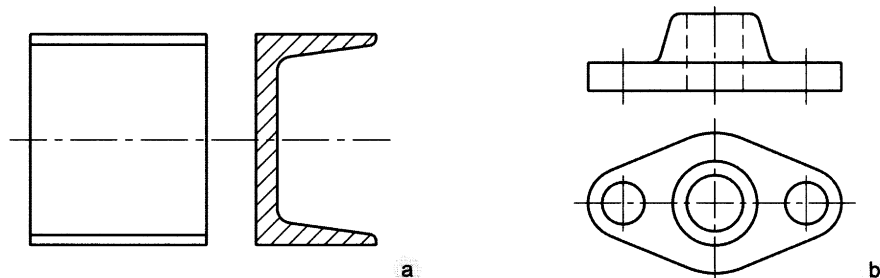
Obrysy výchozího a konečného tvaru se kreslí tenkou čerchovanou čarou se dvěma čárkami.



Obrázek č. 3.56, Obrysy výchozího a konečného tvaru

Malý sklon nebo kuželovitost

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.

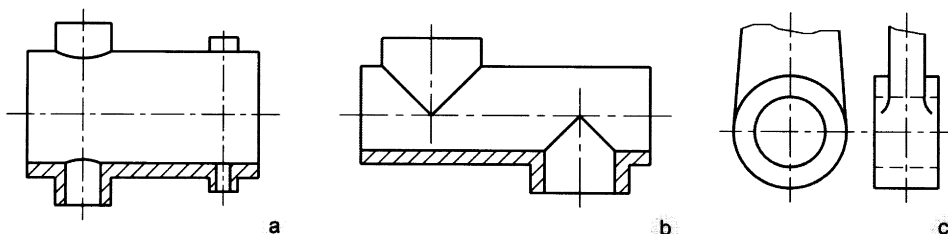


Obrázek č. 3.57, Malý sklon a kuželovitost

Průniky a přechody

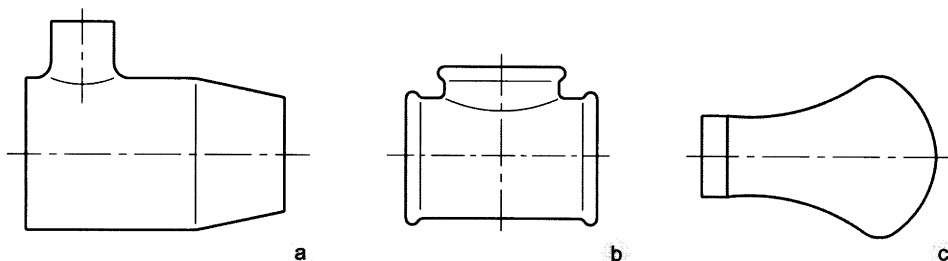
Průniky a přechody se kreslí z hlediska konstrukce a výroby následujícími způsoby:

- Přesné průniky, pokud jsou nutné z hlediska funkce a technologie výroby (např. svařované nádoby z plechů), se vytvoří vhodnými metodami popsány v deskriptivní geometrii.
- Zřetelné hrany průniků a přechodů se většinou kreslí zjednodušeně. Skutečný obraz průniku se může nahradit kruhovým obloukem nebo přímkou, které přibližně odpovídají obrazu skutečného průniku (obr. 3.58 c). Kreslí se tlustou plnou čarou.
- Průnik dvou válců rozdílných průměrů (obr. 3.58 a).
- Průnik dvou válců stejných průměrů (obr. 3.58 b).

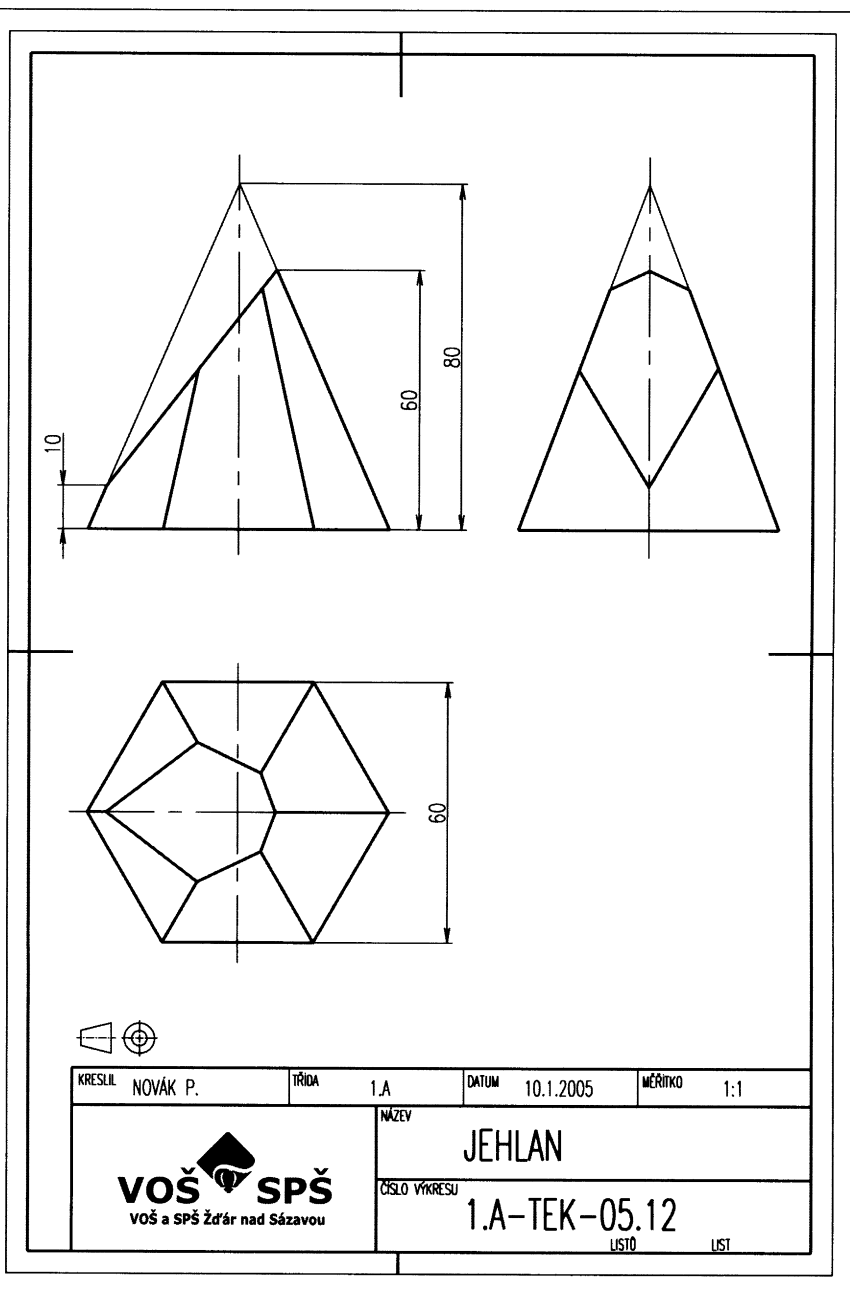


Obrázek č. 3.58, Zřetelné průniky a přechody

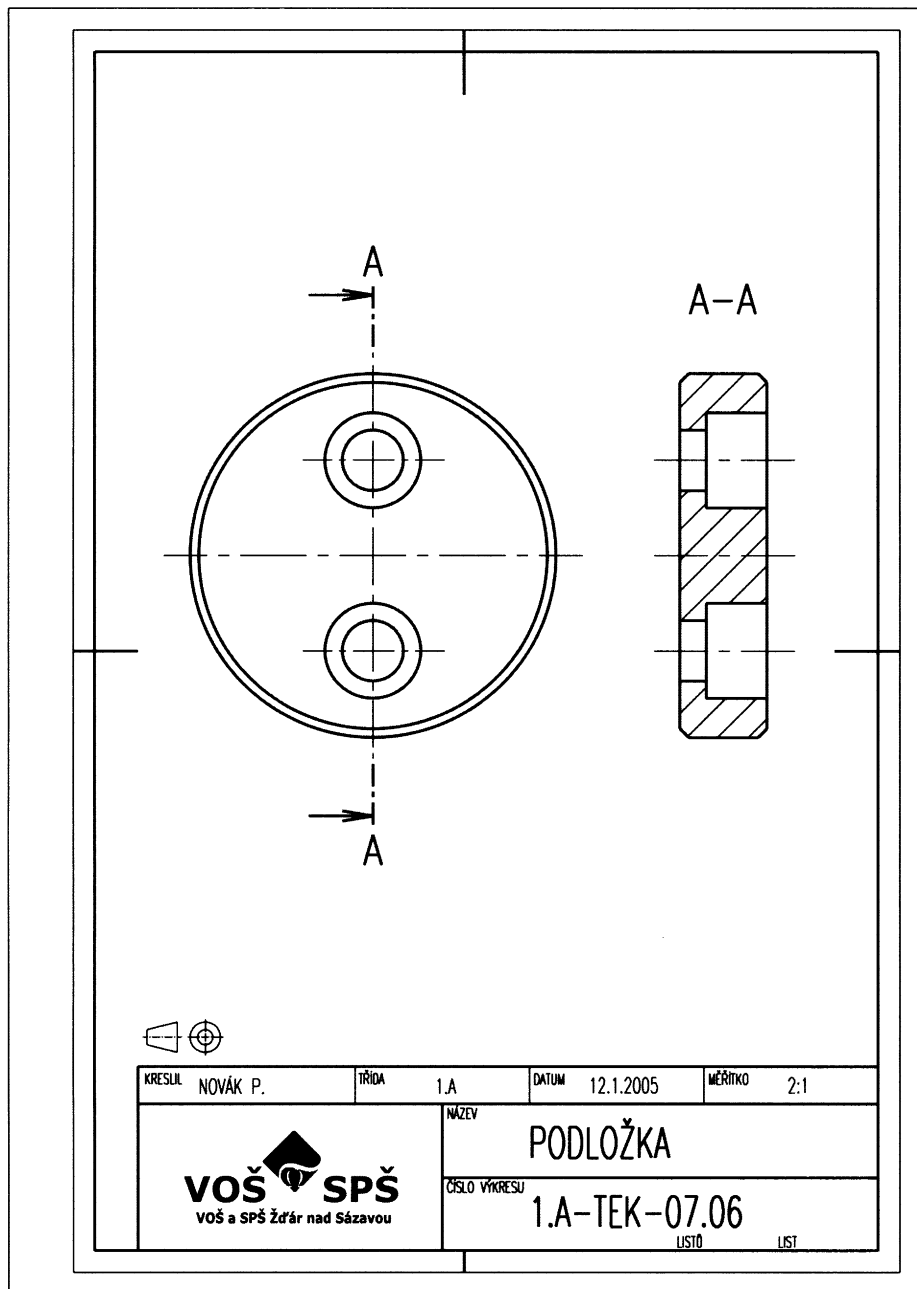
- Nezřetelné (zaoblené) hrany průniků a přechodů se znázorňují tenkou plnou čarou nedotaženou k obrysu (obr. 3.59 a,b) nebo se nekreslí vůbec (obr. 3.59 c).



Obrázek č. 3.59, Nezřetelné (zaoblené) průniky a přechody



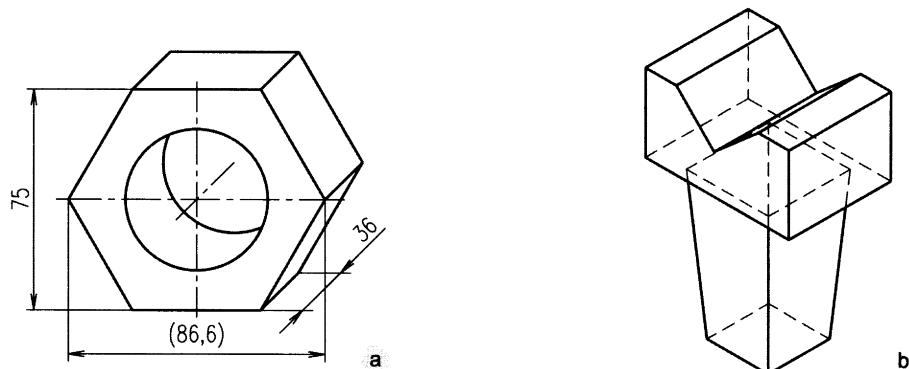
Obrázek č. 3.60, Řez jehlanem



Obrázek č. 3.61, Podložka

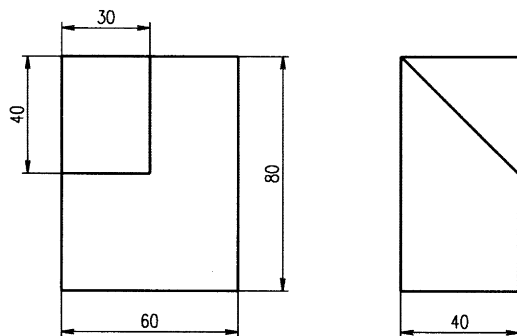
Otázky a cvičení:

1. Do kolika průmětů můžeme promítnout technické těleso při pravoúhlém promítání a jak se nazývají?
2. Základní těleso matice M 48 (obr. 3.62 a) zobrazte na tři pravoúhlé průměty (pohled zepředu, pohled shora a pohled zleva).
3. Kovadlo (obr. 3.62 b) zobrazte vhodným počtem pravoúhlých průmětů. Rozměry volte.



Obrázek č. 3.62, Základní těleso matice M 48, kovadlo – cvičení

4. Hranol (obr. 3.63) zobrazený pomocí pravoúhlého promítání metodou 1 nakreslete v zadáných druzích axonometrického promítání.

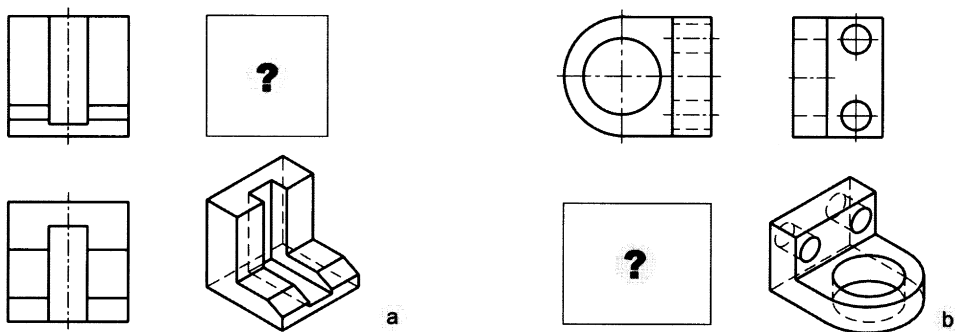


1 2 Zadání
3 2 cvičení

Číslo úlohy	Druh zobrazení
1	Technická izometrie
2	Technická dimetrie
3	Kosoúhlá dimetrie
4	Kavalírní axonometrie
5	Plánometrie

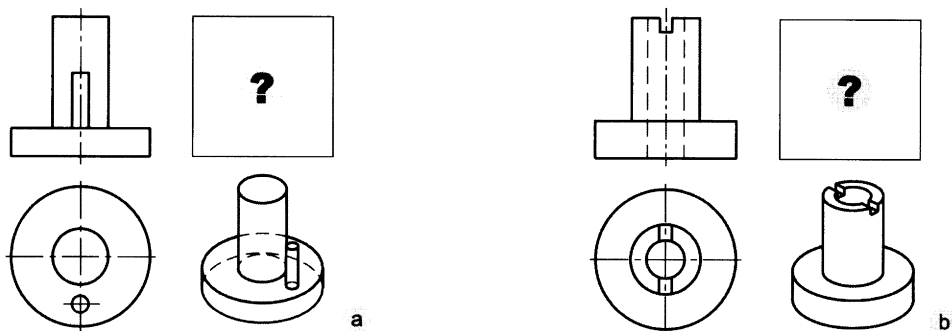
Obrázek č. 3.63, Hranol v axonometrickém promítání – cvičení

5. Zobrazení hranolu (obr. 3.63) doplňte na celkový počet šesti základních pravoúhlých pohledů.
6. U zobrazených součástí (obr. 3.64) doplňte chybějící pohledy. Zobrazení proveďte jako náčrty od ruky, rozměry zvolte.



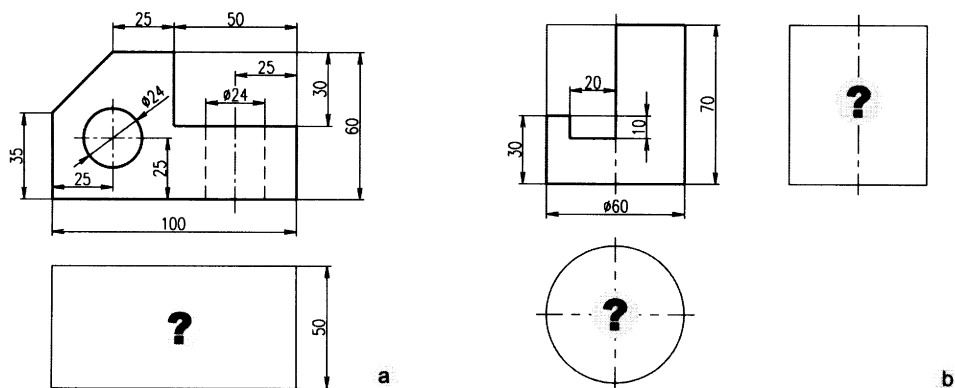
Obrázek č. 3.64, Hranaté součásti – cvičení

7. U zobrazených součástí (obr. 3.65) doplňte chybějící pohledy. Zobrazení proveďte jako náčrty od ruky, rozměry zvolte.



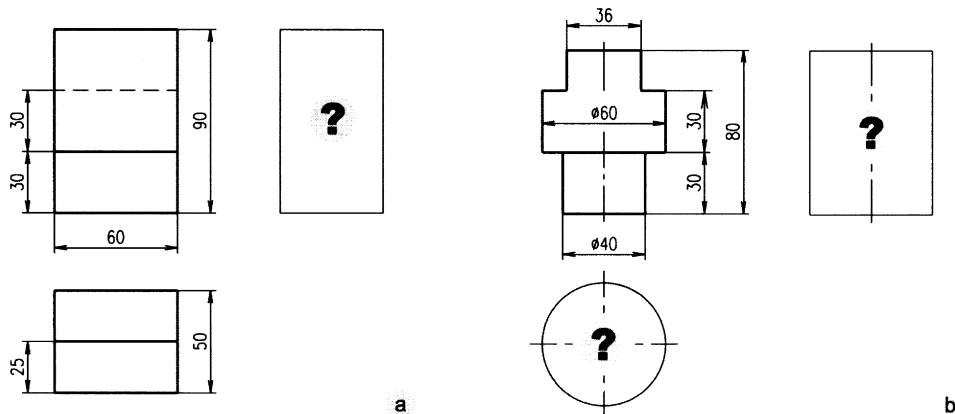
Obrázek č. 3.65, Rotační součásti – cvičení

8. U zobrazených těles (obr. 3.66) doplňte chybějící pohledy.

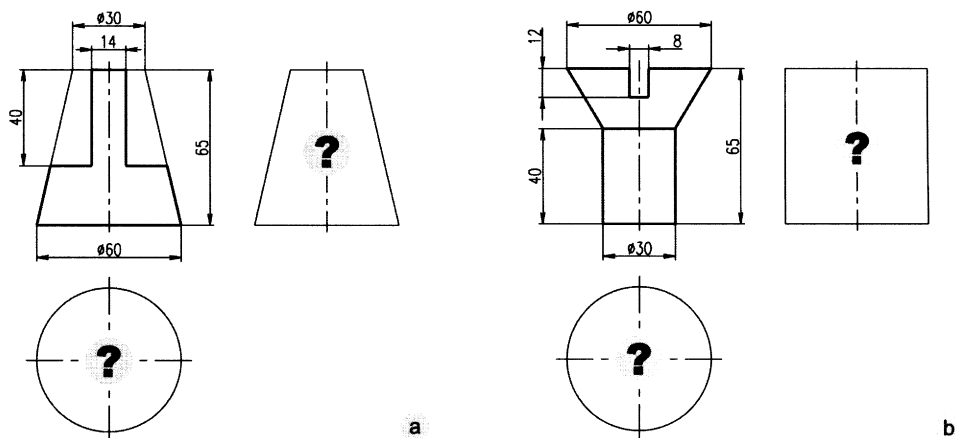


Obrázek č. 3.66, Doplnění naznačených pohledů – cvičení

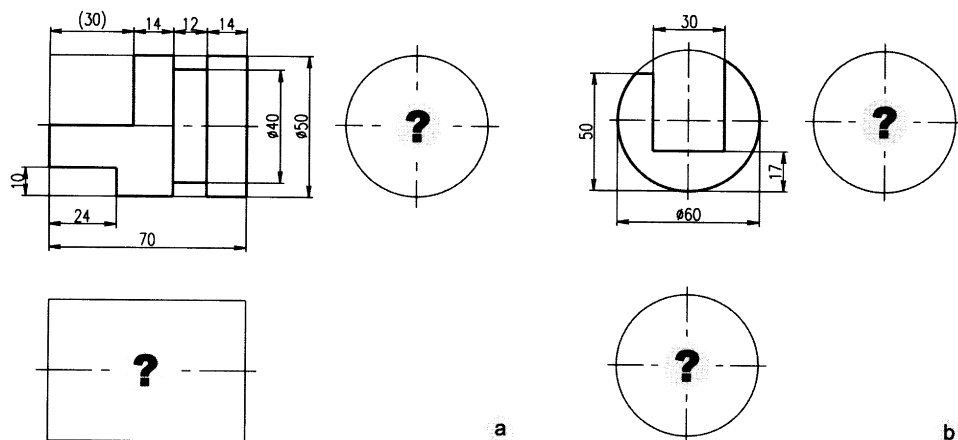
9. U hranolu (obr. 3.67 a) doplňte naznačený pohled zleva. Dokončením zobrazení vznikne několik variant zobrazeného tělesa.
10. Doplňte naznačený pohled shora a pohled zleva u zobrazeného válce (obr. 3.67 b). Frézováním válce na rozměr 36 (rozměr pro klíč) vzniknou rovinné plochy, které je účelné označit.


Obrázek č. 3.67, Doplnění naznačených pohledů – cvičení

11. U zobrazeného komolého kužele a kuželové hlavy se zářezem (obr. 3.68) doplňte chybějící pohledy. Zobrazení proveďte metodou promítání 1.

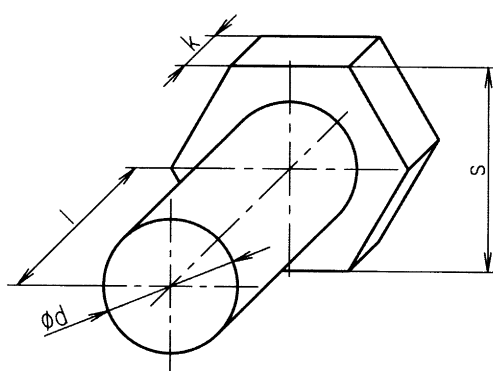

Obrázek č. 3.68, Komolý kužel – cvičení

12. U zobrazených těles válce a koule (obr. 3.69) doplňte chybějící pohledy. Zobrazení proveďte metodou promítání 1.



Obrázek č. 3.69, Válec a koule – cvičení

13. Základní těleso šroubu (obr. 3.70) zobrazte vhodným počtem pravoúhlých průmětů metodou promítání 1.

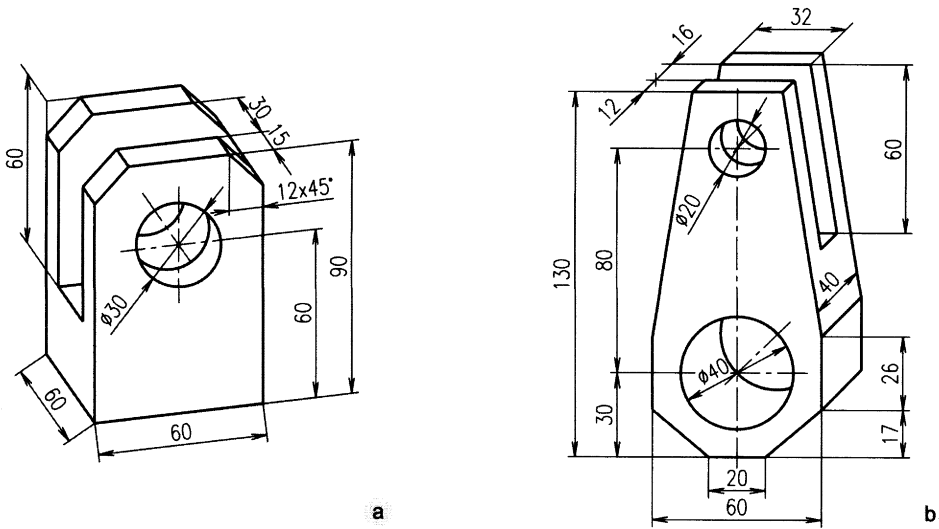


Zadání cvičení

Číslo úlohy	d	l	s	k
1	16	50	24	10
2	20	60	30	13
3	24	70	36	15
4	30	80	46	19
5	36	90	55	23
6	42	110	65	26
7	48	130	75	30
8	56	150	85	35

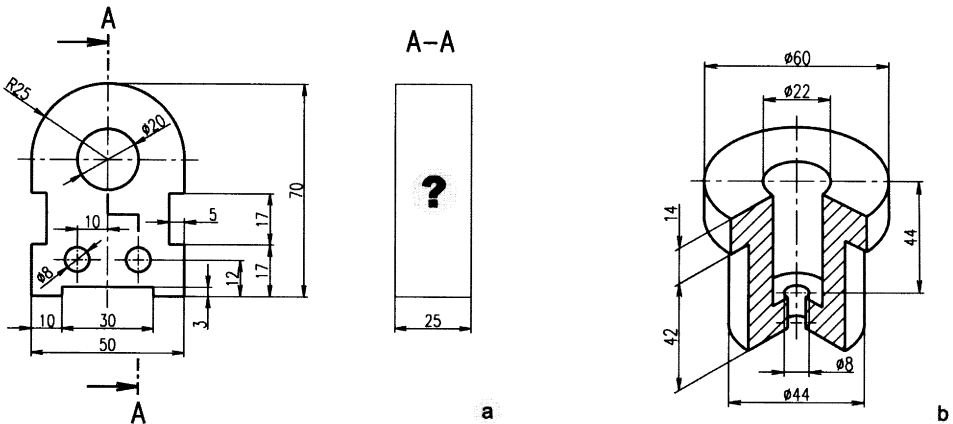
Obrázek č. 3.70, Základní těleso šroubu – cvičení

14. Vysvětlete rozdíl mezi řezem a průřezem, popište jejich označení.
15. Jak provádíme grafické označování materiálů v řezech a průřezech?
16. Součásti zobrazené v axonometrickém promítání (obr. 3.71) nakreslete pomocí vhodných pohledů a řezů.



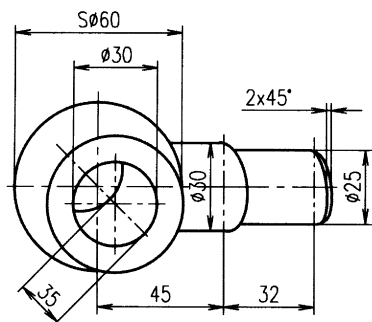
Obrázek č. 3.71, Zobrazování součástí – cvičení

17. Doplňte zobrazení součásti (obr. 3.72 a) pomocí řezu vedeného rovinou naznačenou v základním pohledu.
18. Součást nakreslenou v technické izometrii (obr. 3.72 b) zobrazte v polovičním řezu.

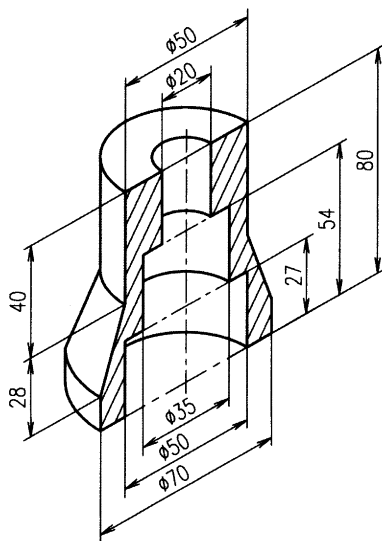


Obrázek č. 3.72, Zobrazení v řezu – cvičení

19. Součásti zobrazené v axonometrickém promítání (obr. 3.73) nakreslete pomocí vhodných pohledů a řezů.



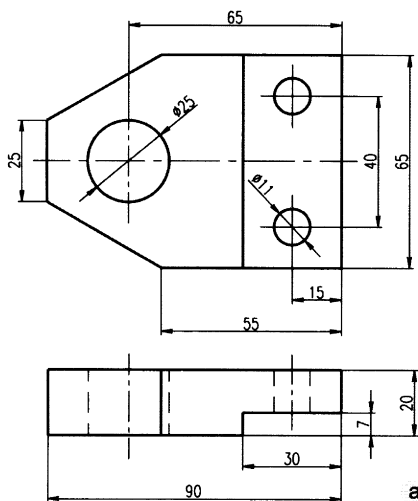
a



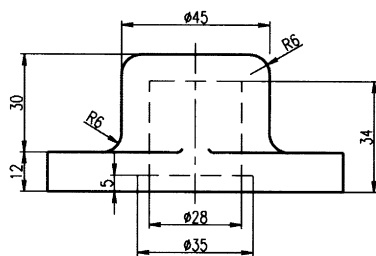
b

Obrázek č. 3.73, Zobrazování součástí – cvičení

20. U nakreslených součástí (obr. 3.74) proveďte změnu zobrazení pomocí řezů. Zvolte a vyznačte vhodnou polohu řezných rovin.



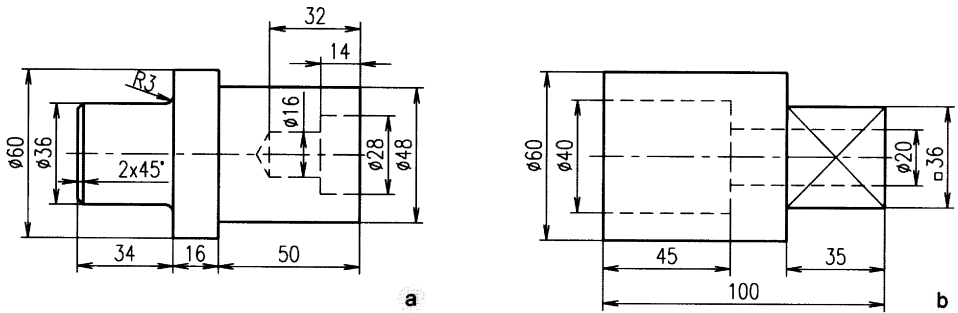
a



b

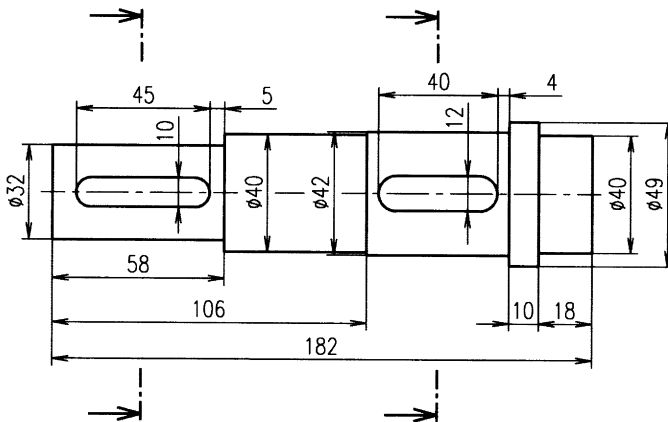
Obrázek č. 3.74, Změna zobrazení – cvičení

21. Navrhněte a nakreslete vhodnou změnu zobrazení zadaných součástí (obr. 3.75).



Obrázek č. 3.75, Navrhněte vhodnou změnu – cvičení

22. K zobrazenému hřídeli (obr. 3.76) přikreslete vysunuté průřezy pod stopami naznačených rovin řezu. Hloubku drážek volte.



Obrázek č. 3.76, Vysunuté průřezy hřídele – cvičení

4. Kótování

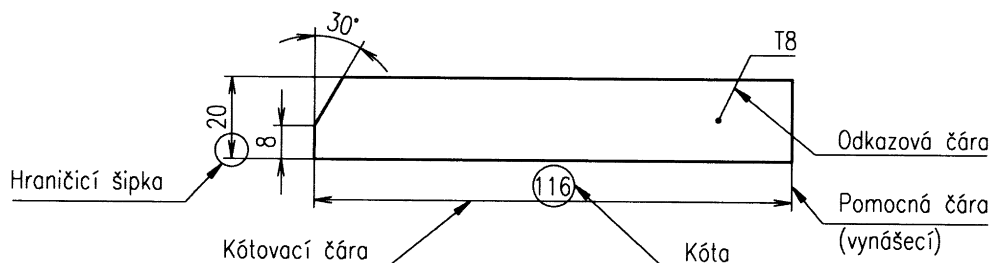
Pro čtení výkresů, tj. určení rozměrů nebo polohy předmětu, jsou rozhodující kóty. Z tohoto důvodu je kótování jedna z nejzodpovědnějších prací na technických výkresech.

Základní pojmy a pravidla kótování

- **Kóta** je číslo určující požadovanou nebo skutečnou velikost rozměrů nebo polohu předmětu a jeho částí, bez zřetele na měřítko, ve kterém je předmět kreslen.
- Délkové rozměry se kótují na celém výkrese ve stejných měřicích jednotkách, převážně v milimetrech, aniž by se uváděla jejich značka (mm). Měřicí jednotky jiných veličin se uvádět musí.
- Rovinné úhly se kótují v úhlových stupních, minutách a vteřinách, v tomto případě se značky měřicích jednotek připsují vždy.
- Každý prvek má být na výkrese kótován pouze jednou.
- Kóty se umísťují v tom pohledu nebo řezu, v němž je jasný jejich vztah ke kótovanému prvku. Kóty téhož prvku se umísťují pokud možno do jednoho obrazu.
- Všechny informace o rozměrech potřebné k úplnému a srozumitelnému popsání předmětu musí být uvedeny přímo na výkrese, pokud nejsou uvedeny v souvisejících dokumentech (např. v popisovém poli nebo v seznamu položek).

Provedení kót

Formální provedení a uspořádání kót musí odpovídat stanoveným pravidlům tak, aby byla zajištěna jednoznačnost a přehlednost celé soustavy kót. Kóta, kótovací čáry i hraniční značky mají při zobrazení přednost, ostatní čáry se v jejich okolí přerušují.

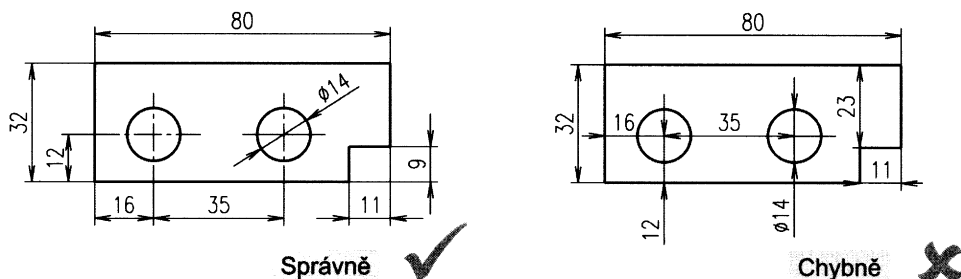


Obrázek č. 4.1, Provedení kót

Kótovací a pomocné čáry

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

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



Obrázek č. 4.2, Kreslení kótovacích čar

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

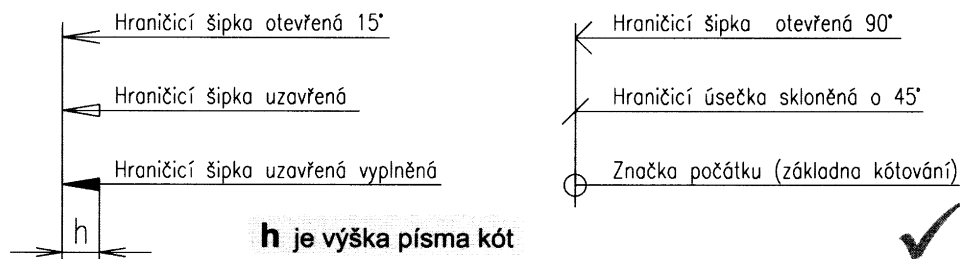


Obrázek č. 4.3, Kreslení pomocných čar

- **Odkazové čáry** se kreslí převážně lomené tak, aby zapsání kóty bylo rovnoběžné s dolním okrajem výkresu.

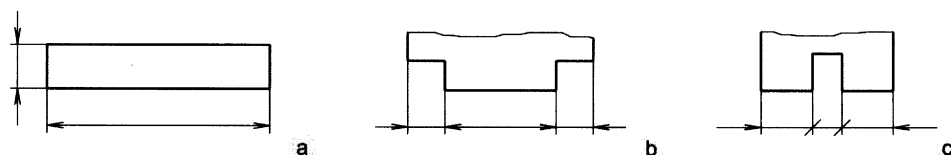
Hraničící značky

Kótovací čáry se ukončují hraničícími šipkami nebo hraničícími úsečkami. Na výkrese nebo v jednom souboru výkresů se má používat vždy jen jeden typ a velikost hraničních značek. Výjimku tvoří některé kóty (je uvedeno dále v textu) a značka počátku při zjednodušeném kótování od společné základny.



Obrázek č. 4.4, Hraničící značky

- Použití různých druhů šipek je rovnocenné. Velikost šipek je rovna výšce písma kót **h**. Kreslí se tenkými plnými čarami s úhlem rozevření **15°**.
- Šipky s úhlem rozevření **90°** se používají pro kótování výškové úrovně vzhledem ke vztažné výšce, např. stavbě nebo terénu.
- Hraničící šipky se kreslí přednostně uvnitř pomocných (vynášecích) nebo obrysových čar. Není-li mezi vynášecími čarami dostatek místa pro hraničící šipky a kótu, kreslí se šipky vně vynášecích nebo obrysových čar (obr. 4.5 a).
- Střídají-li se dlouhé a krátké rozměry na společné kótovací čáře, mohou se hraničící šipky u kratších kót vynechat (obr. 4.5 b).
- Hraničící úsečky se užívají v řetězci kót, když je na téže kótovací čáře několik krátkých rozměrů. Kreslí se skloněné pod úhlem **45°** a jsou dlouhé 2,5 až 5 mm (obr. 4.5 c). Hraničící úsečky se nekreslí tam, kde je kótovací čára ukončena na viditelné hraně kreslené tlustou plnou čarou. Řetězec se musí rozložit na samostatné kóty s posunutými kótovacími čarami (obr. 4.6 a).



Obrázek č. 4.5, Kreslení hraničících šipek a úseček

- Hraničící šipky nemá protínat žádná čára. Stane-li se tak, musí se čára přerušit (obr. 4.6 a). Při kótování šrafovaných ploch se hraničící šipky kreslí vně ploch a šrafy se v místě zápisu kóty přeruší (obr. 4.6 b).

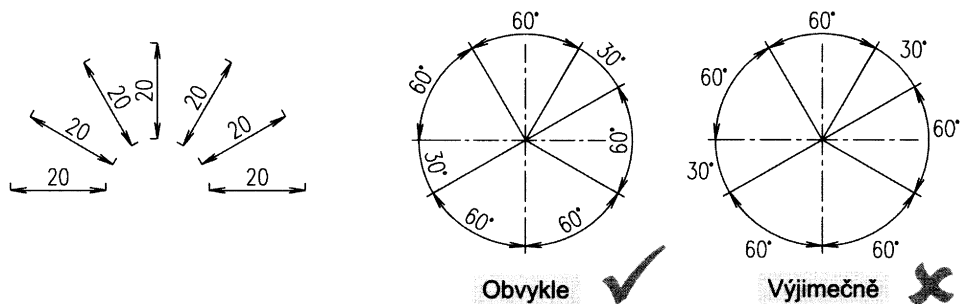


Obrázek č. 4.6, Přerušování čar při kótování

Zapisování kót

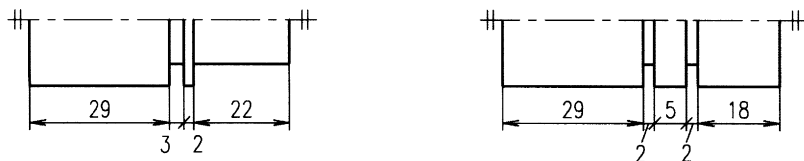
Kóty se píší technickým písmem velké abecedy tak, aby byla zajištěna dobrá čitelnost originálu i kopii. Velikost písma kót se obvykle volí 3,5 až 5 mm.

- Kóty se zapisují nad kótovacími nebo odkazovými čarami přednostně uprostřed jejich délek, přiměřeně vysoko nad nimi (1 až 2 mm). Orientují se tak, aby byly čitelné zdola a zprava (obr. 4.7).



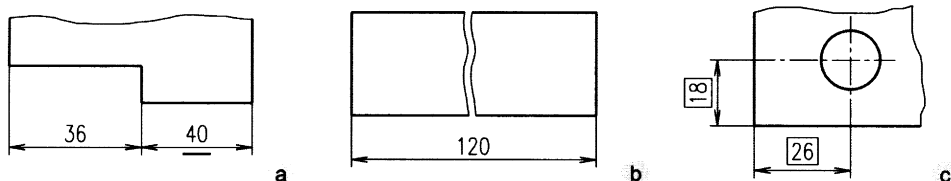
Obrázek č. 4.7, Zapisování kót

- Kóta (číslo) nemá být protnuta žádnou čarou ani rozdělena osou. Ty čáry, které překážejí zapsání kóty, se musí přerušit.
- Kóty, které se nevejdou mezi vynášecí čáry, se umístí pod kótovací čáru, popřípadě k odkazové čáře (obr. 4.8). Informativní kóty se zapisují v závorkách, např. obr. 4.10.



Obrázek č. 4.8, Zápis kót mimo kótovací čáry

- Kóta, která očividně neodpovídá nakreslené velikosti, se podtrhává úsečkou (tlustě), podtržení se umísťuje pod kótovací čáru (obr. 4.9 a). V obrazech zkrácených přerušením se kóty nepodtrhávají a kótovací čáry se nepřerušují (obr. 4.9 b).



Obrázek č. 4.9, Odlišnosti v zápisu kót

- Teoretický rozměr, např. pro udání umístění osy díry, se zapisuje v rámečku kresleném tenkou plnou čarou (obr. 4.9 c). Tento zápis slouží k výpočtu geometrických tolerancí, a proto daný výkres musí tyto tolerance obsahovat.

Soustavy kót

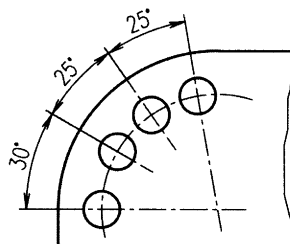
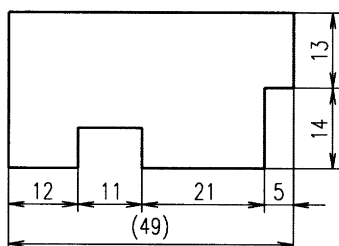
Při kótování dvou nebo několika délkových rozměrů téhož směru a při kótování úhlů majících společný vrchol se může použít:

- Řetězcové kótování
- Kótování od společné základny
- Smíšené kótování
- Souřadnicové kótování

Volí se vždy taková soustava, která zajistí funkci (popř. vyměnitelnost) součásti v nadřazeném celku.

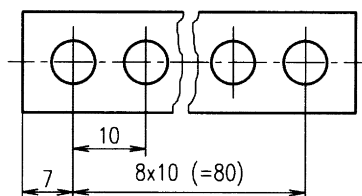
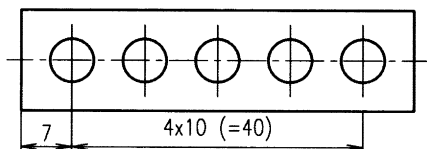
Řetězcové kótování

Řetězce bezprostředně za sebou následujících kót lze použít tehdy, jestliže součet mezních úchylek jednotlivých rozměrů nemůže ovlivnit funkci nebo vyměnitelnost výrobku.



Obrázek č. 4.10, Řetězcové kótování

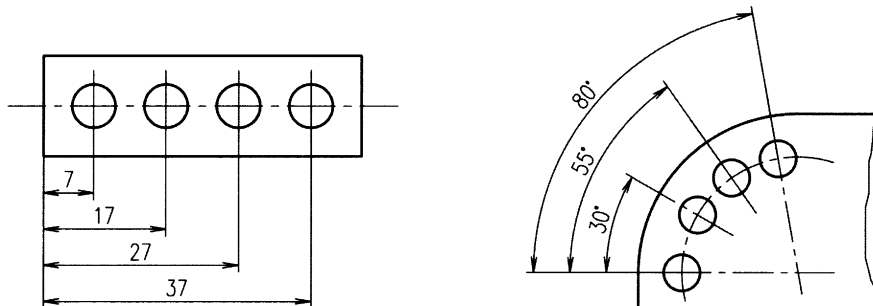
Větší počet stejných rozměrů lze kótovat součinem. Samostatnou kótou se kótuje první rozměr v řetězci tehdy, není-li zobrazen plný počet prvků, např. při přerušení obrazu (obr. 4.11).



Obrázek č. 4.11, Řetězec stejných rozměrů

Kótování od společné základny

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



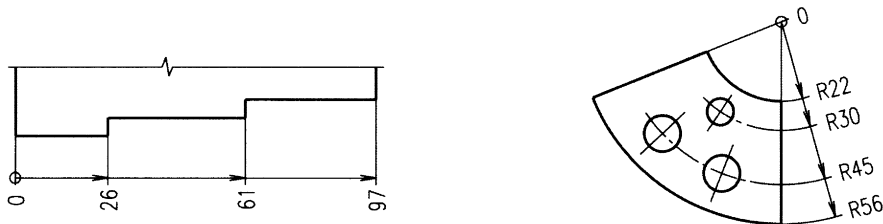
Obrázek č. 4.12, Kótování od společné základny

Zjednodušené kótování od společné základny

Tento zjednodušený způsob použijeme tam, kde by kótování od společné základny vyčerpalo nadměrnou plochu výkresu. Výchozí bod (počátek) se na pomocné čáře označí kružnicí malého průměru (přibližně 3 mm) a číslicí 0.

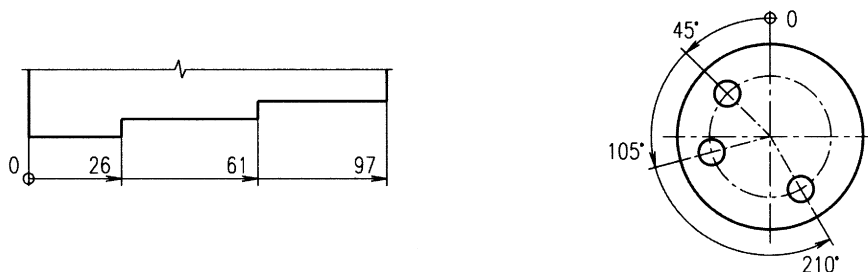
Kóty se při zjednodušeném kótování od společné základny zapisují:

- Vně kótovací čáry rovnoběžně s vynášecími čarami (obr. 4.13).



Obrázek č. 4.13, Zjednodušené kótování od společné základny (obvyklé)

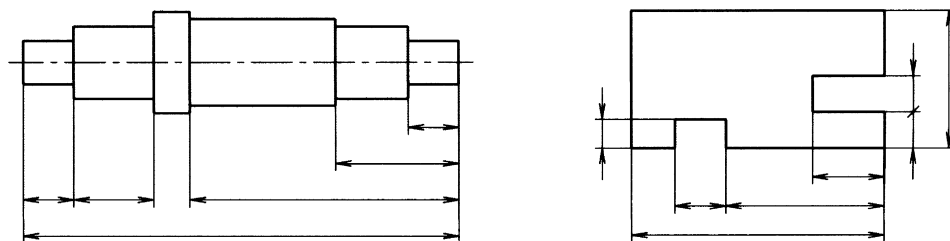
- Tak, aby byly čitelné při pohledu od dolního okraje výkresového listu (obr. 4.14).



Obrázek č. 4.14, Zjednodušené kótování od společné základny (méně obvyklé)

Smíšené kótování

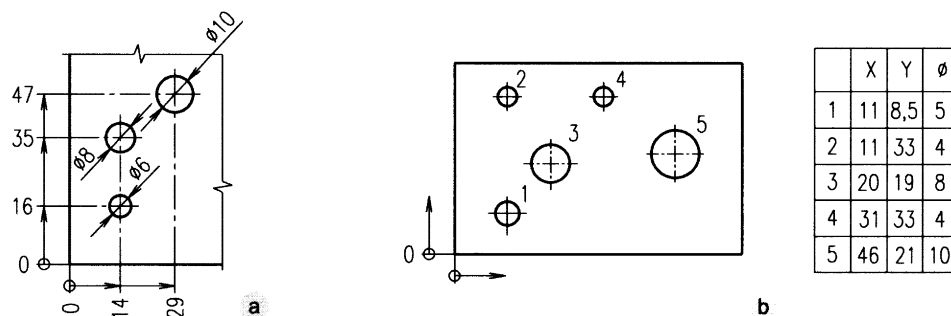
Je-li to účelné, mohou se jednoduché kótování, řetězové kótování a kótování od společné základny na výkrese kombinovat.



Obrázek č. 4.15, Smíšené kótování

Souřadnicové kótování

Pro některé výrobní stroje je výhodné (často i nutné) vycházet souřadnicově z jednoho bodu. Podle potřeby lze jednotlivé prvky označit čísly a jejich polohu udát v tabulce pravoúhlými souřadnicemi a rozměry (obr. 4.16 b).



Obrázek č. 4.16, Souřadnicové kótování

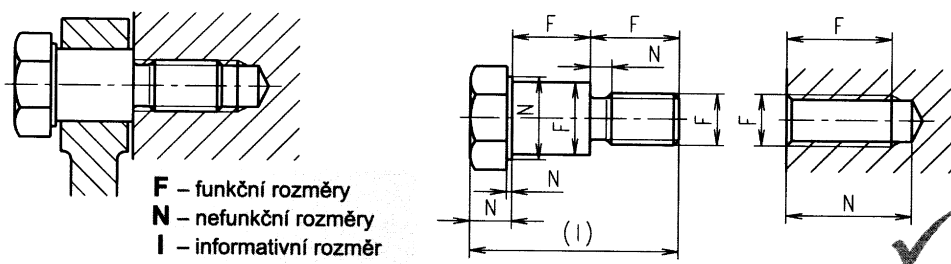
Funkční a technologické kótování

Při konstruování se musí dodržovat nejen grafické zásady zobrazování a kótování, ale velkou pozornost je nutno věnovat také kótování z hlediska **funkce, technologie výroby a měření**. Kóty nevhodně stanovené se zřetelem k funkci a požadavkům technologie mohou nepříznivě ovlivnit přesnost a zaměnitelnost součásti nebo zvyšovat výrobní náklady.

Druhy rozměrů

Tvar a velikost navrhovaných součástí jsou definovány rozměry, které jsou obvykle označovány jako funkční, nefunkční a informativní.

- **Funkční rozměry** zohledňují přímo funkci součásti a jsou obvykle doplněny tolerančními značkami (tzv. toleranční rozměry). Jsou to rozměry ploch stýkajících se s plochami jiných součástí, přičemž ovlivňují funkci, zaměnitelnost a životnost součástí.
- **Nefunkční rozměry** se týkají ploch, které se na funkci přímo nepodílejí, ale mohou být důležité z hlediska pevnosti nebo vzhledu.
- **Informativní rozměry** se uvádějí na výkrese proto, aby ulehčily práci při výrobě, kontrole a manipulaci s materiálem. Informativní rozměry se zapisují do závorky. Je to např. celková délka daná součtem zakótovaných rozměrů.



Obrázek č. 4.17, Kótované rozměry podle účelu

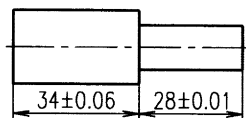
Přímé funkční kótování

Přímé funkční kótování je takový způsob kótování, při kterém se použije soubor kót bez přepočítávání rozměrů a mezních úchylek tvořících uzavřené obvody. Každá funkční kóta má při tomto způsobu kótování předepsány největší možné mezní úchylny. Přímé funkční kótování se má užívat přednostně (obr. 4.18 a).

Nepřímé funkční kótování

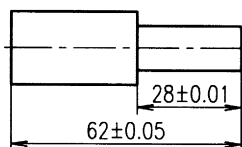
Pokud je to nezbytné a použijeme těchto kót, musíme přepočítat rozměry a mezní úchylny při zachování a splnění dané funkce (funkčních rozměrů) (obr. 4.18 b,c).

Přímé funkční kótování

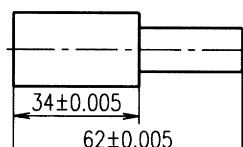


a

Nepřímé funkční kótování



b



c

Obrázek č. 4.18, Funkční kótování

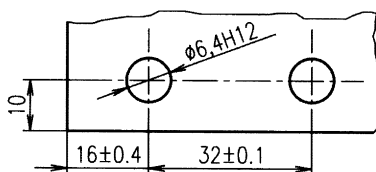
Technologické kótování

Přímé i nepřímé funkční kótování lze označit jako kótování technologické, pokud je provedeno se zřetelem k postupu výroby. Musí tedy udávat rozměry přímo pro daný výrobní postup.

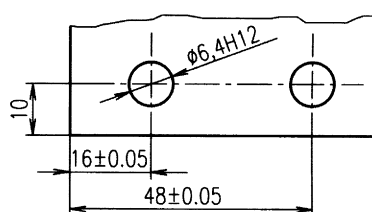
Příklad:

Na obr. 4.19 je příklad kótování rozteče děr pro šrouby. Zde je vidět rozdíl mezi funkčním a technologickým kótováním. Rozteč děr pro šrouby musí mít mezní úchytky $\pm 0,1$ a vzdálenost od kraje součásti $\pm 0,4$. Aby byl splněn požadavek na přesnost rozteče děr ($\pm 0,1$), musí se při použití technologického kótování zmenšit mezní úchytky obou kótovaných rozměrů na hodnotu $\pm 0,05$.

Funkční kótování



Technologické kótování



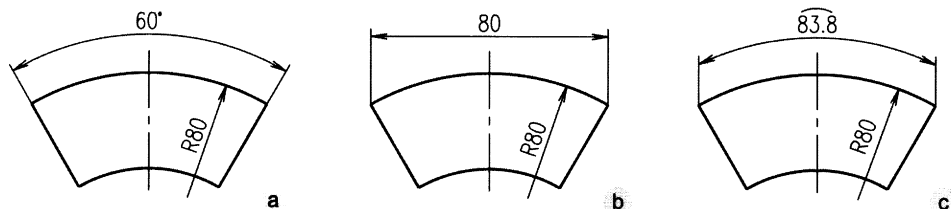
Obrázek č. 4.19, Kótování rozteče děr pro šrouby

Pravidla kótování geometrických a konstrukčních prvků součástí

Kótování oblouků

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

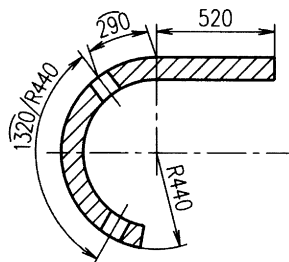
- Středovým úhlem (obr. 4.20 a).
- Délkou tětivy (obr. 4.20 b).
- Délkou oblouku na daném poloměru (obr. 4.20 c). Zde se kótovací čára kreslí jako oblouk kružnice soustředný s kótovaným obloukem. Nad kótou délky oblouku se kreslí značka oblouku (oblouček délky nejméně 3,5 mm).



Obrázek č. 4.20, Kótování oblouků

Poznámka:

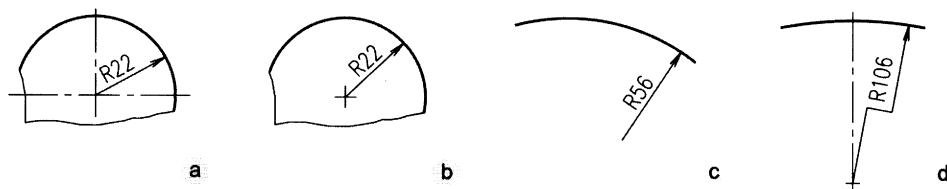
Podle ČSN 01 31 30 při kótování délky oblouku se středovým úhlem do 90° se kreslí pomocné kótovací čáry rovnoběžně s osou středového úhlu. Při kótování délky oblouku se středovým úhlem větším než 90° se kreslí pomocné čáry ze středu oblouku. Je-li to nutné pro jednoznačnost kótování, připiše se za lomítko za kótou ještě hodnota poloměru kótovaného oblouku.



Obrázek č. 4.21, Kótování oblouků s velkými poloměry

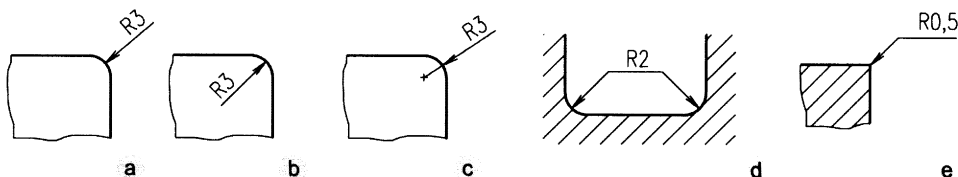
Kótování poloměrů

Kóta poloměru je složena z písmene **R** (zkratka slova RADIUS) a číselné hodnoty. Kótovací čára je vedena ze středu oblouku nebo ve směru do středu oblouku. Má jednu šipku, která vždy končí na oblouku. Jestliže se střed oblouku nachází mimo kreslicí plochu, lomí se kótovací čára k ose (obr. 4.22 d).



Obrázek č. 4.22, Kótování poloměrů

Poloměry zaoblení hran zobrazené na výkrese se kótují podle obr. 4.23 a,b,c,d. Velmi malé (nezobrazené) poloměry se kótují od hrany a hraničí se šipkou podle obr. 4.23 e.



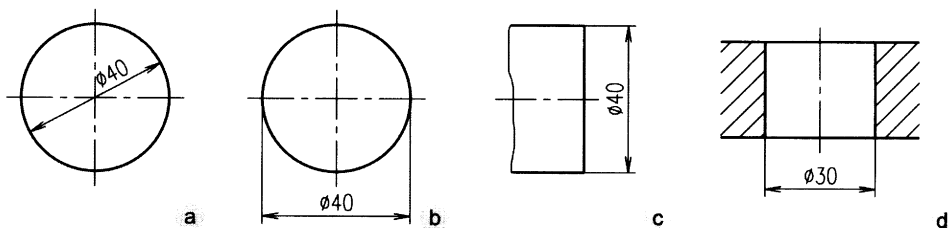
Obrázek č. 4.23, Kótování malých poloměrů

Kótování průměrů

Kóta průměru je složena ze značky průměru $\varnothing$ a číselné hodnoty.

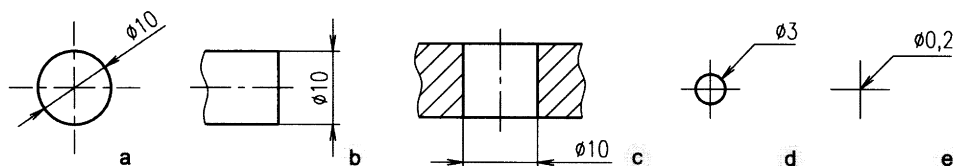
Průměry se kótují:

- Kótou umístěnou v obraze, nebo vně obrazu, pokud se kótovaný prvek zobrazí jako kružnice (obr. 4.24a, b).
- Délkou úsečky, pokud se kótovaný prvek zobrazí jako úsečka (obr. 4.24 c, d).



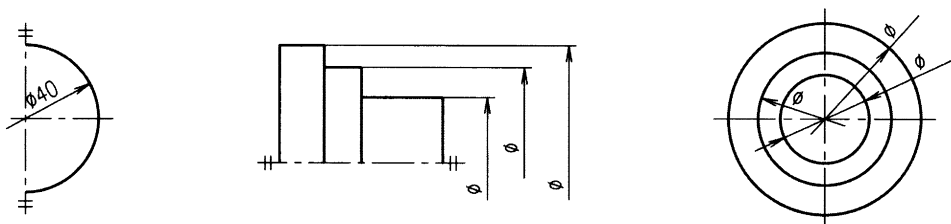
Obrázek č. 4.24, Kótování průměrů

- U kružnic malých průměrů kótou umístěnou k prodloužené kótovací čáře nebo kótou umístěnou na/k odkazové čáře (obr. 4.25 d). U malých nezobrazených kružnic je vedena odkazová čára z průsečíku os (obr. 4.25 e).



Obrázek č. 4.25, Kótování malých průměrů

- Není-li kružnice zobrazena celá nebo kótuje-li se více průměrů v obraze rotačního předmětu, který by byl pomocnými a kótovacími čarami přeplněn, užije se neúplných kótovacích čar s jednou šipkou.



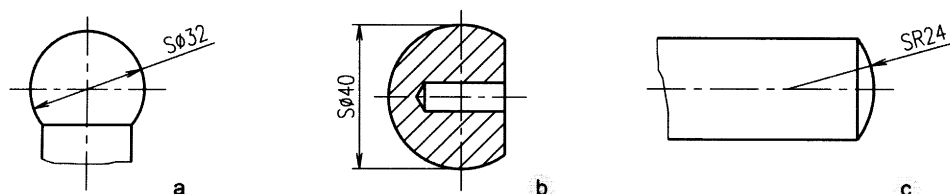
Obrázek č. 4.26, Kótování průměru s jednou šipkou

Kótování koulí

Při kótování kulové plochy předchází značce průměru nebo poloměru písmeno **S** (zkratka slova **SPHERE** = koule, z angl.).

Kulová plocha se obvykle kótuje:

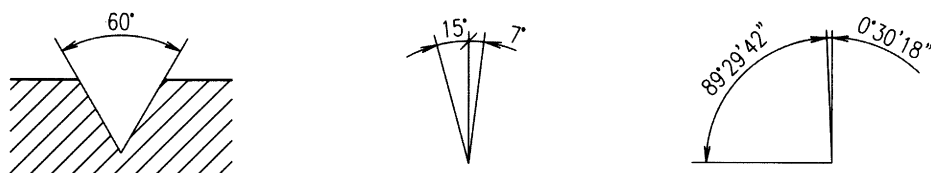
- Průměrem, je-li zobrazena větší část než polovina koule (obr. 4.27 a, b).
- Poloměrem, je-li zobrazena menší část než polovina koule (obr. 4.27 c).



Obrázek č. 4.27, Kótování koulí

Kótování úhlů

Kótovací čáry se kreslí jako oblouky kružnic se středy ve vrcholech úhlů, vynášecí čáry vycházejí z vrcholů. Rovinné úhly se udávají v úhlových stupních, minutách a vteřinách, značky měřicích jednotek se k rozměrům připsují vždy. Je-li úhel menší než 1° , píše se před údaj 0° , např. $0^\circ 15'$. Desetinným číslem se vyjádří jen zlomky vteřin, např. $0^\circ 0' 10,4''$.



Obrázek č. 4.28, Kótování úhlů

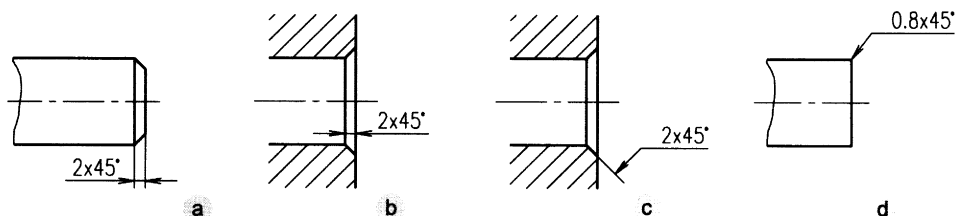
Kótování zkosených hran

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

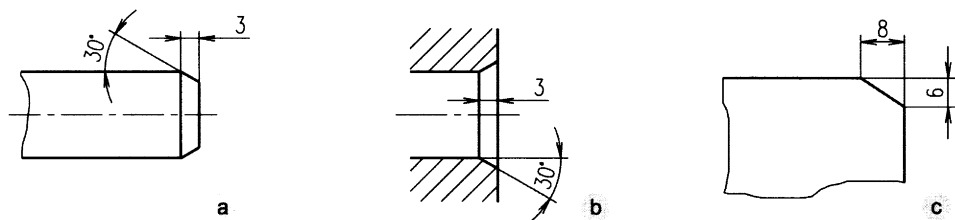


Obrázek č. 4.29, Kótování zkosených hran

- Hrany zkosené pod úhlem 45° se kótují součinem velikosti zkosení a úhlu 45° , např. $2 \times 45^\circ$. Součin se zapisuje na kótovací čáru, na prodlouženou kótovací čáru nebo na/k odkazové čáře. Malá nezobrazená zkosení se mohou kótovat na/k odkazové čáře ukončené šipkou směřující proti zkosení (obr. 4.30 d).

Obrázek č. 4.30, Kótování zkosených hran pod úhlem 45°

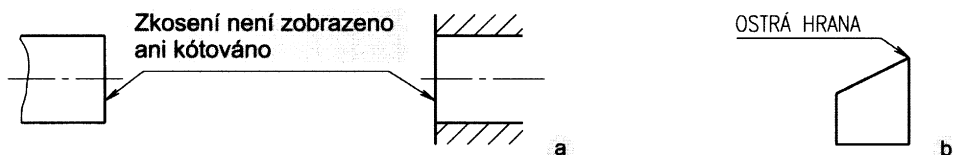
- Hrany zkosené pod jiným úhlem než 45° se musí kótovat dvěma kótami, délkovým a úhlovým rozměrem. Zkosené hrany plochých součástí se mohou kótovat také dvěma délkovými rozměry (obr. 4.31 c).



Obrázek č. 4.31, Kótování zkosených hran pod jiným úhlem než 45°

Poznámka:

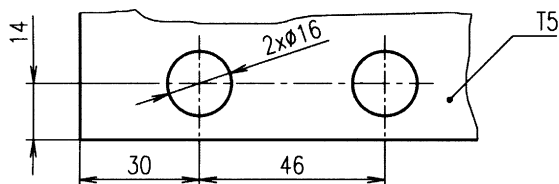
Není-li zkosení kótováno (obr. 4.32 a) a není-li u hrany nápis OSTRÁ HRANA (obr. 4.32 b), zkosí se hrana podle normy ČSN 01 3130 ve výrobě zkosením $0,4 \times 45^\circ$ nebo se zaoblí poloměrem $R\ 0,4$.



Obrázek č. 4.32, Nezobrazené a neokótované zkosení

Kótování děr

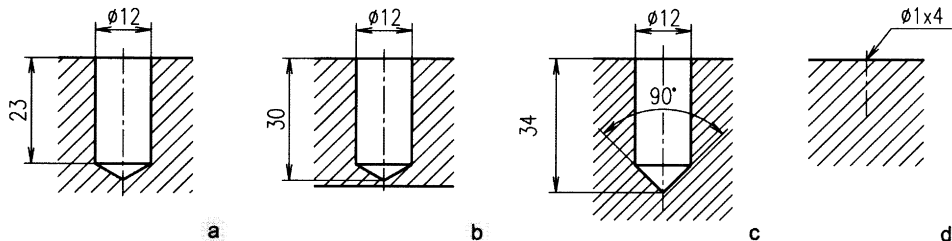
U průchodných a neprůchodných děr kótujeme jejich průměr a polohu osy vzhledem k jiné ose, k obrysové čáře apod. U neprůchodných děr kótujeme navíc jejich hloubku.



Obrázek č. 4.33, Kótování děr

- Hloubka vrtané díry se kótuje bez kuželového ukončení (obr. 4.34 a). Vrcholový úhel běžného šroubovitého vrtáku je 118° , kreslíme asi 120° .
- U součásti, kde je nebezpečí, že by hrot kužele vrtáku při neobratném vrtání neprůchozí díry mohl součást provrtat, se hloubka díry kótuje až k vrcholu kuželového zakončení (obr. 4.34 b).
- U díry ukončené kuželem s jiným vrcholovým úhlem, než má běžný šroubovitý vrták, se kótuje i vrcholový úhel tohoto kužele (obr. 4.34 c).

- Hloubka nenakreslené díry se zapisuje na/k odkazové čáře za kótou průměru a za značkou x („krát“) (obr. 4.34 d).



Obrázek č. 4.34, Kótování neprůchodných děr

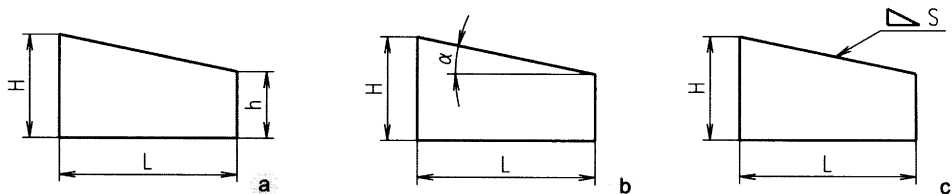
Poznámka:

Kóty průměru a hloubky díry se umísťují pokud možno do jednoho obrazu.

Kótování sklonu

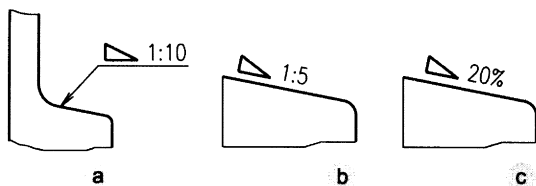
Sklon plochy nebo přímky, popř. úkos kótujeme:

- Udáním všech tří rozměrů (dvě výšky a délka) (obr. 4.35 a).
- Dvěma rozměry (jedna výška a délka) a úhlem sklonu (obr. 4.35 b).
- Udáním dvou rozměrů (jedna výška a délka) a značky sklonu (obr. 4.35 c).

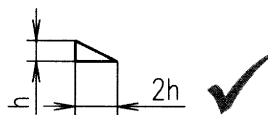


Obrázek č. 4.35, Kótování sklonu

- ◆ Sklon plochy nebo přímky se zapisuje poměrem S. Hodnota sklonu (S) je vyjádřena poměrem, např. 1:5 (přednostně); lze ho však předepsat také v procentech nebo v promile, popř. v úhlových stupních.
- ◆ Značka sklonu je orientována shodně se sklonem plochy nebo přímky a kreslí se tlustou čarou. Velikost značky je odvozena od výšky písma kót (obr. 4.36).
- ◆ Sklon se zapisuje na praporek odkazové čáry vedené od skloněné obrysové čáry a ukončené na ní šipkou (obr. 4.36 a). Další možností je zapsat sklon k obrysové čáře za značkou sklonu (obr. 4.36 b, c).



Doporučená velikost značky sklonu

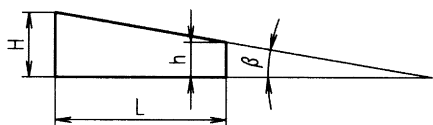


h je výška písma kót

Obrázek č. 4.36, Zapisování značky sklonu

Výpočet sklonu:

Sklon (S) můžeme vyjádřit poměrem rozdílu výšek stran ($H - h$) k délce plochy nebo přímky (L) podle obr. 4.37.



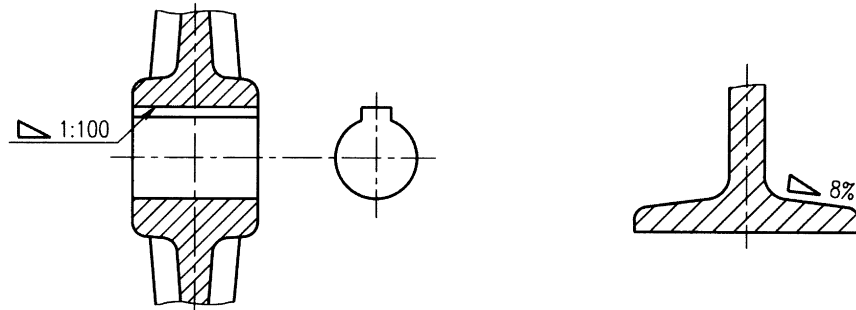
Sklon S

$$S = \frac{H - h}{L} = \operatorname{tg} \beta$$

Obrázek č. 4.37, Výpočet sklonu

Příklad:

Na obr. 4.38 jsou příklady kótování drážky pro podélný klín v náboji a kótování úkosu profilu.

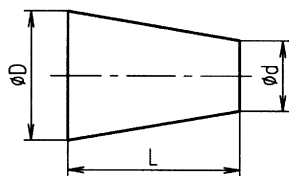


Obrázek č. 4.38, Příklady kótování sklonu

Kótování kuželů

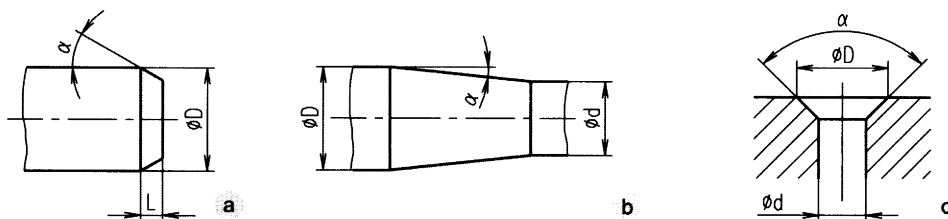
Kuželovitost kótujeme:

- Dvěma průměry a délkou.



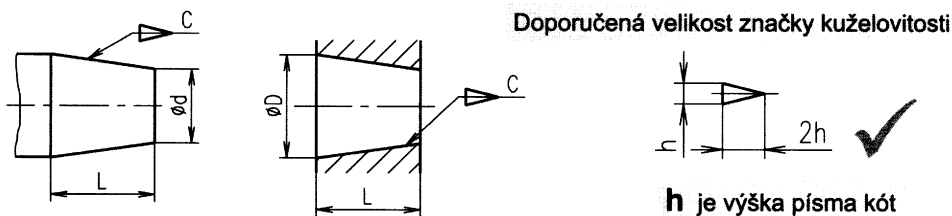
Obrázek č. 4.39, Kótování kuželu dvěma průměry a délkou

- Jedním průměrem, délkou a polovičním vrcholovým úhlem. Popřípadě dvěma průměry a polovičním vrcholovým úhlem, nebo dvěma průměry a vrcholovým úhlem.



Obrázek č. 4.40, Kótování kuželů pomocí úhlu

- Jedním průměrem, délkou a hodnotou kuželovitosti. Tato metoda se používá při kótování funkčních kuželů (kuželů vnějších i vnitřních, tvořících uložení).

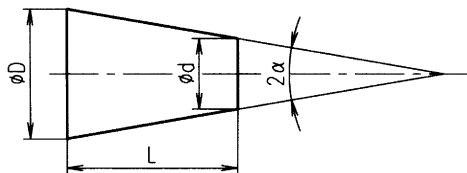


Obrázek č. 4.41, Kótování kuželů hodnotou kuželovitosti

- ◆ Hodnota kuželovitosti (označena písmenem C) se zapisuje na odkazové čáře za značkou kužele. Odkazová čára je ukončena na obrysové čáře (površke) kuželové plochy šipkou.
- ◆ Hodnota kuželovitosti (C) je vyjádřena poměrem, např. 1:5 (přednostně) nebo 1/5, nebo např. 0,2:1, nebo v procentech, např. 20 %. Počet procent určíme ze vztahu $p = 100 \cdot C$, tedy velikost úkosu $C = 1:5$ odpovídá 20 %. Další možností je vyjádření vrcholovým úhlem α zapsaným přednostně ve stupních, minutách a vteřinách.
- ◆ Značka kuželovitosti je orientována shodně s označováním kuželem a kreslí se tlustou čarou. Velikost značky je odvozena od výšky písma kót (obr. 4.41).

Výpočet kuželovitosti

Kuželovitost (C) můžeme vyjádřit poměrem rozdílu průměrů ($D - d$) k délce kužele (L) podle obr. 4.42.



Kuželovitost C

$$C = \frac{D - d}{L}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2L} = \frac{C}{2}$$



Obrázek č. 4.42, Výpočet kuželovitosti

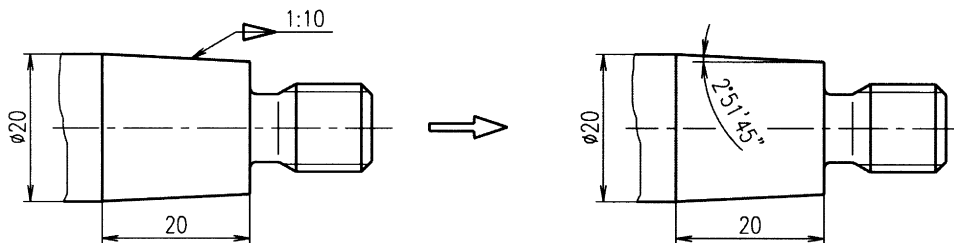
Ze vztahu na obr. 4.42 vyplývá, že máme-li např. kužel s kuželovitostí 1:10, je sklon povrchové přímky (úkos) 1:20.

Příklad:

Nakreslete a okótujte kuželový konec hřídele a udejte úhel pro nastavení sustruhu. Hřídel má průměr 20 mm, délka kuželovitého konce je 20 mm a kuželovitost $C = 1:10$.

Výpočet úhlu kužele

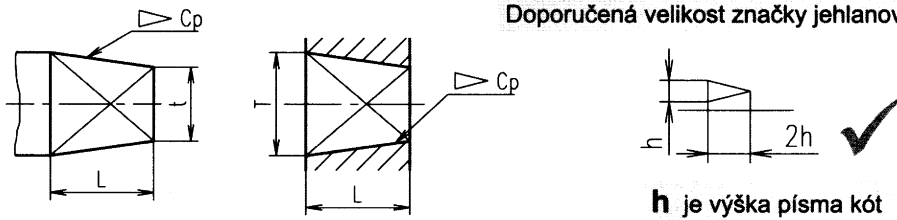
1. Výpočet malého průměru kužele: $C = \frac{D - d}{L}$
2. Výpočet sklonu povrchové přímky: $d = D - C \cdot L = 20 - \frac{1}{10} \cdot 20 = 18 \text{ mm}$
3. Výpočet tangenty úhlu: $\operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2 \cdot L} = \frac{20 - 18}{2 \cdot 20} = 0,05 \text{ mm}$
4. Určení úhlu z tangenty úhlu: $\alpha = 2,8624^\circ = 2^\circ 51' 45''$



Obrázek č. 4.43, Příklad výpočtu kuželovitosti

Kótování jehlanů

Jehlanovitost kótujeme a počítáme podobně jako kuželovitost.

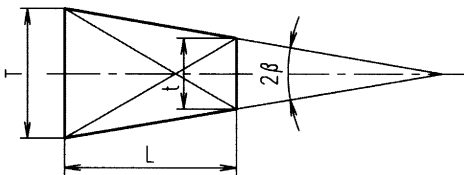


Obrázek č. 4.44, Kótování jehlanů hodnotou jehlanovitosti

- ◆ Hodnota jehlanovitosti (označena písmenem **Cp**) se zapisuje nad praporkem odkazové čáry za značkou jehlanovitosti. Odkazová čára je ukončena na obrysové čáře jehlanové plochy šipkou.
- ◆ Značka jehlanovitosti je orientována shodně s označovaným jehlanem a kreslí se čarou stejné tloušťky jako písmo kót. Velikost značky je odvozena od výšky písma kót (obr. 4.44).

Výpočet jehlanovitosti

Jehlanovitost (**Cp**) můžeme vyjádřit poměrem rozdílu délek stran (**T – t**) k délce jehlanu (**L**) podle obr. 4.45.



$$C_p = \frac{T - t}{L}$$

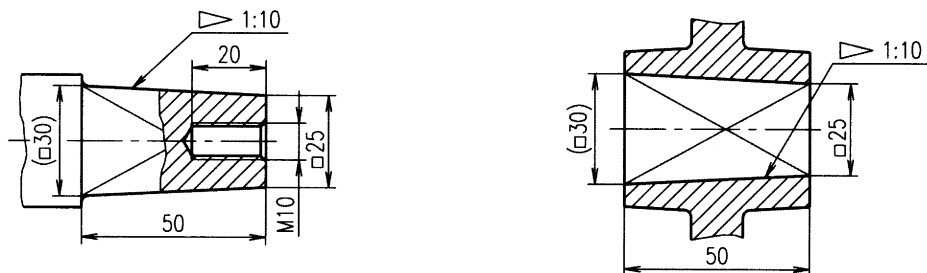
$$\operatorname{tg} \beta = \frac{T - t}{2L} = \frac{C_p}{2} \quad \checkmark$$

Obrázek č. 4.45, Výpočet jehlanovitosti

Ze vztahu na obr. 4.45 vyplývá, že máme-li např. jehlan s jehlanovitostí 1:10, je sklon povrchové přímky (úkos) 1:20.

Příklad:

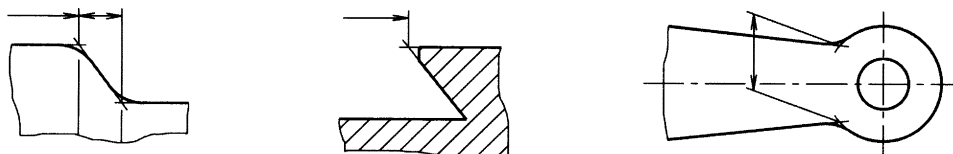
Na obr. 4.46 je příklad kótování jehlanovitě zakončeného hřídele a náboje kola s dírou jehlanovitého tvaru.



Obrázek č. 4.46, Příklad kótování jehlanovitosti

Kótování přechodů

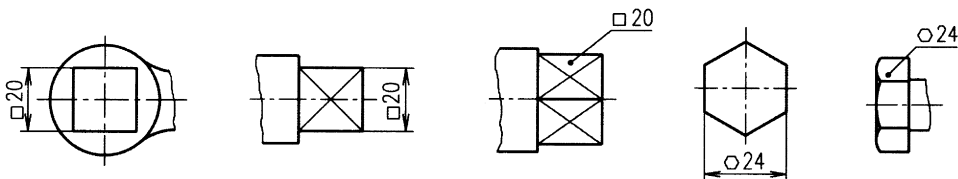
Zaoblené přechody, zaoblené a zešíkmené hrany se kótují k myšleným průsečíkům obrysových čar sousedních ploch tak, že se obrysové čáry prodlouží tenkými pomocnými čarami a kótuje se od jejich průsečíků.



Obrázek č. 4.47, Kótování přechodů

Kótování hranolů

Pravidelné čtyřboké a šestiboké hranoly se kótují vzdáleností dvou rovnoběžných bočních ploch s předřazenou značkou (čtyřúhelník nebo šestiúhelník). Čtyřhran a šestihran zobrazený v nárožní poloze se kótuje na/k odkazové čáře.

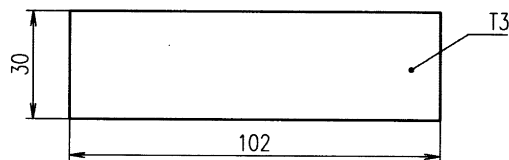


Obrázek č. 4.48, Kótování hranolů

Kótování tloušťek desek

Tloušťka desek (plochých součástí) nakreslených v jednom průmětu se kótuje na/k odkazové čáře za písmennou značkou **T** (zkratka slova **THICKNESS** = tloušťka, z angl.). V těch případech, kdy jsou plochy upravovány (obrobena, broušena apod.) nebo je požadována geometric-

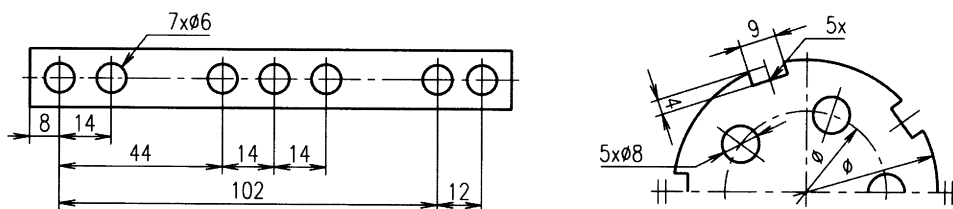
ká tolerance vztahující se k plochám (např. rovnoběžnost), je vhodnější zobrazit součást ve dvou nebo více obrazech a předpis požadavku umístit k průmětům ploch, popř. k jejich kótám.



Obrázek č. 4.49, Kótování tlouštěk desek

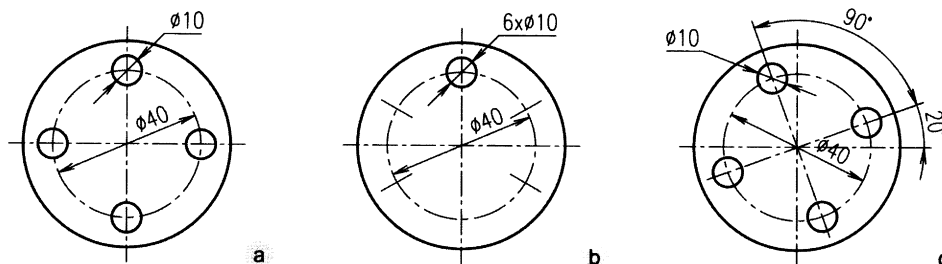
Kótování opakujících se konstrukčních prvků

Opakující se stejné konstrukční prvky (žebra, zuby, drážky, díry) se na výkrese kótují jednou, musí se však určit jejich poloha. Doporučuje se uvádět počet, kolikrát se tvarový prvek opakuje.



Obrázek č. 4.50, Kótování opakujících se prvků

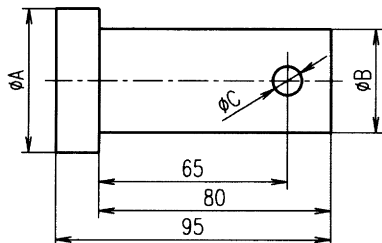
- Úhlové rozteče se nekótují u opakujících se shodných prvků rozmístěných na kružnici (obr. 4.51 a, b). U zobrazených prvků se nemusí uvádět jejich počet (obr. 4.51 a, c).
- Je-li celá soustava pravidelně rozložených děr na roztečné kružnici pootočená proti osám souměrnosti, musí se celá vztáhnout ke vhodné základně (k ose nebo k obrysové čáře) (obr. 4.51 c).



Obrázek č. 4.51, Kótování děr na roztečné kružnici

Tabulkové kótování

Při kótování opakujících se geometricky podobných prvků nebo součástí, které se liší jen svými rozměry a pro které se nekreslí samostatné výkresy, se označí jednotlivé rozměry na kótovacích čarách písmeny velké abecedy. Příslušné číselné hodnoty se uvedou v tabulce umístěné zpravidla na stejném výkrese.



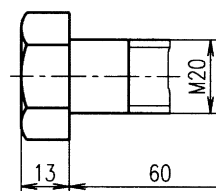
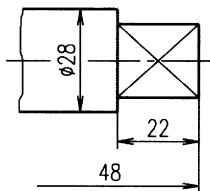
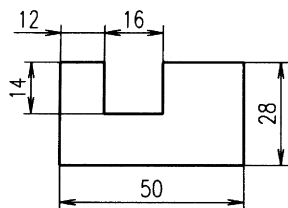
OZNAČENÍ SOUČÁSTI	ROZMĚRY		
	A	B	C
S1	50	36	10
S2	60	40	12
S3	40	28	8



Obrázek č. 4.52, Tabulkové kótování

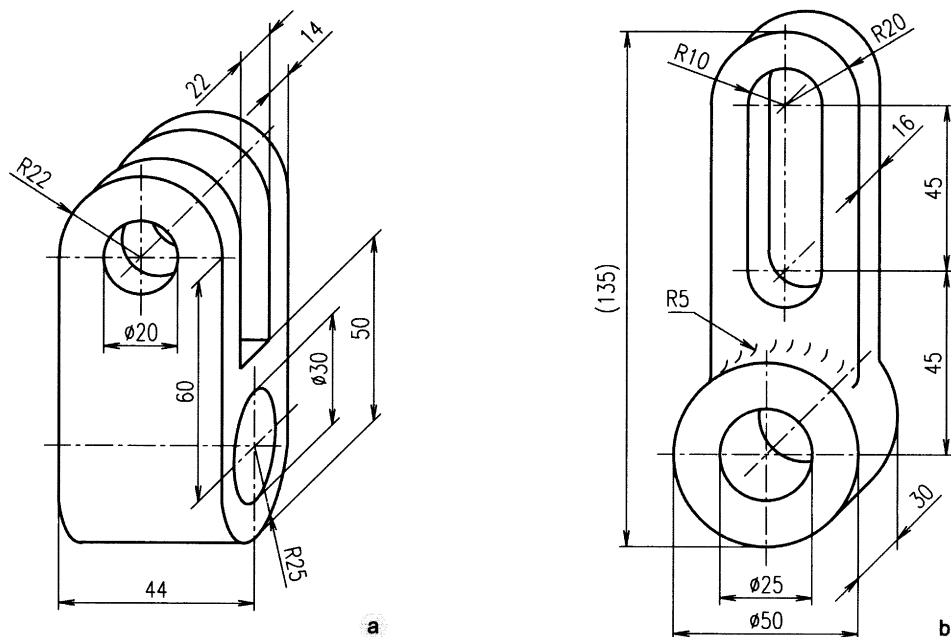
Otázky a cvičení:

1. Na vámi zvolených příkladech vysvětlíte rozdíl mezi řetězcovým kótováním a kótováním od základny.
2. Se zřetelem na přesnost výroby popište funkční a technologické kótování.
3. Určete hodnotu sklonu S šikmé plochy, jestliže je rozdíl výšek 20 mm a vzdálenost mezi těmito výškami 160 mm.
4. Vypočítejte hodnotu kuželovitosti C a tuto hodnotu předepište do náčrtu komolého kužele. Průměr větší podstavy je 60 mm, menší 40 mm a délka je 200 mm.
5. V následujících obrazech (obr. 4.53) vhodně doplňte chybějící kóty zjednodušeného kótování. Tímto způsobem se obvykle dají ušetřit další obrazy.



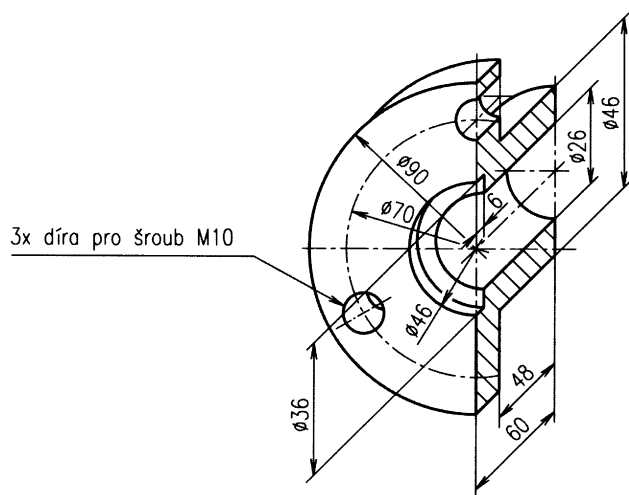
Obrázek č. 4.53, Doplňte chybějící kóty – cvičení

6. Vidlici a páku (obr. 4.54) zobrazte a zakótujte podle pravidel pravoúhlého promítání.



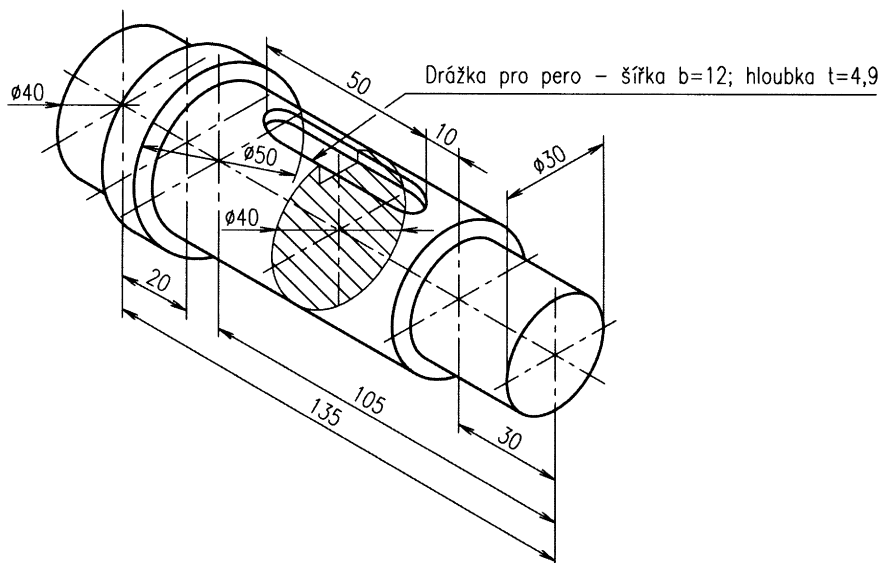
Obrázek č. 4.54, Zobrazení a kótování vidlice a páky – cvičení

7. Přírubu (obr. 4.55) zobrazte podle pravidel pravoúhlého promítání, zakótujte a pomocí tabulek zvolte velikost děr pro šrouby M10.



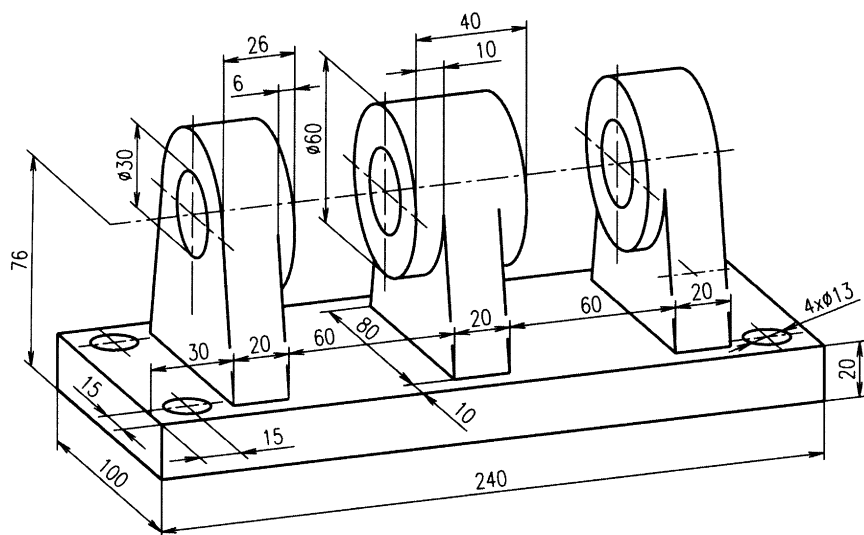
Obrázek č. 4.55, Zobrazení a kótování příruba – cvičení

8. Hřídel (obr. 4.56) zobrazte podle pravidel pravouhlého promítání a zakótujte. Zvláštní pozornost věnujte zobrazení a kótování drážky pro pero.



Obrázek č. 4.56, Zobrazení a kótování hřídele – cvičení

9. Ložiskové těleso (obr. 4.57) zobrazte a zakótujte podle pravidel pravouhlého promítání.



Obrázek č. 4.57, Zobrazení a kótování ložiskového tělesa – cvičení

5. Tolerování rozměru

Výkresem předepsané rozměry jsou ve skutečnosti pouze teoretické. Při výrobě součásti vznikají nepřesnosti způsobené zvolenou technologií výroby, vlastním procesem výroby a lidským faktorem. Skutečný rozměr součásti se od ideálního odlišuje v určitých mezích. Předepisování mezí a tím i přesnosti, s jakou mají být součásti vyrobeny, se provádí tolerováním.

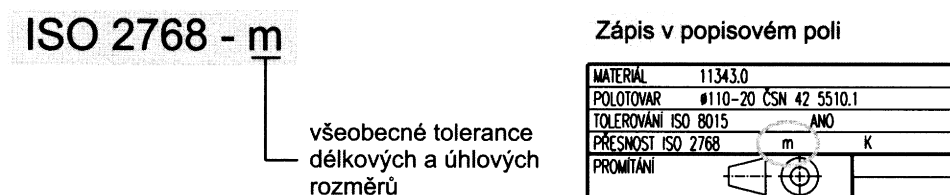
Tolerování délkových a úhlových rozměrů

Tolerování je předepsání rozměru v určitých mezích. Tolerování klade zvýšené nároky na výrobu, a proto je účelné tolerovat pouze rozměry funkční. Neopodstatněně vysoké požadavky na přesnost součástí znamenají i výrazné zvýšení nákladů na jejich výrobu.

Znalost tolerování je základem pro tvorbu výkresové dokumentace, která popisuje nejen geometrii součásti, ale je současně podkladem pro volbu vhodné technologie výroby.

Všeobecné tolerance

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



Obrázek 5.1, Relativní velikost všeobecných tolerancí

Výrobní dílna by měla zjistit svoji obvyklou přesnost, přesnost výrobního zařízení a následně přijímat jenom zakázky (výkresy) s touto nebo nižší výrobní přesností.

Třída přesnosti		Mezní úchytky pro základní rozsah rozměru							
označení	název	0,5 do 3	přes 3 do 6	přes 6 do 30	přes 30 do 120	přes 120 do 400	přes 400 do 1000	přes 1000 do 2000	přes 2000 do 4000
f	jemná	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	-
m	střední	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2,0
c	hrubá	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2,0	± 3,0	± 4,0
v	velmi hrubá	-	± 0,5	± 1,0	± 1,5	± 2,5	± 4,0	± 4,0	± 8,0

Tabulka č. 5, Nepředepsané mezní úchytky délkových rozměrů

Třída přesnosti		Mezní úchytky pro základní rozsah rozměrů		
označení	název	0,5 do 3	přes 3 do 6	přes 6
f	jemná			
m	střední	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$
c	hrubá			
v	velmi	$\pm 0,4$	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$

Tabulka č. 6, Nepředepsané mezní úchytky zkosení a zaoblení hran

Třída přesnosti		Mezní úchytky pro základní rozsah rozměrů				
označení	název	do 10	přes 10 do 50	přes 50 do 120	přes 120 do 400	Přes 400
f	jemná	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$	$\pm 0^\circ 10'$	$\pm 0^\circ 5'$
m	střední					
c	hrubá	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 15'$	$\pm 0^\circ 10'$
v	velmi hrubá	$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$

Tabulka č. 7, Nepředepsané mezní úchytky úhlových rozměrů

Příklad:

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

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

Všeobecně tolerované rozměry jsou vyráběny s přesností, která může být dodržena s použitím běžných výrobních a měřicích prostředků. Předepisují se souhrnně v blízkosti nebo přímo v popisovém poli.

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

ISO 2768 - m

všeobecné tolerance
délkových a úhlových
rozměrů

Zápis v popisovém poli

MATERIÁL	11343.0
POLOTOVAR	Ø110-20 ČSN 42 5510.1
TOLEROVÁNÍ ISO 8015	ANO
PŘESNOST ISO 2768	m K
PROMÍTÁNÍ	

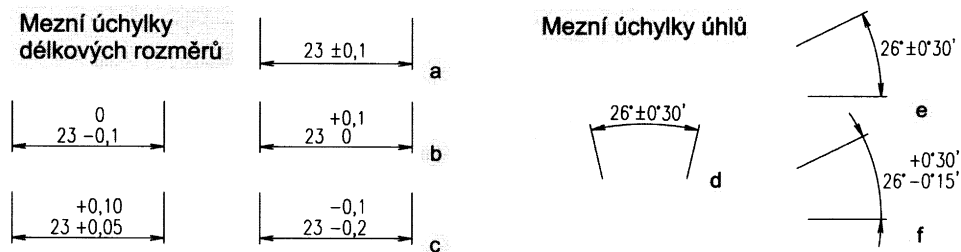
Obrázek 5.2, Označení všeobecných tolerancí na výkrese

Zapisování tolerancí na výkresech

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

- Mezních úchylek
- Mezních rozměrů
- Tolerančních značek

Mezní úchytky jsou číselně vyjádřené hodnoty zapisované těsně za jmenovitým rozměrem, které definují maximální dovolenou nepřesnost výroby součástí. Následující obrázek ukazuje zapisování souměrných mezních úchylek (obr. 5.3 a), zapisování nulových mezních úchylek (obr. 5.3 b) a zapisování kladných a záporných mezních úchylek (obr. 5.3 c). Hodnoty úchylek se zapisují číslicemi stejné velikosti jako jmenovitý rozměr se stejným počtem desetinných míst s výjimkou nulové mezní úchytky.



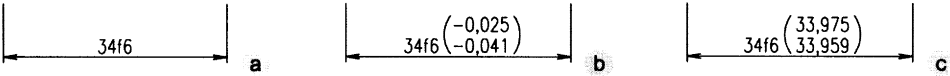
Obrázek 5.3, Zápis mezních úchylek

Mezní rozměry definují minimální a maximální dovolený rozměr součástí (obr. 5.4 a). Další možnost je omezení rozměru v jednom směru (obr. 5.4 b). Těto metody zápisu se používá například v případech, kdy budou rozměry součástí kontrolovány pomocí mezních porovnávacích měřidel (kalibrů). Mezní rozměry na výkresech předepisujeme vzestupně bez jmenovitého rozměru nad sebe se stejným počtem desetinných míst.



Obrázek 5.4, Zápis mezních rozměrů

Toleranční značky se zapisují za jmenovitý rozměr (obr. 5.5 a). V kusové výrobě se mohou zapsat v závorce za toleranční značkou i číselné mezní úchytky (obr. 5.5 b). Je-li to účelné, lze k toleranční značce zapsat mezní rozměry (obr. 5.5 c).

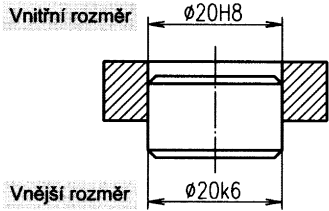
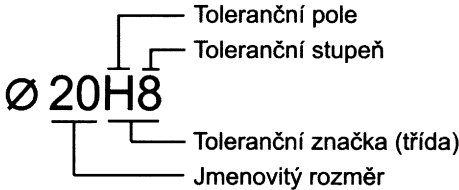


Obrázek 5.5, Zápis tolerančních značek

Toleranční značky

Standardním zápisem tolerancí vyráběných součástí na technických výkresech je použití tolerančních značek.

Tolerovaný rozměr

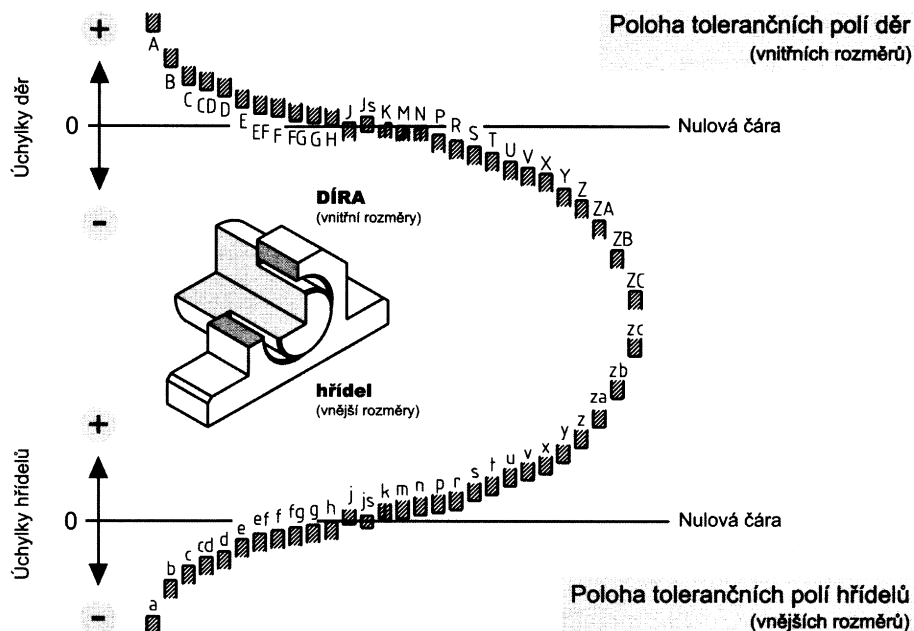


Toleranční stupně:	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	výroba měřidel a kalibrů							výroba v přesném a všeobecném strojírenství							výroba polotovarů					

Obrázek 5.6, Zápis toleranční značky ISO

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

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



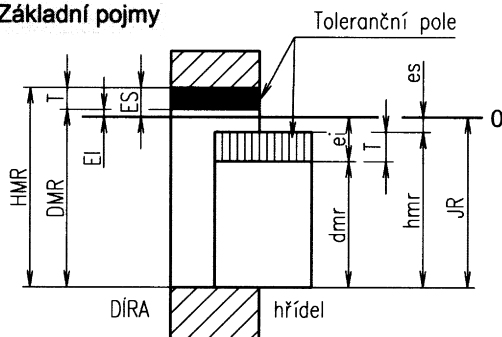
Obrázek 5.7, Poloha tolerančních polí hřídelů a děr

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

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

Při zápisu tolerančních značek se zapisují toleranční pole děr, reprezentující vnitřní rozměry, písmeny velké abecedy, např. **H7**, a toleranční pole hřídelů, reprezentující vnější rozměry, písmeny malé abecedy, např. **h6**.

Základní pojmy



JR – jmenovitý rozměr
0 – nulová čára
T – tolerance

DÍRA:

HMR – horní mezní rozměr
DMR – dolní mezní rozměr
ES – horní úchylka
EI – dolní úchylka

hřídel:

hmr – horní mezní rozměr
dmr – dolní mezní rozměr
es – horní úchylka
ei – dolní úchylka

Zjednodušené zobrazení:



Obrázek 5.8, Základní pojmy tolerování rozměrů

Rozměry a tolerance se určují vzhledem k ideálnímu **jmenovitému rozměru**, který je ve schématech zastoupen nulovou čarou.

Hraniční rozměry nazýváme mezními. Nejmenší možný rozměr součásti určuje **dolní mezní rozměr** a největší **horní mezní rozměr**.

Změřený, **skutečný rozměr** součásti na výrobku musí vždy ležet v rozsahu mezi horním a dolním mezním rozměrem, jinak je nutné považovat rozměr za špatně vyrobený.

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

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

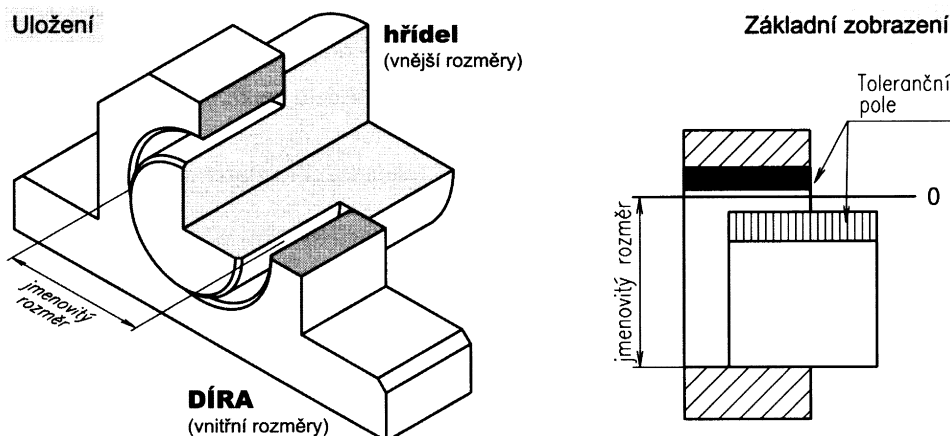
Obě mezní úchylky jsou určeny normou ČSN EN 20 286-1 (01 4201) v závislosti na tolerančním stupni IT a jmenovitém rozměru. Výběr normy naleznete v tabulkách.

Tolerance je rozdíl mezi horním a dolním rozměrem nebo také algebraický rozdíl mezi horní a dolní úchylkou. Tolerance je vždy kladné číslo, a proto se udává bez znaménka. Vyjadřuje velikost dovolené nepřesnosti výroby součásti.

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

Uložení

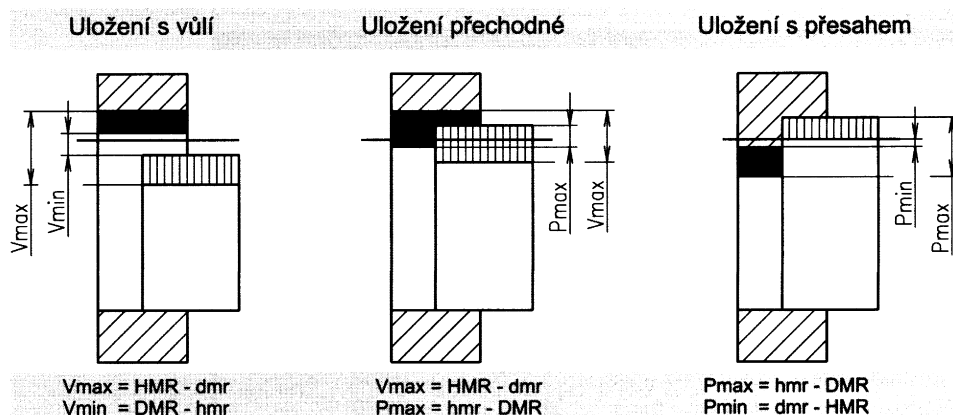
Uložení je vzájemný vztah dvou strojních součástí, pro názornost si představme hřídel zasunutý do díry. Je-li skutečný průměr díry větší než skutečný průměr hřídele, vzniká mezi dírou a hřídelem vůle. Pokud je naopak skutečný rozměr díry menší než skutečný rozměr hřídele, vzniká mezi dírou a hřídelem přesah.



Obrázek 5.9, Princip uložení

Skutečná hodnota vůle a přesahu je závislá na skutečných rozměrech díry a hřídele. Ve výrobě je nutné vždy zaručit předepsané parametry vzájemného spojení součástí. Proto je nutné předepsat parametry správné uložení již při jeho konstrukci. Rozeznáváme tato uložení:

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

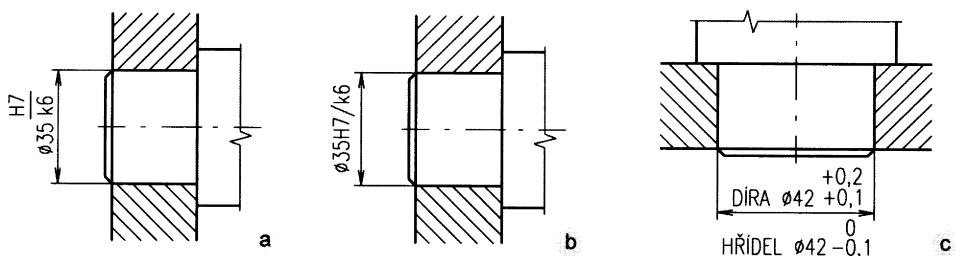


Obrázek 5.10, Základní druhy uložení

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

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

V rámci tolerančních soustav jednotné díry a jednotného hřídele se doporučuje přednostně používat vybraná uložení, která naleznete v tabulkách. Toleranční stupeň u hřídele volíme stejný nebo o stupeň přesnější než u díry.



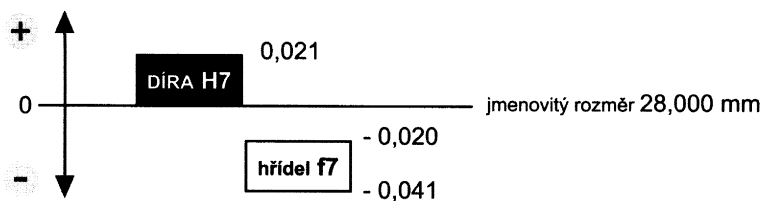
Obrázek 5.11, Zapisování tolerancí na výkresech sestavení

Příklad:

Je dáno uložení díry a hřídele $\varnothing 28\text{H7/f7}$. Určete jmenovitý rozměr, mezní úchytky, horní a dolní mezní rozměry, tolerance. Stanovte druh uložení a vypočítejte maximální a minimální vůli (přesah) podle uložení. Nakreslete polohu tolerančních polí.

Pojmy pro výpočet	Díra	Hřídel
Toleranční značka	H7	f7
Jmenovitý rozměr JR [mm]	28	
Horní mezní úchylka ES, es [mm]	0,021	-0,020
Dolní mezní úchylka EI, ei [mm]	0	-0,041
Tolerance T [mm]	0,021	0,021
Horní mezní rozměr HMR, hmr [mm]	28,021	27,980
Dolní mezní rozměr DMR, dmr [mm]	28,000	27,959
Maximální vůle v uložení Vmax [mm]	0,062	
Minimální vůle v uložení Vmin [mm]	0,020	

Tabulka č. 8, Výpočet uložení – příklad



Poznámka: Hodnoty v tabulkách jsou uvedeny v μm . Musí být pro výpočet převedeny na mm.

Obrázek 5.12, Zobrazení polohy tolerančních polí uložení

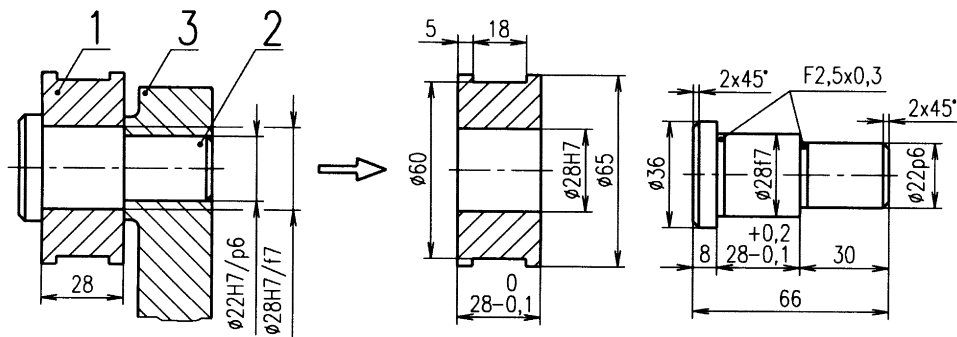
Otázky a cvičení:

- Pro zadaná uložení určete jmenovitý rozměr, mezní úchytky, horní a dolní mezní rozměry, tolerance. Stanovte druh uložení a vypočítejte maximální a minimální vůli (přesah) podle uložení. Nakreslete polohu tolerančních polí.

Číslo úlohy	Uložení	Číslo úlohy	Uložení
1	$\varnothing 55\text{H}8/\text{e}8$	11	$\varnothing 65\text{H}7/\text{js}6$
2	$\varnothing 22\text{H}7/\text{g}6$	12	$\varnothing 36\text{H}7/\text{k}6$
3	$\varnothing 40\text{K}7/\text{h}6$	13	$\varnothing 38\text{H}7/\text{js}6$
4	$\varnothing 18\text{H}7/\text{f}7$	14	$\varnothing 47\text{K}7/\text{h}6$
5	$\varnothing 75\text{H}7/\text{k}6$	15	$\varnothing 65\text{H}7/\text{r}6$
6	$\varnothing 48\text{H}7/\text{m}6$	16	$\varnothing 25\text{H}7/\text{k}6$
7	$\varnothing 63\text{H}7/\text{r}6$	17	$\varnothing 32\text{H}7/\text{p}6$
8	$\varnothing 35\text{H}7/\text{s}6$	18	$\varnothing 24\text{H}7/\text{s}6$
9	$\varnothing 28\text{H}11/\text{h}11$	19	$\varnothing 30\text{H}7/\text{f}7$
10	$\varnothing 30\text{H}7/\text{js}6$	20	$\varnothing 25\text{H}7/\text{js}6$

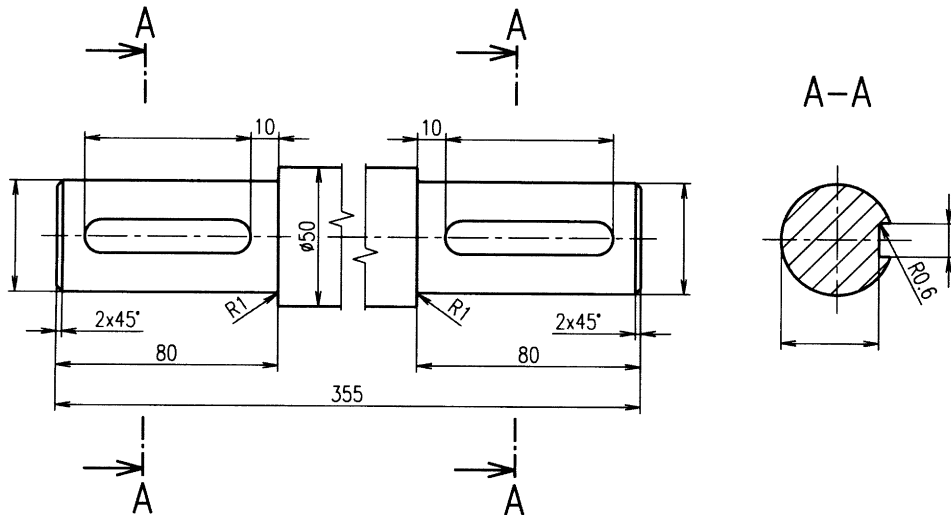
Tabulka č. 9, Výpočet uložení – cvičení

- Vysvětlete a do náčrtu válcové díry a hřídele zakreslete pojmy jmenovitý rozměr, nulová čára, horní a dolní mezní rozměr, tolerance, horní a dolní úchytky.
- Co jsou všeobecné tolerance a jak se předepisují? Uveďte příklady zápisu tolerovaných rozměrů na výkresu a vysvětlete pojmy toleranční pole, toleranční stupeň.
- Zobrazte tři základní druhy uložení a zakótujte příslušné vůle nebo přesahy.
- Na obrázku č. 5.13 je zobrazeno uložení čepu a kladky. Provedte rozbor zadaných uložení, určete mezní úchytky, tolerance, horní a dolní mezní rozměry, max. a min. vůli (přesah) podle druhu uložení. Nakreslete polohu tolerančních polí.



Obrázek č. 5.13, Uložení čepu a kladky – cvičení

6. Pro kluzné ložisko o průměru $D = 80$ mm byly stanoveny vůle v uložení $V_{\max} = 62\mu\text{m}$ a $V_{\min} = 8\mu\text{m}$. Pro tento spoj navrhnete uložení v soustavě jednotné díry tak, aby $V'_{\min} \geq V_{\min}$ a $V'_{\max} \leq V_{\max}$ (V' jsou vůle v navrženém uložení).
7. Pro lisovaný spoj náboje s hřídelem o průměru $D = 160$ mm byly vypočteny přesahy $P_{\max} = 128\mu\text{m}$ a $P_{\min} = 58\mu\text{m}$. Pro tento spoj navrhnete uložení v soustavě jednotné díry tak, aby $P'_{\max} \leq P_{\max}$ a $P'_{\min} \geq P_{\min}$ (P' jsou přesahy v navrhovaném uložení).
8. Hřídel (obr. 5.14) zobrazte a zakótujte. S využitím tabulek doplňte nezapsané kóty a přidejte k nim tolerované rozměry.



Obrázek č. 5.14, Tolerance hřídele – cvičení

6. Struktura povrchu

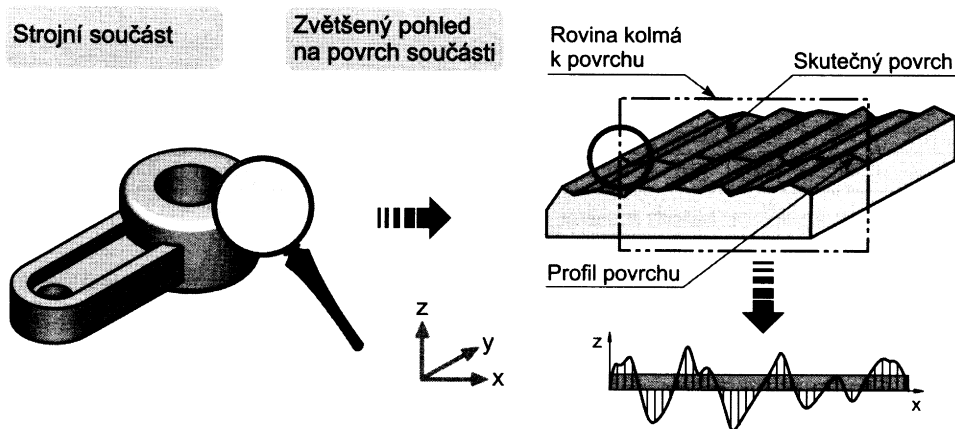
Při výrobě strojních součástí je nutné dbát nejenom na přesnost rozměrů, ale také na vzniklé nerovnosti povrchu. Jednotlivé plochy mohou vznikat obráběním (**povrch obrobený**), kde nerovnosti zanechává řezný nástroj, brusivo apod. Nebo zachováním původního povrchu polotovaru (**povrch neobrobený**), kde zůstávají podle způsobu zpracování otisky nerovností forem, kovádel, válců apod.

Hodnocení struktury povrchu

Pro posouzení nerovností povrchu je třeba pracovat s pojmy **nedokonalost povrchu** a **struktura povrchu**.

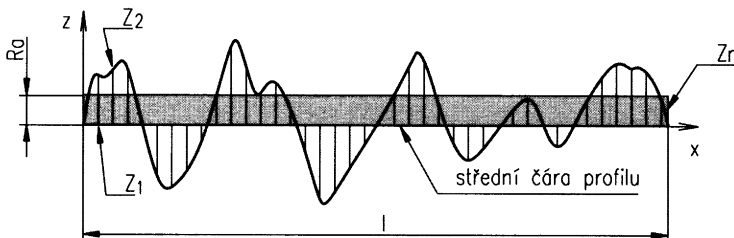
- **Nedokonalosti** povrchu jsou náhodně způsobené během výroby, skladování nebo funkce součástí. Mohou to být např. rýhy, trhliny, staženiny, koroze apod. Nedokonalosti povrchu se do hodnocení struktury povrchu nezahrnují.
- **Struktura povrchu** se člení na složky podle velikosti rozteče nerovností. **Drsnost povrchu** je složka s nejmenší roztečí nerovností, další složkou je **vlnitost povrchu** a složka s největší roztečí nerovností je určena **základním profilem**.

Pro účely měření a vyhodnocení struktury povrchu byla zvolena profilová metoda hodnocení, kdy **profil povrchu** (obr. 6.1) vzniká jako průsečnice nerovností skutečného povrchu s rovinou vedenou kolmo k tomuto povrchu. Profil povrchu je základním zdrojem informací pro posuzování struktury povrchu.



Obrázek č. 6.1, Nerovnosti skutečného povrchu součásti

Z profilu povrchu se pomocí přístrojů odvodí **profil drsnosti (R-profil)**, **profil vlnitosti (W-profil)** a **profil základního profilu (P-profil)**. Při předepisování na výkresech vycházíme z **profilu drsnosti** a využíváme výrobou ověřený parametr drsnosti **Ra**.



Výpočet průměrné aritmetické úchyly profilu **Ra**:

$$R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |z_i| = \frac{|z_1| + |z_2| + |z_3| + \dots + |z_n|}{n} \quad R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |z(x)| dx$$

Obrázek č. 6.2, Průměrná aritmetická úchylna profilu Ra

Pro výpočet **průměrné aritmetické úchylny profilu Ra** lze využít aritmetický průměr absolutních hodnot výšek profilu, případně integrální počet. Nerovnosti jsou vždy charakterizovány v rozsahu základní délky **l**.

Hodnoty parametru **Ra** doporučujeme volit z praktické řady podle následující tabulky (tab. č. 12). V praxi je tato řada zažitá a vnáší do celé problematiky určité zjednodušení a přehlednost.

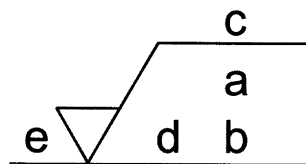
Průměrná aritmetická úchylna profilu Ra [mm]							Typická metoda výroby povrchu
0,012	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	Dokončovací metody (broušení, lapování apod.)
1,6	3,2	6,3	12,5				Běžné obrábění (soustružení, frézování apod.)
25	50	100	200	400			Povrch polotovarů (výkovky, odlitky apod.)

Tabulka č. 10, Doporučené hodnoty průměrné aritmetické úchylny profilu Ra

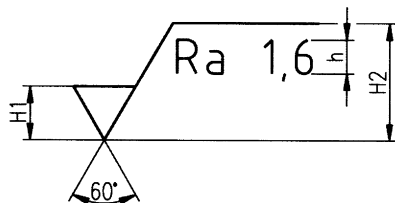
Hodnota struktury povrchu je závislá především na metodě výroby povrchu. Proto musíme při jejím předepisování vždy zvážit účelnost použití jednotlivých funkčních a volných ploch na součásti. Zbytečná volba vysoce kvalitních povrchů může u strojních součástí výrazně zvýšit jejich cenu. **Struktury povrchů součástí volíme vždy optimálně s ohledem na jejich funkci.**

Předepisování struktury povrchu na výkresech

Na výrobních výkresech se předepisuje struktura povrchu pomocí značky a připojených parametrů daných druhem výroby.



- a – hodnota parametru R_a [μm] s uvedením značky
- b – dvoustranná specifikace R_a [μm]
- c – výrobní proces
- d – směr nerovností (stopy po nástroji)
- e – přídavek na obrábění [mm]



h je výška písma kót

h = 3,5 mm

H1 = 5 mm

H2 = 11 mm

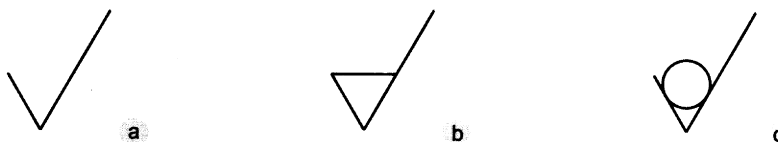
čára značky je nakreslena souvislou tenkou čarou

Obrázek č. 6.3, Značka struktury povrchu

Značka struktury povrchu je nakreslena tenkou čarou. Mezi označením parametru **Ra** a hodnotou průměrné aritmetické úchytky profilu se dělá **dvojitá mezera**.

Značky struktury povrchu mají několik variant:

- **Značka označující povrch obrobený i neobrobený** (obr. 6.4 a). Požadované vlastnosti ploch nezávisí na způsobu konečného zpracování. Značka se používá v závorce za popisovým polem při zjednodušeném zápisu.
- **Značka označující povrch obrobený** (obr. 6.4 b). Požadovaných vlastností ploch dosáhneme pouze obráběním. Značka se nemá používat bez doplňkových údajů.
- **Značka označující povrch neobrobený** (obr. 6.4 c). Značka vyjadřuje požadavek zákazu odebrání materiálu nebo povrch ponechaný ve stavu dosaženém předchozím zpracováním. Využijeme ji např. u odlitků, výkovků, vylisků, výstřižků a hutních polotovarů.

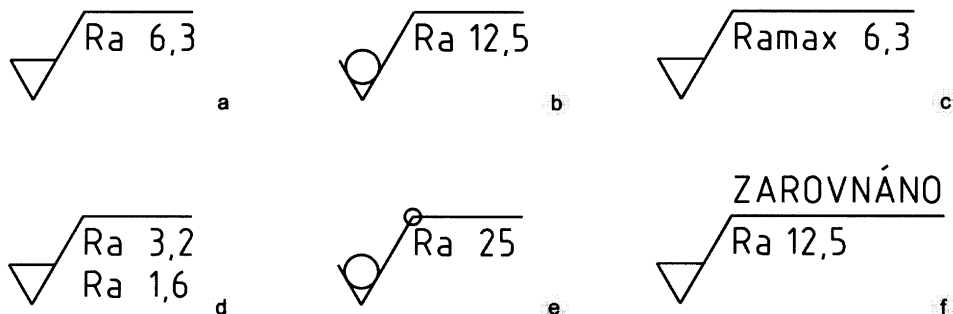


Obrázek č. 6.4, Varianty značek struktury povrchu

Poznámka:

Při vyhodnocování platí **pravidlo 16 %**, které říká, že povrch je považován za přijatelný, jestliže uvedenou horní mez (obr. 6.5 a,b,d,e,f) **přesáhne** maximálně 16 % naměřených hodnot a uvedenou dolní mez (obr. 6.5 d) **nedosáhne** maximálně 16 % naměřených hodnot. Při předpisu maxima hodnoty struktury povrchu (obr. 6.5 c) nesmí naměřená hodnota tuto mez přesáhnout.

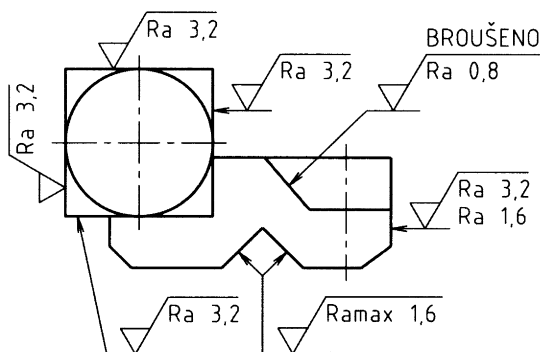
Příklady označování struktury povrchu součástí jsou na obr. 6.5. Obrobené povrchy s udáním horní meze (obr. 6.5 a). Povrchy bez odebrání materiálu, např. stříhané, řezané plamenem apod. (obr. 6.5 b). Obrobené povrchy s udáním maxima horní meze (obr. 6.5 c). Obrobené povrchy s udáním horní a dolní meze (obr. 6.5 d). Povrchy bez odebrání materiálu obrobené po obvodu (obr. 6.5 e). Povrchy zarovnané bez přídavku materiálu (obr. 6.5 f).



Obrázek č. 6.5, Příklady značek struktury povrchu

Značky struktury povrchu umísťujeme na plochy zobrazené součásti přímo nebo s využitím odkazových čar. Pokud jsou všechny plochy vyrobeny se stejnou strukturou povrchu, uvádí se společná značka nad popisovým polem (obr. 6.10 a,b). Při odlišných požadavcích na plochy součásti se převládající značka uvede před závorku. Další značky se zapíší v oblých závorkách s uvedením všech požadavků na plochy součásti (obr. 6.6 a) nebo zjednodušeně pomocí základní značky (obr. 6.6 b).

Značky struktury povrchu se orientují ve směru čtení výkresu, to znamená ve směru pohledu od dolního nebo pravého okraje výkresu (obr. 6.6). Pro ostatní polohy je nutné použít odkazové čáry, popřípadě čáry kótovací a pomocné.



Možnosti zápisu struktury povrchu nad popisovým polem

a $\sqrt{Ra\ 6,3}$ ($\sqrt{Ra\ 0,8}$ $\sqrt{Ra\ 1,6}$ $\sqrt{Ra\ 3,2}$)

b $\sqrt{Ra\ 6,3}$ ($\checkmark$)

$\sqrt{Ra\ 6,3}$ ($\checkmark$)

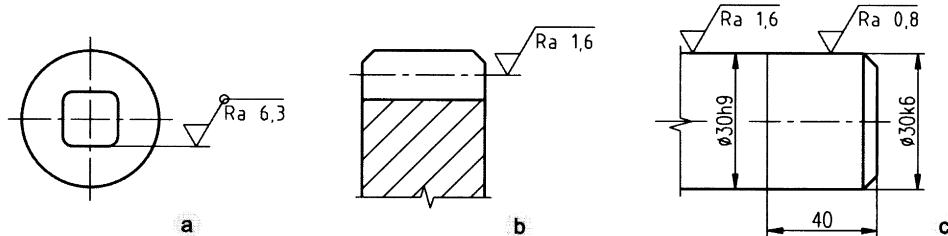
Popisové pole

Obrázek č. 6.6, Polohy značek struktury povrchu na výkresu

Poznámka:

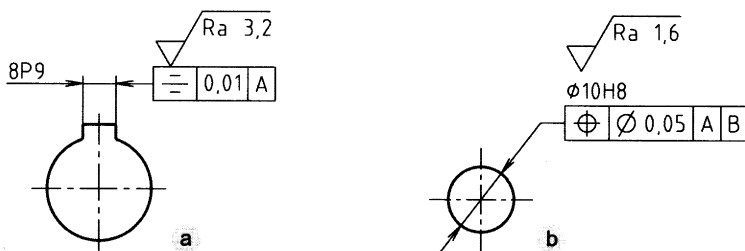
Požadavky na strukturu povrchu se označují na daném povrchu pouze jednou, a je-li to možné, ve stejném pohledu, ve kterém je kótován a tolerován jeho rozměr.

Pokud se požadavek na strukturu povrchu vztahuje na celý obvod profilu, doplní se značka kružnicí (obr. 6.7 a). U zubů ozubených kol se značka zapisuje na osu roztečné kružnice (obr. 6.7 b). U rozměrů s odlišnou tolerancí, ale stejným jmenovitým rozměrem se značky struktury povrchu zapíší na obě plochy (obr. 6.7 c).



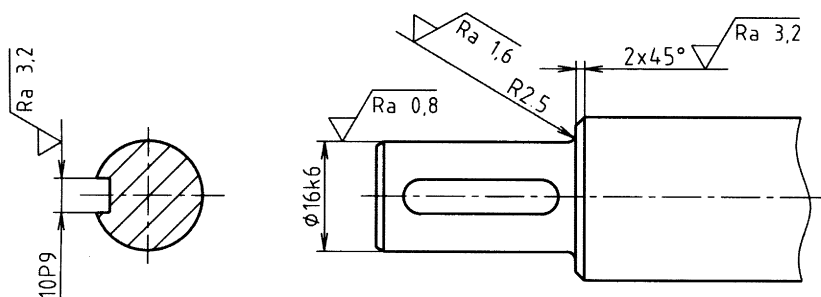
Obrázek č. 6.7, Umístění značek struktury povrchu

Značku struktury povrchu lze umístit přímo na (obr. 6.8 a) nebo nad (obr. 6.8 b) tolerančním rámečkem geometrické tolerance.



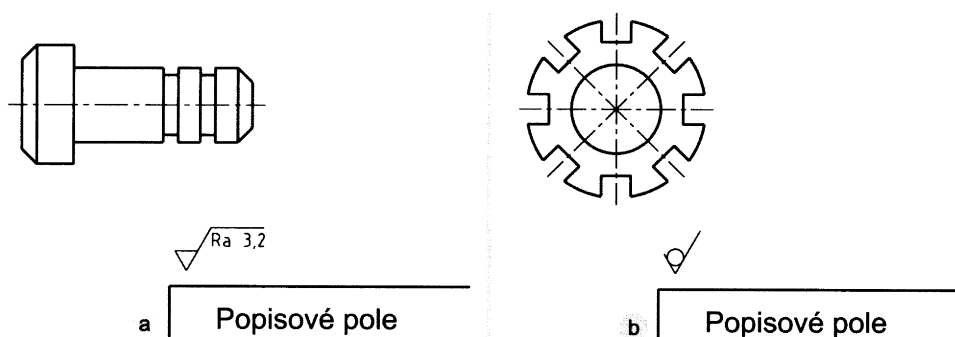
Obrázek č. 6.8, Značky struktury povrchu umístěné na tolerančním rámečku

Značky struktury povrchu a kóty mohou být předepsány společně na kótovací čáře nebo odděleně na pomocné kótovací čáře (obr. 6.9).



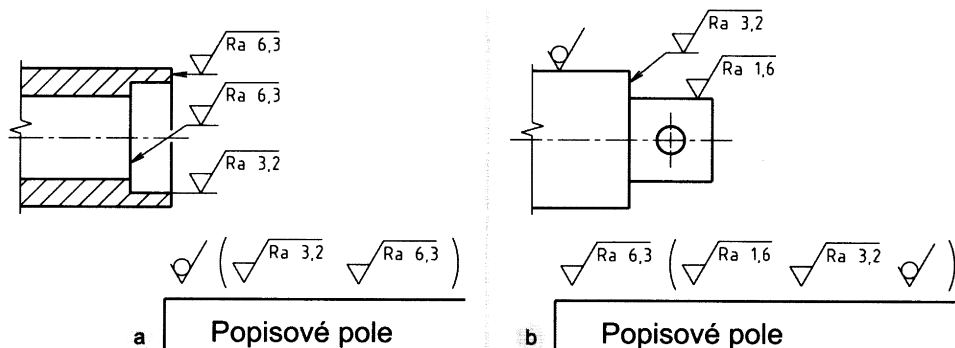
Obrázek č. 6.9, Značky struktury povrchu umístěné na kótách

Jsou-li všechny plochy na součásti obroběny stejně, uvede se společná značka struktury povrchu nad popisovým polem (obr. 6.10 a). U neobroběných ploch předepíšeme nad popisové pole odpovídající značku (obr. 6.10 b).



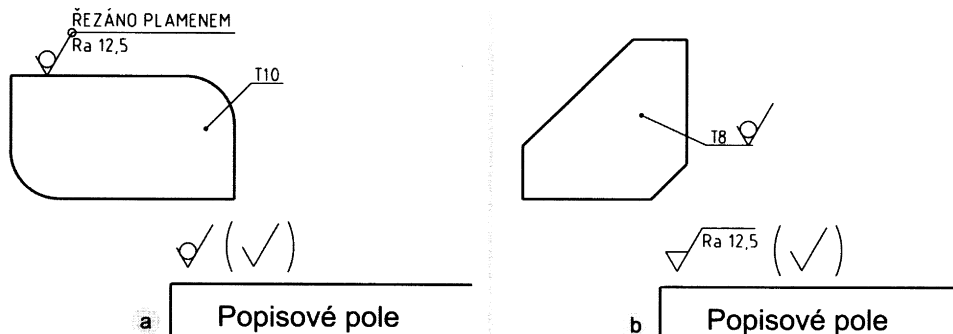
Obrázek č. 6.10, Příklady zápisu struktury povrchu jedním parametrem

Pokud máme více požadavků na strukturu povrchu jednotlivých ploch součásti, předepíšeme převládající značku před závorkou. Další požadavky zapíšeme v oblých závorkách (obr. 6.11).



Obrázek č. 6.11, Příklady zápisu struktury povrchu více parametry

U součástí z plechů a plochých polotovarů použijeme pro označení převládající struktury povrchu buď značku bez odebrání materiálu (obr. 6.12 a), nebo značku pro povrchy obrobené (obr. 6.12 b).



Obrázek č. 6.12, Příklady zápisu struktury povrchu u součástí z plechu

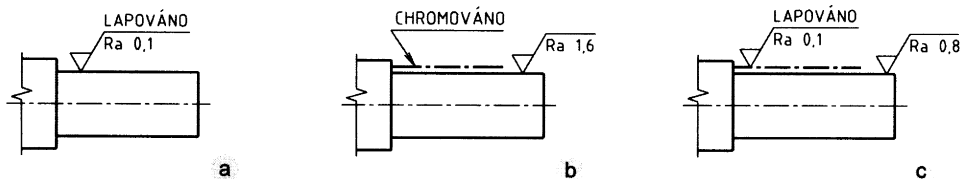
Předepisování úpravy povrchu a tepelného zpracování

Funkce součásti často vyžaduje, aby její plochy měly určité specifické vlastnosti v povrchové vrstvě nebo v celém průřezu materiálu. Toho lze dosáhnout úpravami povrchu a tepelným nebo chemickotepelným zpracováním.

Předepisování úpravy povrchu

Při zápisu konečné úpravy povrchu všech ploch součásti se předpis uvede v technických požadavcích nad popisovým polem, např. „ZINKOVÁNO“, „VNĚJŠÍ PLOCHY NATŘENY ZÁKLADNÍ SYNTETICKOU BARVOU S 2102“.

Při zápisu úpravy povrchu vybrané plochy se předepíše stav po konečné úpravě na tlustou čerchovanou čáru a stav před konečnou úpravou na povrch součásti (obr. 6.13).



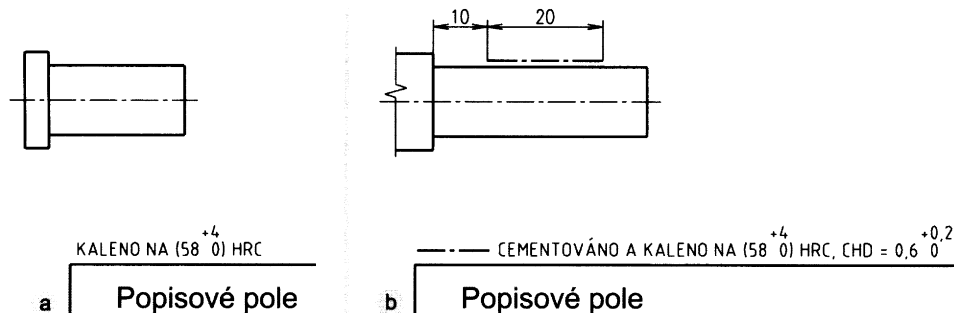
Obrázek č. 6.13, Předepisování struktury a úprav povrchu

Příklad na obrázku 6.13 a ukazuje konečnou úpravu povrchu lapováním $Ra = 0,1$, stav před lapováním není předepsán. Na obrázku 6.13 b je zápis konečné úpravy chromováním a stav před chromováním $Ra = 1,6$. Obrázek 6.13 c ukazuje stav před lapováním $Ra = 0,8$ a konečnou úpravu lapováním $Ra = 0,1$.

Předepisování tepelného zpracování

Na výkresu se slovně předepisuje konečný stav po tepelném zpracování doplněný o požadovanou tvrdost, hloubku tepelně zpracované vrstvy, případně údaje o pevnosti apod.

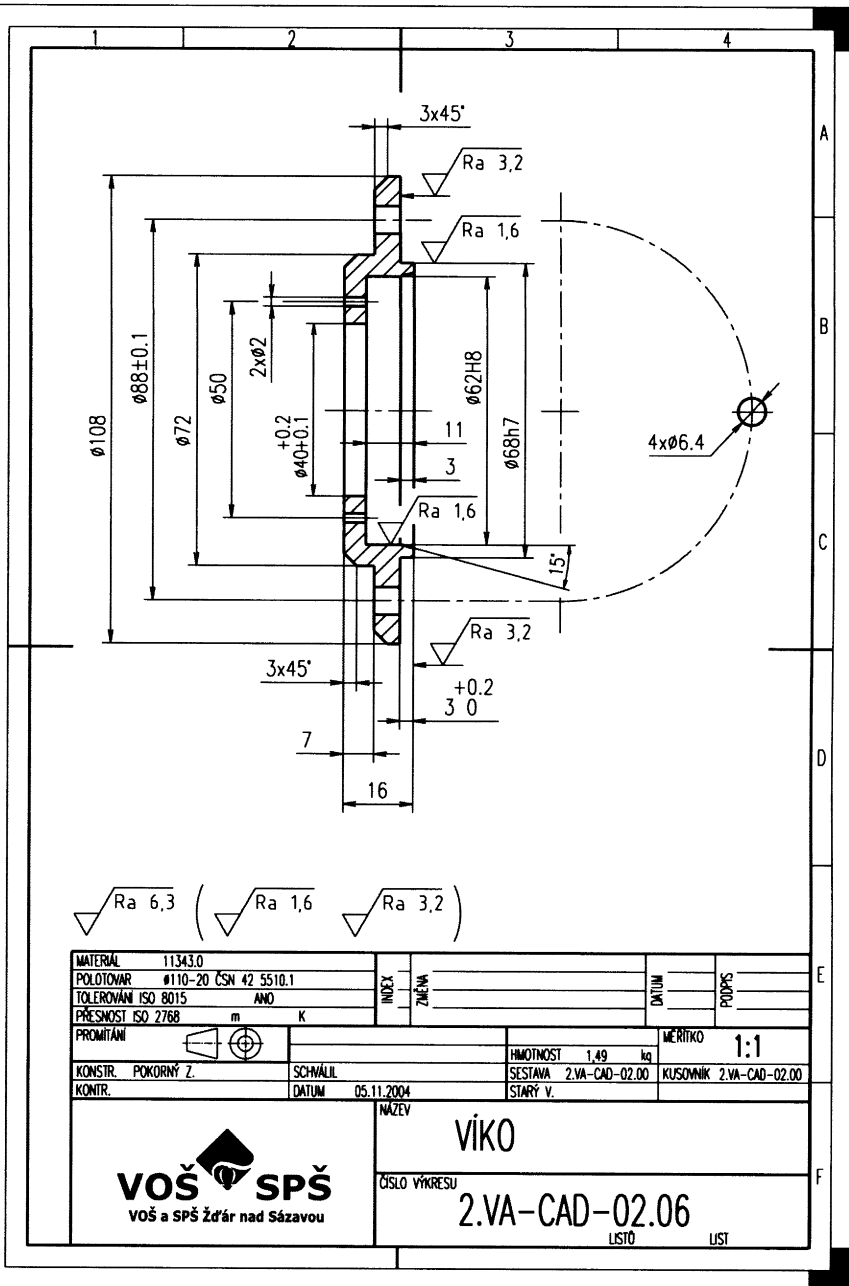
Hloubka tepelně zpracované vrstvy se udává jako hloubka povrchově kalené vrstvy (SHD), hloubka cementované vrstvy (CHD), hloubka zakalení (FHD) nebo hloubka nitridované vrstvy (NHD).



Obrázek č. 6.14, Předepisování tepelného zpracování

Pokud požadujeme tepelné zpracování celé součásti (obr. 6.14 a), předepíše se slovně nad popisovým polem, např. „KALENO“, „KALENO A POPUŠTĚNO“, POVRCHOVĚ KALENO“, „ŽÍHANO KE SNÍŽENÍ VNITŘNÍHO PNUTÍ“, „NITRIDOVÁNO“,

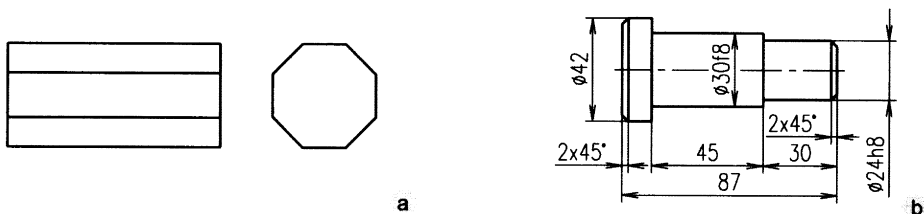
U místního tepelného zpracování se plochy označují tlustou čerchovanou čarou vně obrysu součásti (obr. 6.14 b).



Obrázek č. 6.15, Značení struktury povrchu na technických výkresech

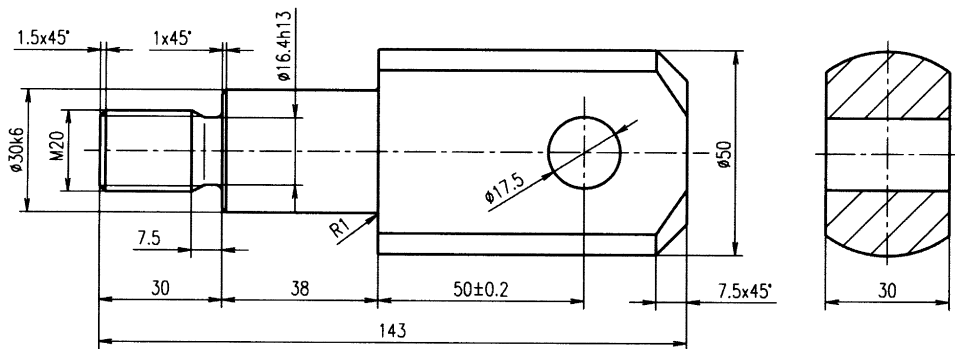
Otázky a cvičení:

1. Objasněte význam jednotlivých značek struktury povrchu. Která veličina se přednostně používá k charakterizování drsnosti povrchu a jak se zapisuje?
2. Vyjmenujte a запиšte řadu doporučených hodnot průměrných aritmetických úchylek profilu R_a .
3. Přikreslete značky struktury povrchu ke všem plochám osmibokého hranolu (obr. 6.16 a). Hodnotu R_a volte pro každou plochu jinou.
4. Zobrazte a zakótujte čep podle obr. 6.16 b. Zapište značky struktury povrchu k válcovým plochám s tolerovanými průměry s požadavkem soustružení těchto ploch na $R_a = 1,6 \mu\text{m}$. Pro ostatní plochy vyhovuje drsnost $R_a = 6,3 \mu\text{m}$, značky zapište nad popisové pole výkresu.



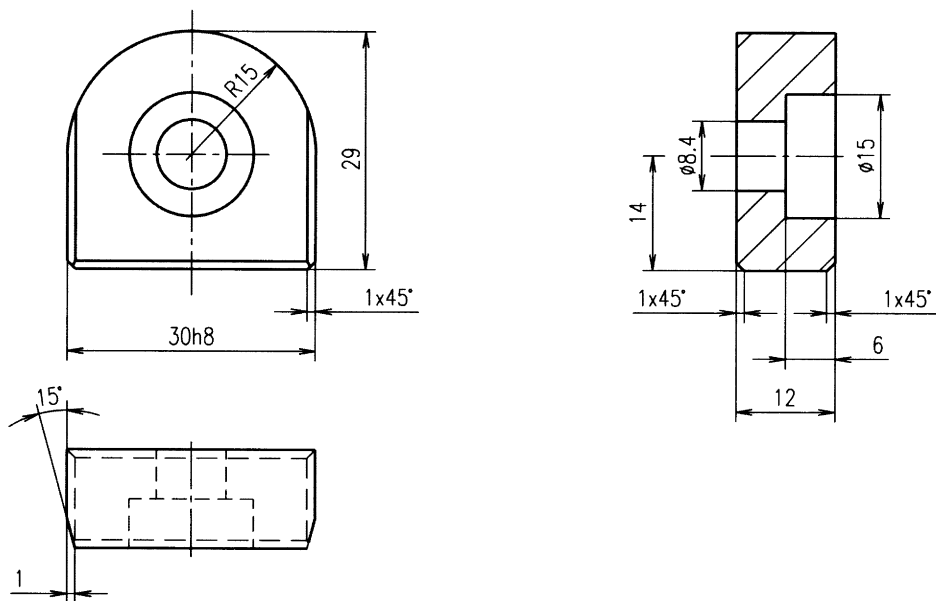
Obrázek č. 6.16, Zapisování značek struktury povrchu – cvičení

5. Čep (obr. 6.17) zobrazte a zakótujte. K funkčním plochám předepište značky struktury povrchu a proveďte celkový zápis nad popisovým polem.



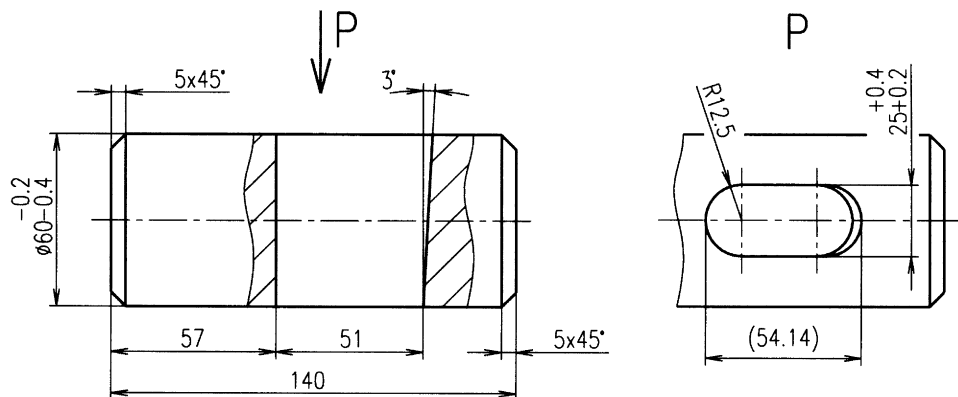
Obrázek č. 6.17, Zapisování značek struktury povrchu na čepu – cvičení

6. Podložku (obr. 6.18) zobrazte a zakótujte. K funkčním plochám předepište značky struktury povrchu a proveďte celkový zápis nad popisovým polem.



Obrázek č. 6.18, Zapisování značek struktury povrchu na podložce – cvičení

7. Kolík (obr. 6.19) zobrazte a zakótujte. K funkčním plochám předepište značky struktury povrchu a proveďte celkový zápis nad popisovým polem.



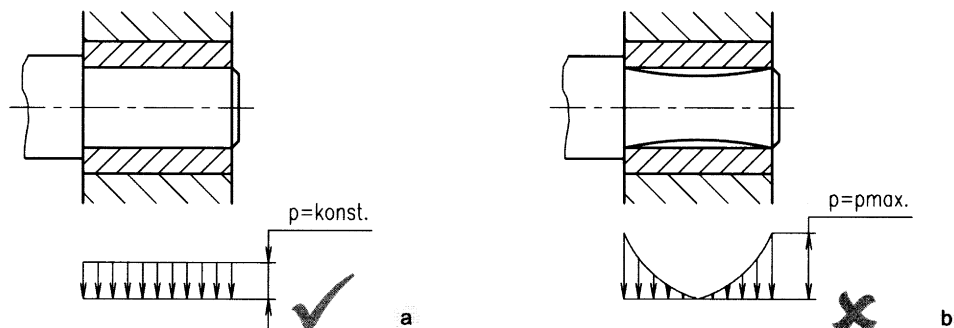
Obrázek č. 6.19, Zapisování značek struktury povrchu na kolíku – cvičení

8. Předepište nátěr barvou základní antikorozi S 2132 na celém povrchu součásti.

7. Geometrické tolerance

Na správné funkci součásti se kromě přesnosti rozměrů a struktury povrchu významně podílí také geometricky přesný tvar funkčních ploch.

Např. u kluzného ložiska (obr. 7.1 a) musí mít kluzné plochy přesný válcový tvar, aby zatížení bylo rovnoměrné, chod plynulý a následně dlouhodobá životnost. Bude-li některá kluzná plocha tohoto ložiska (např. čep hřídele) geometricky nepřesná (obr. 7.1 b), projeví se to na funkci ložiska.



Obrázek č. 7.1, Kluzné ložisko

Druhy geometrických tolerancí

Geometrické tolerance definují přípustné odchylky skutečných tvarů a poloh od tvarů a poloh teoreticky přesných. Předepisují se pouze tehdy, jsou-li podstatné z hlediska požadavků na funkci součásti.

Všeobecné tolerance

Na výkrese nepředepsané geometrické tolerance jsou dány všeobecnými tolerancemi (ČSN ISO 2768-2) jednou ze tříd přesnosti **H** – nej přesnější, **K** – střední, **L** – nejméně přesný stupeň. Tyto tolerance se zapisují společně s nepředepsanými tolerancemi délkových a úhlových rozměrů v popisovém poli, např.:

ISO 2768 – mK

Geometrické tolerance		Značka
Tvaru	Přímosti	—
	Rovinnosti	
	Kruhovitosti	
	Válcovitosti	
	Tvaru profilu	
	Tvaru plochy	
Směru	Rovnoběžnosti	//
	Kolmosti	
	Sklonu	
Polohy	Umístění	
	Soustřednosti a souososti	
	Souměrnosti	
Házení	Kruhového	
	Celkového	

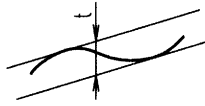
Obrázek č. 7.2, Rozdělení geometrických tolerancí

Toleranční pole a toleranční prostor

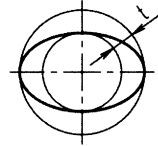
Geometrické tolerance budou definovány pomocí tolerančního pole (obr. 7.3 a) nebo tolerančního prostoru (obr. 7.3 b), ve kterém musí geometrický prvek (přímka, rovina, plocha) ležet.

Toleranční pole

a



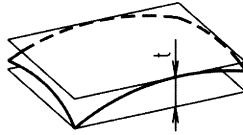
Toleranční pole přímosti



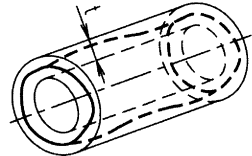
Toleranční pole kruhovitosti

Toleranční prostor

b



Toleranční prostor rovinnosti



Toleranční prostor válcovitosti

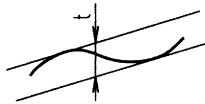
Obrázek č. 7.3, Toleranční pole a prostor

Tolerance přímosti

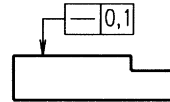
Každá skutečná přímka, která má ležet v rovině rovnoběžné s průmětnou, ve které je přímost označena, musí ležet mezi dvěma rovnoběžkami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance přímosti t ($t = 0,1$ mm).

Tolerance
přímosti


Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



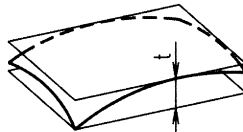
Obrázek č. 7.4, Tolerance přímosti

Tolerance rovinnosti

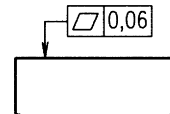
Skutečná plocha musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance rovinnosti t ($t = 0,06$ mm).

Tolerance
rovinnosti


Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.5, Tolerance rovinnosti

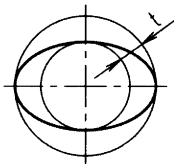
Tolerance kruhovitosti

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

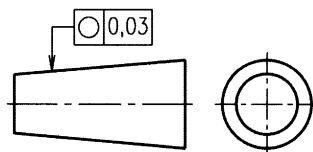
Tolerance kruhovitosti



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.6, Tolerance kruhovitosti

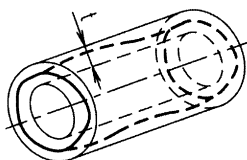
Tolerance válcovitosti

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

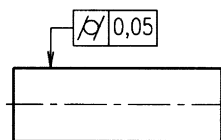
Tolerance válcovitosti



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.7, Tolerance válcovitosti

Tolerance tvaru profilu

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

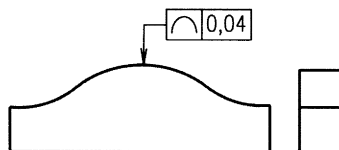
Tolerance tvaru profilu



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.8, Tolerance tvaru profilu

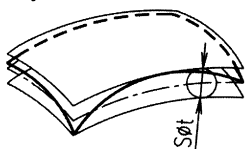
Tolerance tvaru plochy

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

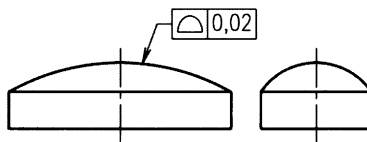
Tolerance
tvaru plochy



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.9, Tolerance tvaru plochy

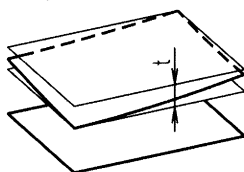
Tolerance rovnoběžnosti

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

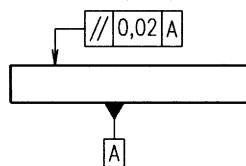
Tolerance
rovnoběžnosti



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.10, Tolerance rovnoběžnosti

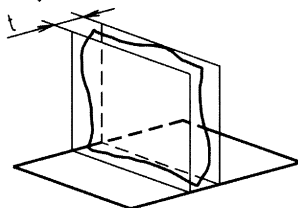
Tolerance kolmosti

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

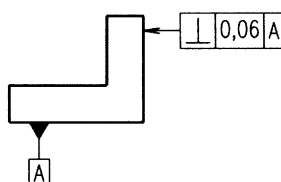
Tolerance
kolmosti



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.11, Tolerance kolmosti

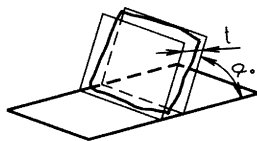
Tolerance sklonu

Tolerovaná rovina musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami, vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance sklonu t ($t = 0,08$ mm) a skloněnými o teoreticky přesný úhel α ($\alpha = 35^\circ$) k základní rovině (A).

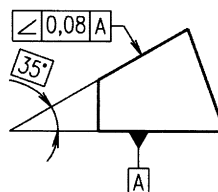
Tolerance
sklonu



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.12, Tolerance sklonu

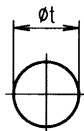
Tolerance umístění

Osa tolerované díry musí ležet uvnitř válcového tolerančního pole o průměru rovném toleranci umístění t ($t = 0,3$ mm). Střed díry leží v teoreticky přesné poloze.

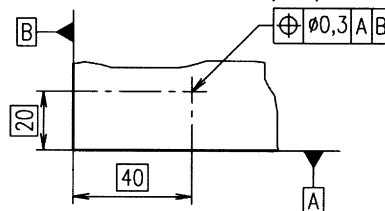
Tolerance
umístění



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



Obrázek č. 7.13, Tolerance umístění

Tolerance soustřednosti a souososti

Osa tolerovaného prvku musí ležet uvnitř válcového tolerančního pole o průměru rovném toleranci souososti t ($t = 0,08$), jehož osa je shodná se základní osou (osy čepů A-B).

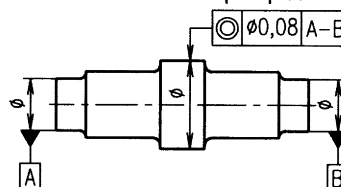
Tolerance
soustřednosti
a souososti



Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



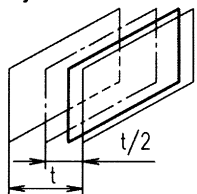
Obrázek č. 7.14, Tolerance souososti

Tolerance souměrnosti

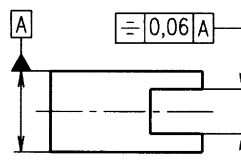
Rovina souměrnosti musí ležet mezi dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance souměrnosti t ($t = 0,06$ mm) a souměrně umístěnými vzhledem k základní rovině souměrnosti.

Tolerance
soulměrnosti


Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



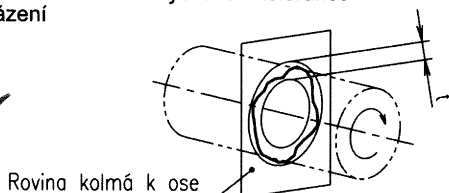
Obrázek č. 7.15, Tolerance soulměrnosti

Tolerance kruhového házení

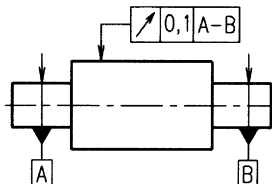
Kruhovému házení rozdělujeme na obvodové a čelní. Kruhovému obvodovému házení (obr. 7.16) je omezeno dvěma soustřednými kružnicemi vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance házení t ($t = 0,1$ mm). Střed kružnic leží na základní ose (společná osa A-B).

Tolerance
kruhového házení


Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu



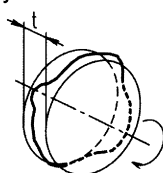
Obrázek č. 7.16, Tolerance obvodového kruhového házení

Tolerance celkového házení

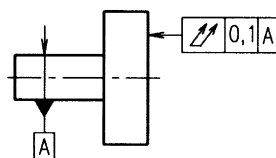
Celkové házení rozdělujeme stejně jako házení kruhové na obvodové a čelní. Celkové čelní házení (obr. 7.17) je omezeno dvěma rovnoběžnými rovinami vzdálenými od sebe o hodnotu tolerance házení t ($t = 0,1$ mm). Tyto roviny jsou kolmé k základní ose (osa A).

Tolerance
celkového házení


Vysvětlení tolerance



Příklad předpisu

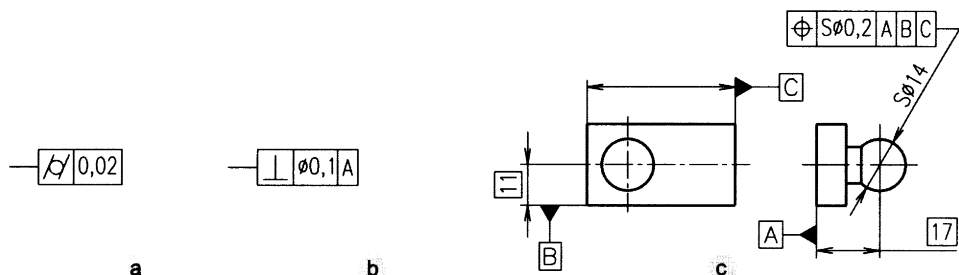


Obrázek č. 7.17, Tolerance celkového čelního házení

Zapisování geometrických tolerancí

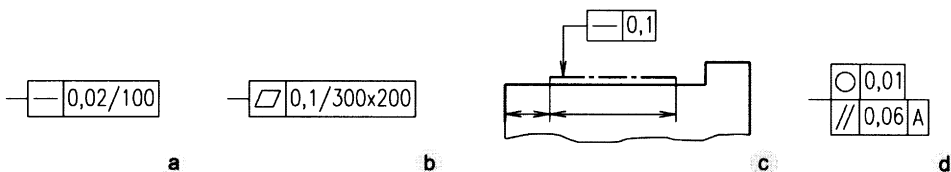
Požadované tolerance se udávají v pravouhlých rámečcích rozdělených na dvě nebo více polí. Jednotlivá pole obsahují:

- Značku tolerance.
- Hodnotu tolerance v milimetrech. Hodnota tolerance se předznamenává značkou $\varnothing$ (obr. 7.18 b), je-li toleranční pole kruhové nebo válcové, a značkou $S\varnothing$ (obr. 7.18 c), je-li toleranční pole kulové.
- Písmeno (písmena) označující základní prvek nebo prvky nebo soustavu základních prvků, jedná-li se o tolerance vztažené k základním prvkům (obr. 7.18 b,c).



Obrázek č. 7.18, Předepisování geometrických tolerancí

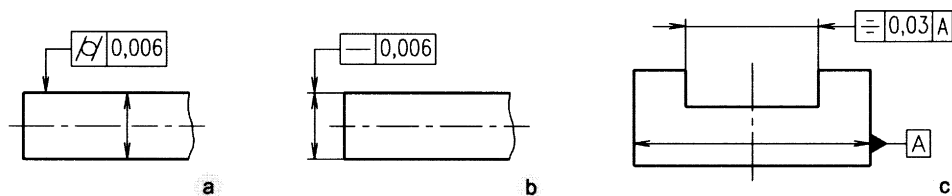
Předepsaná tolerance se vztahuje na celý tolerovaný prvek. Je-li však tolerance vztažena na omezenou délku či plochu, zapisuje se tato délka (plocha) za hodnotu tolerance oddělena lomítkem (obr. 7.19 a,b). Část prvku je také možné graficky vyznačit a jeho polohu zakótovat (obr. 7.19 c). Je-li třeba specifikovat více než jednu geometrickou charakteristiku prvku, mohou se rámečky spojovat (obr. 7.19 d).



Obrázek č. 7.19, Způsoby předpisu na omezenou délku či plochu

Toleranční rámeček se spojuje s tolerovaným prvkem odkazovou čarou ukončenou šipkou:

- Na obrysové čáře prvku nebo na jejím prodloužení, vztahuje-li se tolerance k této čáře nebo ploše (obr. 7.20 a).
- V prodloužení kótovací čáry, vztahuje-li se tolerance k ose (obr. 7.20 b) nebo rovině souměrnosti kótovaného prvku (obr. 7.20 c).

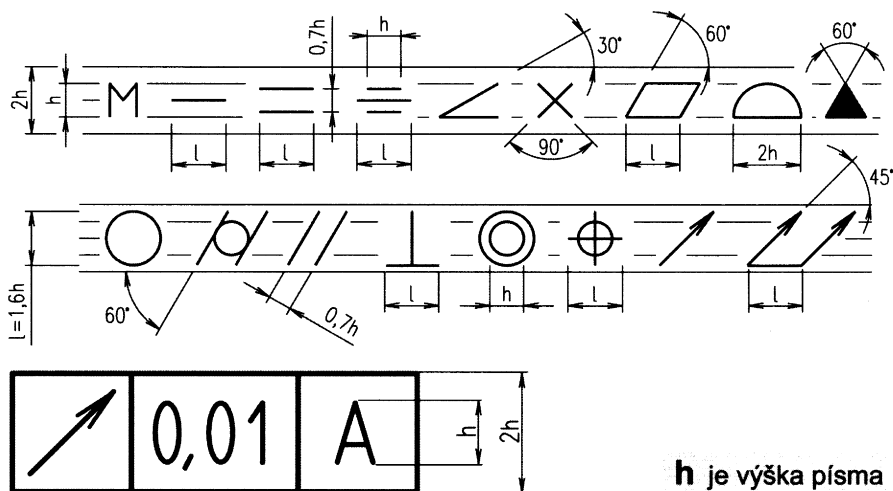


Obrázek č. 7.20, Způsoby spojení rámečku s tolerovaným prvkem

Velikost tolerančního pole je dána ve směru šipky k povrchu hodnotou udanou v tolerančním rámečku, pokud není před hodnotou tolerance značka $\varnothing$. Obecně je rozměr šířky tolerančního pole kolmý k povrchu.

Rozměry tolerančních rámečků a značek

Rozměry tolerančních rámečků a značek jsou závislé na velikosti písma h použitého pro popisování výkresu. První pole zleva je čtvercové, délka ostatních polí se řídí délkou zápisu v nich. Rámeček se kreslí čarou stejné tloušťky jako písmo použité ve značce.



h je výška písma

Obrázek č. 7.21, Rozměry značek

Základny pro geometrické tolerance

Základna je teoreticky přesný geometrický prvek (např. osa, rovina, přímka), k němuž je vztažena geometrická tolerance tolerovaného prvku. Základny mohou být tvořeny jedním nebo více základními prvky na součásti.

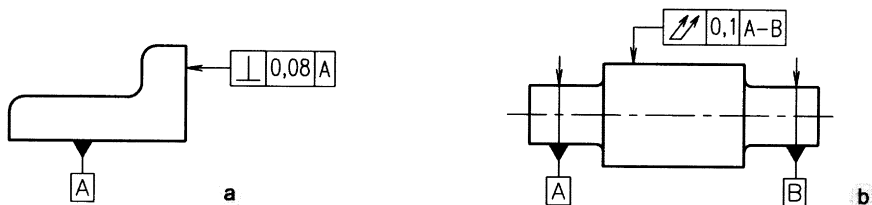
Označování základnen

Základny se označují vyplněným nebo prázdným rovnostranným trojúhelníkem na konci odkazové čáry. Oba způsoby kreslení trojúhelníků jsou rovnocenné. K rozlišení základnen se užívá písmene velké abecedy vepsaného do čtvercového rámečku spojeného s trojúhelníkem.



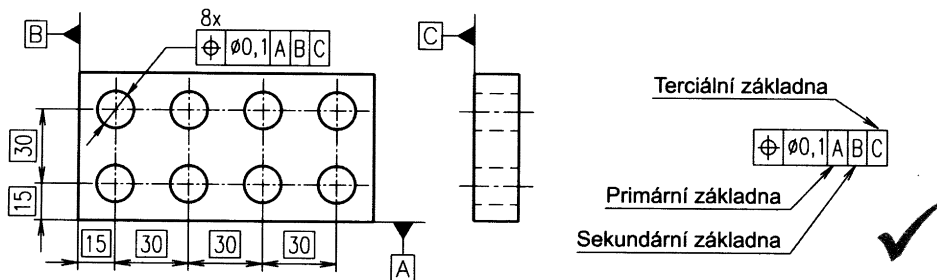
Obrázek č. 7.22, Označování základnen

- Je-li základnou jednotlivý prvek, zapíše se písmeno označující příslušnou základnu do třetího pole tolerančního rámečku (obr. 7.23 a).
- Jestliže společnou základnu tvoří prvky dva, označí se taková základna ve třetím políčku tolerančního rámečku dvěma písmeny spojenými spojovníkem (obr. 7.23 b).



Obrázek č. 7.23, Základnu tvoří jeden nebo dva prvky

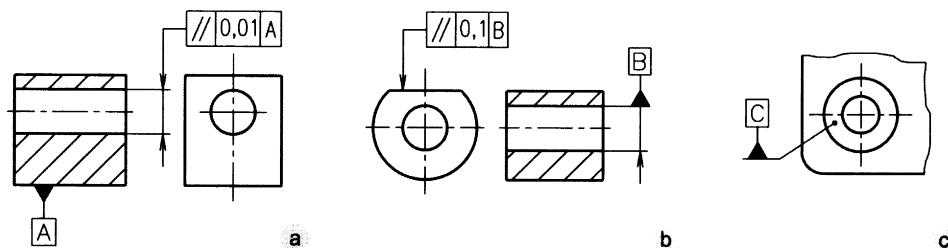
- Jestliže tvoří dva nebo více prvků soustavu základnen, zapisují se písmena označující základny do třetího a dalších políček tolerančního rámečku podle pořadí základnen, které je dáno jejich důležitostí z hlediska funkce součásti (obr. 7.24).



Obrázek č. 7.24, Základnu tvoří tři prvky

Trojúhelník s písmenným označením základny se umísťuje:

- Na obrysovou čáru prvku nebo na její prodloužení, jestliže je základnou příslušná čára nebo plocha (obr. 7.25 a).
- Na prodlouženou kótovací čáru, jestliže je základnou osa nebo rovina souměrnosti (obr. 7.25 b).
- Na plochu pomocí odkazové čáry ukončené v ploše velkou tečkou (obr. 7.25 c).



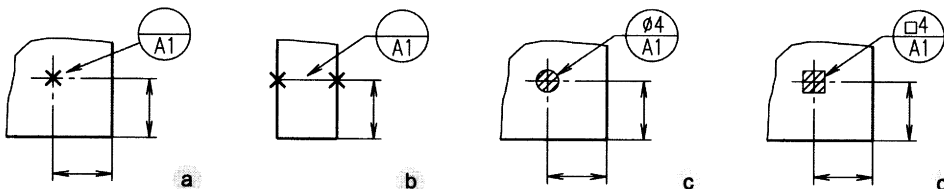
Obrázek č. 7.25, Umístění značky základny

Dílčí základny

Použije-li se jako základní prvek plocha, může se její tvar značně lišit od ideálního tvaru. Proto může předpis celé plochy jako základního prvku způsobit nestejně výsledky při opakovaných měřeních od ní. Z tohoto důvodu může být vhodné zavedení dílčích základen.

Dílčími základnami mohou být:

- Bod (obr. 7.26 a).
- Úsečka (obr. 7.26 b).
- Malá plocha kruhová nebo čtvercová (obr. 7.26 c,d).



Obrázek č. 7.26, Dílčí základny

Dílčí základny se označují v kruhových rámečcích rozdělených na dvě pole. V horním poli se uvádí údaj o velikosti dílčí základny. Ve spodním poli se uvádí písmeno a číslo. Písmeno označuje základní prvek, číslo označuje dílčí základnu.

Vazby geometrických tolerancí a tolerancí rozměrů

Základní pravidlo tolerování

Tímto pravidlem jsou stanoveny vztahy mezi tolerancemi rozměrů (tj. délek a úhlů) a tolerancemi geometrickými. Podle tohoto základního pravidla tolerování se posuzuje (měří) samostatně správnost délkových nebo úhlových rozměrů a zcela nezávisle na těchto rozměrech správnost dodržení geometrických tolerancí. Výkresy, na které je vztaženo pravidlo nezávislosti, musí být označeny v popisovém poli nebo v jeho blízkosti.

TOLEROVÁNÍ ISO 8015

Tento předpis musí být doplněn o zápis nepředepsaných tolerancí rozměrů a nepředepsaných geometrických tolerancí:

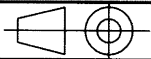
ISO 2768 – mK

m – třída přesnosti tolerancí délkových a úhlových rozměrů

K – třída přesnosti geometrických tolerancí

Zápis pravidla nezávislosti posuzování rozměrů a úhlů a geometrických tolerancí

Zápis nepředepsaných tolerancí rozměrů a geometrických tolerancí

MATERIÁL	11523.0	INDEX	ZMĚNA
POLOTOVAR	OBD 60x30-128 ČSN425522		
TOLEROVÁNÍ ISO 8015	ANO		
PŘESNOST ISO 2768	m K		
PROMĚTÁNÍ			
KONSTR.	HORKÝ & TOMEK	SCHVÁLIL	KI.
KONTR.	KI.	DATUM	5.3.1997
			NÁZEV

Obrázek č. 7.27, Zápis tolerování v popisovém poli výkresu

Závislé tolerance

Vzájemnou závislost rozměrových a geometrických tolerancí vyjádříme na výkresech součástí těmito podmínkami:

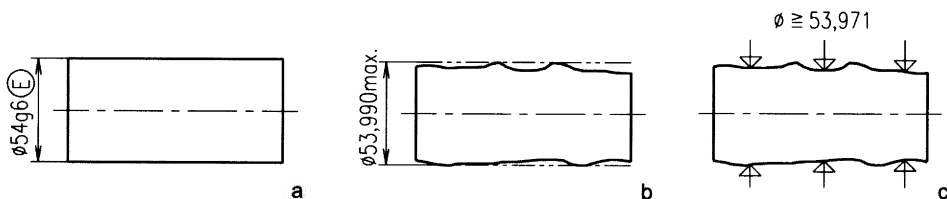
- Podmínkou obalové plochy **E**.
- Podmínkou maxima materiálu **M**.
- Podmínkou minima materiálu **L**.
- Podmínkou reciprocit **R**.

Podmínka obalové plochy

U ploch, které mají charakter hřídele nebo díry a při montáži se sdružují v uložení, je vhodné předepsat podmínku obalové plochy. Tato podmínka se na výkrese předepíše (obr. 7.28 a) písmenem **E** v kroužku za kótou (**E** z angl. *Envelope* = obálka). Znamená to, že se rozměr na maximum materiálu (tj. horní mezní rozměr hřídele nebo dolní mezní rozměr díry) musí kontrolovat obalovou plochou přesného geometrického tvaru. Rozměr této obalové plochy nesmí

překročit mez maxima materiálu předepsanou jmenovitým rozměrem a toleranční značkou nebo číselnými mezními úchytkami (obr. 7.28 b). Rozměry na mezi minima materiálu se mohou měřit dvoubodově (obr. 7.28 c).

Na následujícím obrázku (obr. 7.28 a) je výklad předepsání podmínky obalové plochy pro prvek charakteru hřídele Ø54g6, který tvoří uložení s dírou Ø54H7. Horní mezní rozměr hřídele kontrolovaný obalovou plochou (obr. 7.28 b) je 55,990 mm, dolní mezní rozměr hřídele měřený dvoubodově (obr. 7.28 c) je 53,971 mm.



Obrázek č. 7.28, Podmínka obalové plochy na hřídeli

Na výkrese v popisovém poli nebo v jeho blízkosti se uvede:

TOLEROVÁNÍ ISO 8015

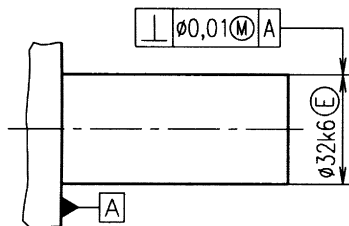
Prvky, které nemají za kótu označení E v kroužku, se na výkrese s tímto zápisem kontrolují dvoubodově.

Podmínka maxima materiálu

Požaduje-li se přesné dodržení předepsané geometrické tolerance pouze tehdy, bude-li rozměr uvažovaného prvku na mezi maxima materiálu, předepíše se tento požadavek písmenem **M** v kroužku za hodnotou příslušné geometrické tolerance do tolerančního rámečku.

Na obrázku 7.29 je předpis tolerance kolmosti válcového čepu průměru 32k6 k základně A. Mezní úchytky rozměru 32k6 podle tabulek jsou: horní úchytky $e_s = +0,018$ mm, dolní úchytky $e_i = +0,002$ mm. Mohou nastat dva krajní případy:

- Průměr válce opsaného skutečnému čepu bude na horním mezním rozměru, tj. 32,018 mm. V tomto případě musí být dodržena předepsaná tolerance kolmosti čepu k základně A a osa geometricky správného válce opsaného skutečnému čepu musí ležet ve válcovém tolerančním poli o průměru 0,01 mm. Osa válcového tolerančního pole je kolmá k základně A. Průměr virtuální dutiny (kalibru) s osou kolmou k základně A se stanoví součtem rozměru na maximu materiálu a průměru tolerančního pole kolmosti, tj. $32,018 + 0,01 = 32,028$ mm. Tímto kalibrem lze komplexně kontrolovat jak správný rozměr čepu, tak jeho kolmost.
- Průměr válce opsaného skutečnému čepu bude na dolním mezním rozměru, tj. 32,002 mm. V tomto případě může být zvětšena předepsaná tolerance kolmosti čepu o rozdíl mezi rozměrem čepu na maximu materiálu a rozměrem čepu na minimu materiálu, tj. o celou toleranci. Osa geometricky správného válce opsaného skutečnému čepu musí ležet ve válcovém tolerančním poli o průměru $0,01 + 0,016 = 0,026$ mm.

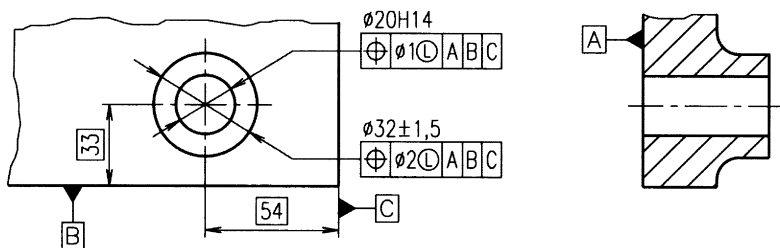


Obrázek č. 7.29, Podmínka maxima materiálu

Podmínka minima materiálu

Požaduje-li se dodržení předepsané geometrické tolerance jen tehdy, bude-li označený prvek na mezi minima materiálu, předepíše se za hodnotu geometrické tolerance písmeno **L** v kroužku (**L** z angl. **L**east = nejmenší). Nebude-li prvek na mezi minima materiálu, může se předepsaná geometrická tolerance překročit o hodnotu rozdílu mezi skutečným rozměrem prvku a mezí minima materiálu.

Na obrázku 7.30 je uveden příklad použití podmínky minima materiálu pro předepsání nejmenší tloušťky stěny mezi vrtanou dírou a nálitkem. Je zde předepsaná tolerance umístění osy nálitku ($\varnothing 2$ mm) a tolerance umístění osy díry ($\varnothing 1$ mm), obě v závislosti na skutečných rozměrech nálitku i díry. Je zřejmé, že při největším vzájemném vyosení obou prvků (vyosení nálitku $32 - 1,5 = 30,5$ mm, průměr díry 20H14 je na minimu materiálu $20 + 0,52 = 20,52$ mm) bude tloušťka stěny 3,49 mm ($15,25 - 1 - 0,5 - 10,26 = 3,49$).



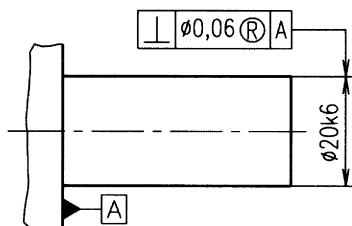
Obrázek č. 7.30, Podmínka minima materiálu

Podmínka reciprocity

Tato podmínka, zapsaná za hodnotou geometrické tolerance písmenem **R** v kroužku, umožnuje překročit mezní rozměr v závislosti na skutečné geometrické úchylce.

Na obrázku 7.31 je předpis kolmosti osy čepu $\varnothing 20k6$ k základnímu prvku (čelu) A. Předpis **R** v kroužku znamená, že při plném využití geometrického tolerančního pole osy čepu se musí dodržet horní mezní rozměr průměru čepu (20,015). Jestliže však nebude využito celé toleranční pole kolmosti, může rozměr čepu překročit předepsaný horní mezní rozměr 20,015 o hodnotu rozdílu mezi předepsanou tolerancí kolmosti ($\varnothing 0,06$ mm) a skutečnou úchylkou

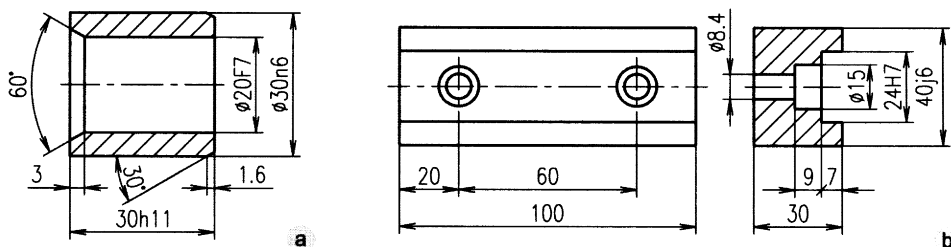
kolmosti. Při perfektně kolmé ose to může být až o celou hodnotu tolerance kolmosti, tj. na $20,015 + 0,06 = 20,075$ mm.



Obrázek č. 7.31, Podmínka reciprocity

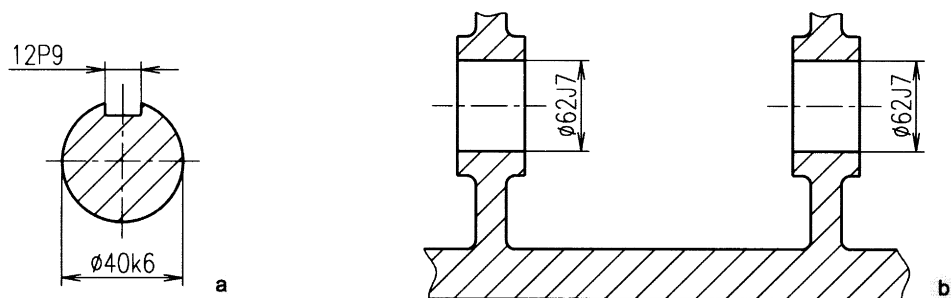
Otázky a cvičení:

1. Co jsou to všeobecné geometrické tolerance a jak se předepisují ?
2. Vysvětlete zapisování geometrických tolerancí včetně označování základů na výkresu.
3. Válcové plochy $\varnothing 20F7$ a $\varnothing 30n6$ vrtacího pouzdra (obr. 7.32 a) mají v celé délce měřené plochy dovolenou úchytku souososti 0,02. Součást zobrazte v měřítku 2:1, zakótujte ji, předepteš zadanou geometrickou toleranci a strukturu povrchu.
4. Vodítko podle obr. 7.32 b zobrazte a zakótujte. K funkčním plochám součásti předepteš vhodnou geometrickou toleranci a strukturu povrchu.



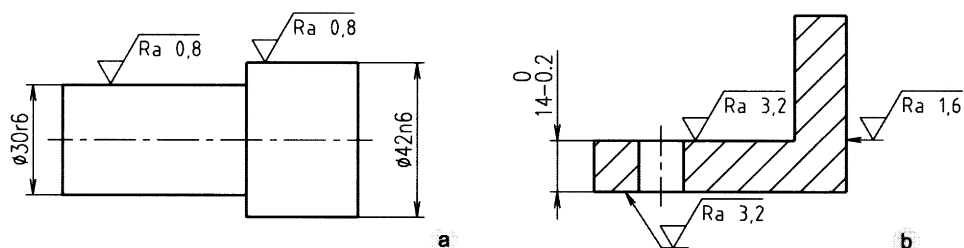
Obrázek č. 7.32, Pouzdro, vodítko – cvičení

5. Konstrukční prvky podle obr. 7.33 zobrazte a zakótujte. K funkčním plochám předepteš vhodnou strukturu povrchu a geometrické tolerance.



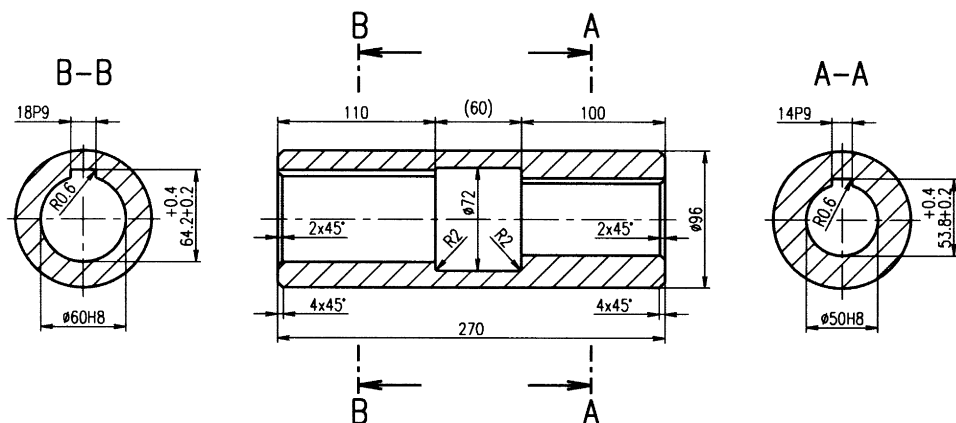
Obrázek č. 7.33, Konstrukční prvky – cvičení

6. Zobrazte a zakótujte součásti podle obr. 7.34, k funkčním plochám předepište vhodné geometrické tolerance.



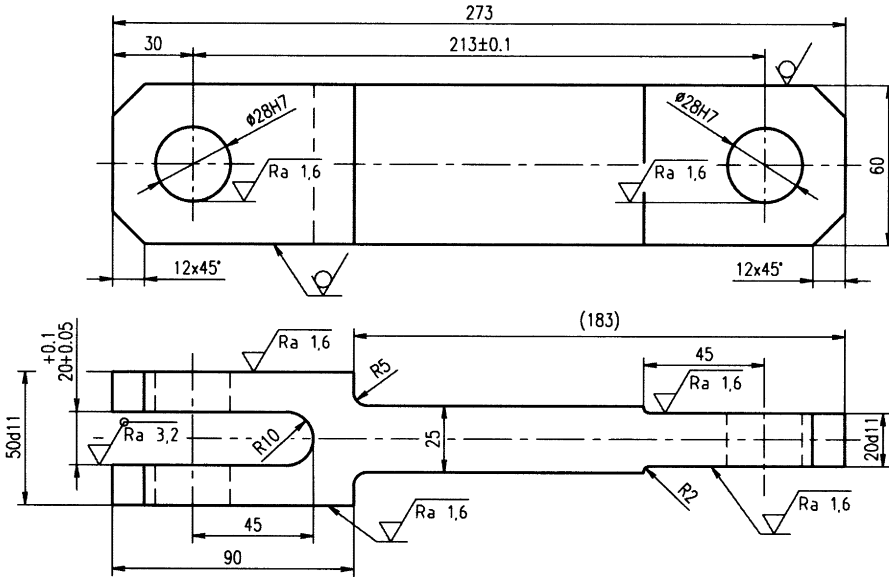
Obrázek č. 7.34, Čep, upínka – cvičení

7. Spojovací člen (obr. 7.35) zobrazte a zakótujte. K funkčním plochám součásti předepište vhodnou strukturu povrchu a geometrické tolerance.



Obrázek č. 7.35 Spojovací člen – cvičení

8. Páku podle obr. 7.36 zobrazte a zakótujte. K funkčním plochám součásti předepte vhodné geometrické tolerance.



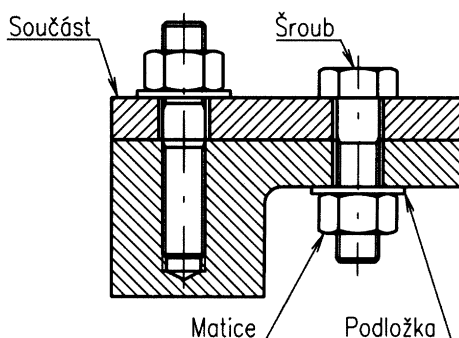
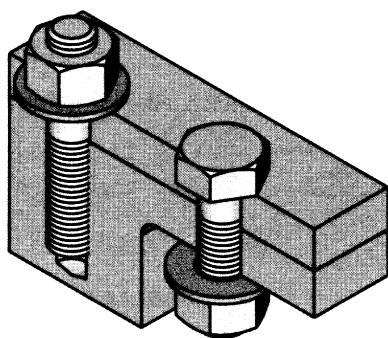
Obrázek č. 7.36, Páka – cvičení

8. Strojní součásti, konstrukční prvky a spoje

Kapitola je věnována zobrazování běžně používaných strojních součástí, jejich konstrukčním prvků, rozebíratelným a nerozebíratelným spojům. Velká skupina z nich je normalizovaná.

Šroubové spoje

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

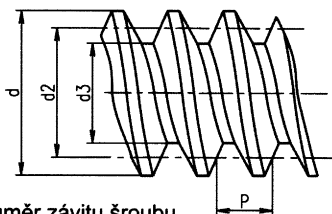


Obrázek č. 8.1, Šroubové spoje

Závity

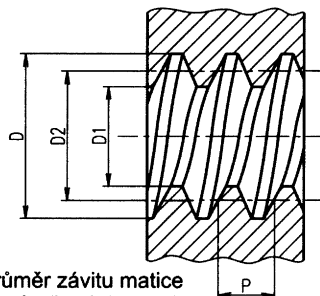
Nejdůležitější částí šroubů, popřípadě matic a dalších součástí se závitem, je závit. Závit je vytvořen závitovým profilem vinutým po šroubovici. Na obr. 8.2 jsou zobrazeny a popsány základní parametry závitu šroubu a matice.

Šroub



- d – velký průměr závitu šroubu
- d_2 – střední průměr závitu šroubu
- d_3 – malý průměr závitu šroubu
- P – stoupání závitu

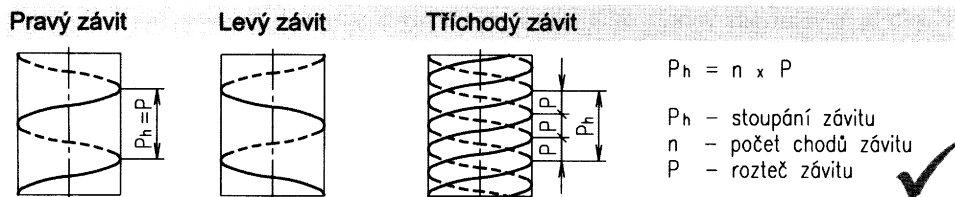
Matice



- D – velký průměr závitu matice
- D_2 – střední průměr závitu matice
- D_1 – malý průměr závitu matice

Obrázek č. 8.2, Základní parametry závitů

Závity můžeme vzhledem ke stoupání šroubovice rozdělit na pravé a levé. U jednochodých závitů je stoupání (P_h) rovno rozteči závitů (P). Některé závity jsou za účelem zvětšení stoupání, a tím zmenšení tření, vyráběny jako vícechodé (několik šroubovic ve vzdálenosti rozteče závitů P za sebou).



Obrázek č. 8.3, Vinutí závitů

Přehled závitů

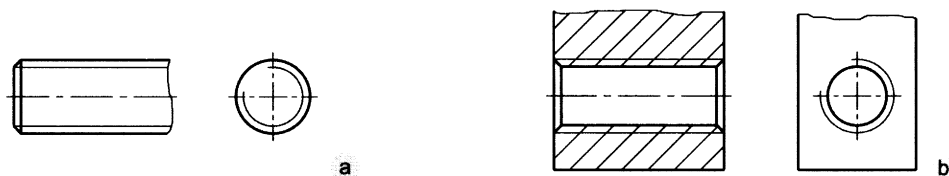
Přehled nejpoužívanějších závitů, jejich profilů a označování, určujících jednotek a rozměrů je v příslušných normách (Strojnických tabulkách).

- **Metrický závit** (s hrubou a jemnou roztečí)
- **Whitworthův závit**
- **Trubkový závit** (válcový a kuželový)
- **Oblý závit**
- **Lichoběžníkový závit** (rovnoramenný a nerovnoramenný)
- **Zvláštní závity** (pancéřový závit, Edisonův závit, závit šroubů do plechu, závit pro izolátory)

Zobrazování závitů

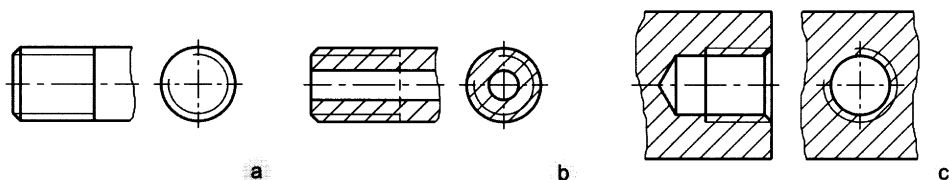
Všechny normalizované závity se zobrazují zjednodušeně, nakreslením průmětů válců odpovídajících velkému a malému průměru závitu.

- U **vnějšího závitu** (obr. 8.4 a) se velký průměr (d) zobrazuje souvislou tlustou čarou a malý průměr (d_3) souvislou tenkou čarou.
- U **vnitřního závitu** (obr. 8.4 b) se velký průměr (D) zobrazuje souvislou tenkou čarou a malý průměr (D_1) souvislou tlustou čarou.
- V pohledu ve směru osy se malý průměr závitu vyznačí částí kružnice kreslenou souvislou tenkou čarou více než ze tří čtvrtin obvodu.



Obrázek č. 8.4, Zobrazování závitů

- Funkční délka závitu se vyznačí souvislou tlustou čarou. Je-li závit zakrytý, pak čárkovanou čarou (obr. 8.5).
- Výběh závitu se nekreslí, pokud to není nutné z důvodů znázornění nebo kótování jeho funkce (např. u závrtného šroubu, obr. 8.12).
- Při kreslení vnitřního závitu v řezu se plocha řezu šrafuje až k malému průměru závitu (obr. 8.5 c).



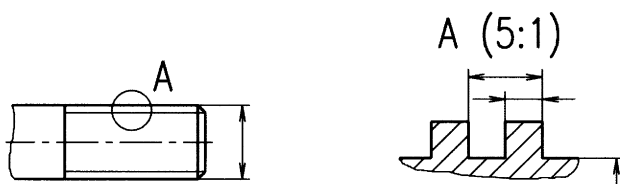
Obrázek č. 8.5, Ukončení závitů

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



Obrázek č. 8.6, Zobrazování neviditelných závitů

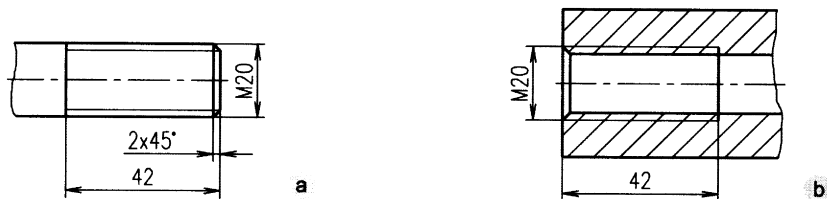
- Nenormalizované závity je nutno úplně zobrazit a zakótovat. Na obr. 8.7 je pomocí tvarové podrobnosti zobrazen závit se čtvercovým profilem.



Obrázek č. 8.7, Zobrazování nenormalizovaného závitu

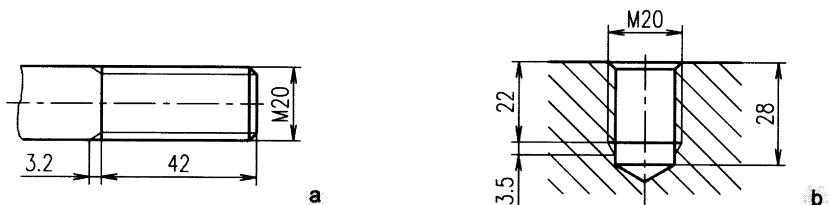
Kótování závitů

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



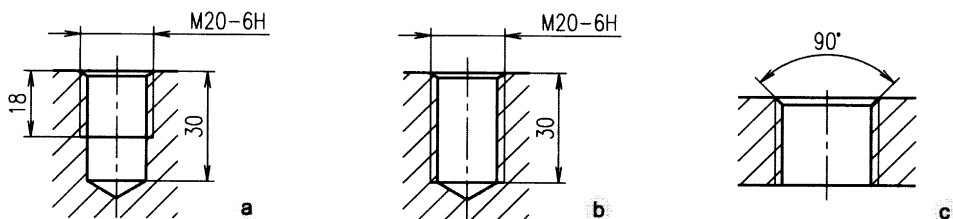
Obrázek č. 8.8, Kótování závitů

- Podle ČSN rozdělujeme výběh vnějšího závitu na obvyklý a krátký, u vnitřního závitu na obvyklý, krátký a dlouhý. Obvyklý výběh se nekreslí a nekótuje, ostatní druhy výběhů se kreslí tenkou souvislou čarou a kótují délkou podle obr. 8.9.



Obrázek č. 8.9, Kótování výběhu závitů

- U vnitřních závitů se nekótuje průměr předvrtané díry a kuželové zahlobení, je-li provedeno s vrcholovým úhlem 120°. Je-li však potřebné toto zahlobení zakótovat, kótuje se pouze požadovaným vrcholovým úhlem (obr. 8.10 c). U neprůchozích děr se kótuje hloubka předvrtané díry bez jejího kuželového zakončení (obr. 8.10 a).
- Je-li požadován vnitřní závit v neprůchozí díře s minimální možnou délkou výběhu („do dna“), kótuje se délka závitu jako shodná s hloubkou předvrtané díry (obr. 8.10 b).

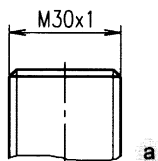


Obrázek č. 8.10, Kótování vnitřních závitů

- Závit jiné řady než s hrubým stoupáním se musí označit hodnotou stoupání závitu, např. M 30x1 (obr. 8.11 a). U vícechodých závitů se v závorce označí rozteč závitu,

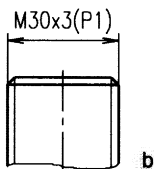
např. M 30x3(P1), Tr 20x8(P4) (obr. 8.11 b). Levý závit se označuje písmeny **LH** (LH = Left Hand, z angl.), např. M 30LH (obr. 8.11 c).

Závit s jemným stoupáním



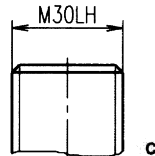
a

Vícechodý závit



b

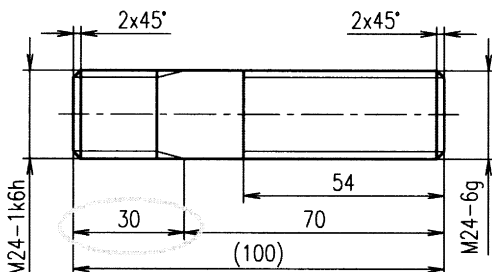
Levý závit



c

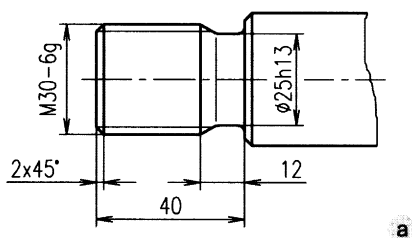
Obrázek č. 8.11, Příklad označení závitů

- Závrtné šrouby tvoří výjimku v kótování funkční délky závitu. U těchto šroubů se počítá do délky závitu na závrtném konci i délka výběhu. Na obr. 8.12 je zobrazen a zakótován závrtný šroub do šedé litiny se závitem M24, s délkou $l = 70$ mm, pevnostní třídy 5, bez povrchové úpravy: **ŠROUB M24 x 70 ČSN 02 1176.20**.

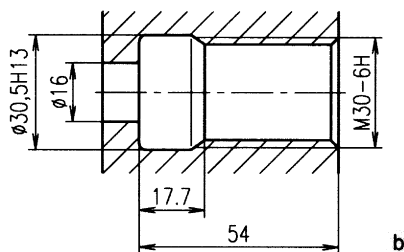


Obrázek č. 8.12, Závrtný šroub

- Na obr. 8.13 jsou zobrazeny a zakótovány drážky za závitem. Tvary a rozměry drážek jsou určeny podle ČSN 02 1036 a ČSN 02 1037 (Strojnické tabulky). Šířka drážky se počítá do funkční délky závitu.



a



b

Obrázek č. 8.13, Drážky za závitem

Tolerování závitů

Tolerováním závitů se dosáhne požadované funkce závitového spojení. Metrické závity můžeme tolerovat pro následující uložení:

- Tolerování pro uložení s vůlí.
- Tolerování pro uložení přechodná.
- Tolerování pro uložení s přesahem.

Tolerování pro uložení s vůlí

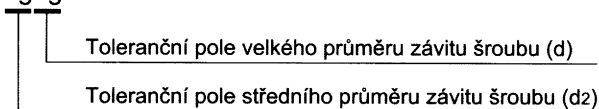
U tolerování pro uložení s vůlí průměrů metrického závitu jsou pro závit šroubu a matice doporučeny následující toleranční pole a stupně přesnosti.

Matice		Šroub			Druh uložení	Použití
G	H	e	g	h		
	4H 5H			4h	jemné	Pro přesné závity
6G	5H 6H 6H	6e	6g	6h	střední	Všeobecné použití
	7H		8g		hrubé	Pro méně přesnou výrobu

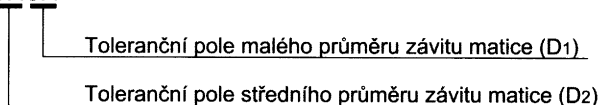
Tabulka č. 11, Výběr doporučených mezních úchylek ISO metrického závitu

Značka tolerančního pole závitu je uvedena za označením druhu a rozměru závitu a odděluje se pomlčkou, např. **M 24-7g6g** pro závit šroubu, **M 24-5H6H** pro závit matice (obr. 8.14).

Závit šroubu: **M24-7g6g**



Závit matice: **M24-5H6H**



Obrázek č. 8.14, Příklady zápisu tolerančního pole závitu

Jestliže se značka tolerančního pole velkého průměru závitu šroubu nebo malého průměru matice shoduje s označením tolerančního pole středního průměru závitu, neopakuje se v označení tolerančního pole závitu (obr. 8.15).

Závít šroubu: M24-6g

Toleranční pole středního a velkého průměru závitu šroubu

Závít matice: M24-6H

Toleranční pole středního a malého průměru závitu matice

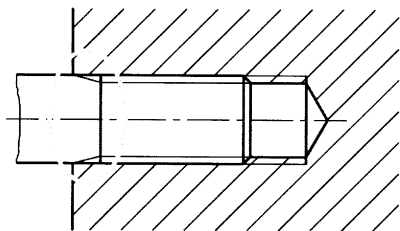
Obrázek č. 8.15, Příklady zápisu tolerančního pole závitu

Uložení se označuje zlomkem. V čitateli se uvádí značka tolerančního pole závitu matice a ve jmenovateli označení tolerančního pole závitu šroubu, např. **M 24-6H/6g**.

Tolerování pro uložení přechodná

Toleranční pole vnějšího a vnitřního závitu pro uložení přechodná v závislosti na materiálu součásti s vnitřním závitem jsou stanovena v příslušných normách (Strojnických tabulkách), např. **3H6H/2m**, **2H6H/1k6h**, **4H6H/4j** atd.

Přechodných uložení metrického závitu se používá u vnějších závitů zašroubovaných konců závrtných šroubů, ve vnitřních závitech součástí za současného použití konstrukčních prvků pro dotažení spoje (obr. 8.16). Výběh závitu závrtného šroubu je nejčastěji používaný způsob dotažení spoje. Používá se u průchozích i neprůchozích děr. Materiál součásti s vnitřním závitem může být ocel, litina, slitiny hliníku a hořčíku.



Obrázek č. 8.16, Dotažení spoje výběhem závitu

Tolerování pro uložení s přesahem

Toleranční pole vnějšího a vnitřního závitu pro uložení s přesahem v závislosti na materiálu součásti s vnitřním závitem jsou stanovena v příslušných normách (Strojnických tabulkách), např. **2H5D/2r** atd.

Kreslení šroubů, matic a podložek

Šrouby, matice a podložky jsou převážně normalizované součásti, které se hromadně objednávají u výrobců a následně vydávají ze skladu, proto se nekreslí na samostatných výrobních výkresech. Přehled nejpoužívanějších šroubů, matic a podložek je v příslušných normách (Strojnických tabulkách).

Šrouby

Šrouby jsou obvykle rozděleny podle tvaru hlavy a dále podle použití. Hlava šroubu je např. šestihranná, čtyřhranná, válcová se zářezem nebo s vnitřním šestihranem, T hlava, zaoblená, zápustná kuželová, půlkulová, čochovitá apod. Podle užití to mohou být např. šrouby upínací, stavěcí, závěsné, lícované, závrtné, otočné s okem, závitorežné, vruty do dřeva apod.

Podle přesnosti rozměrů a jakosti povrchu je rozděluje na přesné a hrubé.

Matice

Matice můžeme rozdělit na šestihranné, čtyřhranné, korunové, uzavřené, křídlové, závěsné apod. Důležitý je také způsob utahování matic např. pomocí utahovacích maticových klíčů.

Podložky

Podložky se většinou vkládají ve šroubových spojích pod matice, někdy též pod hlavy šroubů. Můžeme je rozdělit na podložky pro šrouby, pružné podložky, pojistné podložky apod.

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

ŠROUB M 24 x 100 ČSN 02 1101.11

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

MATICE M 24 ČSN 02 1401.11

PODLOŽKA 25 ČSN 02 1702.11

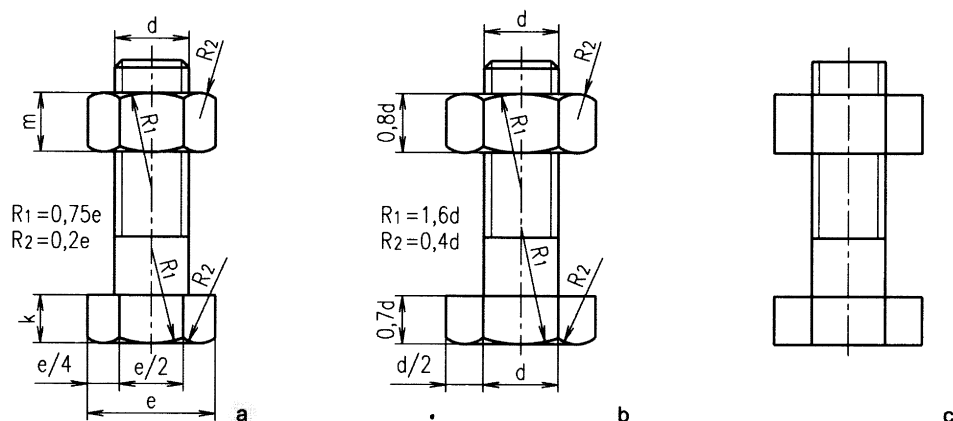
Podle ČSN sjednocené s ISO (EN), např.:

ŠROUB SE ŠESTIHRANNOU HLAVOU ISO 4014 – M24 x 100 – 8.8

ŠESTIHRANNÁ MATICE ISO 4032 – M24 - 05

Šrouby, matice a podložky nakreslené spolu na výkresech sestavení se zobrazují vždy v pohledu. Část šroubu zakrytá maticí a podložkou se nekreslí.

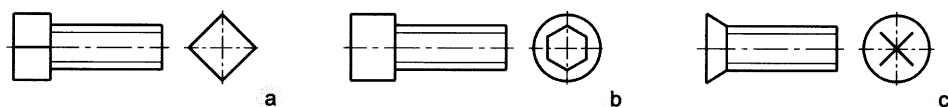
Šestihranné hlavy šroubů a šestihranné matice se kreslí s použitím šablon podle skutečné velikosti (obr. 8.17 a), přibližně (obr. 8.17 b) nebo zjednodušeně (obr. 8.17 c). Při kreslení ve skutečné velikosti jsou rozměry odvozeny od průměru kružnice opsané šestihranu *e*, při přibližném kreslení od průměru šroubu *d* a při zjednodušeném zobrazení se vynechají i oblouky kružnic.



Obrázek č. 8.17, Zobrazení šestihranných hlav šroubů a matic

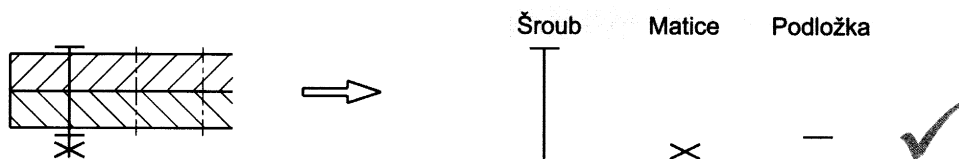
V ČSN 01 3151 jsou uvedena zjednodušená a schematická zobrazení spojovacích součástí. Použití jednoho či druhého způsobu závisí především na určení výkresu a jeho měřítku:

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



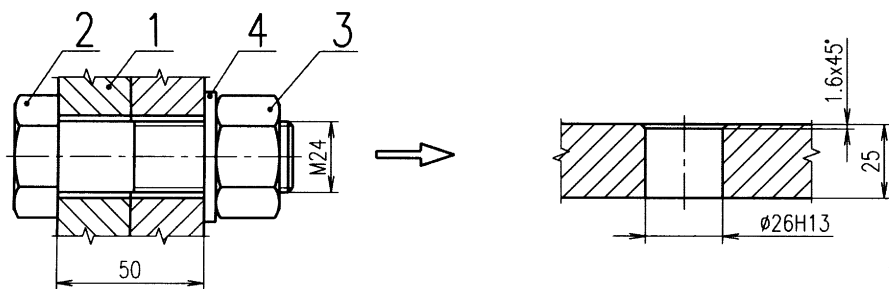
Obrázek č. 8.18, Zjednodušené zobrazení šroubů

- Schematické označení šroubu na výkrese sestavení společně s maticí a podložkou je na obr. 8.19. Další stejné spojení může být znázorněno pouze osou nebo v pohledu osovým křížem.



Obrázek č. 8.19, Schematické zobrazení šroubového spoje

Spoj šroubem se šestihrannou hlavou volně procházejícím dírami v obou spojovaných deskách je zobrazen na obr. 8.20. Vpravo je část výrobního výkresu spojované desky s dírou pro šroub podle ČSN EN 20273 (02 1050). Pro šrouby s hlavou se doporučuje srazit hranu díry.

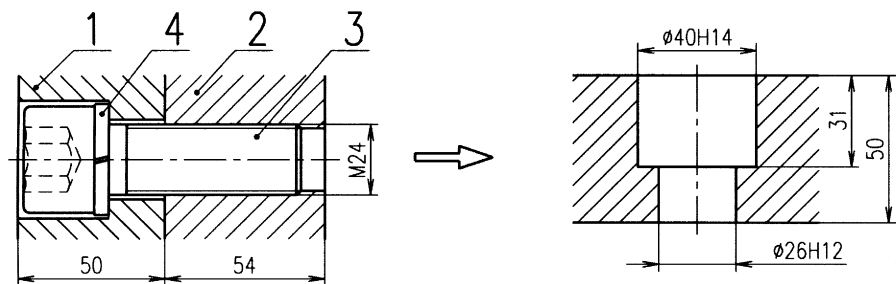


Obrázek č. 8.20, Spoj volně procházejícím šroubem

Spoj na obr. 8.21 je proveden šroubem s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem (inbus šroub) zašroubovaným přímo do jedné ze spojovaných součástí, pojištěným pružnou podložkou. Rozměry válcového zahlbouení jsou stanoveny podle ČSN 02 1024. Šroub a podložka budou v soupisu položek označeny:

ŠROUB M24x70 ČSN 02 1143.51

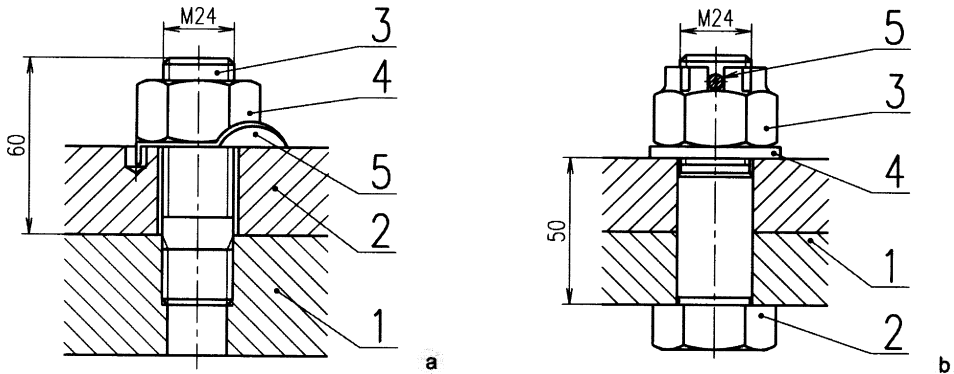
PODLOŽKA 24 ČSN 02 1741.11



Obrázek č. 8.21, Spoj šroubem s válcovou hlavou

Na obr. 8.22 a je zobrazeno šroubové spojení závrtným šroubem a přesnou šestihrannou maticí zajištěnou proti povolení podložkou s nosem. Závrtná část šroubu je uložena přechodně a je zašroubována až na konec výběhu, aby při demontáži nedošlo k povolení v tomto místě, ale v místě matice.

Druhé šroubové spojení (obr. 8.22 b) je lícovaným šroubem, podložkou a korunovou maticí zajištěnou proti povolení závlačkou. Šroub zde slučuje funkci kolíku a šroubu, je v díře uložen přechodně H7/n6.

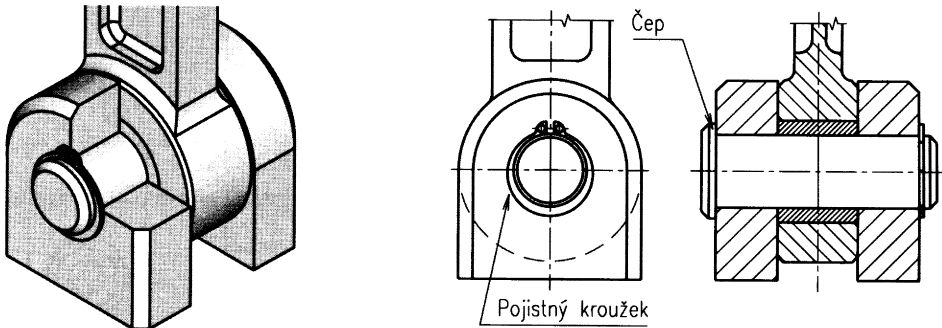


Obrázek č. 8.22, Šroubové spoje

Čepy, kolíky, závlačky, pojistné a stavěcí kroužky

Čepy

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



Obrázek č. 8.23, Spojení táhla a vidlice

Čepů je několik druhů a většina z nich je normalizovaná. Na výkresech sestavení se označí pozičním číslem a zakótují se hlavními rozměry. V soupisu položek se zapíše název, určující rozměry a číslo rozměrové normy:

ČEP 20 x 50 ČSN 02 2109.10

(čísla za tečkou vyjadřují materiál a úpravu povrchu).

Označení podle ČSN sjednocené s EN:

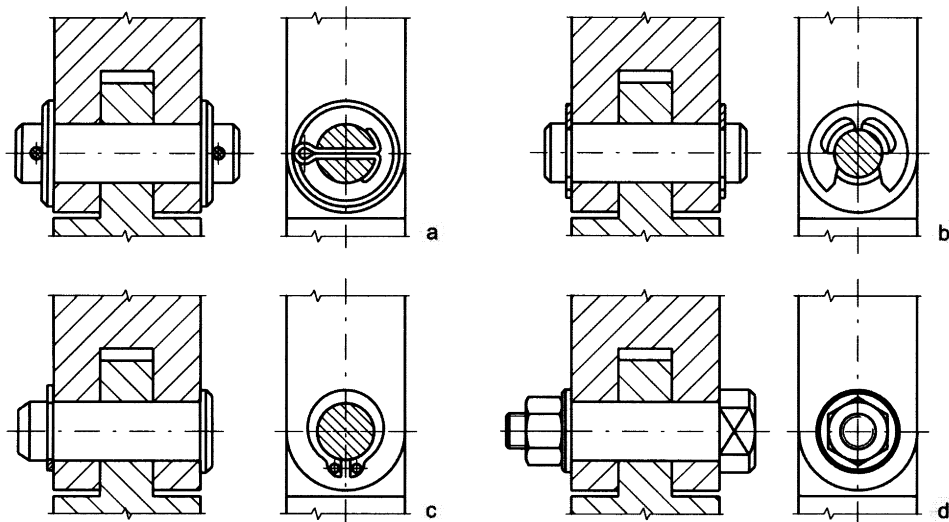
ČEP ISO 2341 – B – 20 x 100 x 6,3 – St

(čep s hlavou tvaru B, o průměru $d = 20$ mm, délce $l = 100$ mm a průměrem díry pro 6,3mm závlačku z automatové oceli).

Přehled čepů

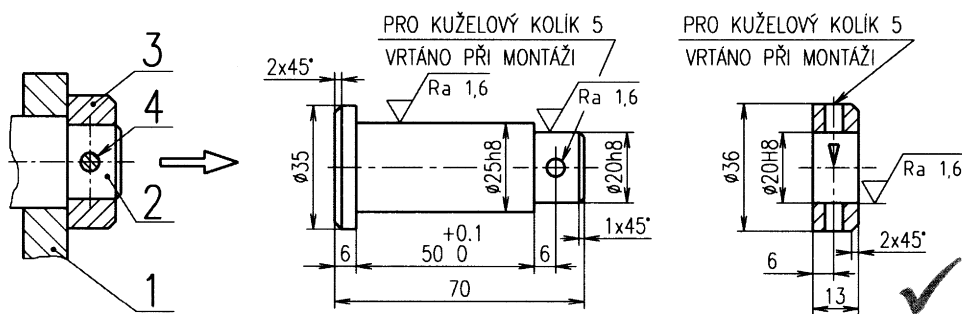
- **Hladké čepy**, které můžeme rozdělit na čepy bez děr, s dírami pro závlačky, s drážkami pro pojistné kroužky.
- **Čepy s hlavou** můžeme taktéž rozdělit na čepy bez děr, s dírou pro závlačku, s drážkou pro pojistný kroužek, popřípadě se závitovým koncem.

Čepy se ukládají v dírách s vůlí, např. H11/h11, H8/f8, H8/h8, proto se musí pojišťovat proti osovému posuvu: závlačkami (obr. 8.24 a), pojistnými třmenovými kroužky (obr. 8.24 b), pojistným kroužkem (obr. 8.24 c), maticí a podložkou (obr. 8.24 d), stavěcími kroužky apod. Proti pootočení se čepy zajišťují: kolíky, pojistnými šrouby a přišroubovanou přídržkou.



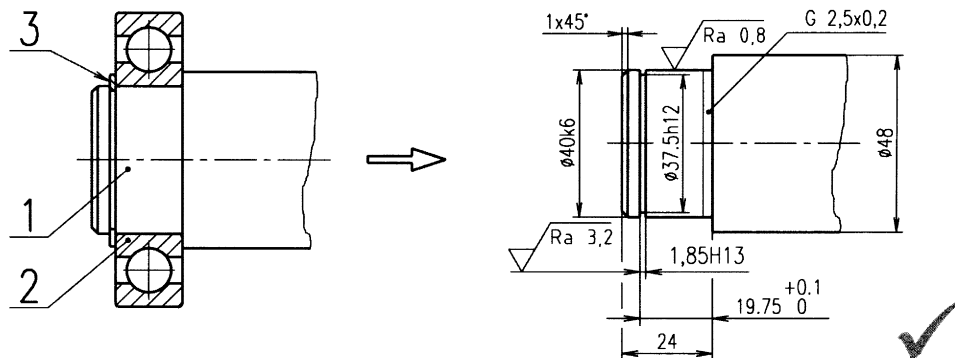
Obrázek č. 8.24, Zajištění čepu proti osovému posuvu

Nenormalizované čepy, popř. čepy normalizované, na kterých se má provést nějaká úprava, se kreslí na samostatných výrobních výkresech. Na obr. 8.25 je zobrazen a zakótován čep s dírou pro kuželový kolík. Na ose kuželové díry se může vyznačit značkou směr kuželovitosti, tj. směr vkládání kolíku. Slovní údaj „VRTÁNO PŘI MONTÁŽI“ znamená, že je díra v čepu a kroužku vrtána společně.



Obrázek č. 8.25, Čep s dírou pro kuželový kolík

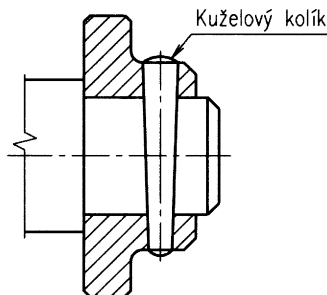
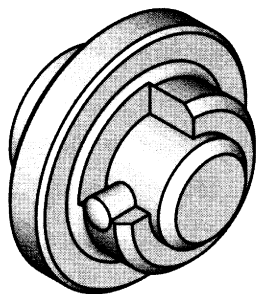
Zajištění ložiska 6208 ČSN 02 4630 proti osovému posuvu na hřídeli pomocí pojistného kroužku ČSN 02 2930 je zobrazeno na obr. 8.26. Vpravo je část výrobního výkresu hřídele se zakótovanou drážkou včetně tolerancí a drsnosti povrchu.



Obrázek č. 8.26, Zajištění ložiska na hřídeli

Kolíky

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



Obrázek č. 8.27, Zajištění kuželovým kolíkem

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

KOLÍK 20 x 80 ČSN 02 2150.2

(číslo za tečkou vyjadřuje materiál).

Označení podle ČSN sjednocené s EN:

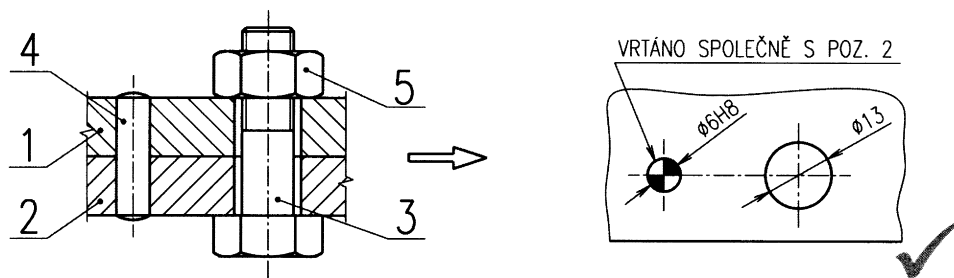
VÁLCOVÝ KOLÍK ISO 2338 – B – 4 x 20 – St

(válcový kolík tvaru B, o průměru $d = 4$ mm a délce $l = 20$ mm z automatové oceli 11 140.0).

Přehled kolíků

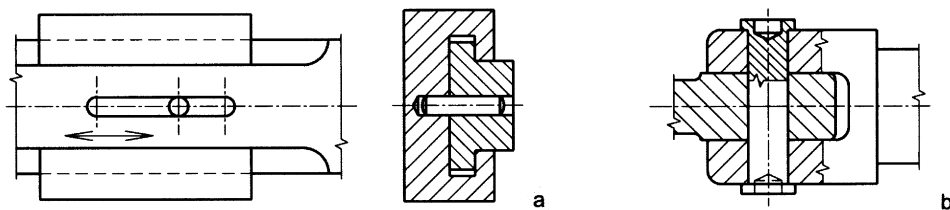
- **Válcové kolíky**, zvláštní skupinu tvoří kolíky s konci k roznýtování
- **Kuželové kolíky**
- **Pružné kolíky**
- **Rýhované kolíky**
- **Hřeby** (rýhované, šroubové)

Na následujících obrázcích jsou příklady použití válcových kolíků. Zajištění vzájemné polohy dvou součástí (obr. 8.28). V praxi se na výrobních výkresech součástí zdůrazňuje zobrazení vyvrtané díry pro kolík vyplněním plochy ve dvou čtvrtinách. Společné obrábění spojovaných součástí se předepisuje slovním údajem, např. VRTÁNO SPOLEČNĚ S POZ. 2.



Obrázek č. 8.28, Zajištění vzájemné polohy součástí

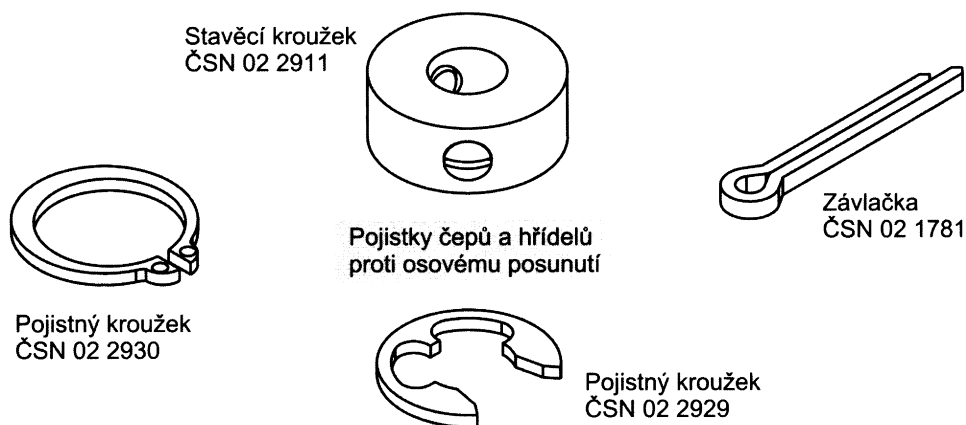
Zajištění krajních poloh u posuvné součásti (obr. 8.29 a). Použití válcového kolíku s konci roznýtovanými jako u spojovacího čepu (obr. 8.29 b).



Obrázek č. 8.29, Příklady použití kolíků

Závlačky, pojistné a stavěcí kroužky

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



Obrázek č. 8.30, Závlačky, pojistné a stavěcí kroužky

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

Přehled závlaček, pojistných a stavěcích kroužků

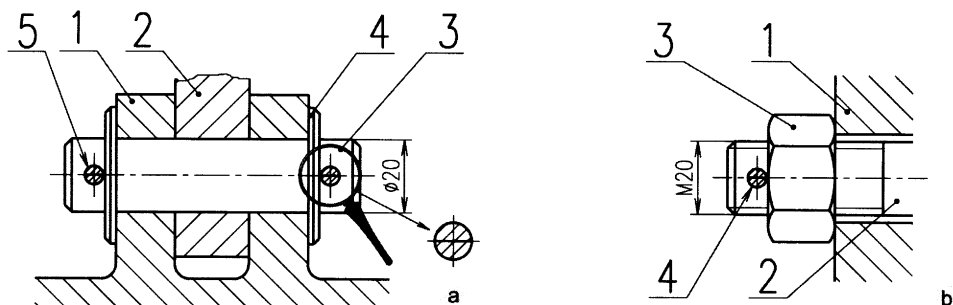
- Závlačky
- Pojistné drátěné kroužky
- Pojistné třmenové kroužky
- Pojistné kroužky pro hřídele a díry
- Stavěcí kroužky

Normalizované závlačky se kreslí jen na výkresech sestavení, obvykle v příčném řezu. Závlačka je z jednoho kusu drátu, proto se v příčném řezu šrafuje jedním směrem. Průměr závlačky se volí podle průměru čepu (obr. 8.31 a) nebo velkého průměru závitu (obr. 8.31 b). Napří-

klad průměru čepu 20 mm je přiřazena závlačka s jmenovitým průměrem 5 mm, v soupisu položek bude označena:

ZÁVLAČKA 5 x 28 ČSN 02 1781.00

(čísla za tečkou vyjadřují materiál a úpravu povrchu).



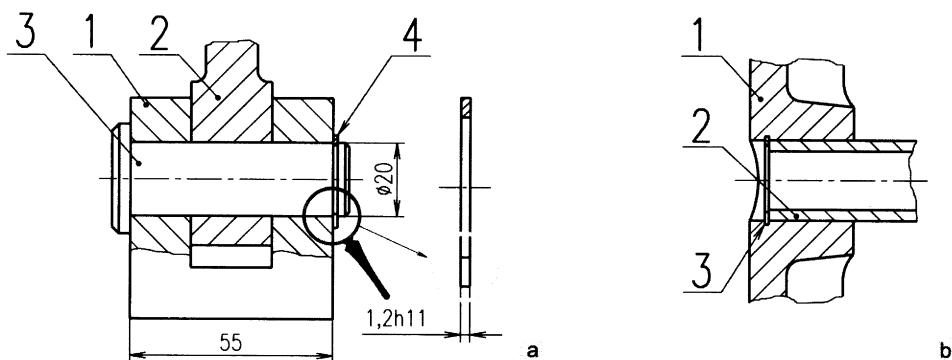
Obrázek č. 8.31, Zajištění čepu závlačkou

Normalizované pojistné kroužky pro hřídele a díry se kreslí na výkresech sestavení v řezu. Šrafuje se pouze jedna z ploch (většinou horní), protože řez je veden přes rozevřenou část kroužku (obr. 8.32). Velikost kroužku je dána průměrem čepu nebo díry. Například pro průměr čepu 20 mm označíme kroužek v soupisu položek:

POJISTNÝ KROUŽEK 20 ČSN 02 2930

Pro průměr díry 22 mm:

POJISTNÝ KROUŽEK 22 ČSN 02 2931

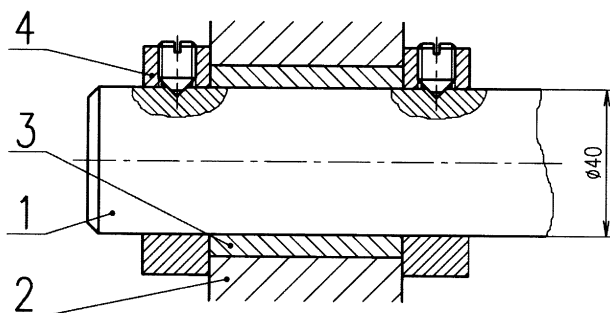


Obrázek č. 8.32, Zajištění čepu pojistným kroužkem

Stavěcí kroužky se používají k zachycení menších osových sil na hřídelích a čepech. Na obr. 8.33 jsou dva stavěcí kroužky zajišťující osový posuv hřídele v ložisku. Normalizované stavěcí kroužky se na výkresech sestavení označí pozičním číslem a zapíší se v soupisu položek. Například stavěcí kroužek s vnitřním průměrem 40 mm se označí:

STAVĚCÍ KROUŽEK 40 ČSN 02 2910

Kroužky s vnitřním průměrem větším než 70 mm mají dva stavěcí šrouby. Stavěcí šrouby jsou dodávány společně s kroužky, proto se na výkresech sestavení samostatně neoznačují.



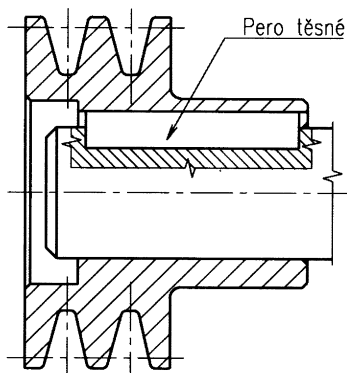
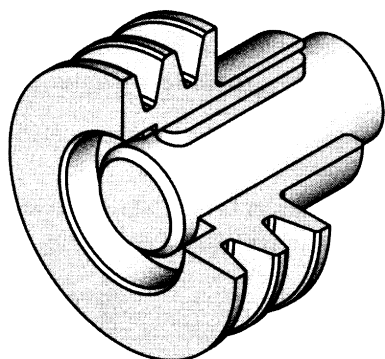
Obrázek č. 8.33, Zajištění polohy stavěcím kroužkem

Pera a klíny

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

Pera

Pera přenáší krouticí moment mezi hřídelem a nábojem svými boky. Do drážky na hřídeli je pero naklepáno, případně přišroubováno šrouby. Náboj je potom na hřídel s perem nasunut. Spojení pomocí pera je použito tam, kde by naklínování způsobilo nepříjemnou nesouost. Materiál per je ocel 11 600, u kotoučových per též 14 240.



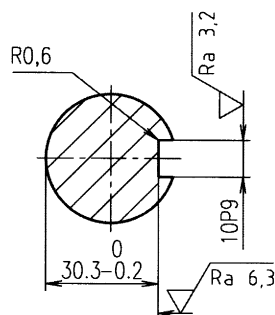
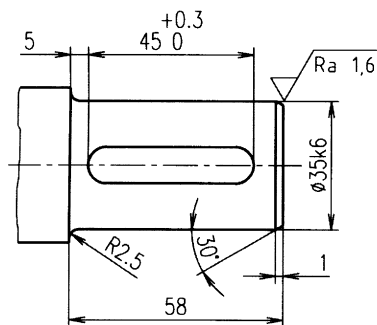
Obrázek č. 8.34, Spojení hřídele s nábojem těsným perem

Rozměry a tolerance normalizovaných per a přiřazení per k hřídelům a nábojům jsou v příslušných normách (Strojnických tabulkách).

Přehled per

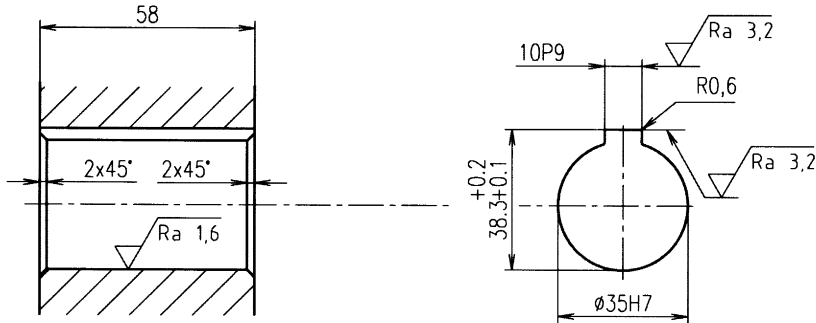
- Nejčastěji se používají **pera těsná**.
- **Pera výměnná s dvěma nebo jedním přídržným šroubem**. Tato pera slouží hlavně pro posuvné náboje a do drážky se přišroubují.
- **Pera Woodrufova** se používají pro přenos menších krouticích momentů.

Na obr. 8.35 je zobrazení a kótování drážky pro pero těsné v hřídeli. S tímto zobrazením souvisí normy: ČSN 02 2562 Pera těsná, ČSN 02 2507 Pera drážky a ČSN 01 4990 Válcové konce hřídelů.



Obrázek č. 8.35, Drážka pro pero v hřídeli

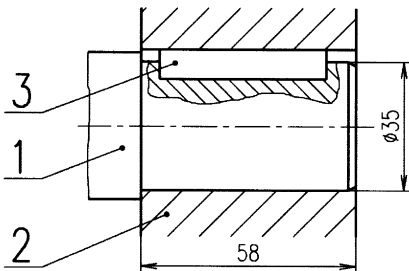
Na obr. 8.36 je zobrazení a kótování drážky pro pero těsné v náboji. Drážka je zhotovena v celé délce náboje.



Obrázek č. 8.36, Drážka pro pero v náboji

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

PERO 10e7 x 8 x 45 ČSN 02 2562

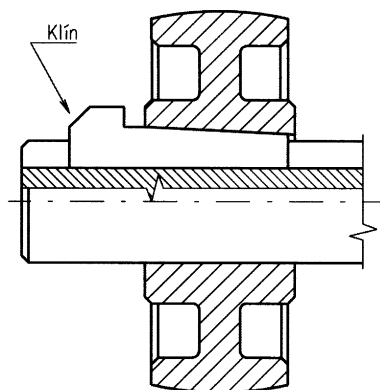
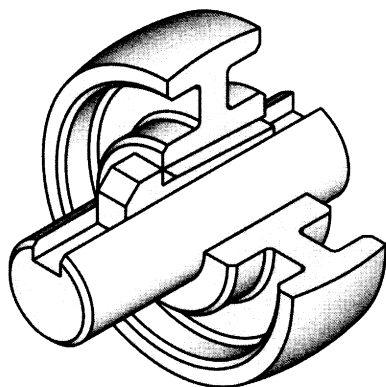


Obrázek č. 8.37, Náboj na hřídeli

Pera a drážky podle ČSN mají shodný jmenovitý rozměr, proto se při zobrazování spojení náboje a hřídele nekreslí mezi perem a drážkou vůle.

Klíny

Krouticí moment se přenáší převážně třením, u drážkových klínů částečně též boky klínů a drážek. Klín je naražením vlastně nalisován mezi hřídel a náboj, tím dojde ke vzepření náboje na hřídeli, které zamezí nejen pootočení, ale i posunu náboje po hřídeli (výhoda oproti perům). Nevýhodou je tedy nesouosost hřídele a náboje, která vede k házení náboje. Materiál klínů je většinou ocel 11 600.



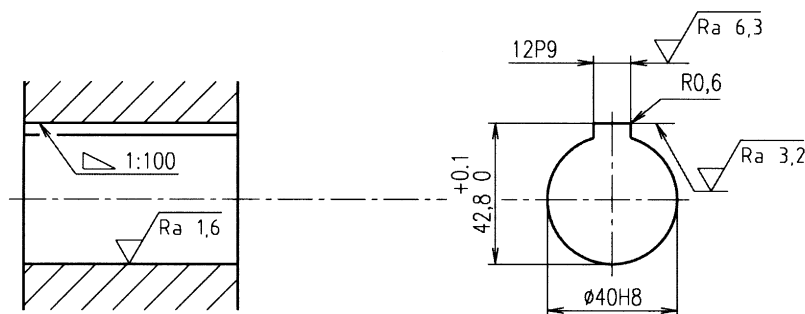
Obrázek č. 8.38, Spojení hřídele s nábojem drážkovým klínem s nosem

Rozměry a tolerance normalizovaných klínů a přiřazení klínů k hřídelům a nábojům jsou v příslušných normách (Strojnických tabulkách).

Přehled klínů

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

Na obr. 8.39 je zobrazení a kótování drážky pro podélný klín drážkový v náboji. Drážka je zhotovena v celé délce náboje s úkosem 1:100. Její hloubka se určuje a udává na hlubší straně, tj. na straně, ze které se klín zaradí.



Obrázek č. 8.39, Drážka pro podélný klín v náboji

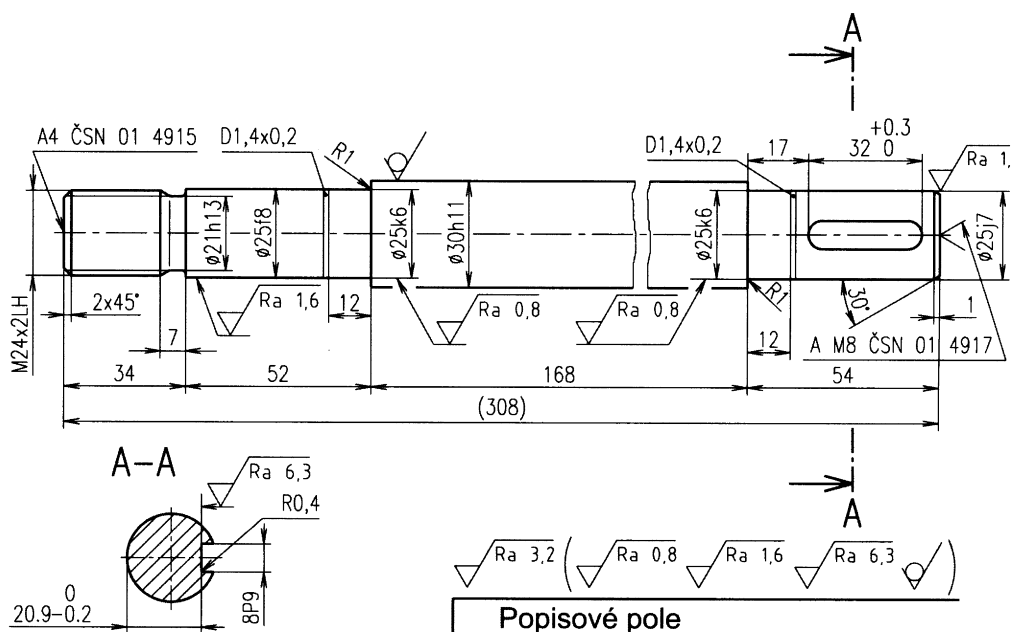
Na výkrese sestavení se klín označí pozičním číslem a v soupisu položek se zapíše název, určující rozměry a číslo rozměrové normy:

KLÍN 12 x 8 x 40 ČSN 02 2514

Hřídele, tvarové prvky hřídelů

Hřídele jsou strojní součásti, které slouží k přenosu otáčivého pohybu a krouticího momentu (hybné hřídele) anebo jsou uloženy nepohyblivě v rámu stroje (nosné hřídele). Na výrobních výkresech se hřídele s plným průřezem zobrazují obvykle v podélném pohledu. Duté hřídele se zpravidla kreslí v částečném řezu, ve kterém se i kótují. Drážky pro pera nebo podélné klíny se kreslí a kótují v příčných řezech a průřezech.

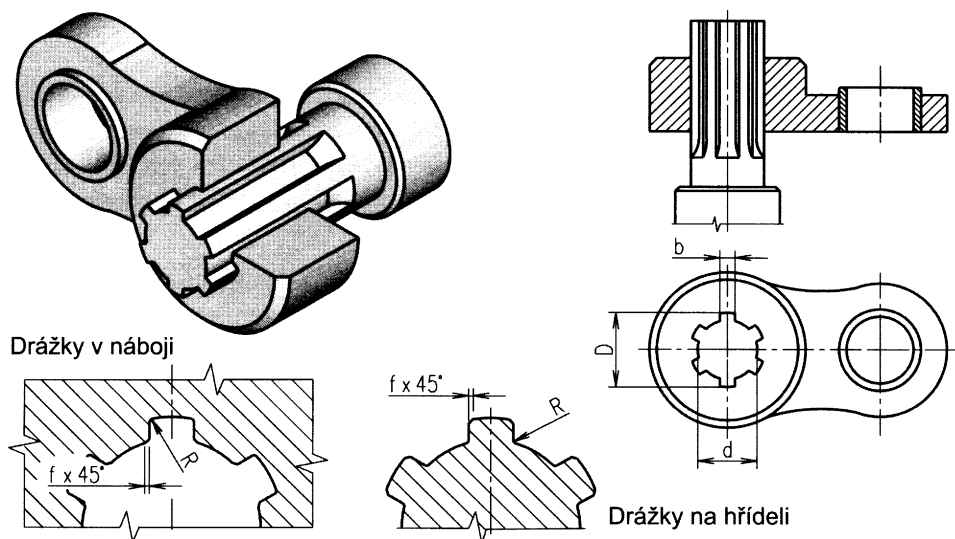
Na obr. 8.40 je zobrazen a zakótován hřídel kotoučové pily. Z hlediska úspory místa na výkrese je hřídel přerušen v místě neměnného příčného průřezu. Znázornění a označení normalizovaných prvků (středicích důlků, zápichů, drážek pro pera, závitů, drážek za závitem) je vysvětleno dále v této a dalších kapitolách.



Obrázek č. 8.40, Zobrazení a kótování hřídele

Drážkové hřídele a náboje

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



Obrázek č. 8.41, Drážkový spoj

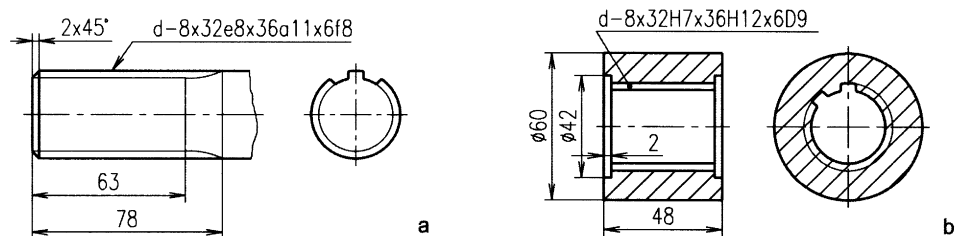
Přehled drážkování

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

- Drážkování rovnoboké
- Drážkování evolventní
- Jemné drážkování

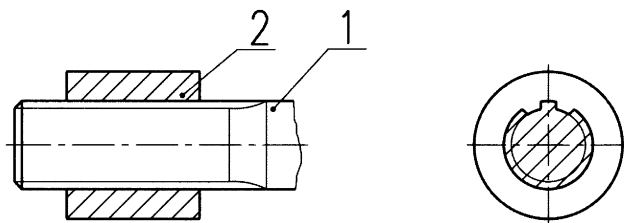
Zobrazování a označování drážkování

Drážkové hřídele a náboje se zobrazují zjednodušeně v pohledu nebo řezu. Tvar profilu drážkování se udává na odkazové čáře. Do počtu 4 včetně se vykreslují všechny drážky i zuby, od počtu 6 stačí vykreslit jeden zub a dvě přilehlé drážky. Na obr. 8.42 je zobrazeno rovnoboké drážkování lehké řady.



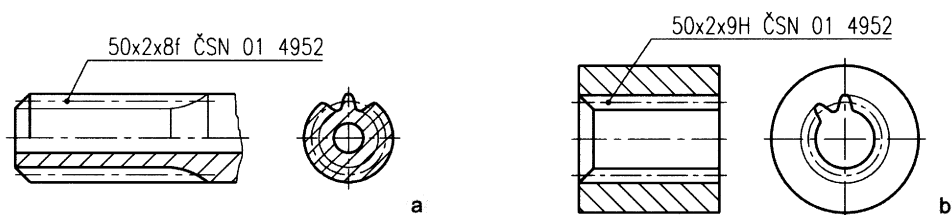
Obrázek č. 8.42, Drážkový hřídel a náboj

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



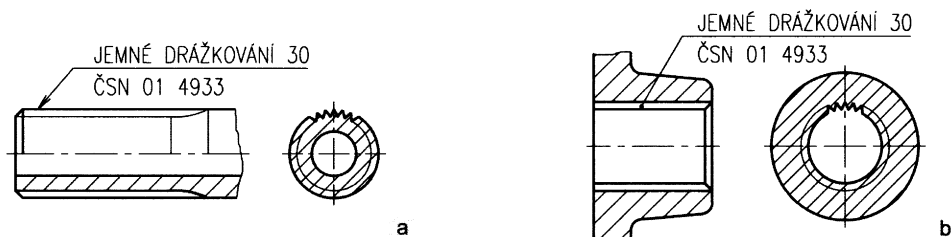
Obrázek č. 8.43, Zobrazení drážkového spojení

Příklad zobrazení a označení evolventního drážkování hřídele a náboje je na obr. 8.44.



Obrázek č. 8.44, Evolventní drážkování

Na obr. 8.45 je příklad označení jemného drážkování. Výhodou je možnost pootočení náboje vzhledem k hřídeli o libovolný počet drážek. Jemné drážkování se používá např. pro uložení automobilového volantu.

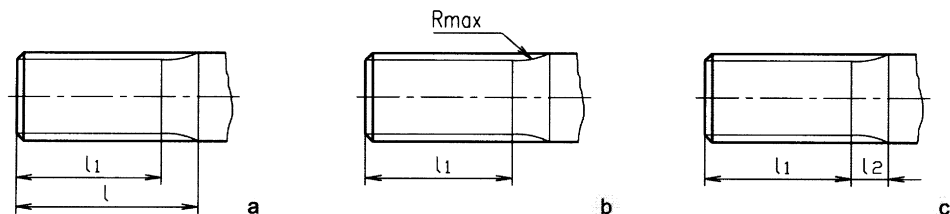


Obrázek č. 8.45, Jemné drážkování

Kótování délky drážkových hřídelů

V obrazech drážkových hřídelů se v průmětech do roviny rovnoběžné s osou kótuje délka plného profilu drážkování l (obr. 8.46). Kromě toho je dovoleno kótovat jeden z těchto rozměrů:

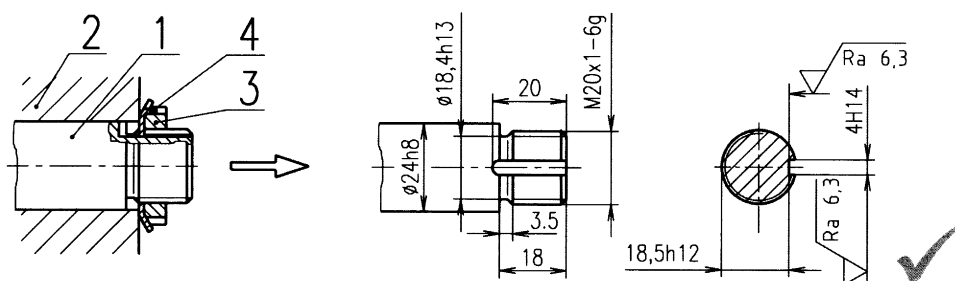
- Celkovou délku drážkování l (obr. 8.46 a).
- Největší poloměr nástroje R_{max} (obr. 8.46 b).
- Délku výběhu l_2 (obr. 8.46 c).



Obrázek č. 8.46, Kótování délky drážkových hřídelů

Drážky pro pojistné podložky typu MB

Zajištění náboje na hřídeli pojistnou podložkou typu MB s kruhovou maticí se zářezy typu KM je zobrazeno na obr. 8.47. Podélná drážka pro vnitřní zub pojistné podložky je vyrobena v závitové části hřídele, vpravo na obrázku je zobrazena a zakótována.



Obrázek č. 8.47, Funkce pojistné podložky MB

Zápichy

Zápichy jsou na výrobních výkresech předepisovány z důvodu snadnějšího dokončení funkčních ploch součásti (např. broušení obr. 8.48 a) nebo také z funkčních důvodů (např. správné dosednutí uložené součásti obr. 8.48 b).



Obrázek č. 8.48, Funkce zápichu

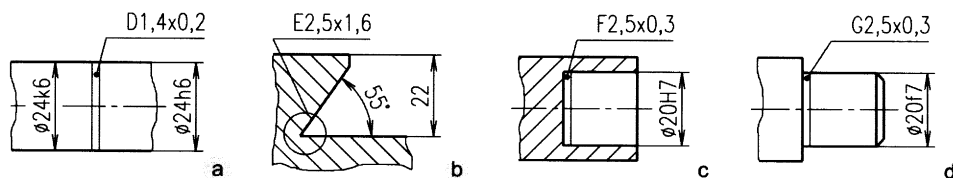
Přehled zápichů

Přehled zápichů je uveden v příslušných normách (Strojnických tabulkách).

- Zápich tvaru **D** (používá se mezi válcovými plochami stejných jmenovitých průměrů, avšak s různými mezními úchytkami nebo odlišnou drsností povrchu).
- Zápich tvaru **E** (používá se pro kouty rybinových drážek).
- Zápich tvaru **F** (používá se pro válcové a čelní plochy osazených hřídelů nebo děr).
- Zápich tvaru **G** (používá se pro válcové plochy osazených hřídelů nebo děr).

Předepisování zápichů na výkresech

Na výkresech se zápichy znázorňují zjednodušeně tenkými souvislými čarami s příslušným označením velikosti (obr. 8.49). Struktura povrchu zápichu $Ra = 6,3 \mu\text{m}$ se na výkresech neuvádí. Požadujeme-li však jinou, píše se za velikostí zápichu, např. pro zápich tvaru F, šířky $b = 2,5 \text{ mm}$ a hloubky $h = 0,3 \text{ mm}$, se strukturou $Ra = 1,6 \mu\text{m}$ se označí: **F 2,5 x 0,3 Ra 1,6**.



Obrázek č. 8.49, Předepisování zápichů na výkresech

Středicí dűlky

Slouží k upnutí součásti v kuželových hrotech při výrobě a následné kontrole. Výhodou upnutí do hrotů je nejenom velká přesnost a stabilita při obrábění, ale i shodné upnutí dané součásti na více obráběcích strojích (např. soustruh – bruska).

Přehled středících důlků

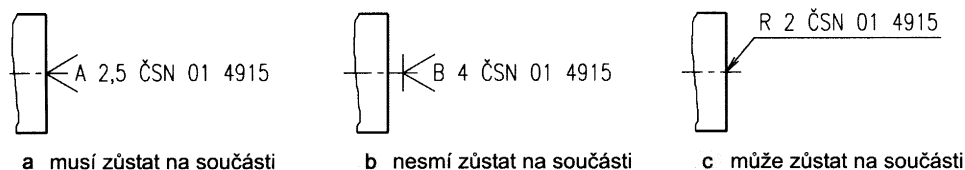
Přehled středících důlků je uveden v příslušných normách (Strojnických tabulkách). Tvar důlků je A, B, C, R a pro důlky se závitem AM, BM. Rozměr je dán průměrem nejmenší válcové plochy nebo velikostí závitu.

- Středící důlky s vrcholovým úhlem 60° ČSN 01 4915
- Středící důlky s vrcholovým úhlem 90° ČSN 01 4916
- Středící důlky se závitem ČSN 01 4917

Značení středících důlků na výkresech

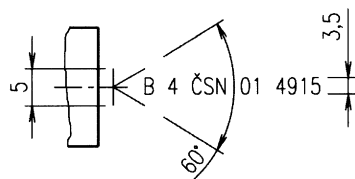
Na výkresech součástí se normalizované středící důlky neprokreslují, znázorní se pouze značkou.

- Na obr. 8.50 a je označení středícího důlku, který musí zůstat na součásti. Umístění, tvar a rozměry předepisuje konstruktér.
- Na obr. 8.50 b je označení středícího důlku, který nesmí zůstat na součásti. Značku kreslí konstruktér, případný přídavek na obrábění s tvarem a rozměry středícího důlku předepisuje technolog v postupu výroby.
- Na obr. 8.50 c je označení středícího důlku, který může (nebo nemusí) zůstat na součásti. Umístění, tvar a rozměry předepisuje technolog v postupu výroby.



Obrázek č. 9.50, Označení středících důlků

Rozměry značky středícího důlku pro velikost písma 3,5 mm jsou na obr. 8.51. Značky se kreslí souvislou tenkou čarou.

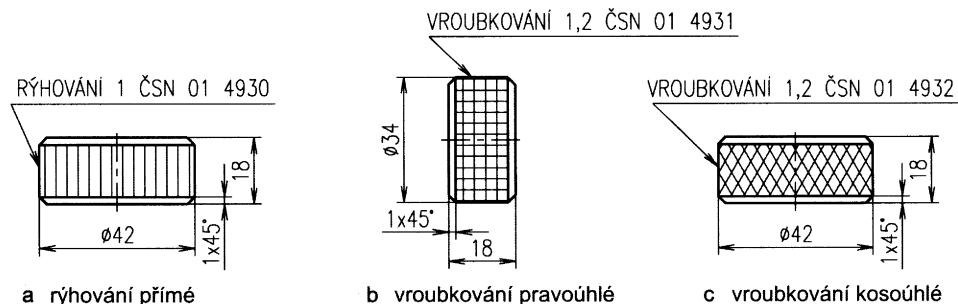


Obrázek č. 8.51, Rozměry značky středícího důlku

Pokud není struktura povrchu činné plochy pro středící důlky přímo předepsána, nesmí být větší než $R_a = 3,2 \mu\text{m}$.

Rýhování a vroubkování

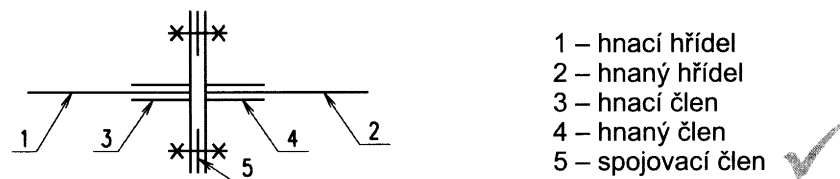
Rýhování a vroubkování jsou tvarové úpravy provedené na válcovém povrchu strojních součástí. Tyto úpravy se provádějí pro zlepšení ovladatelnosti např. válcových hlav šroubů. Na výkresech se rýhování a vroubkování označuje roztečí a příslušnou normou.



Obrázek č. 8.52, Rýhování a vroubkování

Hřídelové spojky

Hřídelové spojky slouží k přenosu rotačního pohybu (krouticího momentu) z hřídele hnacího na hřídel hnaný. Spojky potom plní (podle druhu) ještě řadu dalších funkcí. Spojky se skládají ze členu hnacího, hnaného a spojovacího (obr. 8.53). Hnací a hnaný člen jsou uloženy na příslušných hnacích a hnaných hřídelích. Spojovací člen je součást, která spojuje hnací a hnaný člen.



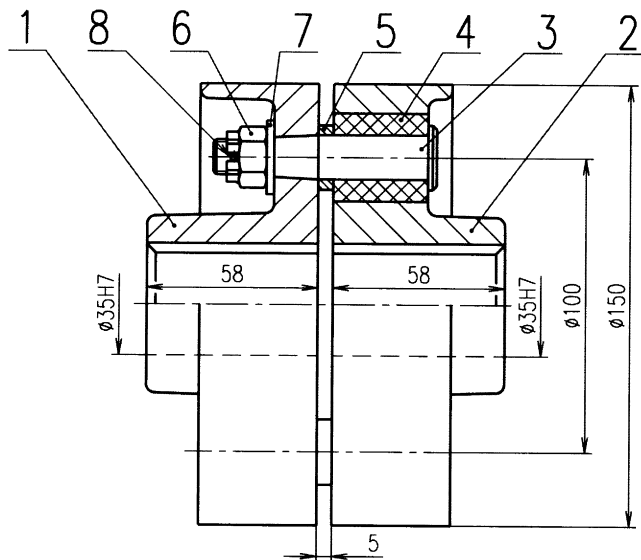
Obrázek č. 8.53, Schéma spojky

Přehled hřídelových spojek

Níže uvedené skupiny spojek se dále dělí na podskupiny, typy a druhy spojek.

- Spojky mechanicky neovládané a ovládané
- Spojky hydraulické, elektrické a magnetické

Na obr. 8.54 je výkres sestavení pružné spojky s vyznačením jednotlivých položek (pozic). Výrobní výkres **KOTOUČE** (položka č. 1) je na následující straně.



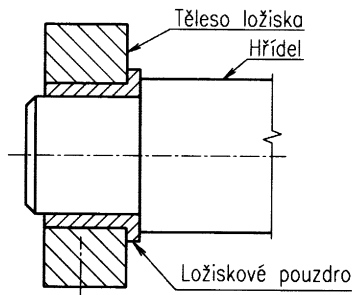
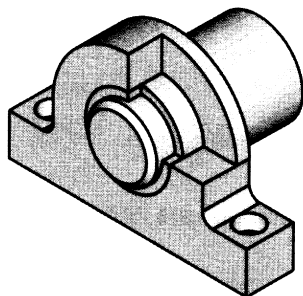
Obrázek č. 8.54, Pružná spojka

Ložiska a těsnění

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

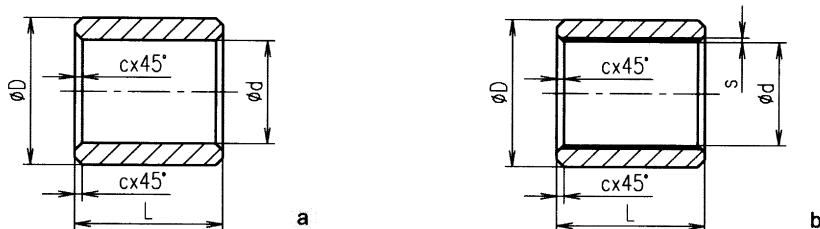
Kluzná ložiska

U kluzných ložisek čep klouže v pouzdru a tím vzniká smykové tření. Kluzná ložiska se skládají z vhodně tvarovaného pouzdra uloženého v ložiskovém tělese, které umožňuje připevnění ložiska k rámu stroje nebo k jiné nosné konstrukci.



Obrázek č. 8.55, Kluzné ložisko

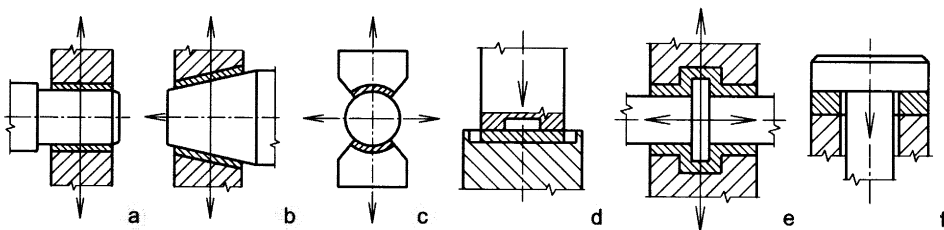
Pouzdro může být nedělené nebo dělené na dvě i více pánví. Ložiskové pouzdro s výstelkou (obr. 8.56 b) se skládá z opěrného pouzdra, zpravidla ocelového, a vrstvy kluzného materiálu, která je metalurgicky spojena s pánví.



Obrázek č. 8.56, Ložiskové pouzdro

Pouzdra se vyrábějí buď celá z ložiskového kovu jako válcová a přírubová (ČSN 02 3499), nebo samomazná ze spékanych materiálů (ČSN 02 3481) jako válcová, přírubová a kulová. Dále se vyrábějí bimetalická pouzdra válcová a přírubová (ČSN 02 3495) s kluznou vrstvou o tloušťce několika desetin mm a pouzdra z plastů (ČSN 02 3406). Nenormalizovaná ložisková pouzdra se musí zobrazit a úplně zakótovat na výrobním výkrese.

Podle směru zatěžující síly se kluzná ložiska dělí na radiální, axiální a kombinovaná (radiálně axiální). Na obr. 8.57 jsou tato ložiska zobrazena s různým tvarem kluzné plochy.



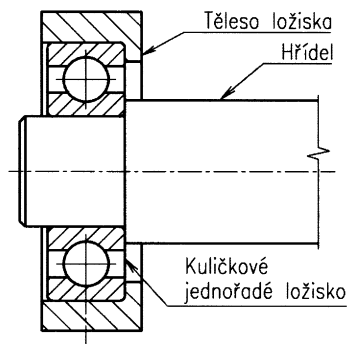
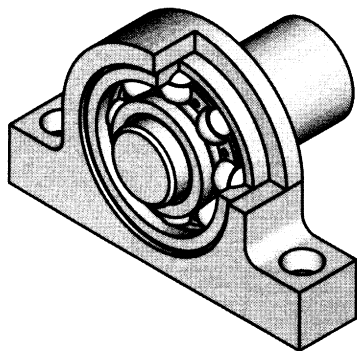
Obrázek č. 8.57, Druhy kluzných ložisek

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

POZDRO B 25/32x20 ČSN 02 3499

Valivá ložiska

U valivých ložisek se čep odvaluje na rotačních tělískách (kuličky, válečky apod.) a tím se nahradí smykové tření menším třením valivým. Valivá ložiska se skládají zpravidla ze dvou kroužků, valivých těles a klece pro vedení. Klec se rozděluje valivá tělesa v ložisku rovnoměrně a tím se zabráňuje jejich vzájemnému styku a tření.

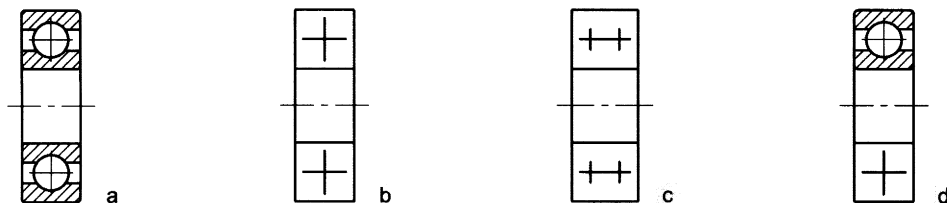


Obrázek č. 8.58, Valivé ložisko

Zobrazování a označování valivých ložisek

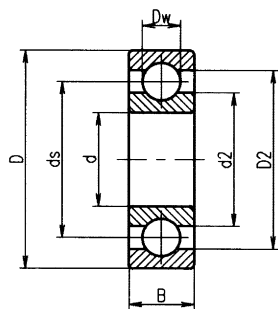
Na výkresech sestavení se valivá ložiska zobrazují:

- Zjednodušeně s vynecháním zobrazení klece a dalších podrobností (obr. 8.59 a). Ložiska se obvykle zobrazují v řezu ve funkční poloze plnou tlustou čarou.
- Schematicky osovým křížem kresleným souvislou tlustou čarou v místě valivého elementu (obr. 8.59 b).
- Schematicky s vyznačením počtu valivých elementů, popřípadě s vyznačením tvaru valivých ploch, např. radiální kuličkové ložisko dvouřadé (obr. 8.59 c).
- Kombinací zjednodušeného a schematického zobrazení (obr. 8.59 d).



Obrázek č. 8.59, Zobrazení valivých ložisek

Na obr. 8.60 jsou uvedeny vztahy pro určení přibližných rozměrů kuličkového jednořadého ložiska.



$$d_s = 0,5 (D + d)$$

$$D_w = 0,3 (D - d)$$

$$d_2 = d_s - 0,6 D_w$$

$$D_2 = d_s + 0,6 D_w$$



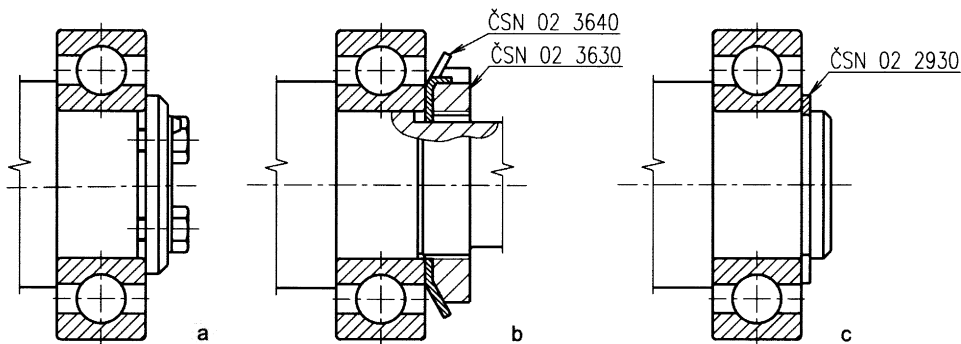
Obrázek č. 8.60, Rozměry kuličkového jednořadého ložiska

V soupisu položek se ložisko označí názvem, označením (typem a velikostí) a číslem rozměrové normy:

LOŽISKO 6004 ČSN 02 4630

Zajištění valivých ložisek na hřídeli

Nepůsobí-li na ložisko axiální síla ani velká nebo nárazová síla radiální, která by vnitřní kroužek uvolnila, není třeba ložisko pojistit, protože při vhodném uložení drží na čepu třením. V opačném případě můžeme ložisko na konci hřídele zajistit např. příložkou se dvěma šrouby (obr. 8.61 a), kruhovou maticí KM se zářezy a pojistnou podložkou MB (obr. 8.61 b) nebo pojistným kroužkem (obr. 8.61 c).



Obrázek č. 8.61, Zajištění ložisek na hřídeli

Poznámka:

Podle IOS 8826-1 se kroužky valivého ložiska zobrazeného v sestavení šrafuji v osovém řezu stejným směrem a stejnou hustotou čar.

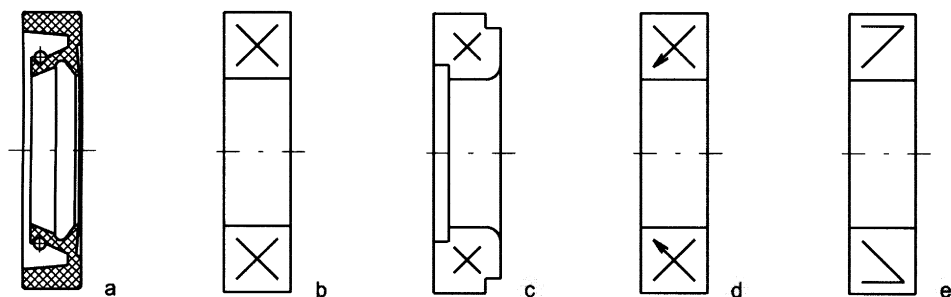
Těsnění

Ložiskový prostor je třeba utěsnit proti úniku maziva, ale zejména proti vnikání vlhkosti a nečistot. Nevhodně vyřešeným těsněním by mohlo dojít k velkým ztrátám maziv, a tím k případnému zadření ložiska.

Zobrazování těsnění

Na výkresech sestavení se těsnění zobrazují:

- Podrobně s vykreslením všech prvků těsnění (obr. 8.62 a).
- Schematicky obecnou značkou tvořenou úhlopříčným křížem kresleným souvislými tlustými čarami nedotaženými do koutů obrysu těsnění (obr. 8.62 b).
- Schematicky obecnou značkou s nakreslením skutečného obrysu těsnění (obr. 8.62 c).
- Schematicky obecnou značkou doplněnou šipkou určující směr působení těsnění, což může být důležité z hlediska správné montáže (obr. 8.62 d).
- Schematicky značkou vyjadřující tvar a funkci těsnění, např. břitové těsnění bez prachovky (obr. 8.62 e).

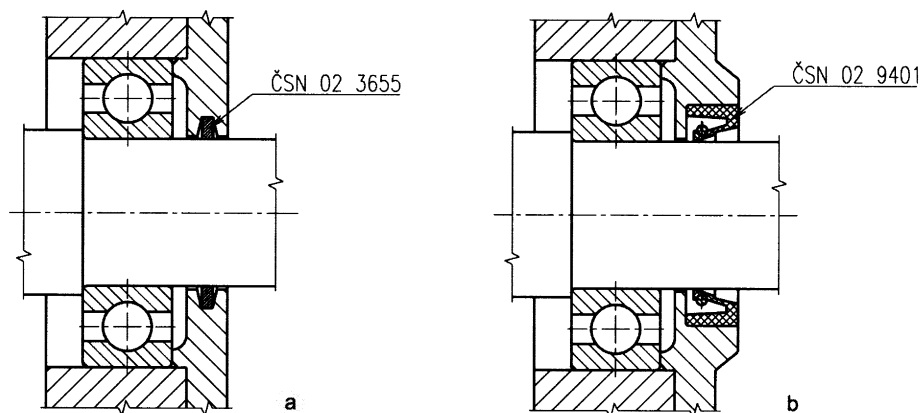


Obrázek č. 8.62, Zobrazení těsnění

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

G 10 – 22 – 8 NBR ČSN 02 9401.0

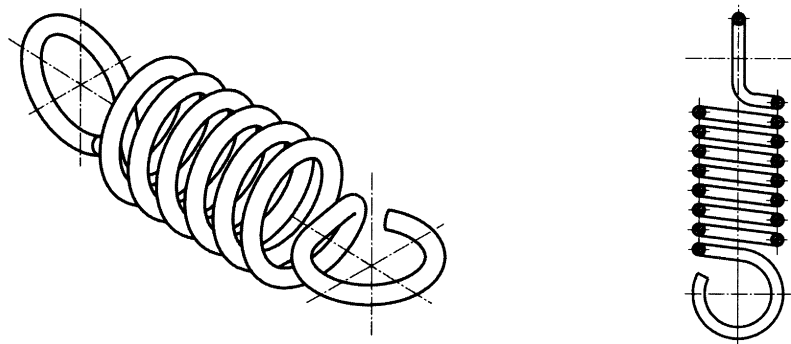
Na obr. 8.63 jsou uvedeny často používané způsoby těsnění ložiskového prostoru. Je to těsnění plstěným kroužkem (ČSN 02 3655) a hřídelovým těsnicím kroužkem (v provedení Gufero ČSN 02 9401).



Obrázek č. 8.63, Těsnění ložiskového prostoru

Pružiny

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



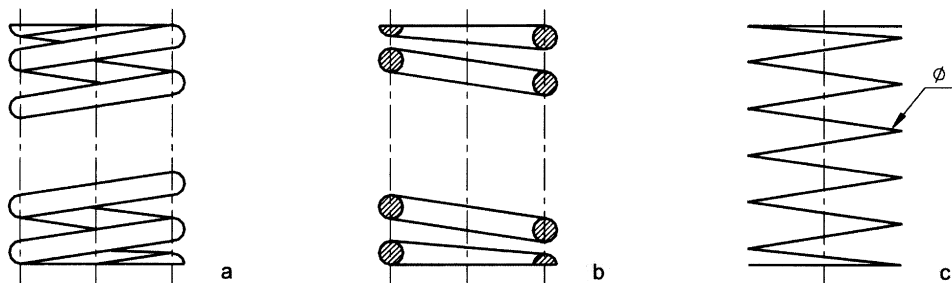
Obrázek č. 8.64, Válcová tažná pružina

Pro výrobu pružin se velmi často používá ocelový patentový drát ČSN 42 6450.2 (mechanické vlastnosti jsou vyjádřeny číslem za tečkou). Na málo a středně namáhané pružiny se užívá ocel 12 090 a legované oceli 13 251, 13 270. Na velmi namáhané pružiny je vhodná ocel 14 260, 15 260. Na pružiny v elektrotechnice a do vlhkého prostředí jsou určeny cínové bronzy 42 3016 a 42 3018.5 nebo mosaz 42 3213.5. Pryžové pružiny se zhotovují z pryží 62 2225 nebo 62 2226.

Zobrazení pružin

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

Na výrobních výkresech zobrazujeme pružiny vždy v nezátíženém stavu, na výkresech sestavení pak v takovém stavu, v jakém se zamontují. Na obr. 8.65 je zobrazena šroubovitá tlačná válcová pružina z drátu kruhového průřezu.

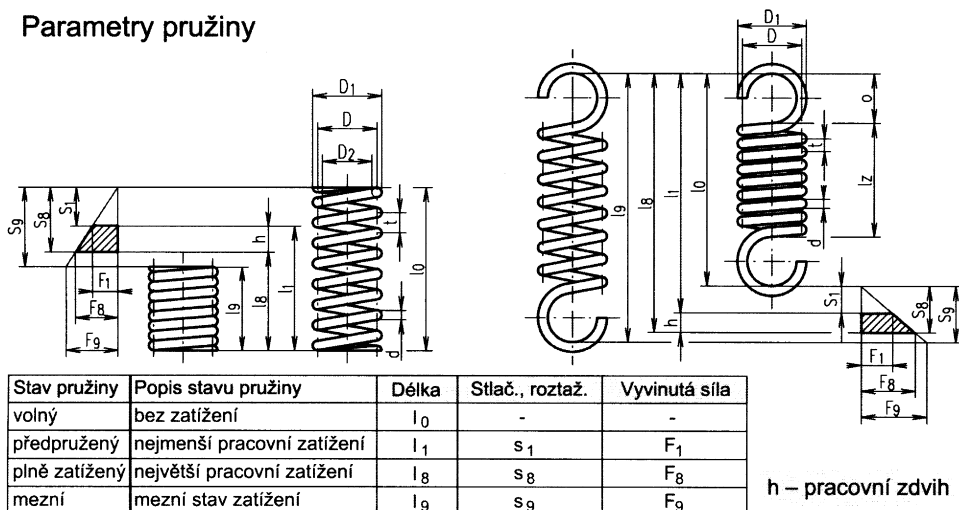


Obrázek č. 8.65, Možnosti zobrazení válcové tlačné pružiny

Výkresy pružin

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

Parametry pružiny



Obrázek č. 8.66, Parametry šroubovitě pružiny tlačné a tažné

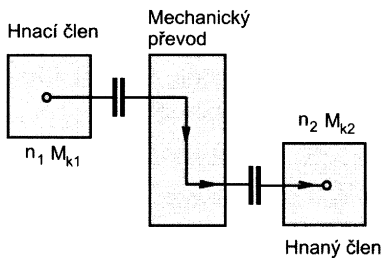
- Další údaje o pružině nutné pro výrobu a kontrolu formou tabulky nebo formou zápisu u popisového pole. Tabulka údajů se umísťuje v pravém horním rohu výkresu (obr. 8.93). Smysl vinutí šroubovice je buď PRAVÝ, angl. označení RH (Right Hand), nebo LEVÝ, angl. označení LH (Left Hand).
- Výkresový list a popisové pole upravené podle pravidel pro výkresy součástí.

Mechanické převody

Mechanické převody jsou spojovacím článkem mezi pohyblivými částmi strojů, které přenášejí a rozdělují energii přiváděnou z hnací části stroje na část pracovní. Hlavním důvodem, pro který se převody používají jako spojovací články ve strojních zařízeních, je úprava otáček hnaného členu a změna krouticího momentu. Přenášený výkon se zmenší o ztráty v převodu. Převody rozdělujeme podle změny výstupních otáček na:

- **Reduktory** – otáčky hnacího členu jsou nižší než otáčky hnaného, převodem dochází ke zvýšení krouticího momentu.
- **Multiplikátory** – otáčky hnacího členu jsou vyšší než otáčky hnaného, převodem dochází ke snížení krouticího momentu.

Základní charakteristikou každého mechanického převodu je **převodový poměr i** . Vyjadřuje poměr úhlové rychlosti hnacího členu (hnacího hřídele) k úhlové rychlosti členu hnaného (hnaného hřídele).



Pro ideální převod platí:

$$u = i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{M_{k2}}{M_{k1}}$$

u – převodové číslo
 i – převodový poměr

ω_1 – úhlová rychlost hnacího členu
 ω_2 – úhlová rychlost hnaného členu

n_1 – otáčky hnacího členu
 n_2 – otáčky hnaného členu

z_1 – počet zubů hnacího kola
 z_2 – počet zubů hnaného kola

d_1 – průměr roztečné kružnice hnacího kola

d_2 – průměr roztečné kružnice hnaného kola

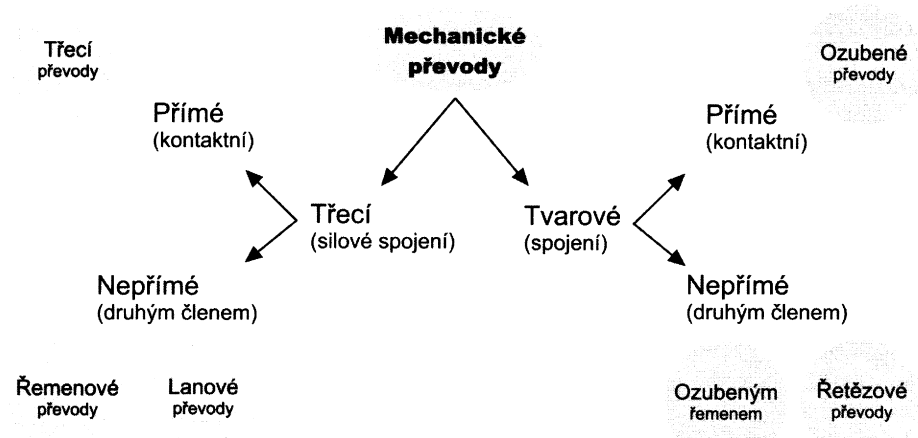
$M_{k1} M_{k2}$ – krouticí momenty

Obrázek 8.67, Charakteristika mechanického převodu

Převodový poměr může kolísat u převodů s třecím spojením vlivem prokluzu. Pro vyjádření určitosti tvarového spojení, tedy bez prokluzu, se pro ozubená soukolí používá **převodové číslo u** .

U mechanických převodů se k přenosu krouticích momentů a pohybů z hřídele hnacího na hřídel hnaný používá kol, která jsou spojena buď přímým kontaktním spojením, nebo nepřímo ohebným členem. Spojení může být v obou případech třecí nebo tvarové.

Podmínky pro volbu požadovaného typu převodu budou detailně probány ve vyšších ročnících studia.



Obrázek 8.68, Rozdělení mechanických převodů

Ozubené převody

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

- **Rovnoběžné** hřídele se spojují čelními ozubenými koly; kola mají tvar válců.
- **Různoběžné** hřídele se spojují kuželovými ozubenými koly s tvarem komolých kuželů.
- **Mimoběžné** se spojují šroubovými ozubenými koly; kola mají zpravidla tvar válců se zuby šroubovitě vinutými.

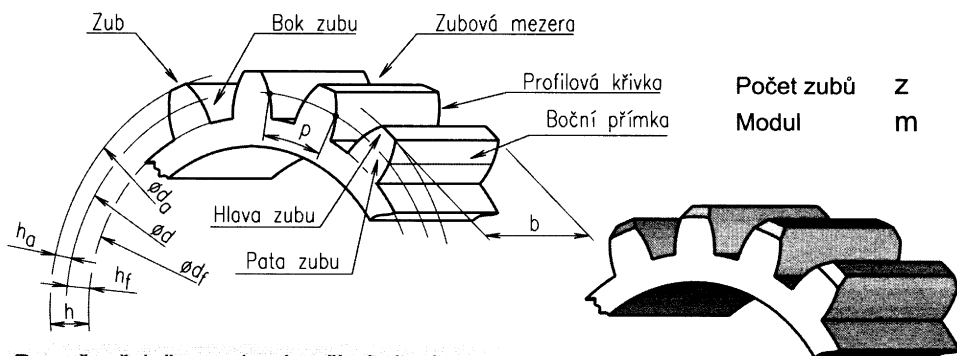
Volba uspořádání hřídelů a tím i tvaru ozubených kol je závislá na požadovaném převodovém poměru, konstrukčních požadavcích a rozmístění jednotlivých prvků v převodovce stroje.

Základní pojmy ozubení

U čelních kol s přímými zuby mají boky zubů tvar zakřivených ploch, které protínají čelní rovinu v profilových křivkách (nejčastěji evolventa). Roztečná kružnice dělí zub na hlavu a patu. Zubová mezera je část prostoru mezi dvěma protilehlými boky dvou sousedních zubů.

Veškeré rozměry ozubení se určují pomocí modulu. **Modul** je určen řadou podle ČSN 01 4608.

Při kreslení ozubených kol je nutné stanovit průměry roztečné, patní a hlavové kružnice. Tyto rozměry určují také výšku hlavy a paty zubu. Základní prvky charakteristiky ozubení jsou uvedeny na obrázku 8.69.



Počet zubů	Z
Modul	m

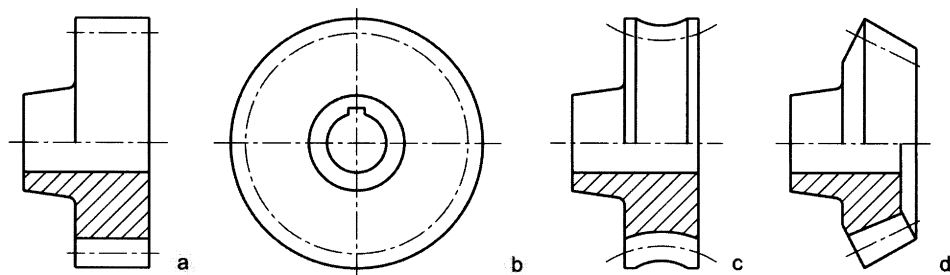
Rozměry čelního ozubení s přímými zuby

Průměr roztečné kružnice	$d = Z \cdot m$	Výška zubu	$h = h_a + h_f$	Šířka kola	$b = \psi \cdot m$
Průměr hlavové kružnice	$d_a = d + 2h_a$	Výška hlavy zubu	$h_a = m$	ψ – součinitel poměrné	
Průměr patní kružnice	$d_f = d - 2h_f$	Výška paty zubu	$h_f = 1,25 m$	šířky ozubení	

Obrázek 8.69, Základní parametry přímého čelního ozubení

Pravidla pro zobrazování ozubení

Při zobrazování ozubených kol existuje několik pravidel, která je nutné vždy dodržovat, tak aby byl výkres srozumitelný.



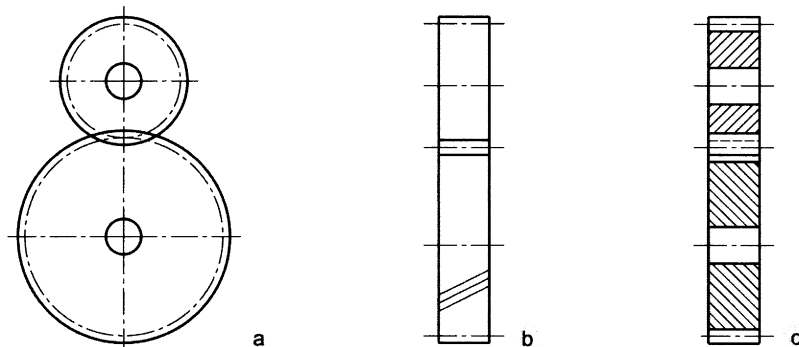
Obrázek 8.70, Zobrazování ozubených kol

Základní rozměry ozubení zobrazované na výrobním výkrese vychází z příslušných výpočtů. Zuby se nevykreslují (obr. 8.70 b) pouze tehdy, je-li to nutné pro zobrazení hraničních zubů, například u hřebene. Jednotlivé zuby pak kreslíme zjednodušeně pomocí oblouků kružnic, tvořící křivka se nemusí konstruovat.

Charakteristické rozměry ozubených kol se zobrazují:

- roztečná plocha (ve výkrese např. roztečná kružnice) čerchovanou tenkou čarou.
- hlavová plocha válcová, kuželová a globoidní (obr. 8.70 a,c,d) souvislou tlustou čarou.
- patní plocha se v pohledu nezobrazuje, pouze v osovém řezu se kreslí silnou čarou.

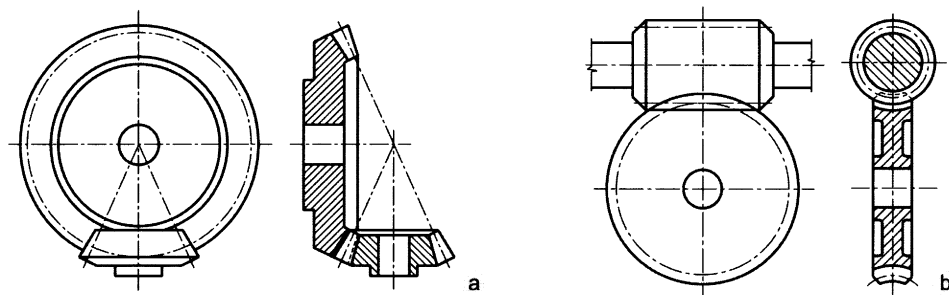
Pokud je nutné zobrazit rozměr patní plochy, je možné pro její zobrazení použít tenké souvislé čáry. Sklon zubů se zobrazuje názorně pomocí tří rovnoběžných tenkých čar (obr. 8.71 b, 8.94).



Obrázek 8.71, Zobrazení čelních soukolí v pohledu a řezu

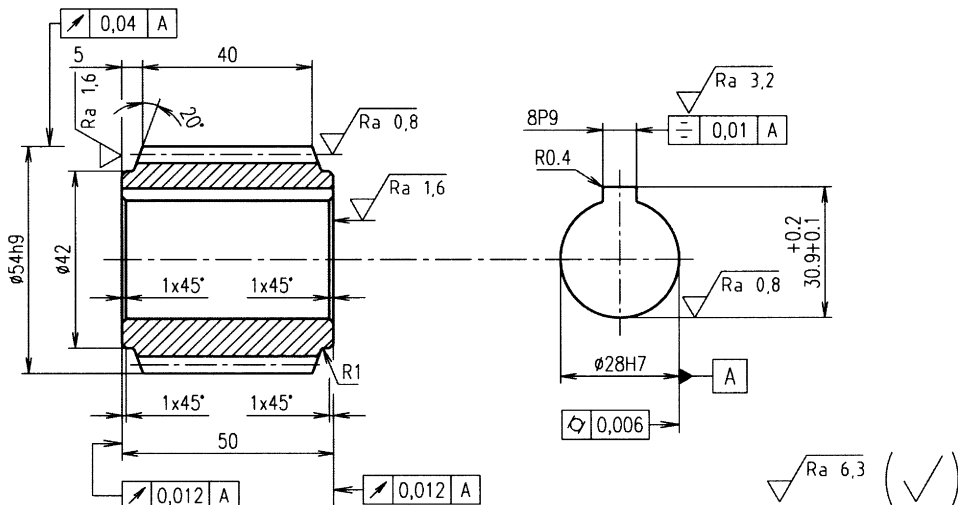
Při zobrazování ozubených kol ve společném záběru se kreslí kola v pohledu tak, jako by nebylo žádné zakryto (obr. 8.71 a,b).

Pokud je pro zobrazení kol v záběru použito řezu, zvolí se libovolné kolo jako viditelné a druhé se zobrazí v zákrytu tenkou čárkovanou čarou (neviditelnou hranou) (obr. 8.71 c).



Obrázek 8.72, Zobrazení kuželových a šnekových soukolí v pohledu a řezu

Kuželová a šneková kola v záběru můžeme zobrazit v zákrytu tak, že kolo, které je viditelné, zakrývá kolo v pozadí. Neviditelné hrany se nezobrazují (obrázek 8.72).



Obrázek 8.73, Ukázka kótování šneku

Tabulka údajů

Výrobní výkresy ozubení se doplňují tabulkou údajů, která obsahuje údaje pro výrobu a kontrolu, určené výpočtem parametrů ozubení. Tabulka se umísťuje v pravém horním rohu výkresu (obr. 8.94, 8.95).

Řetězové převody

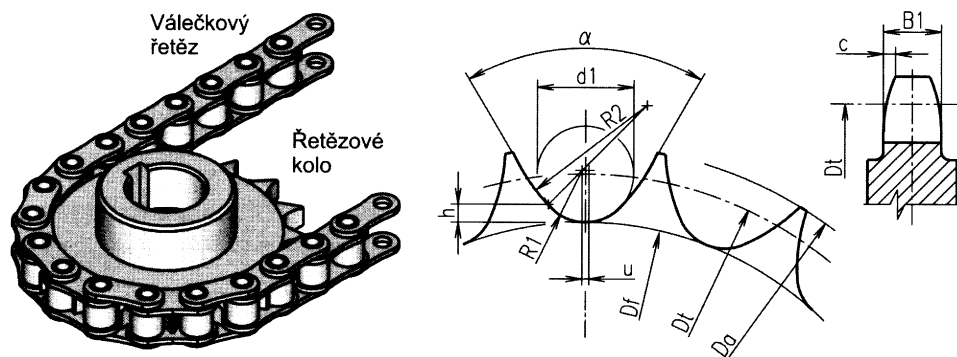
Hnací řetězy jsou normalizované součásti, jejichž tvar a rozměry jsou dány například normou ČSN 02 3311. Řetěz se na výkrese sestavení zobrazuje tenkou čerchovanou čarou navazující na roztečné kružnice řetězových kol se samostatným pozičním číslem.

V kusovníku uvedeme tvarové charakteristiky a rozměry řetězu příslušnou normou a jeho délka se uvede počtem článků nebo v metrech s přesností na milimetry.

Příklad:

Zapište označení jednořadého válečkového řetězu s 52 články, s roztečí $P=31,75$ mm a vnitřní šířkou $b_1=19,56$ mm spojeného jako nekonečný:

ŘETĚZ 52 ČLÁNKŮ 20 B-1 ČSN 02 3311.1



Obrázek 8.74, Základní parametry drážky pro válečkový řetěz

Pravidla pro zobrazování řetězových kol

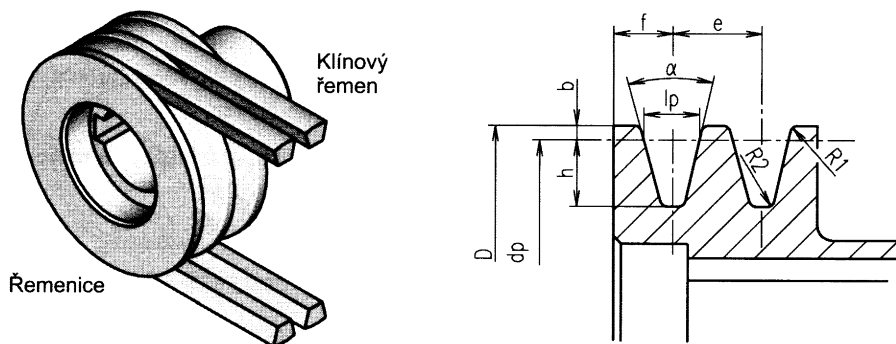
Řetězová kola se zobrazují na výrobních výkresech v úplném nebo částečném řezu. Výrobní výkresy řetězových kol se doplňují obdobně jako u ozubení tabulkou údajů, která obsahuje údaje pro výrobu a kontrolu, určené výpočtem parametrů řetězového kola. Tabulka se umísťuje obdobně jako tabulka parametrů ozubení, viz obrázek 8.96.

Řemenové převody

Drážky pro klínové řemeny jsou normalizovány normou ČSN 02 3180. Řemenice se zpravidla zobrazuje na výrobním výkrese v řezu, obrázek 8.97. Nad popisové pole se umísťuje poznámka charakterizující věnec řemenice:

VĚNEC ŘEMENICE 200 – A – 3 ČSN 02 3180

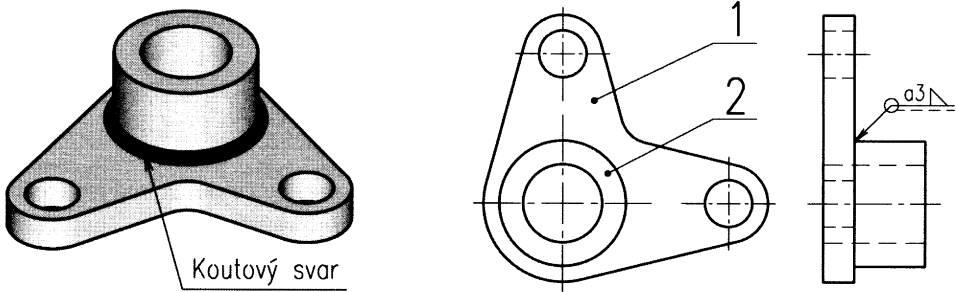
Řemeny se zapisují do kusovníku rozměrem a číslem normy.



Obrázek 8.75, Základní parametry drážky pro klínový řemen

Svarové spoje

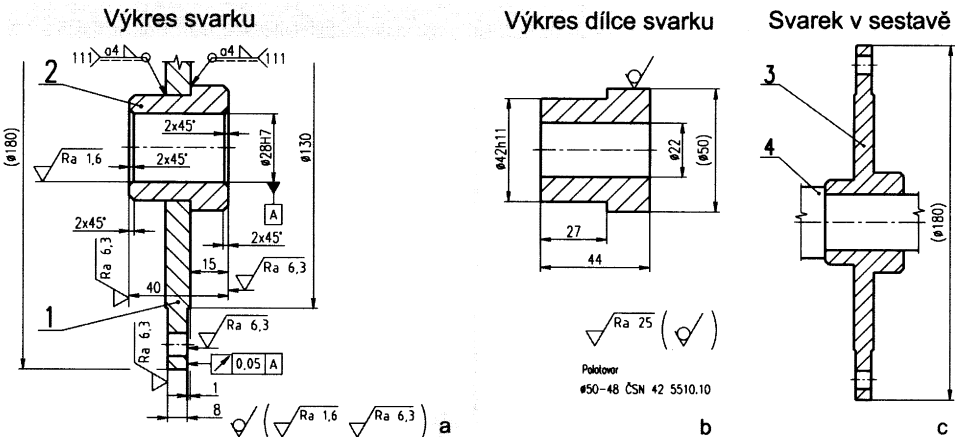
Svařování patří mezi moderní způsoby výroby nerozebíratelných spojů a dnes často nahrazuje nýtování, odlévání a kování. Svařování je spojování vhodně připravených dílců ze svařitelných materiálů v jeden celek, tzv. **svarek**. Všechny funkční plochy (ozubení, díry, drážky atd.) se obrábějí až po svaření a případném vyžihání k odstranění vnitřního pnutí svarku.



Obrázek č. 8.76, Příklad svarku s koutovým svarem

Výkresy svarků

Provedení výkresové dokumentace svarku závisí na počtu vyráběných kusů, způsobu výroby a složitosti svarku. U běžných součástí se kreslí jeden **výkres svarku pro svařování a obrábění** (obr. 8.77 a), který je doplněn o výkresy jednotlivých dílců svarku (obr. 8.77 b). V hromadné, sériové výrobě a u složitějších svarků se mohou kreslit výkresy dva, **výkres svarku pro svařování** a **výkres svarku pro obrábění**.



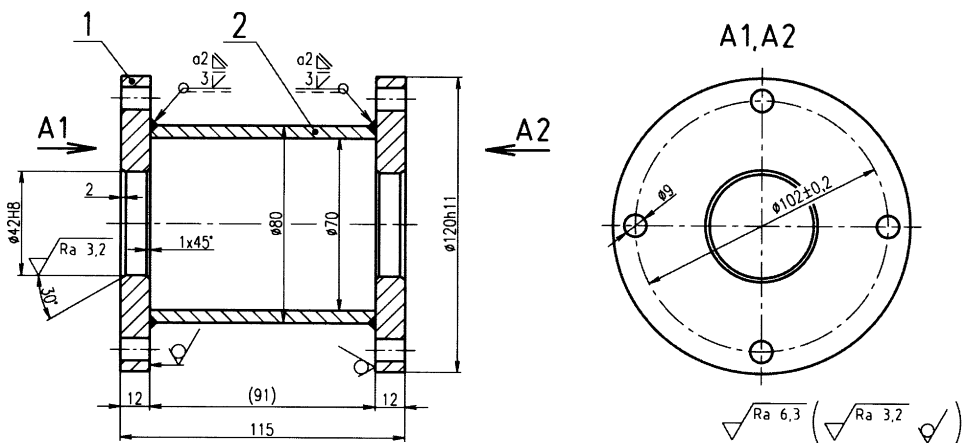
Obrázek č. 8.77, Kreslení svarku

Výkres svarku pro svařování a obrábění (obr. 8.98) obsahuje:

- Zobrazení a kótování po úplném dokončení (obrobení). Pokud je účelné kótovat některé rozměry zhotovené před svařením, uvedou se jako informativní v závorce.
- Strukturu povrchu, popřípadě geometrické tolerance.
- Čísla položek (pozic) jednotlivých dílců.
- Údaje pro svařování.
- Vyplněné popisové pole. Nad ním, popřípadě samostatně se vypracuje seznam položek (kusovník).
- Tepelné zpracování, čištění, nátěr, celkovou délku svarů apod. v technických požadavcích nad popisovým polem.

Místa styku jednotlivých dílců svarku se kreslí tlustou souvislou čarou. Pokud jsou jednotlivé části svarku zobrazeny na výrobním výkrese v řezu, použijeme při šrafování sousedních dílů obráceného sklonu šraf. Na výkrese sestavení montážní jednotky považujeme svarek za jeden celek, je označen jedním číslem položky, zobrazen bez údajů o svarech a šrafován průběžně jedním směrem (obr. 8.77 c).

V kusové výrobě se velmi často používá tzv. **svařovací sestavení**, které obsahuje údaje pro výrobu jednotlivých dílců, údaje pro jejich svaření a následné obrábění (obr. 8.78, 8.99).

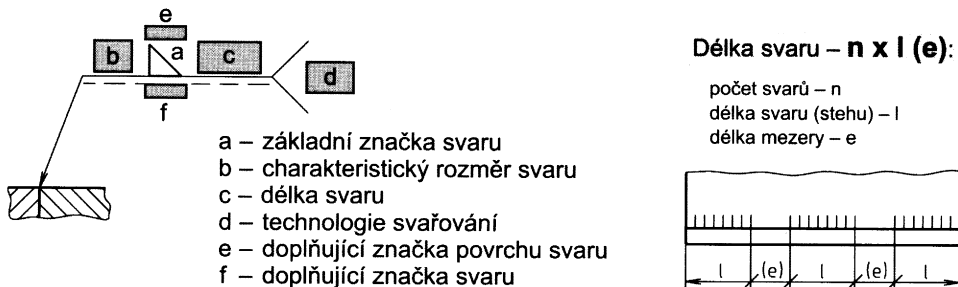


Obrázek č. 8.78, Svařovací sestavení

Svary se na výkrese označují pomocí odkazové čáry. V technické praxi se však často pro zvýšení názornosti i zobrazují (obr. 8.78). Je-li to nutné, může se svar detailně prokreslit a zobrazit úprava svarových ploch.

Značení svarů

Značení svarů na technických výkresech určuje norma ČSN EN 22553 (01 3155). Označení svaru se umísťuje na praporek odkazové čáry (obr. 8.79). Praporek se přednostně kreslí vodorovně, svisle pouze při nedostatku místa. Praporek tvoří souvislá čára a s ní rovnoběžná čárkovaná čára, která určuje umístění svaru.



Obrázek č. 8.79, Označení svarů

Odkazovou čáru a všechny značky svaru zapisujeme na výkrese tenkou čarou. Rozměry značek jsou odvozeny od velikosti použitého písma h (obr. 8.82). Úplné označení svaru obsahuje:

- Základní značku svaru (obr. 8.80). Značka je vždy provedena tak, aby svým tvarem charakterizovala geometrii svaru.
- Charakteristický rozměr svaru v příčném průřezu (obr. 8.87).
- Délku svaru. U průběžného svaru je l celková délka svaru. U přerušovaného svaru je l délka stehu (obr. 8.79). Není-li délka svaru v označení uvedena, předpokládá se svar po celé délce spojovaných dílců.
- Technologii výroby svařované součásti, zapsané ve vidlici na konci praporku (tab. 14, obr. 8.98).
- Doplňující značky tvaru povrchu svaru a doplňující značky dalších údajů o provedení (obr. 8.81), např. přivařená podložka apod.

Svar	Zobrazení	Značka	Svar	Zobrazení	Značka	Svar	Zobrazení	Značka
I			W		W	švový		
V		∨	U		У	bodový		○
1/2 V		∨	1/2 U		У	děrový		□
Y		Y	lemový		У	oblý V		У
1/2 Y		У	koutový		У	oblý 1/2 V		У

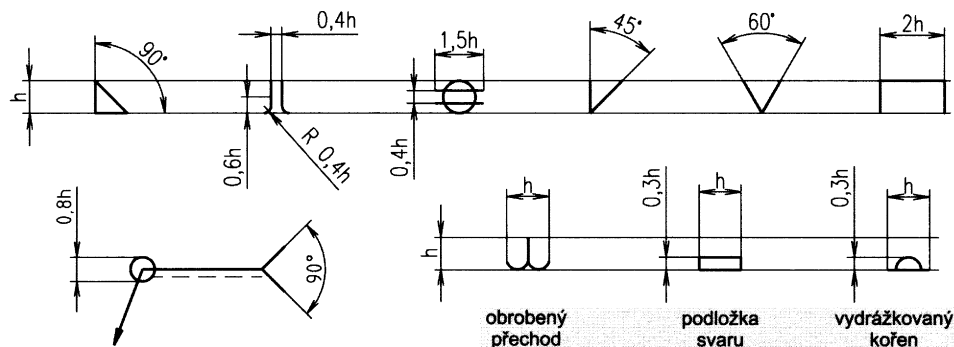
Obrázek č. 8.80, Základní značky svarů

Název	Značka	Název	Značka
Plochý svar	—	Obrobené přechody svaru	
Převýšený svar		Přivařená podložka	
Vydutý svar		Odnímatelná podložka	

Obrázek č. 8.81, Doplňující značky svarů

Základní značky i základní značky s doplňujícími značkami (obr. 8.78) se mohou vzájemně kombinovat. V případě, že by kombinace značek byla příliš složitá a nesrozumitelná, je možné na výkrese požadovaný tvar svaru zobrazit pomocí vnesené podrobnosti v požadovaném měřítku.

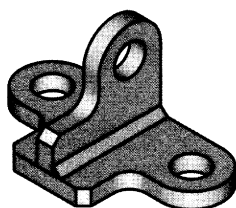
Svar se na výkrese svarku označuje jenom jednou, a to v tom obraze, kde je to nejnázornější.



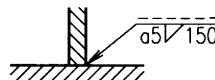
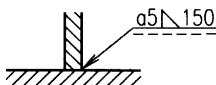
Obrázek č. 8.82, Rozměry značek svarů

Značky svarů umísťujeme v závislosti na poloze svaru na svařované součásti a umístění šipky odkazové čáry:

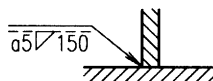
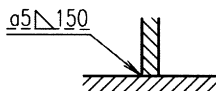
- Svar je proveden na přilehlé straně šipky – základní značku kreslíme na praporku odkazové čáry kreslené tenkou souvislou čarou.
- Svar je proveden na protilehlé straně šipky – základní značku kreslíme na praporku odkazové čáry kreslené tenkou čárkovanou čarou.
- Základní značka i text mohou být uvedeny jak nad čarou, tak pod čarou, ale vždy v poloze přilehlé k čáře odpovídající přilehlé (souvislá čára) nebo protilehlé (čárkovaná čára) straně umístění svaru (obr. 8.83, 8.84).



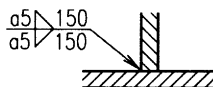
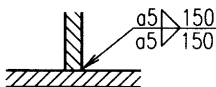
Svar na straně šipky



Svar na straně protilehlé šipce

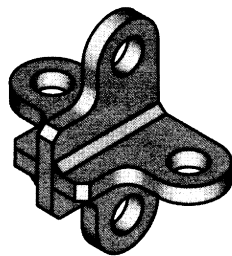


Značení souměrných svarů

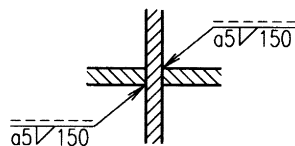
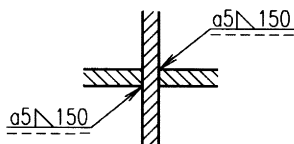


Obrázek č. 8.83, Polohy značky svaru

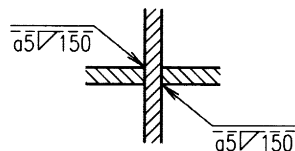
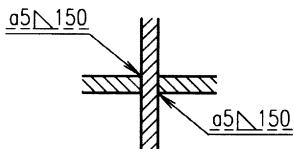
Výjimku tvoří značení svarů provedených souměrně z obou stran. V tomto případě se čárkovaná čára označující protilehlou stranu svařované součásti nekreslí a značky obou svarů se umísťují na společnou odkazovou čáru (obr. 8.83).



Svar na straně šipky

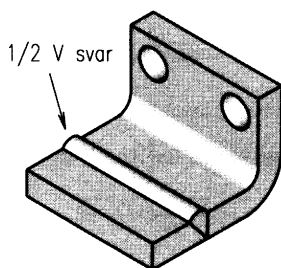


Svar na straně protilehlé šipky

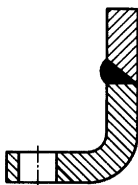


Obrázek č. 8.84, Kombinace značek svarů

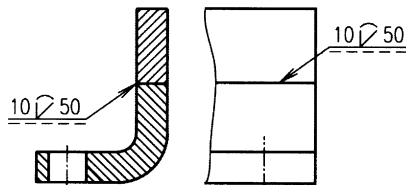
U svarů, kde je upravena jedna ze stykových ploch, směřuje šipka odkazové čáry vždy proti této upravené ploše (obr. 8.85).



Zobrazení svaru

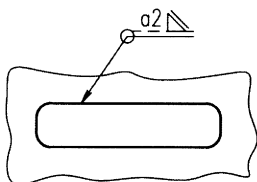


Značení svaru

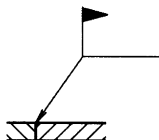


Obrázek č. 8.85, Značení svaru s upravenou stykovou plochou

Svar provedený po obvodu se označí malou kružnicí ve zlomu odkazové čáry (obr. 8.86 a). Montážní svar se označí vlajčkou ve zlomu odkazové čáry (obr. 8.86 b).



a



b

Obrázek č. 8.86, Značení obvodového a montážního svaru

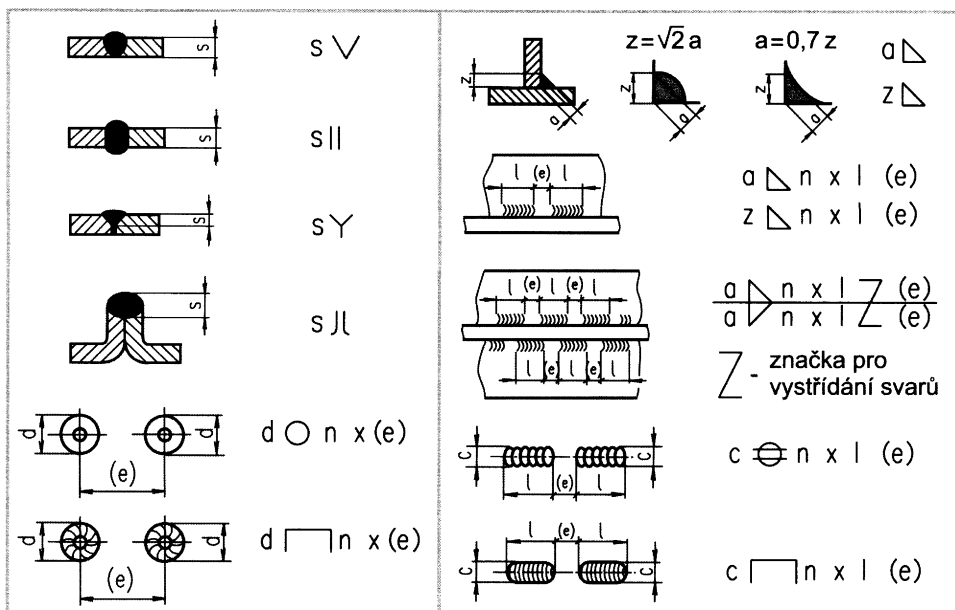
Při návrhu svaru je nutné stanovit tvar svaru a jeho rozměry. Tvar svaru se volí s ohledem na geometrickou charakteristiku svařovaných dílců. Rozměr svaru je určen požadavky na pevnost

spoje a tloušťkou svařovaných materiálů. Doporučené rozměry svarů uvádí norma ČSN EN 29692 a naleznete je v tabulkách.

Rozměry svarů

Rozměry se uvádí na praporku na odkazové čáře v pořadí:

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



Obrázek č. 8.87, Předepisování rozměrů svarů

Pro svařování můžeme použít celé řady svařovacích metod. Na výkrese se požadovaná metoda připojuje za vidlici odkazové čáry. Pokud je svařovací metoda platná pro všechny svary na výkrese, uvede se v technických požadavcích nad popisovým polem.

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

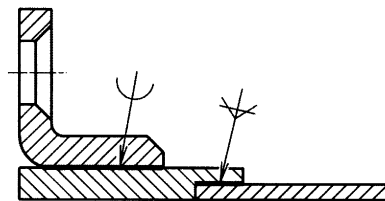
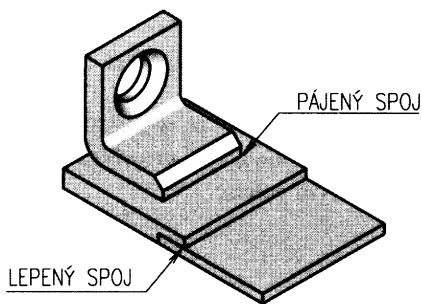
Tabulka č. 12, Vybrané svařovací metody

Pájené a lepené spoje

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

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

ČSN 013152 Technické výkresy – Zjednodušené zobrazování nerozebíratelných spojů doporučuje kreslit pájené a lepené spoje na technických výkresech velmi tlustou čarou. Pokud nakreslíme tenkou čáru 0,35mm a tlustou čáru 0,7mm, bude velmi tlustá 1,4mm.

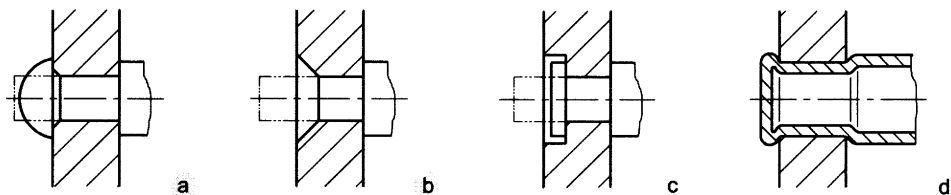


Obrázek 8.88, Značení pájených a lepených spojů

Nýťované konstrukce

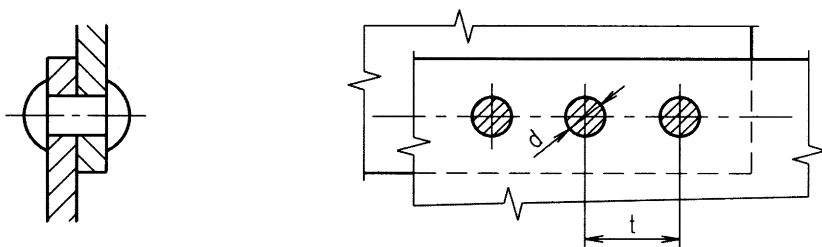
Nýťové spojení patří mezi spojení nerozebíratelná. Můžeme je rozdělit na přímé a nepřímé. Přímé nýťování vzniká roznýťováním konce jedné ze spojovaných součástí (obr. 8.89). Nepří-

mé nýtování vznikne roznýtováním konců nýtů vložených do průchozích děr ve spojovaných součástech (obr. 8.90).



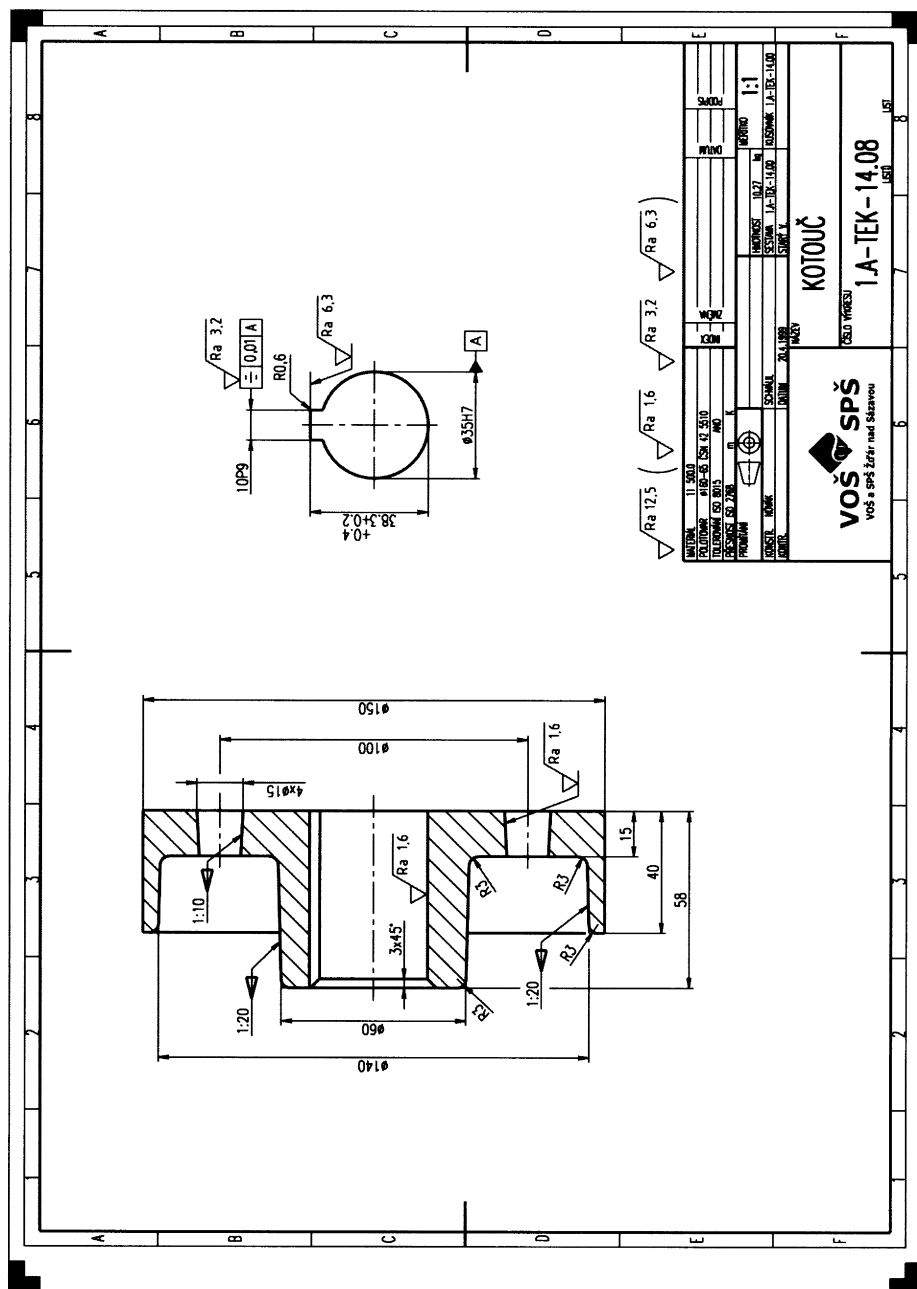
Obrázek č. 8.89, Nýtování přímé

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

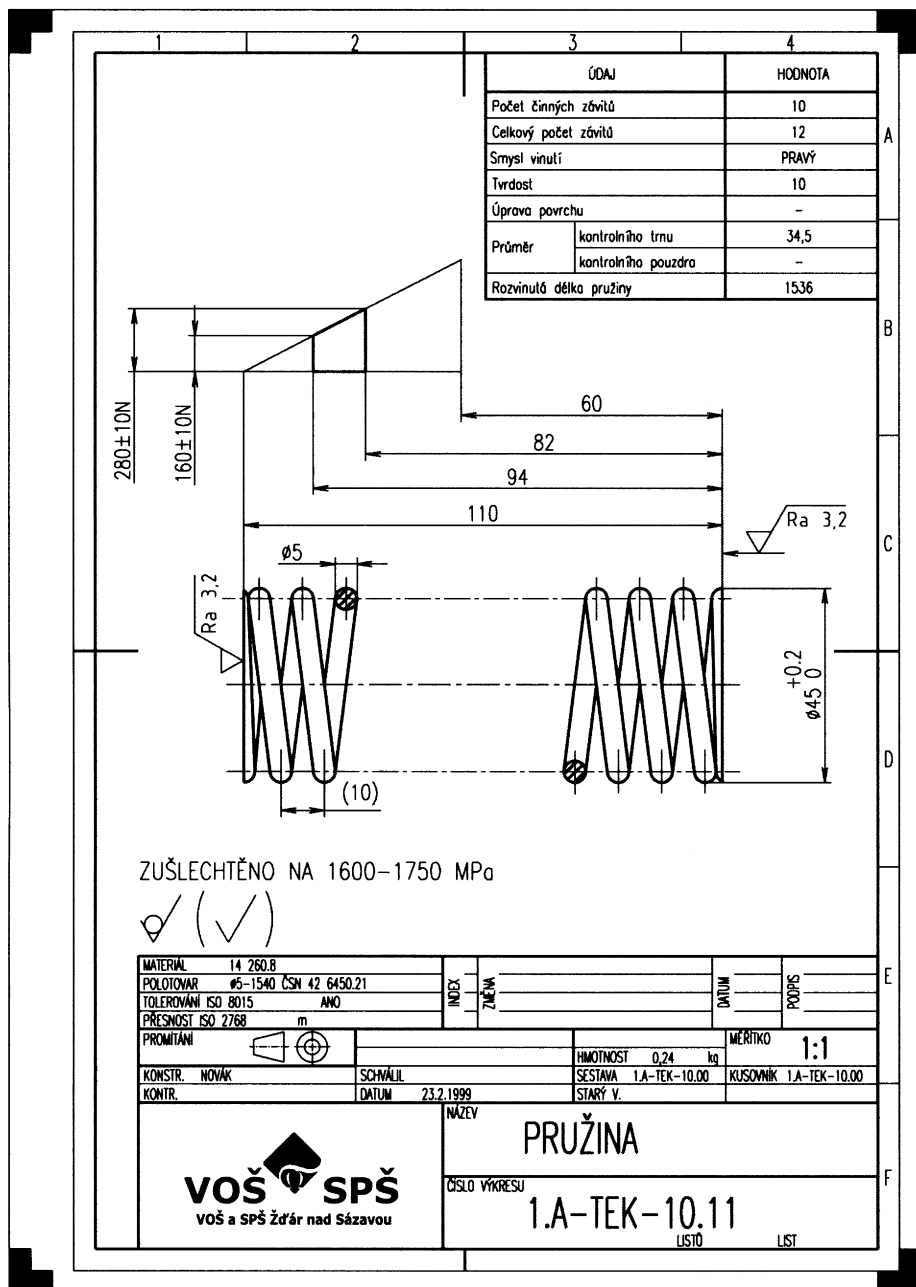


Obrázek č. 8.90, Nýtování nepřímé

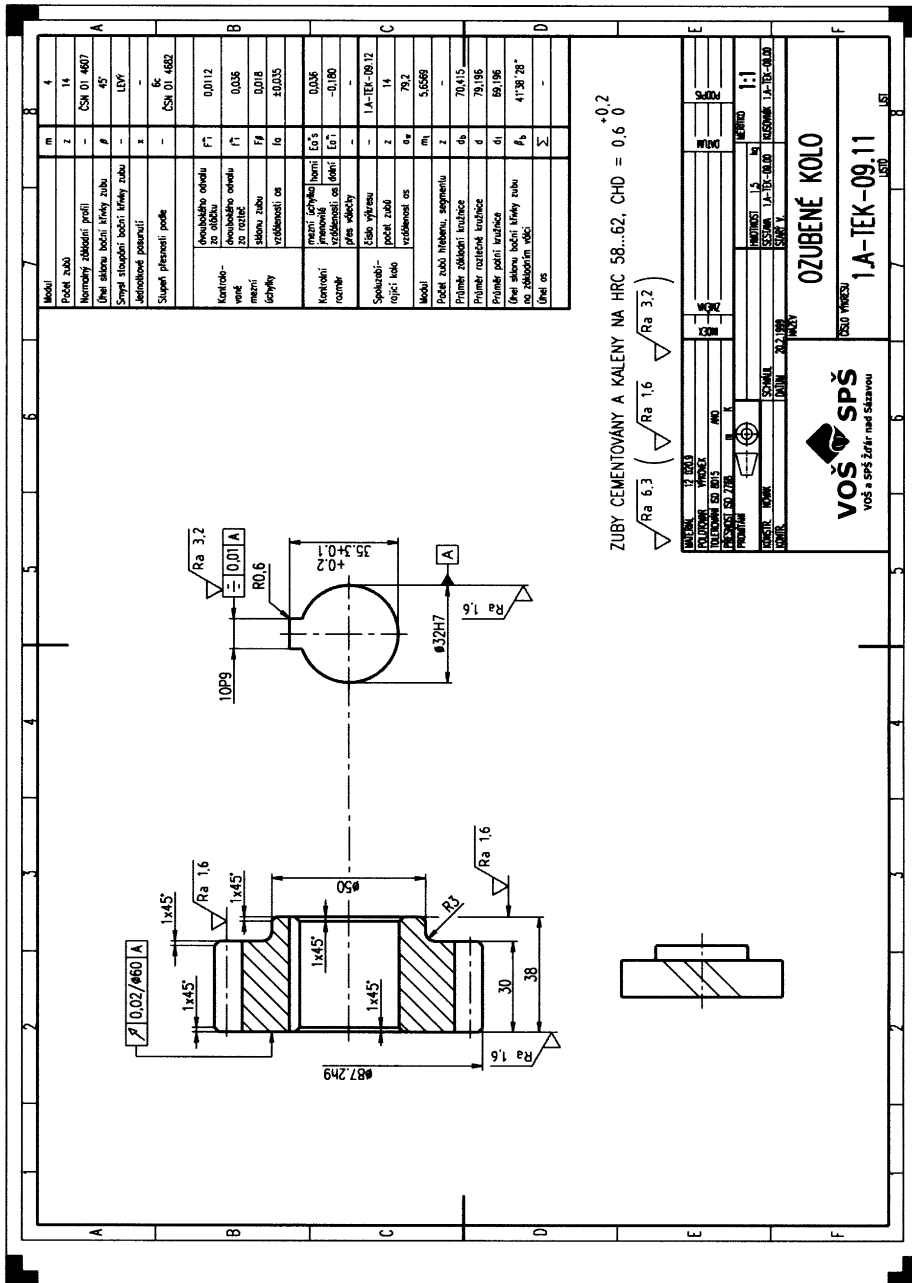
[illegible]



Obrázek č. 8.92, Výrobní výkres kotouče spojky



Obrázek č. 8.93, Výkres pružiny



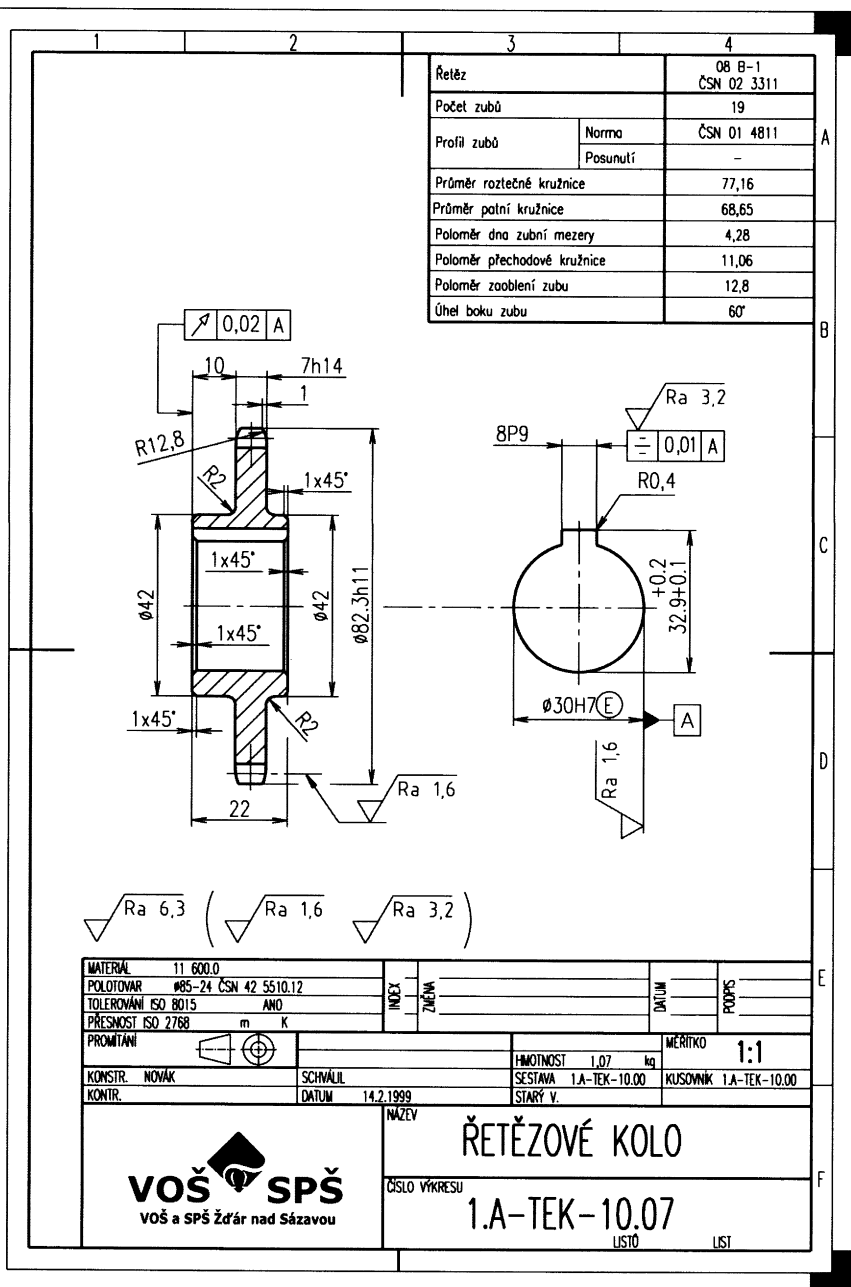
Obrázek 8.94, Výrobní výkres ozubeného kola

Modul	m	1
Počet zubů	z	2
Normální základní profil	–	3
Úhel sklonu boční křivky zubu	β	4
Smysl stoupání boční křivky zubu	–	5
Jednotkové posunutí	x	6
Stupeň přesnosti podle	–	7
Kontrolovaná mezní úchyly	8 dvoubokého odvalu za otáčku	F''_i
	dvoubokého odvalu za rozteč	f''_i
	sklonu zubu	$F\beta$
	vzdálenosti os	f_a
Kontrolní rozměr	9 mezní úchylna jmenovité vzdálenosti os	horní Ea''_s
		dolní Ea''_i
	přes válečky	–
Spoluzabírající kolo	10 číslo výkresu	–
	počet zubů	z
	vzdálenost os	a_w
Modul	m_t	
Počet zubů hřebenu, segmentu	z	
Průměr základní kružnice	d_b	
Průměr roztečné kružnice	d	
Průměr potní kružnice	d_f	
Úhel sklonu boční křivky zubu na základním válci	β_b	
Úhel os	Σ	

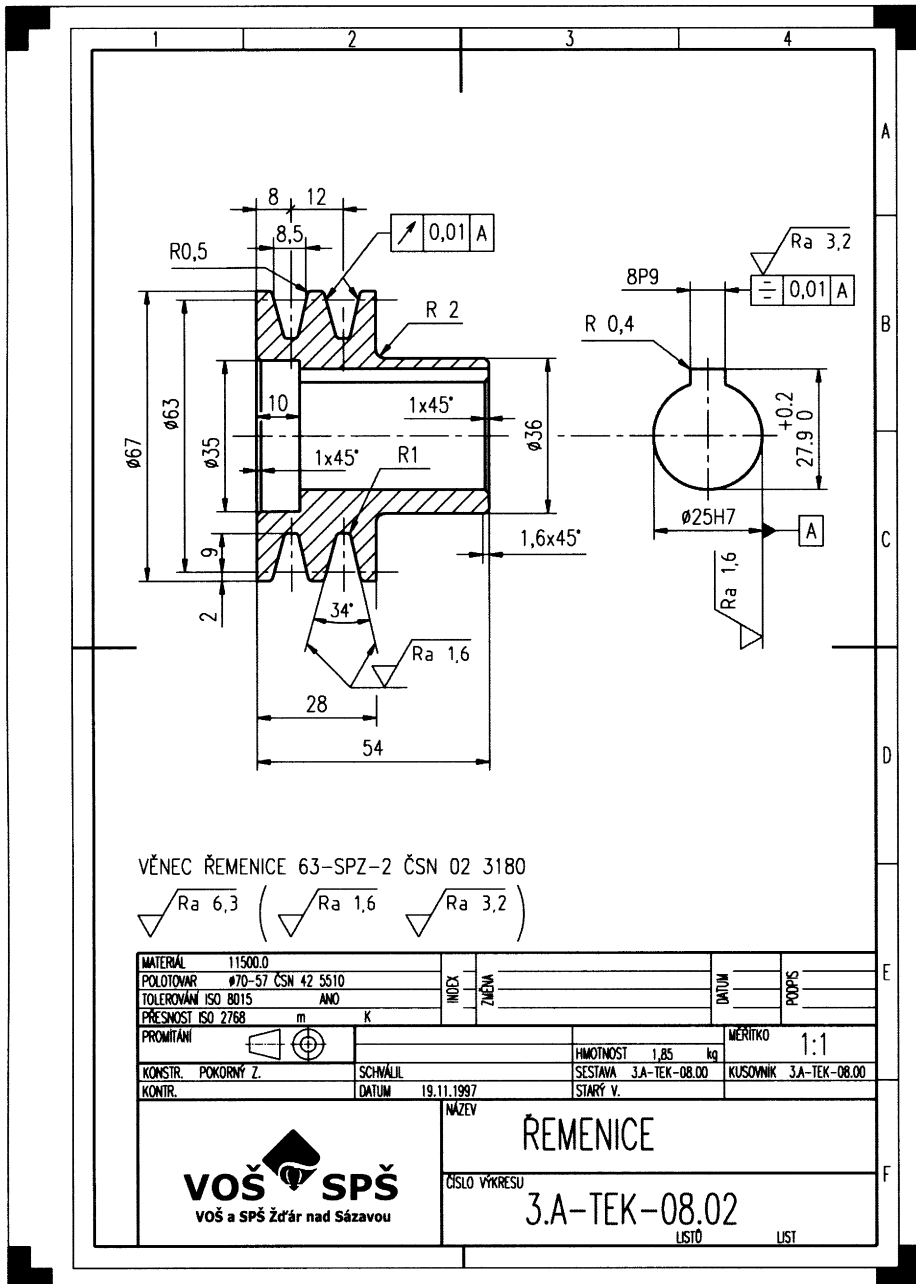
1. zapíšeme vypočtený a zvolený modul podle ČSN 01 4608
2. počet zubů zapíšeme v závislosti na převodovém čísle
3. zapíšeme odkaz na normu ČSN 01 4607
4. zapíšeme zvolený úhel sklonu boční křivky zubu
5. zapíšeme slovem PRAVÝ nebo LEVÝ
6. zapíšeme u korigovaného soukolí
7. zapíšeme dle tabulek, např. 7d ČSN 01 4682
8. u kontrolovaných mezních úchylek určíme, o jaké rozměry jde, a zapíšeme číselné údaje vyhledané v ČSN 01 4682
9. pokud kontrolní rozměr uvedeme, postupujeme podle ČSN 01 4682
10. zapíšeme údaje o spoluzabírajícím kole



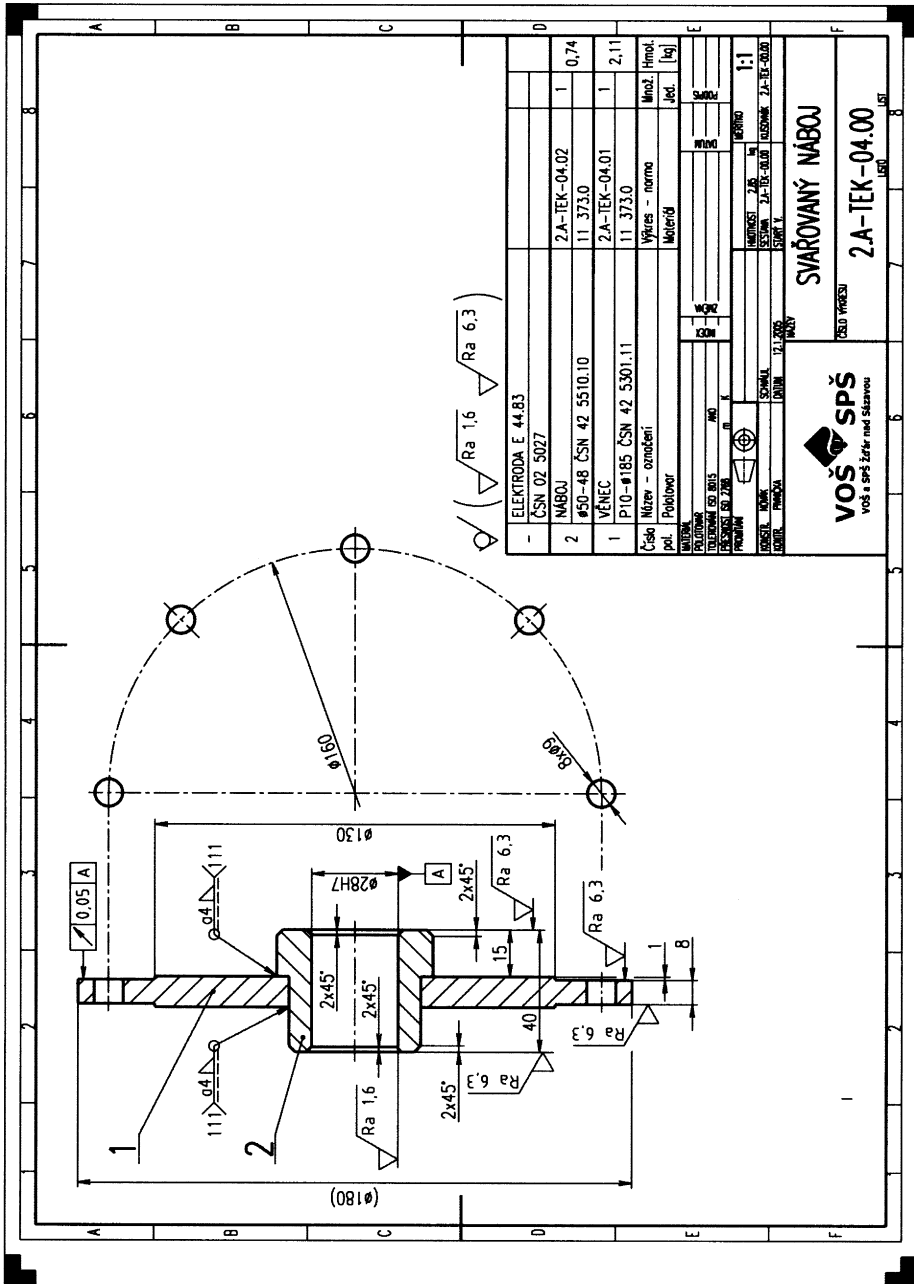
Obrázek 8.95, Tabulka údajů ozubení



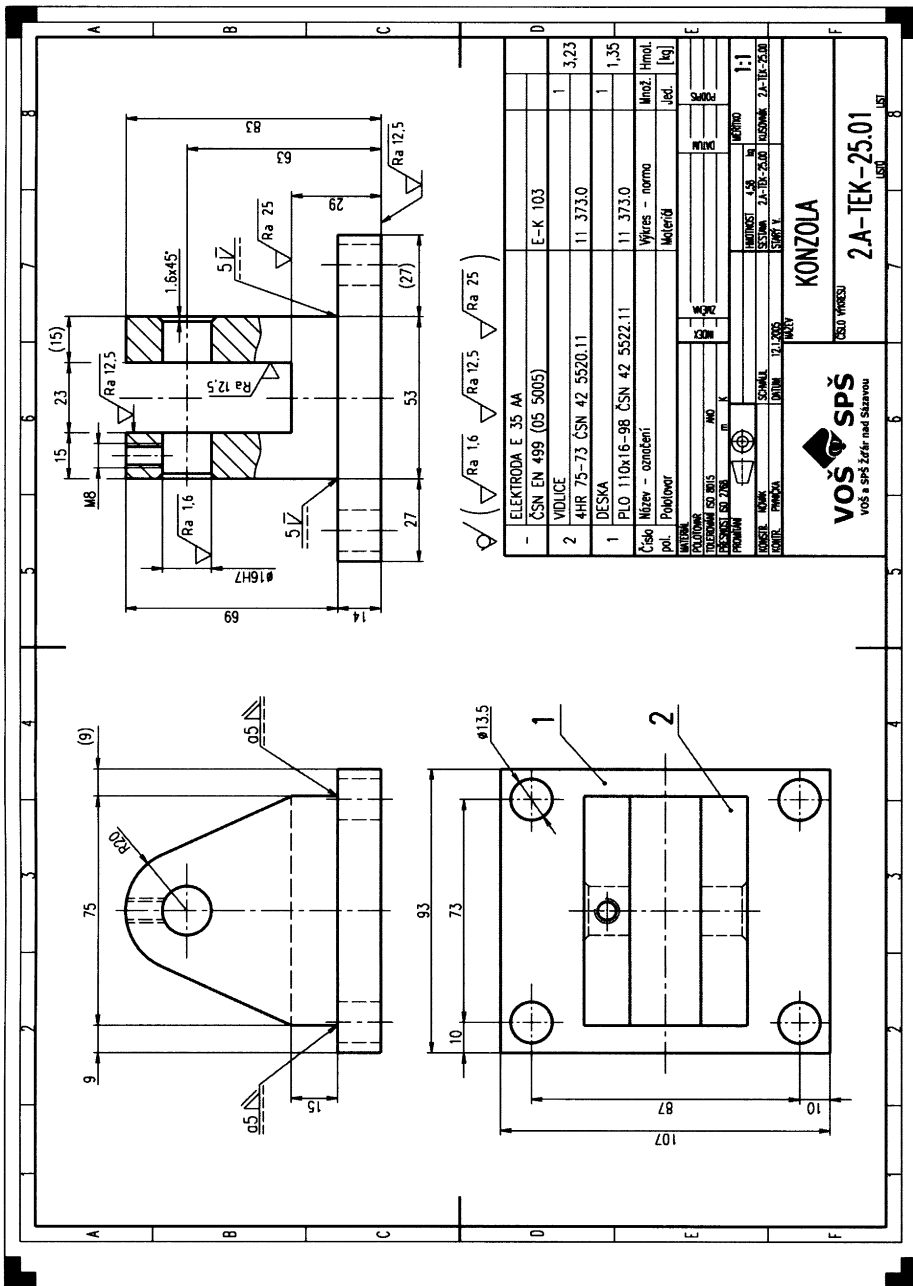
Obrázek 8.96, Výrobní výkres řetězového kola



Obrázek 8.97, Výrobní výkres řemenice pro klínový řemen



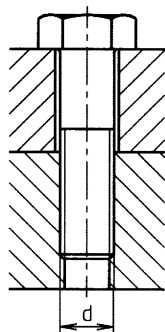
Obrázek 8.98, Výkres svařovaného náboje



Obrázek 8.99, Svařovací sestavení konzoly

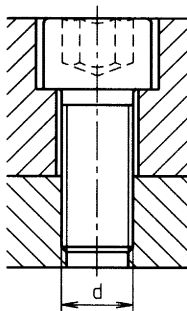
Otázky a cvičení:

1. Nakreslete a zakótujte šroubová spojení (obr. 8.100 a,b). Jednotlivé součásti označte čísla položek (pozic). U nenormalizovaných součástí a prvků nezadané rozměry zvolte, u normalizovaných je vyhledejte v příslušných normách.



Spojení šroubem se šestihrannou hlavou zašroubovaným do odlitku ze slitiny lehkých kovů. Hloubka zašroubování je rovna dvojnásobku průměru šroubu.

a



Spojení šroubem s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem zašroubovaným do součásti z oceli. Hloubka zašroubování je rovna průměru šroubu.

b

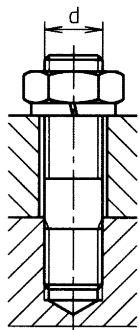


Zadání cvičení

Číslo úlohy	d
1	M8
2	M10
3	M12
4	M16
5	M20
6	M24
7	M30
8	M36

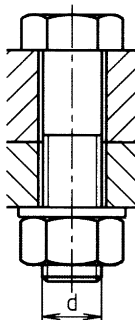
Obrázek č. 8.100, Šroubové spoje – cvičení

2. Nakreslete a zakótujte šroubová spojení (obr. 8.101 a,b). Jednotlivé součásti označte čísla položek (pozic). U nenormalizovaných součástí a prvků nezadané rozměry zvolte, u normalizovaných je vyhledejte v příslušných normách.



Spojení závrtným šroubem zašroubovaným do odlitku z litiny se šestihrannou maticí pojištěnou pružnou podložkou. Hloubka zašroubování je rovna asi 1,25 průměru šroubu.

a



Spojení šroubem se šestihrannou hlavou volně procházejícím dírami v obou spojovaných deskách. Spoj je zajištěn šestihrannou maticí s podložkou.

b



Zadání cvičení

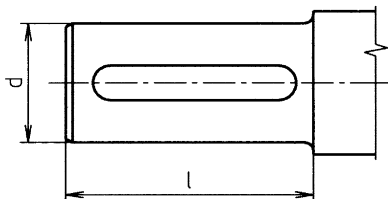
Číslo úlohy	d
1	M8
2	M10
3	M12
4	M16
5	M20
6	M24
7	M30
8	M36

Obrázek č. 8.101, Šroubové spoje – cvičení

3. Zakótujte a doplňte zobrazení drážky pro pero těsné (ČSN 02 2562) na válcové ploše hřídele. Délku a polohu pera zvolte podle ČSN 01 4990.

1
32

Zadání
cvičení



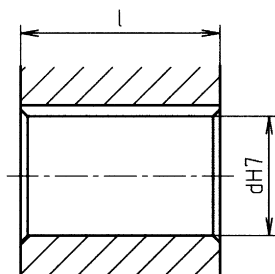
Číslo úlohy	d	l	Číslo úlohy	d	l
1	8	20	9	25	42
2	10	23	10	28	60
3	12	25	11	32	58
4	14	30	12	35	80
5	16	40	13	40	82
6	18	28	14	50	110
7	20	36	15	60	105
8	22	50	16	70	140

Obrázek č. 8.102, Drážka pro pero na hřídeli – cvičení

4. Zakótujte a doplňte zobrazení drážky pro pero těsné (ČSN 02 2562) v náboji ozubeného kola.

1
32

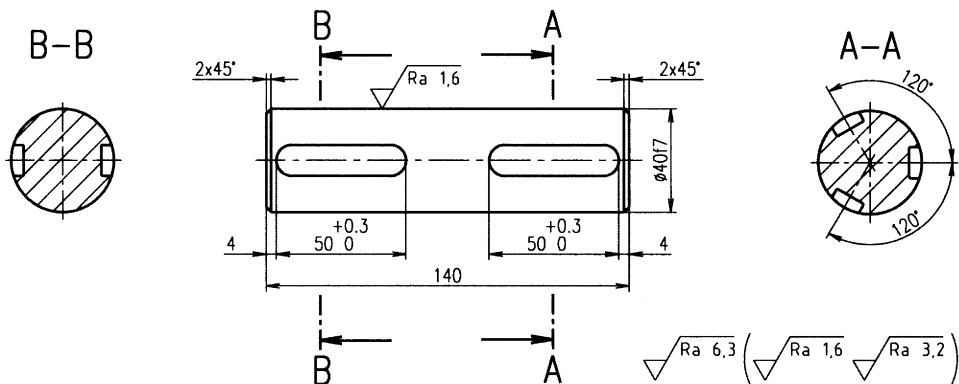
Zadání
cvičení



Číslo úlohy	d	l	Číslo úlohy	d	l
1	8	20	9	25	42
2	10	23	10	28	60
3	12	25	11	32	58
4	14	30	12	35	80
5	16	40	13	40	82
6	18	28	14	50	110
7	20	36	15	60	105
8	22	50	16	70	140

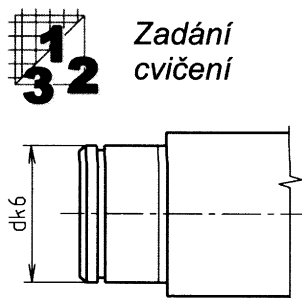
Obrázek č. 8.103, Drážka pro pero v náboji – cvičení

5. Nakreslete výkres spojovací hřídele (obr. 8.104) a v zobrazených řezech doplňte kóty drážek pro pera těsná. Zapište strukturu povrchu.

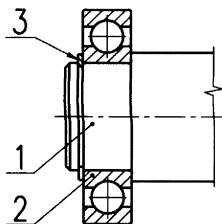


Obrázek č. 8.104, Spojovací hřídel – cvičení

6. Zakótujte drážku pro pojistný kroužek (ČSN 02 2930) pro axiální pojištění valivého ložiska na hřídeli (pozice 1).



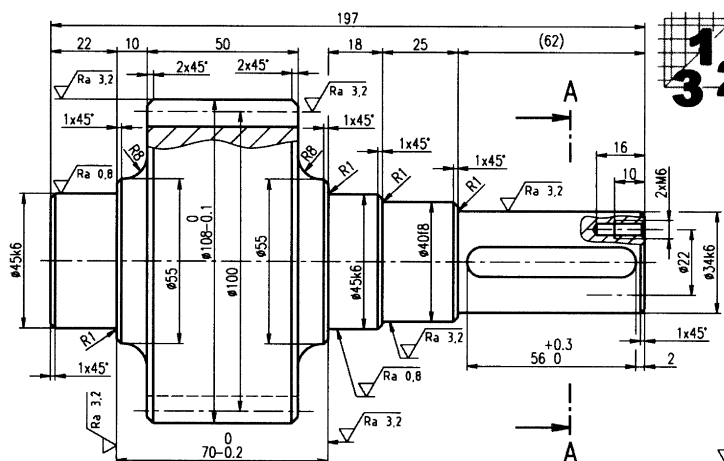
**Zadání
cvičení**



Číslo úlohy	Ložisko	Číslo úlohy	Ložisko
1	6004	9	6206
2	6006	10	6208
3	6007	11	6209
4	6008	12	6210
5	6201	13	6303
6	6203	14	6307
7	6204	15	6308
8	6205	16	6310

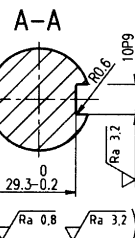
Obrázek č. 8.105, Drážka pro pojistný kroužek – cvičení

7. Nakreslete výrobní výkres pastorku (obr. 8.106) s čelním ozubením s přímými zuby. Pro výpočet ozubení použijte tabulkové hodnoty počtu zubů z a modulu m .



**Zadání
cvičení**

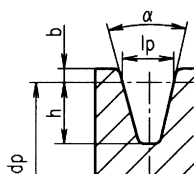
Číslo úlohy	z	m
1	25	4
2	22	4
3	20	5



Obrázek č. 8.106, Pastorek – cvičení

8. Nakreslete výrobní výkres řemenice dle parametrů zadaných na obr. 8.107. Pro práci využijte výrobních výkresů (obr. 8.97 a obr. 9.9). Průměr díry s drážkou pro pero volte.

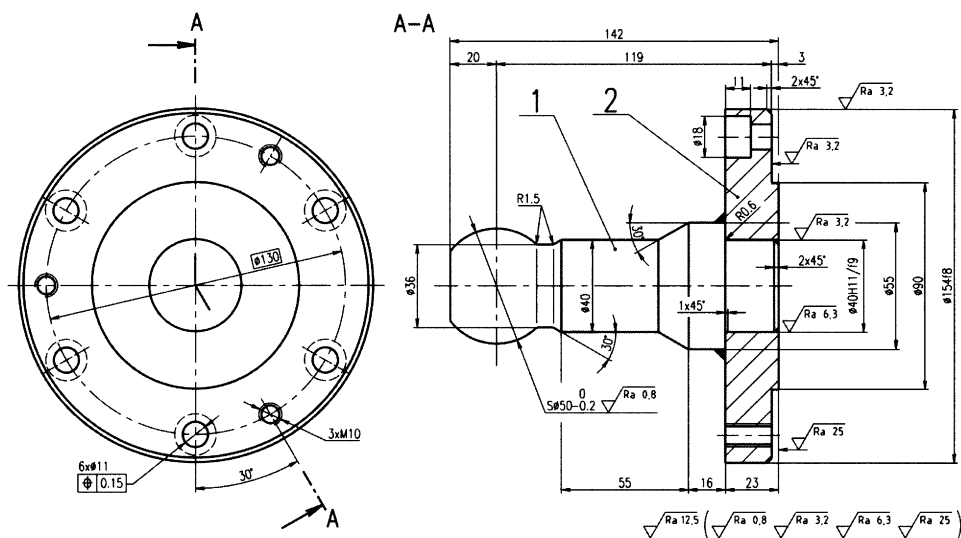
1/3 Zadání cvičení



Číslo úlohy	Průřez řemene	Výpočtový průměr d_p	Počet drážek	Číslo úlohy	Průřez řemene	Výpočtový průměr d_p	Počet drážek
1	Z	70	2	6	SPB	160	2
2	SPA	100	2	7	A	90	3
3	B	140	3	8	B	200	2
4	SPZ	76	3	9	SPC	240	2
5	A	80	2	10	C	220	2

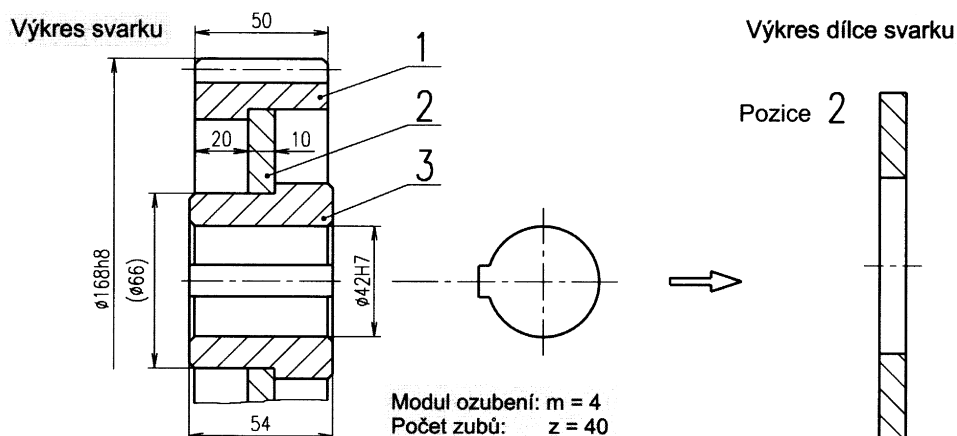
Obrázek č. 8.107, Klínová řemenice – cvičení

9. Svařovanou přírubu (obr. 8.108) zobrazte a zakótuje. K zobrazenému svaru napište označení s charakteristickým rozměrem a5.



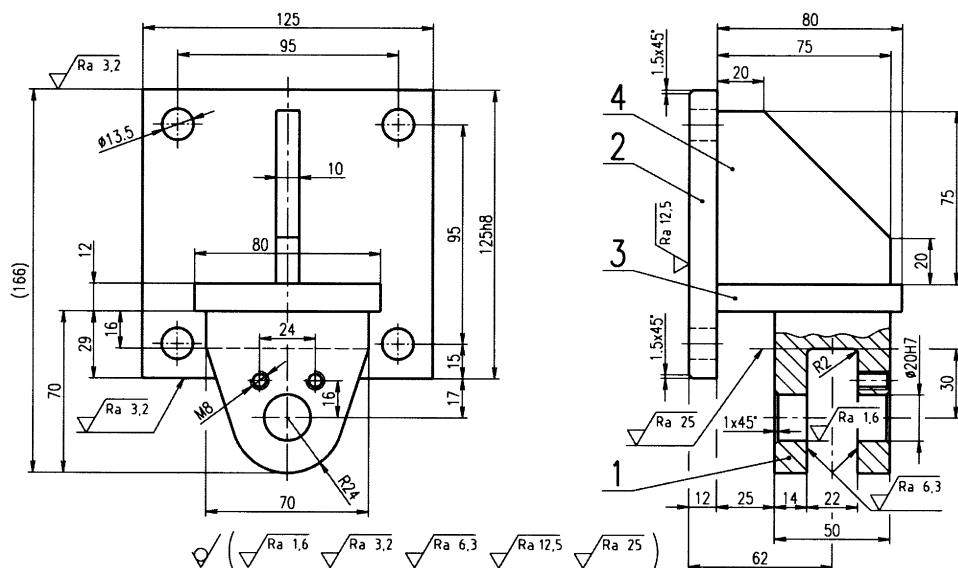
Obrázek č. 8.108, Značení svarů – cvičení

10. Nakreslete výkres svařovaného ozubeného kola (obr. 8.109), zvolte a označte svary. Dále rozkreslete jednotlivé dílce svarku, položky 1 až 3 s přídávky na obrábění. Vyplňte popisová pole výkresů a seznam položek (kusovník). Nezanadě rozměry zvolte.



Obrázek č. 8.109, Svařované ozubené kolo – cvičení

11. Nakreslete výkres svařované konzoly (obr. 8.110), zvolte a označte koutové svary. Zvolte materiál, vyplňte popisové pole výkresu a seznam položek (kusovník).



Obrázek č. 8.110, Svařovaná konzola – cvičení

9. Konstrukční dokumentace

Podklady nutné pro převedení technické myšlenky v hotový výrobek a jeho následné využití se souhrnně nazývají technickou dokumentací. Technickou dokumentaci můžeme rozdělit na několik částí, z nichž dvě základní jsou: **konstrukční dokumentace** a **technologická dokumentace**.

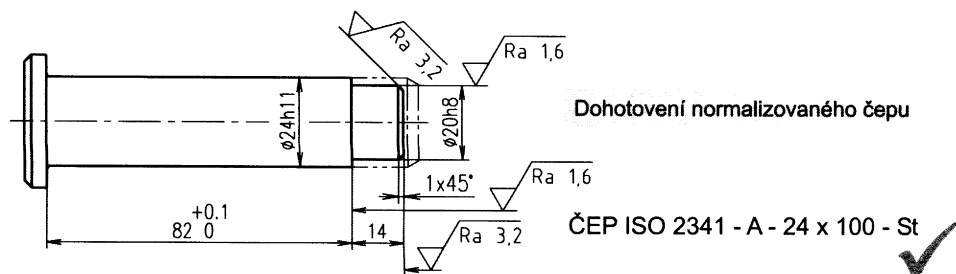
Výkres součásti

Pro každou součást se kreslí samostatný výkres bez rozdílu druhu výroby (kusová, sériová, hromadná). Výkres musí obsahovat všechny údaje důležité pro výrobu a kontrolu součásti. Při splnění požadované funkce musí být výroba také hospodárná, mluvíme o tzv. **technologičnosti konstrukce**.

Výkres součásti (obr. 9.9) obsahuje:

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

Součásti dohotovené z normalizovaných nebo již hotových součástí (obr. 9.1) se kreslí podle obecných pravidel kreslení. Na výkrese se uvedou rozměry, struktura povrchu a další údaje nutné pro výrobu. Obrys výchozího tvaru je nakreslen tenkou čerchovanou čarou se dvěma tečkami.



Obrázek č. 9.1, Úprava normalizované součásti

Výkres součásti se nemusí kreslit tam, kde je výrobek plně určen údaji v seznamu položek (kusovníku). Mohou to být např. tyče různých průřezů upravené řezáním nebo stříháním, které nejsou dále zpracované.

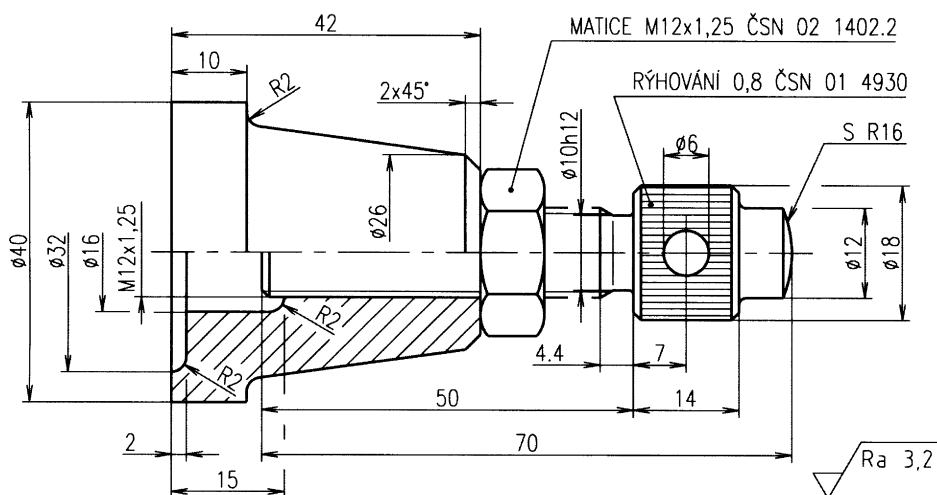
Výkres sestavení

Výkres sestavení je určen pro sestavení montážní jednotky, přičemž za montážní jednotku je považován celý stroj (např. soustruh) nebo ucelená část stroje (např. lože, převodovka) nebo svařovací sestavení (např. kryt motoru). Je tedy zřejmé, že u složitějších výrobků kreslíme ještě výkresy skupin a podskupin.

Výkres sestavení (obr. 9.10) obsahuje:

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

V kusové výrobě lze jednoduché pomůcky, přípravky apod. kreslit v tzv. **kótovaném sestavení** (obr. 9.2).



Obrázek č. 9.2, Kótované sestavení

Popisové pole

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

- Identifikační část
- Další části

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

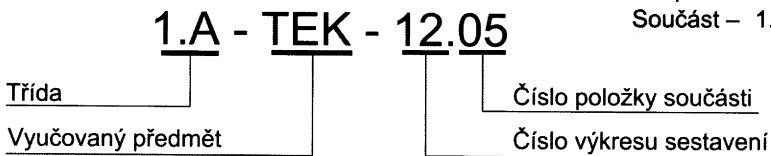
- 1 – registrační nebo evidenční číslo výkresu. Ve školních podmínkách můžeme výkresy číslovat například podle obr. 9.3.

Doporučené značení výkresů

Sestava – 1.A – TEK – 00.00

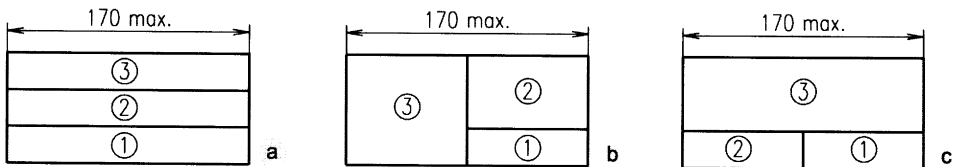
Skupina – 1.A – TEK – 01.00

Součást – 1.A – TEK – 01.01



Obrázek č. 9.3, Číslování výkresů

- 2 – název výkresu.
- 3 – název nebo logo zákonného vlastníka výkresu.



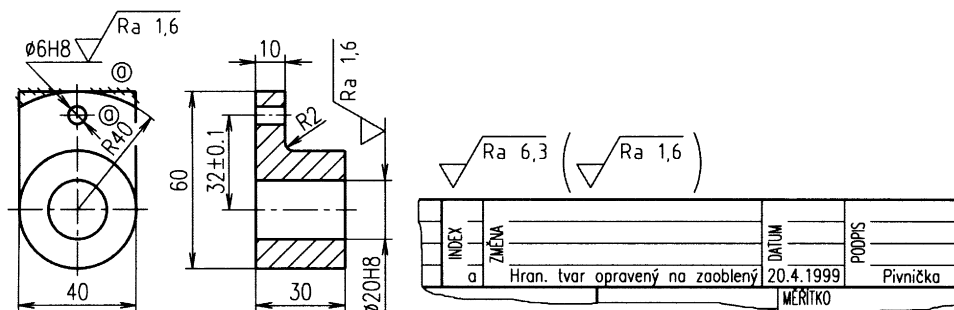
Obrázek č. 9.4, Uspořádání identifikační části popisového pole

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

- Značka použitého způsobu promítání (**ISO-E**, **ISO-A**).
- Hlavní měřítko zobrazení. Jsou-li na výkresu obrazy nakreslené v jiném než hlavním měřítku, např. zvětšená podrobnost **A (2:1)**, do popisového pole se uvede pouze měřítko hlavního obrazu.
- Materiál konečný s doplňkovou číslicí označující stav, např. **11 500.0**. Pokud je materiál během nebo po výrobě nějak upravován, uvedou se tyto úpravy v technických požadavcích nad popisovým polem.

■ Polotovary:

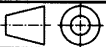
- ◆ Polotovar nenormalizovaný – odlitek, výkovek, svarek, výlisek. Zapiše se **ODLITEK** (nebo číslo modelu Č.m. 02-456), **VÝKOVEK** (nebo číslo zápustky Č.z. 894-46), **SVAREK**, **VÝLISEK**.
- ◆ Polotovar normalizovaný – tyč, drát, profil, trubka, plech atd. Zápis se provede podle obr. 9.11, za charakteristickým rozměrem je uvedena délka polotovaru.
- Hmotnost jednoho kusu. Vzhledem k tomu, že stanovení čisté hmotnosti je obtížné (v praxi se součást váží) můžeme ve školních podmínkách zapisovat hmotnost hrubou.
- Přesnost podle ISO 2768, např. **m K**.
- Tolerování ISO 8015. Podle základního pravidla tolerování zapišeme **ANO**, nebo **NE**.
- Konstruoval, kontroloval, schválil, datum apod.
- Sestava – číslo výkresu nejbližší nadřazené sestavy (podsestavy).
- Starý výkres – číslo výkresu, který je nahrazen tímto výkresem.
- Kusovník (seznam položek) – označení (číslo) seznamu položek.
- Změny na výkrese se provádějí škrtem, výmazem nebo zhotovením nového výkresu. Změny škrtem se provádí tak, že se nesprávné čáry nebo údaje škrtají tenkými krátkými šikmými čárkami, aby původní údaj zůstal čitelný. Ve sloupci **INDEX** se změny označují postupně písmeny malé abecedy, např. a,b,c... Ve sloupci **ZMĚNA** se uvede stručný popis změny nebo označení hlášení o změně, obr. 9.5.



Obrázek č. 9.5, Změny na výkresech

Ukázka vyplněného popisového pole výkresu součásti je na obr. 9.6. Technické požadavky se číslují a zapisují nad popisovým polem směrem nahoru.

CEMENTOVÁNO A KALENO NA (58 ± 2) HRC, CHD = 0,5

MATERIÁL 12 020.9		INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS
POLOTOVAR #28-145 ČSN 42 5515					
TOLEROVÁNÍ ISO 8015 ANO					
PŘESNOST ISO 2768 m K					
PROMĚTÁNÍ 				MĚŘÍTKO 1:1	
KONSTR. NOVÁK P.	SCHVÁLIL	HMOTNOST 0,93 kg		SESTAVA 2.B-TEK-11.00	
KONTR.	DATUM 20.4.1999	STARÝ V.		KUSOVNÍK 2.B-TEK-11.00	
 VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou		NÁZEV ČEP			
		ČÍSLO VÝKRESU 2.B-TEK-11.02 LISTO LIST			

Obrázek č. 9.6, Ukázka vyplněného popisového pole

Výkresy, jejichž obrazy jsou umístěny na několika listech, se označují shodně na všech listech s doplněním čísla listu a celkovým počtem listů. Úplné popisové pole se umísťuje pouze na prvním listu, další listy mají obsahovat pouze identifikační část.

Seznam položek (kusovník)

Seznam položek (kusovník) se umísťuje buď na výkrese sestavení, nebo odděleně na samostatném listu.

- **Seznam položek umístěný na výkrese** (obr. 9.7) se vyplňuje zdola nahoru, záhlaví se umísťuje pod první řádek. Rámeček soupisu položek umístěného na výkrese se spojuje s rámečkem popisového pole a kreslí se souvislou tlustou čarou. Používá se výjimečně pro výrobu s malým počtem částí.
- **Seznam položek umístěný odděleně** na samostatném listu (obr. 9.12) se vyplňuje shora dolů, záhlaví se umísťuje nad prvním řádkem a označuje (čísluje) se shodně s výkresem sestavení.

Seznam položek se uspořádává do sloupců. Pořadí sloupců není stanoveno a podle potřeb mohou být doplněny další sloupce. Při větším počtu údajů bývá jejich uspořádání ve dvou řádcích (obr. 9.12). Pořadí zápisu položek musí odpovídat číselné řadě označení jednotlivých položek na výkrese sestavení. Vyplňuje se přednostně technickým písmem, písmeny velké abecedy.

Pro větší přehlednost a pro možnost dodatečného zařazení položek při změnách v průběhu platnosti dokumentace bývá mezi jednotlivými skupinami položek vynecháno několik řádků.

170									
10		90				46		12	
12						12			
3	LOŽISKO 6005					ČSN 02 4630		2	0,082
2	ŘEMENICE					1.B-TEK-17.02		1	1,74
	ø 80 - 44 ČSN 42 5510.10					11 500.0			
1	ČEP					1.B-TEK-17.01		1	0,63
	ø 35 - 84 ČSN 42 5510.10					11 600.0			
Číslo pol.	Název - označení					Výkres - norma		Množ.	Hmot.
	Polotovary					Materiál		Jed.	[kg]
MATERIÁL					INDEX	ZMĚNA	DATUM	PODPIS	
POLOTOVAR									
TOLEROVÁNÍ ISO 8015									
PŘESNOST ISO 2768									
PROMĚTÁNÍ									
KONSTR. NOVÁK					SCHVÁLIL	PIVNÍČKA	SESTAVA	KUSOVNIK	
KONTR.					DATUM	4.1.2005	STARÝ V.		
					NAZEV SESTAVA ŘEMENICE				
					ČÍSLO VÝKRESU 1.B-TEK-17.00				
					LSTO		LST		

Obrazek č. 9.7, Seznam položek (kusovník) na výkrese sestavení

Obsah seznamu položek

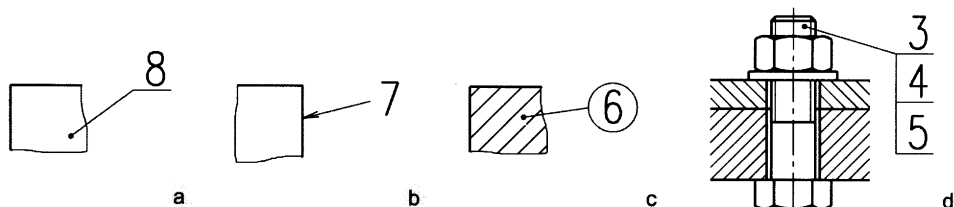
- Číslo položky.
- Název a označení položky.
- Číslo výkresu u součástí vyráběných, nebo označení součástí normalizovaných.
- Polotovary a materiály u součástí vyráběných
- Množství pro jeden výrobek. Jednotky, pokud jsou jiné než kusy, např. litry, kilogramy, metry atd.
- Hmotnost jednoho kusu příslušné položky.

Odkazy na položky

Důležitou součástí výkresu sestavení jsou odkazy na části výrobků (pozice).

- Každá součást, skupina, podskupina aj., která je složkou vyšší sestavy, se označí jedním odkazem. Odkazy se zapisují čísly, k nimž lze v odůvodněných případech připojit písmeno velké abecedy.

- Všechny odkazy na jednom výkrese se zapisují stejným typem a stejnou výškou písma. Výška písma by měla být alespoň o stupeň větší než velikost písma použitého pro označení např. kót. Pokud je výška písma kót 3,5 mm, doporučená výška pro odkazy je 7 mm.
- Odkazy se umísťují vně obrazů (obr. 9.8) jedním z těchto způsobů:
 - ◆ Na praporek odkazové čáry (přednostně).
 - ◆ K odkazové čáře.
 - ◆ Do kroužku.
 - ◆ U souvisejících položek (šroub, matice, podložka) na jednu odkazovou čáru.

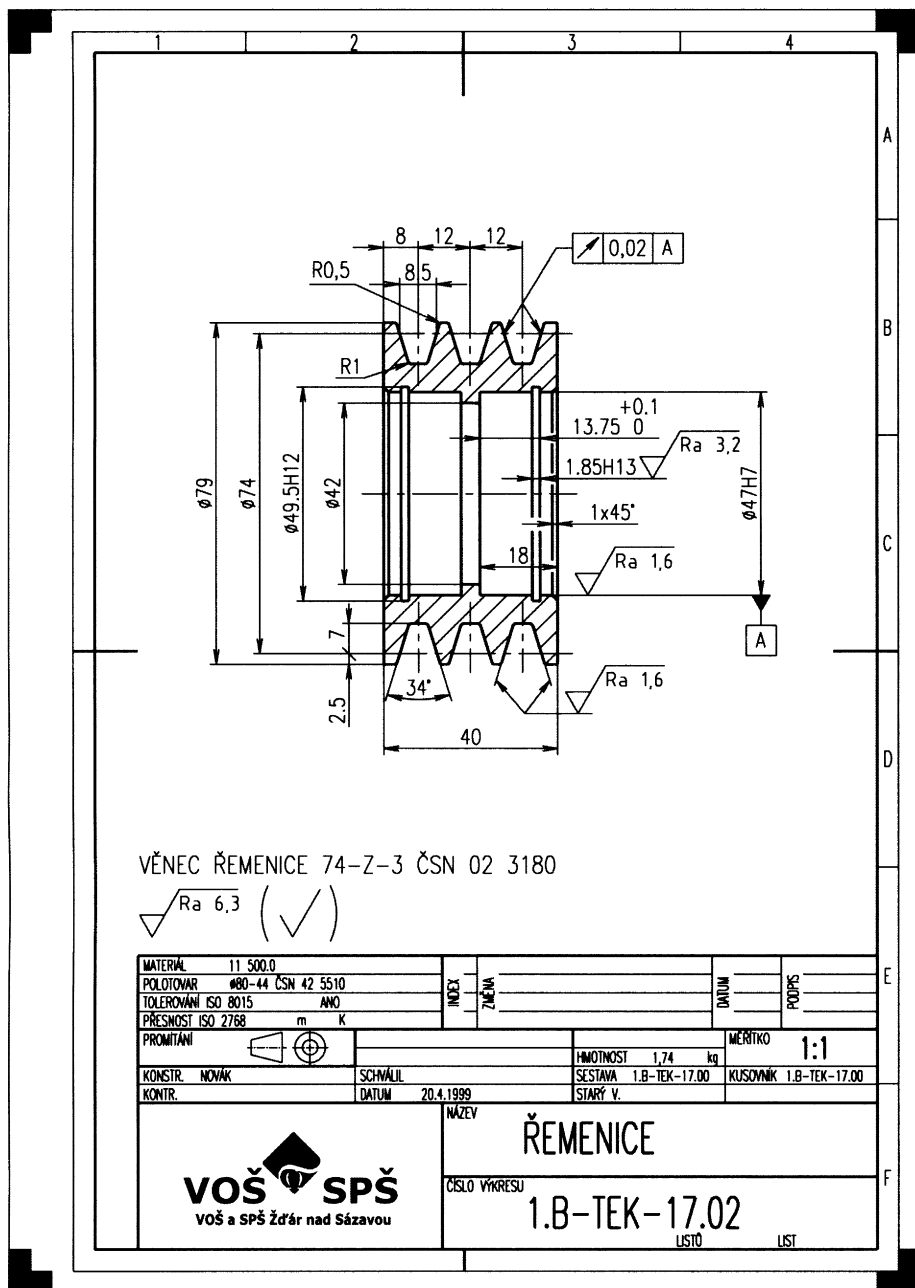


Obrázek č. 9.8, Označování položek (pozic)

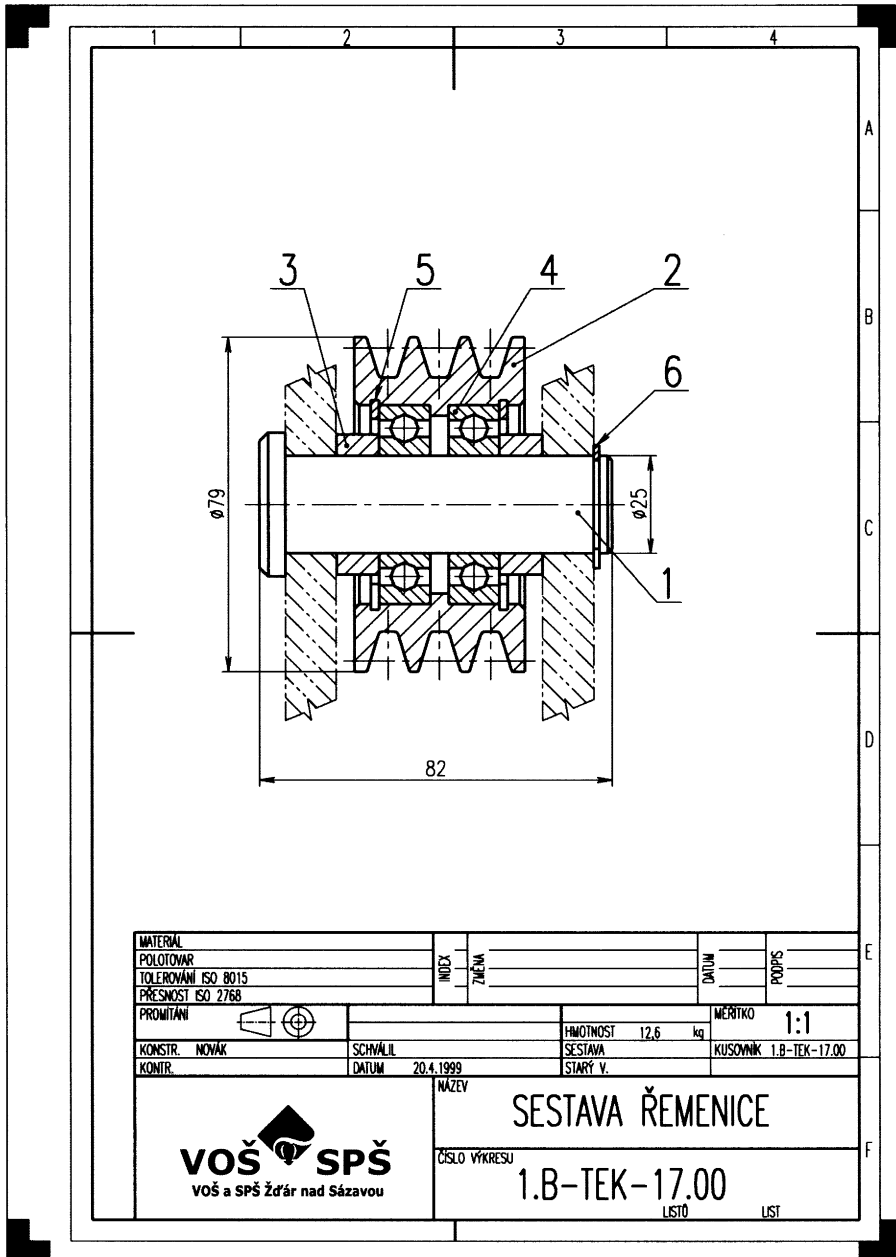
- Odkazy na stejnou část se uvádějí jen jednou a uspořádávají se přehledně buď vodorovně vedle sebe, nebo svisle pod sebou.
- Odkazové čáry mají být vedeny k příslušné položce šikmo a nemají se vzájemně křížit ani protínat s kótovacími čarami. Odkazová čára, praporek odkazové čáry i kružnice se kreslí tenkou souvislou čarou.
- Odkazová čára se ukončuje:
 - ◆ V ploše malým vyplněným kroužkem nebo krátkou tlustou čárkou.
 - ◆ Na obrysové čáře šipkou.

Číslování položek provádíme podle uspořádání sestavy, důležitosti částí (skupina, podskupina, díly, velké součásti, menší součásti apod.) a jiných logických důvodů. U nás je obvyklé rozdělení položek na části **vyráběné** a **kupované** a jejich vzestupné číslování:

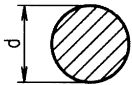
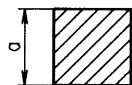
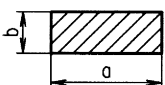
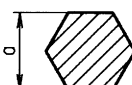
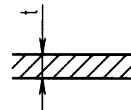
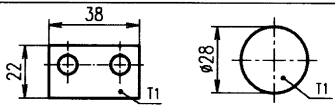
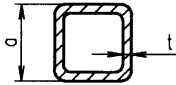
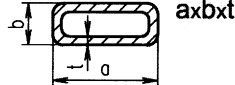
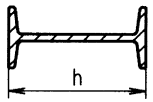
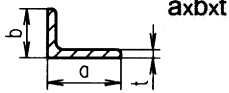
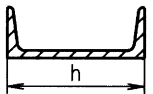
- Montážní jednotky (skupiny a podskupiny), např. převodovka, spojka, svařovací sestava.
- Součásti z nenormalizovaných polotovarů např. v pořadí: odlitky, výkovky, výlisky.
- Součásti z normalizovaných polotovarů a součásti normalizované dohotovené.
- Součásti vyráběné bez výkresů, např. tyče upravené řezáním nebo stříháním.
- Součásti normalizované, doporučené číslovat vzestupně podle tříd a skupin norem.
- Komponenty bez normy nakupované podle katalogu. Na konci se uvedou látky a materiály, které nemají odkazy na výkrese sestavení, např. olej, elektrody, apod.



Obrázek č. 9.9, Výrobní výkres řemenice



Obrázek č. 9.10, Výkres sestavení řemenice

Název	Charakteristické rozměry	Označení		Příklad označení
		písemné	značkou	
tyč kruhová, drát	 d	KR	$\varnothing$	KR 20 - 80 ČSN 42 5510.10 $\varnothing$ 20 - 80 ČSN 42 5510.10
tyč čtvercová	 a	4HR		4HR 20 - 100 ČSN 42 5520.11 $\square$ 20 - 100 ČSN 42 5520.11
tyč obdélníková	 a x b	PLO		PLO 32 x 10 - 80 ČSN 42 5522.11 $\square$ 32 x 10 - 80 ČSN 42 5522.11
tyč šestihranná	 a	6HR		6HR 14 - 120 ČSN 42 5530.11 $\bigcirc$ 14 - 120 ČSN 42 5530.11
plech	 t	P	P	 P1 - 38 x 22 ČSN 42 5301.11 P1 - $\varnothing$ 28 ČSN 42 5301.11
trubka kruhová	 D x t	TR KR	TR $\varnothing$	TR KR 40 x 4 - 60 ČSN 42 5715.01 TR $\varnothing$ 40 x 4 - 60 ČSN 42 5715.01
profil čtvercový	 a x t	PR 4HR	PR $\square$	PR 4HR 40 x 2 - 60 ČSN 42 6935.1
profil obdélníkový	 a x b x t	PR OBD	PR $\square$	PR OBD 40x20x3 - 60 ČSN 42 6936.1
tyč I	 h	I	I	I 180/B - 2400 ČSN 42 5550
tyč L	 a x b x t	L	L	L 60 x 40 x 7 - 1200 ČSN 42 5545
tyč U	 h	U	[	U 200/B - 2600 ČSN 42 5570

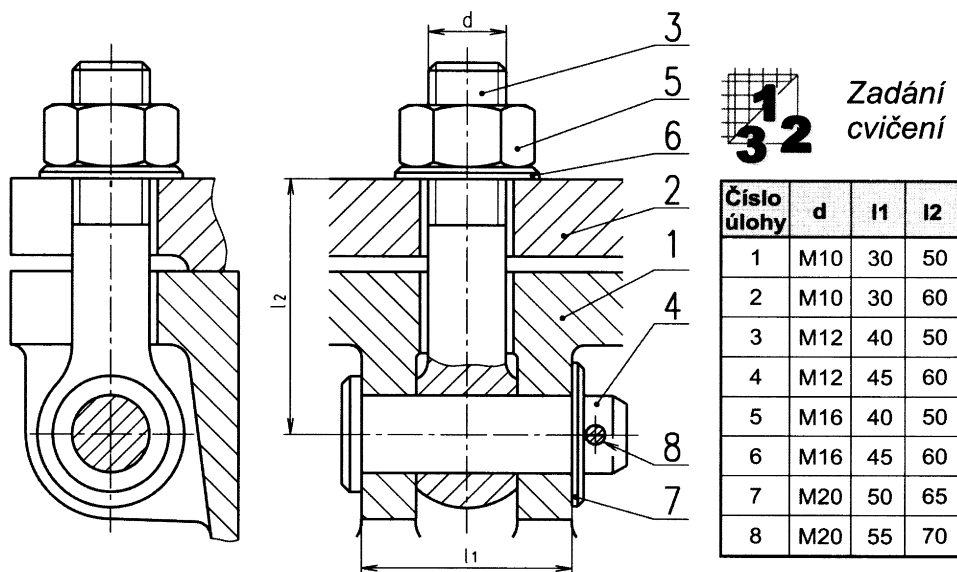
Obrázek č. 9.11, Označení vybraných profilů

Číslo pol.	Název - označení Položka	Výkres - norma Materiál	Množ. Jed.	Hmot. [kg]			
1	SPODEK SKŘÍNĚ ODLITEK	2.B-TEK-04.01 42 2420.1	1	24,5			
2	VÍKO SKŘÍNĚ ODLITEK	2.B-TEK-04.02 42 2420.1	1	21,2			
3	OZUBENÉ KOLO VÝKOVEK	2.B-TEK-04.03 12 020.9	1	1,74			
4	HŘÍDEL ø34-220 ČSN 42 5510.11	2.B-TEK-04.04 11 500.0	1	1,57			
5	VÍKO ø110-20 ČSN 42 5510.10	2.B-TEK-04.05 11 343.0	1	0,42			
6	KROUŽEK TRø51x7-15 ČSN 42 5715.01	2.B-TEK-04.06 11 343.0	2	0,05			
7	NAPÍNAK ŠROUB M16x60 ČSN 02 1143.52	2.B-TEK-04.07 11 343.0	2	0,04			
8							
9	ŠROUB M6x28	ČSN 02 1101.10	4	0,01			
10	ŠESTIHRANNÁ MATICE ISO 4032-M10-05		4	0,01			
11	PODLOŽKA 6	ČSN 02 1702.12	4	0,01			
12	PERO 10e7x8x40	ČSN 02 2562	1	0,02			
13	LOŽISKO 6006	ČSN 02 4630	2	0,12			
14	GP 30-52-7	ČSN 02 9401.0	1	0,02			
15	OLEJ PP7	ČSN 65 6641	3	2,7			
			l				
VYPRACOVAL SOBOTKA		INDEX	ZNAČKA	DATUM	POPS		
SCHVÁLIL PLYNÍČKA							
SESTAVA 2.B-TEK-04.00							
HMOTNOST 53,5 kg							
		NÁZEV					
		PŘEVODOVKA					
		ČÍSLO KUSOVNIKU					
		2.B-TEK-04.00					
		LUSTO				LUST	

Obrázek č. 9.12, Seznam položek (kusovník)

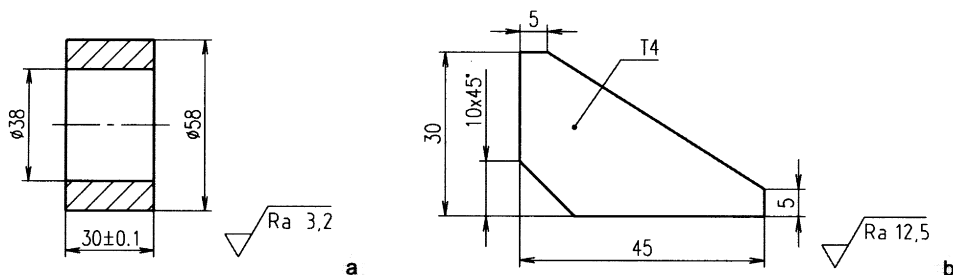
Otázky a cvičení:

1. Nakreslete a zakótujte spojení pomocí otočného šroubu s okem (ČSN 02 1167). Jednotlivé součásti označte a zapište je do seznamu položek. Vyplňte popisové pole výkresu. U nenormalizovaných součástí nezadané rozměry zvolte, u normalizovaných je vyhledejte v příslušných normách.



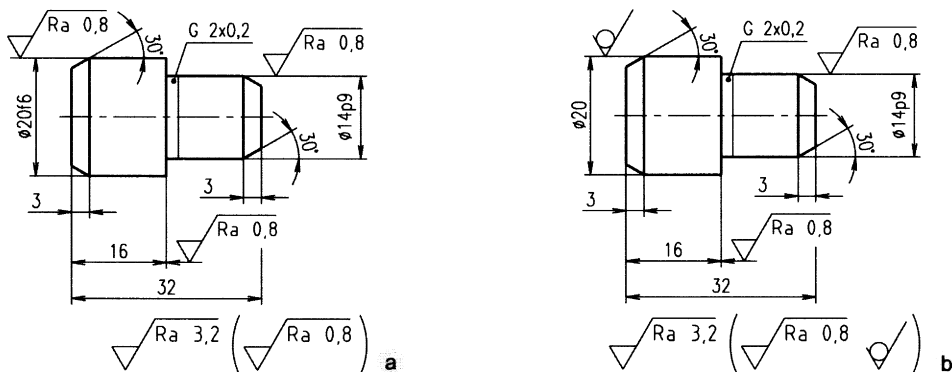
Obrázek č. 9.13, Spojení pomocí otočného šroubu s okem – cvičení

2. Vyplňte popisová pole výrobních výkresů součástí na obr. 9.14. Materiál a polotovar volte.



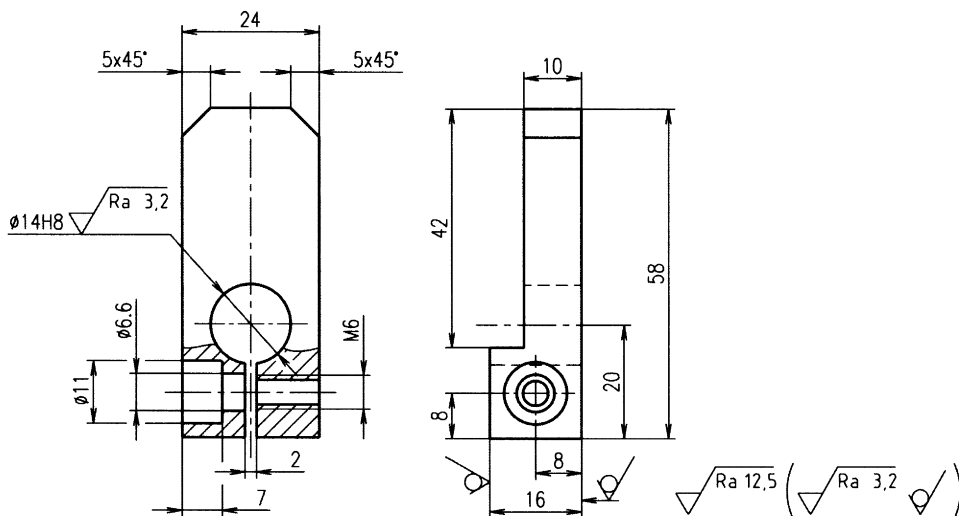
Obrázek č. 9.14, Vyplnění popisového pole – cvičení

3. Určete velikost a označení polotovaru pro výrobu čepu (obr. 9.15 a). Vyplňte příslušné části popisového pole výkresu součásti a předepte v technických požadavcích tepelné zpracování. Materiál součásti 14 220.
4. Při volbě polotovaru a jeho rozměrů rozlište požadavky na opracování a přesnost u dvou rozměrově stejných součástí (obr. 9.15 b).



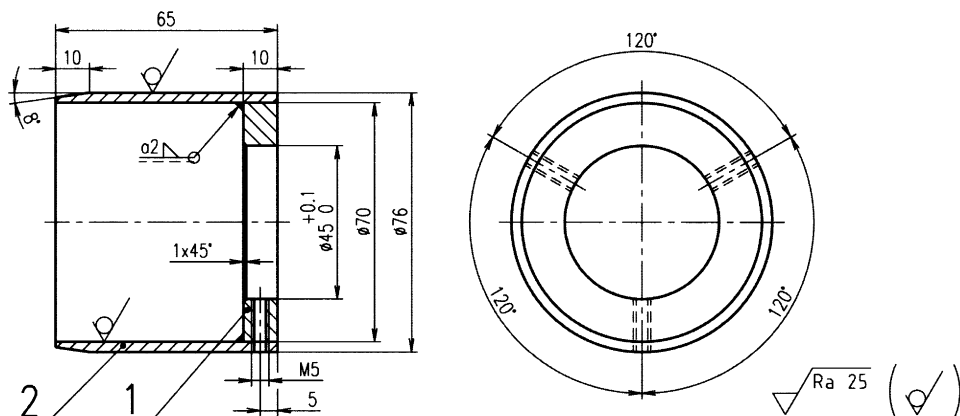
Obrázek č. 9.15, Volba polotovaru čepu – cvičení

5. Zobrazte a zakótujte zarážku (obr. 9.16). Navrhněte polotovar a materiál součásti a zapište je do popisového pole.



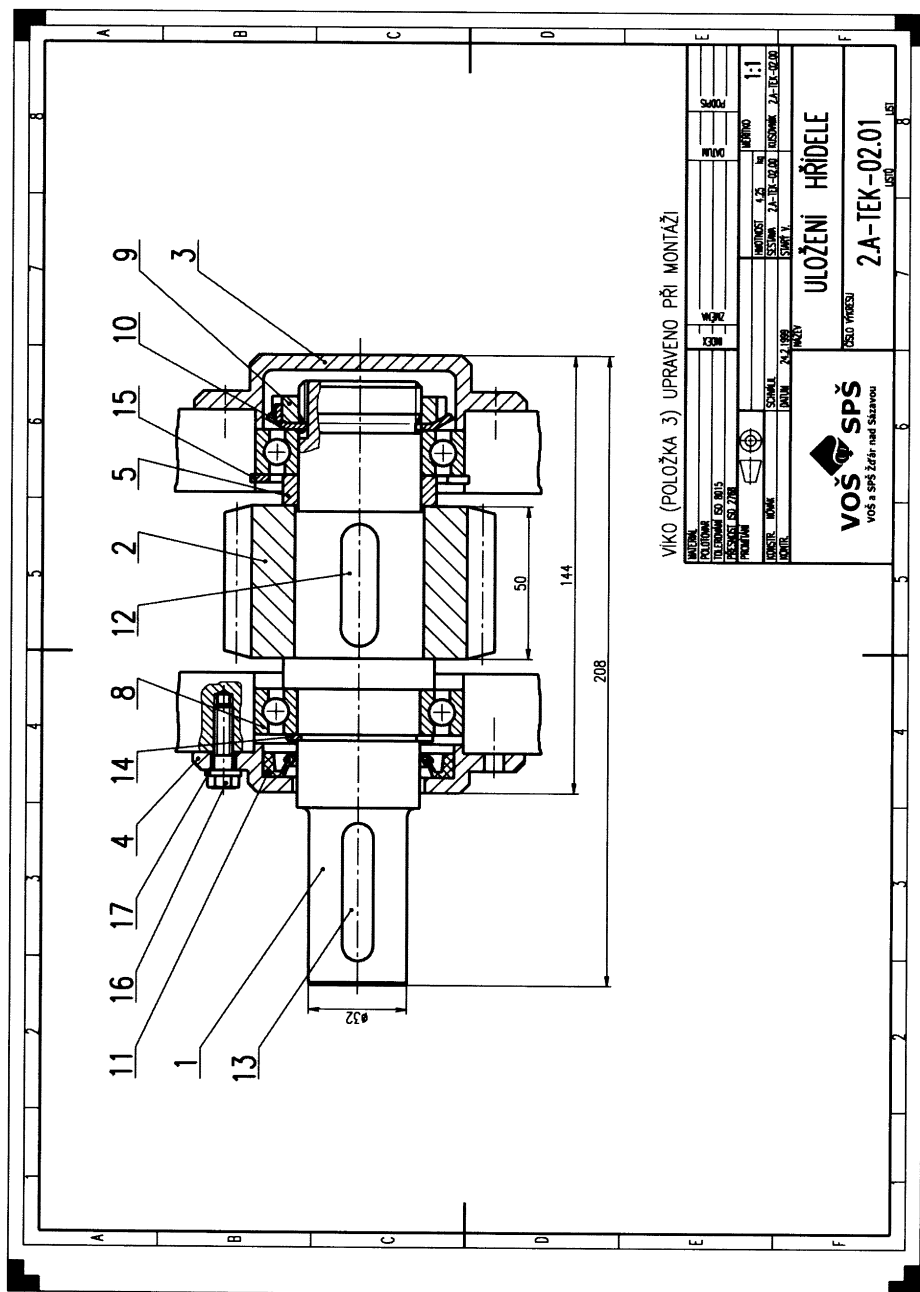
Obrázek č. 9.16, Volba polotovaru zarážky – cvičení

6. Zobrazte a zakótujte svařovací sestavení objímky (obr. 9.17). Navrhněte polotovary a materiál pro svařené dílce a запиšte je do seznamu položek (kusovníku).



Obrázek č. 9.17, Volba polotovaru svarku – cvičení

7. Z výkresu sestavení ULOŽENÍ HŘÍDELE (obr. 9.18) rozkreslete výrobní výkres hřídele (položka číslo 1). Průměry navrhnete podle použitých ložisek 6008 ČSN 02 4630, ostatní odstupňované průměry zvolte. Závit na konci hřídele musí odpovídat normalizované matici KM. Vyplňte popisové pole.
8. Nakreslete výrobní výkres čelního ozubeného kola (položka číslo 2), které je součástí výkresu sestavení pod názvem ULOŽENÍ HŘÍDELE (obr. 9.18). Počet zubů $z = 20$, modul $m = 4$, průměr díry s drážkou pro pero je 42H7. Parametry запиšte do tabulky v pravém horním rohu výkresu, vyplňte popisové pole.
9. Do seznamu položek na volném listu запиšte jednotlivé položky ze sestavy ULOŽENÍ HŘÍDELE (obr. 9.18). U normalizovaných součástí odečtěte rozměry a čísla příslušných norem z tabulek, u nenormalizovaných součástí zvolte polotovary a запиšte čísla jednotlivých výrobních výkresů.



Obrázek č. 9.18, Uložení hřídce – cvičení

10. Výkresy polotovarů

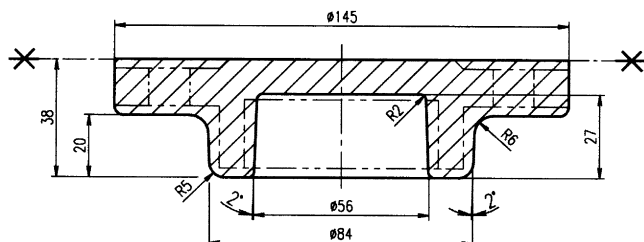
Většina součástí se vyrábí z normalizovaných polotovarů (tyčí, pásů, trubek, profilů, plechů apod.). Zvláštní skupinu tvoří součásti z polotovarů nenormalizovaných (odlitky, výkovky, výlisky, svarky). Pro zhotovení takového polotovaru je ve většině případů nutné nakreslit další výkresovou dokumentaci.

Kreslení odlitků

Odlitek je polotovar, který vznikne litím roztaveného kovu do pískové nebo jiné formy. Odlitky lze odlévat ze železných i neželezných kovů, pokud jsou slévateľné. Odlitky ze šedé litiny jsou vhodné zejména pro zatížení tlakem a pro součásti, u nichž je požadováno tlumení vibrací. Pro použití odlitků je směrodatný účel a tvar součásti, počet vyráběných kusů a také místní podmínky (např. zda je v závodě slévárna apod.).

Výkresovou dokumentaci pro zhotovení odlitku tvoří:

- Výkres součásti, jejímž polotovarem je odlitek (obr. 10.6).
- Výkres odlitku (obr. 10.1).
- Výkres slévářského postupu, modelu, modelové desky apod.



ODLITEK PÍSKOVÁN

NEKÓTOVANÉ POLOMĚRY R3, NEKÓTOVANÉ ÚKOSY 1°

PŘESNOST ODLITKU ČSN 01 4470.4

MATERIAL 42 2420.2		INDEX		DATA		POPS	
POLOTOVAR Č. M. 20/99		ZÁČN					
TOLEROVÁNÍ ISO 8015							
PŘESNOST ISO 2768							
PROJEKT		Hmotnost 1,22 kg		MĚŘÍTKO 1:2			
KONSTR. NOVÁK	SCHVÁL.	SESTAVA 1.A-TEK-12.00		KUSOVNÍK 1.A-TEK-12.00			
KONT.Ř.	DATUM 20.4.1999	STAV V.					
 VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou		NÁZEV VÍKO (ODLITEK)					
		ČÍSLO VÝKRESU 1.A-TEK-12.04					
		LISTO		LIST			

Obrázek č. 10.1, Výkres odlitku

Při výrobě jednoduchého odlitku v malosériové a kusové výrobě postačí většinou vypracovat výkres součásti, jejímž polotovarem je odlitek. Na kopii se vyznačí barevnými tužkami požadavky pro výkres odlitku a případně i pro výkres slévárenského postupu.

Požadavky na výkres odlitku

Podkladem pro vypracování výkresu odlitku je vždy výkres součásti, jejímž polotovarem je odlitek. Odlitek se většinou zobrazuje ve výrobní (odlévací) poloze a obsahuje tyto odlišnosti:

- Přidavky na obrábění a rozměry předlitých děl.
- Zakótování konstrukčních úkosů, technologických úkosů a zaoblení.
- Předepsání celkové drsnosti (použijeme značku pro neobrobené plochy).
- Vyznačení místa pro dělicí rovinu a pro označení odlitku (dělicí rovina se označí plnou tlustou čarou s křížkem).
- Místo rozměru polotovaru se uvede číslo modelu, např. **Č. M. 20/99**.
- Název odlitku je stejný jako u hotové součásti, do závorky za název se uvede (**ODLITEK**).
- Pokud je účelné do tvaru odlitku zakreslit obrys hotové součásti, nakreslí se čerchovanou čarou se dvěma tečkami.

Poznámka:

U výkresů odlitků a výkovků se v popisovém poli nevyplňuje položka PŘESNOST ISO 2768, v technických požadavcích jsou zapsány odkazy na jiné normy.

Kreslení výkovků

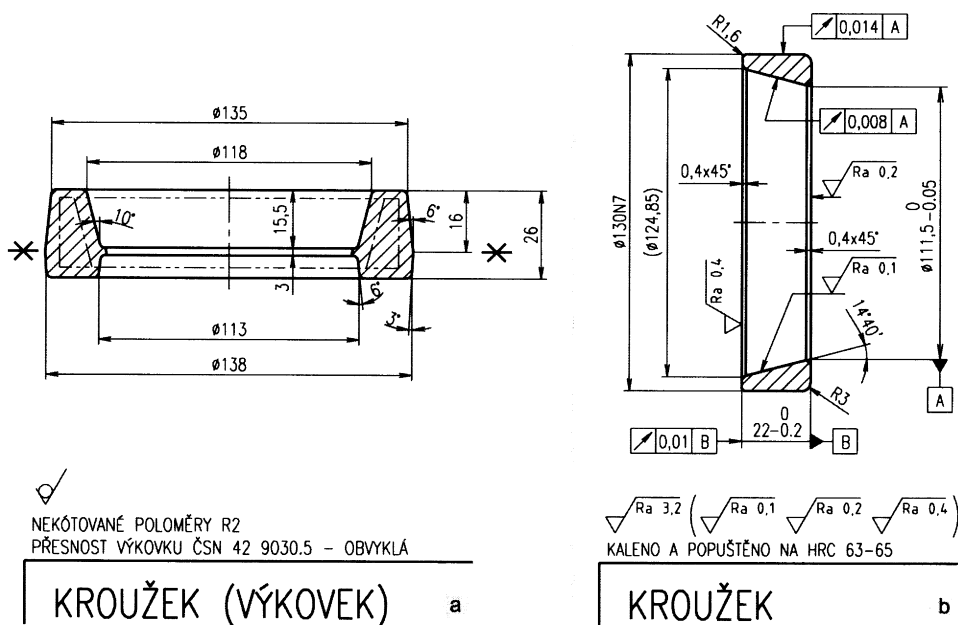
Výkovek je polotovar, který vznikne přetvářením ohřátého výchozího kovového materiálu záпустkovým nebo volným kováním. Výkovky se používají zejména pro značně dynamicky namáhané součásti (např. hřídele, ozubená kola, ojnice apod.). V kusové výrobě je hospodárný volný způsob kování, v sériové a hromadné výrobě kování v záпустkách.

Požadavky na rozsah a způsob provedení výkresové dokumentace je obdobný jako u výkresu odlitku.

Požadavky na výkres výkovku

Při kreslení výkresu výkovku (obr. 10.2 a) se vychází z výkresu součásti, jejímž polotovarem je výkovek (obr. 10.2 b). Výkovek většinou kreslíme v měřítku 1:1 tak, jak leží v záпустce. Výkres výkovku obsahuje tyto odlišnosti:

- Pohledy a řezy potřebné pro zobrazení tvaru se zakreslenou dělicí rovinou, případně tvarem výronkové drážky.
- Přidavky na obrábění a technologické přidavky.
- Technologické úkosity ploch kolmých k dělicí rovině. Při úkosu na vnější ploše se kótuje nejmenší rozměr, při úkosu na vnitřní ploše se kótuje největší rozměr.
- Poloměry zaoblení hran a rohů.
- Údaje uvedené v technických požadavcích nad popisovým polem výkresu.
- Místo rozměru polotovaru se uvede číslo zápustky, např. Č. Z. 8/98.
- Název výkovku je stejný jako u hotové součásti, do závorek za název se připiše slovo (VÝKOVEK).
- Pokud je účelné do tvaru výkovku zakreslit obrysy hotové součásti, nakreslí se čerchovací čarou se dvěma tečkami.

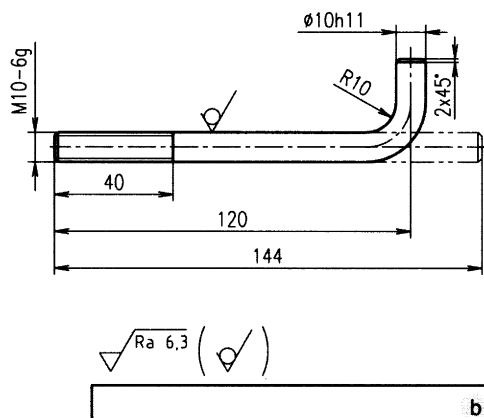
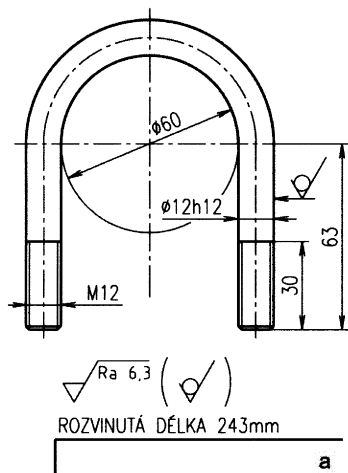


Obrázek č. 10.2, Zobrazení výkovku a obrobené součásti

Kreslení ohýbaných a lisovaných součástí

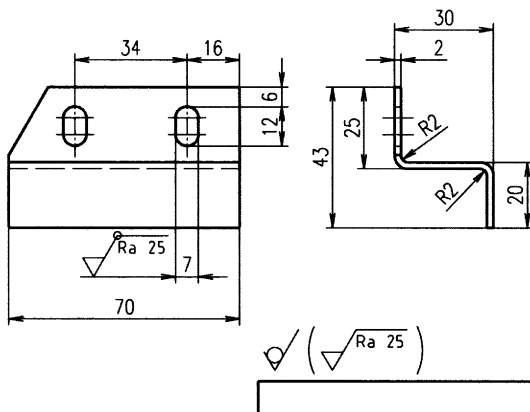
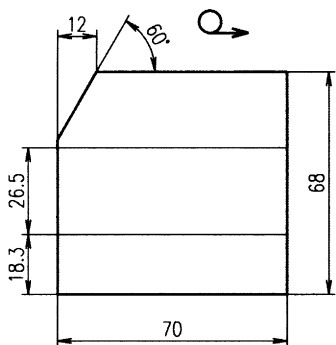
Součásti přetvářené při výrobě se kreslí ve tvaru, jaký mají po dokončení výroby (před montáží). Na výkrese takové součásti musí být vždy určen výchozí polotovar. Podle tvaru a složitosti součásti můžeme určit výchozí polotovar přetvořené součásti různými způsoby:

- Je-li polotovarem rovně uříznutý profil, např. drát, tyč, pás, plech apod., výchozí tvar se určí zápisem rozvinuté délky nad popisovým polem výkresu (obr. 10.3 a).
- U málo deformovaných součástí se k jejímu obrazu přikreslí tenkou čerchovanou čarou se dvěma tečkami její původní tvar a zakótuje se (obr. 10.3 b).



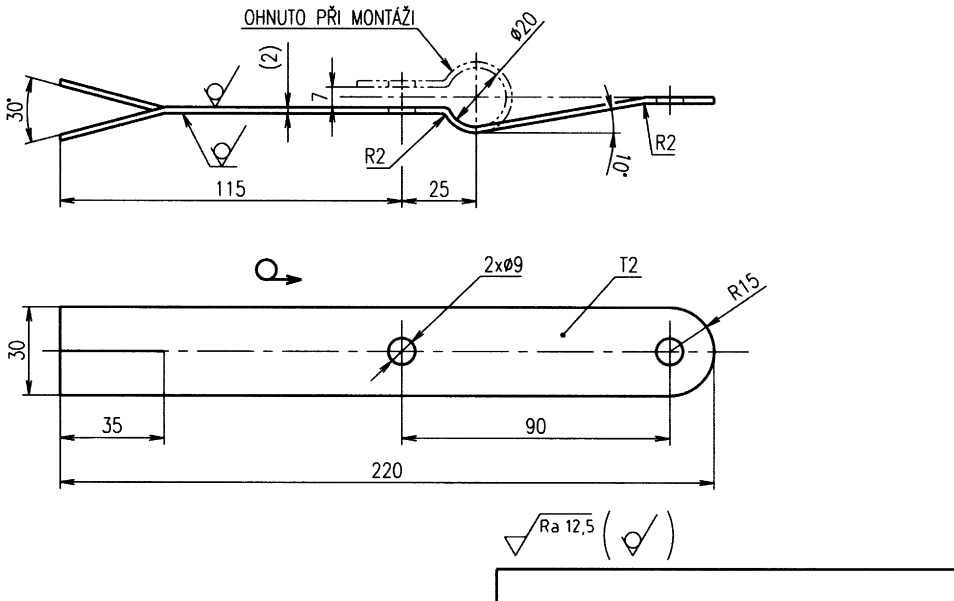
Obrázek č. 10.3, Stanovení rozvinuté délky

- U složitějších součástí je nutné výchozí polotovar nakreslit jako samostatný obraz a připojit značku rozvinutého tvaru (obr. 10.4). Konstruktor musí správně rozhodnout, co je nezbytně nutné zhotovit až po ohnutí.

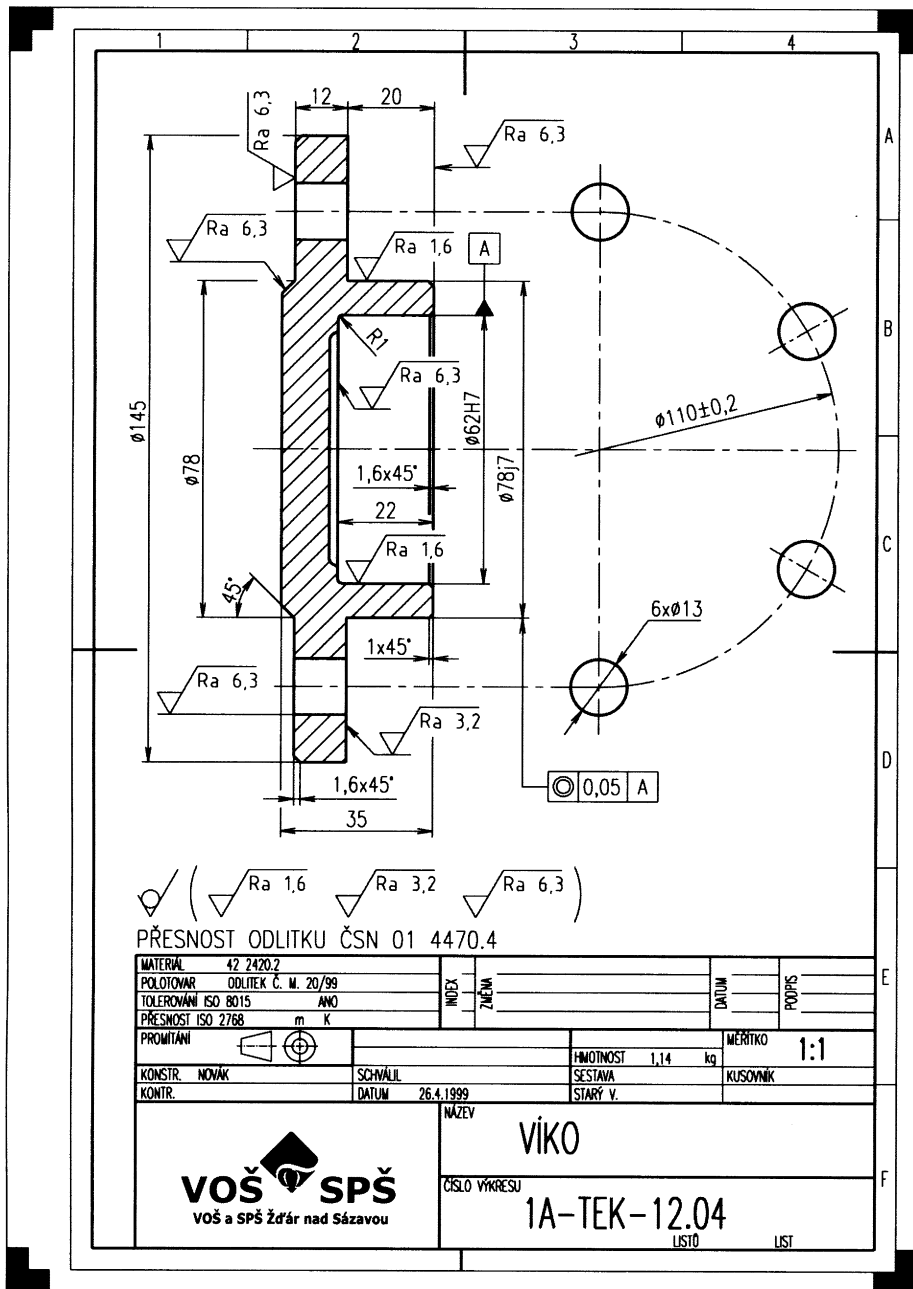


Obrázek č. 10.4, Rozvinutý tvar

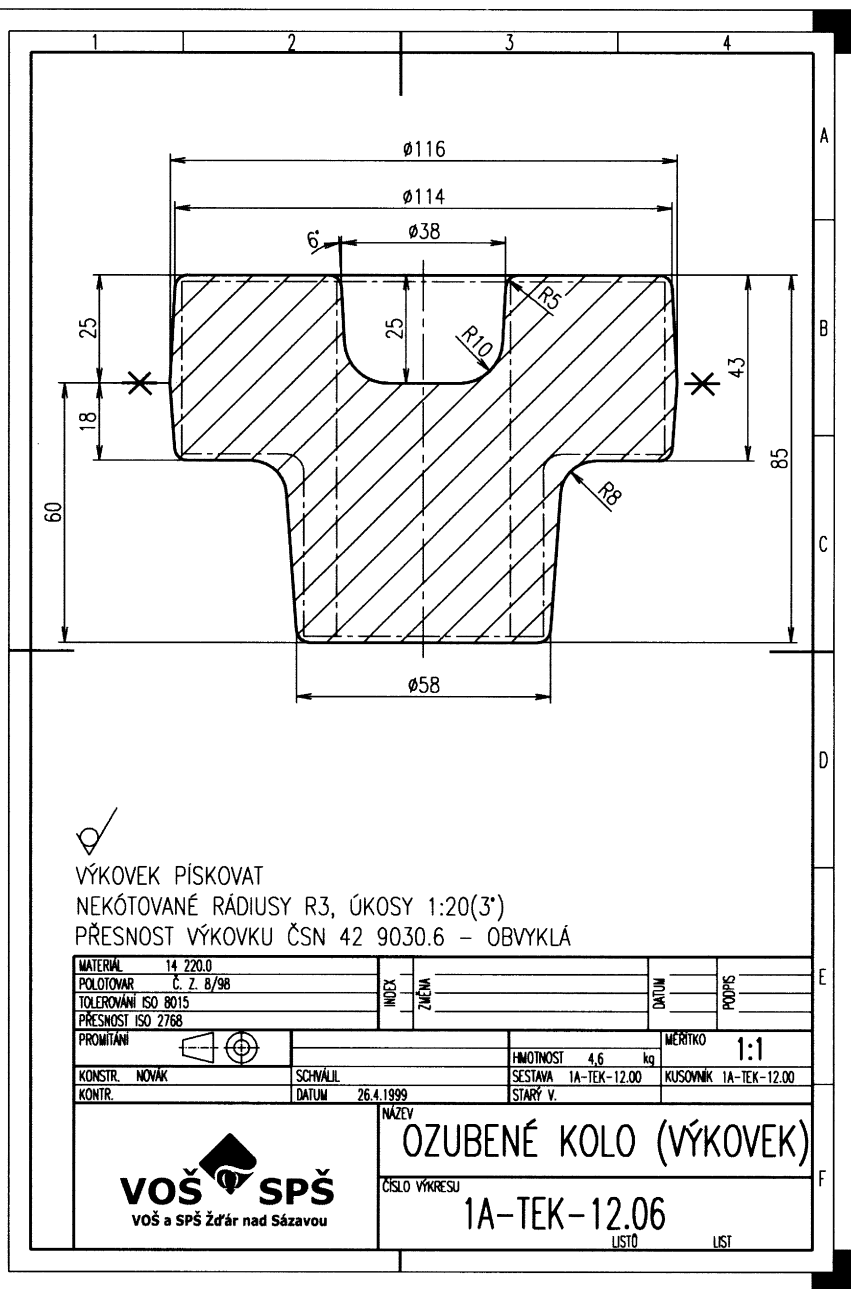
U součástí, které se přetvářejí po výrobě (při montáži), se konečný tvar zakreslí tenkou čerchovanou čarou se dvěma tečkami. Způsob a doba přetvoření se určí poznámkou (obr. 10.5).



Obrázek č. 10.5, Přetvoření součásti při montáži



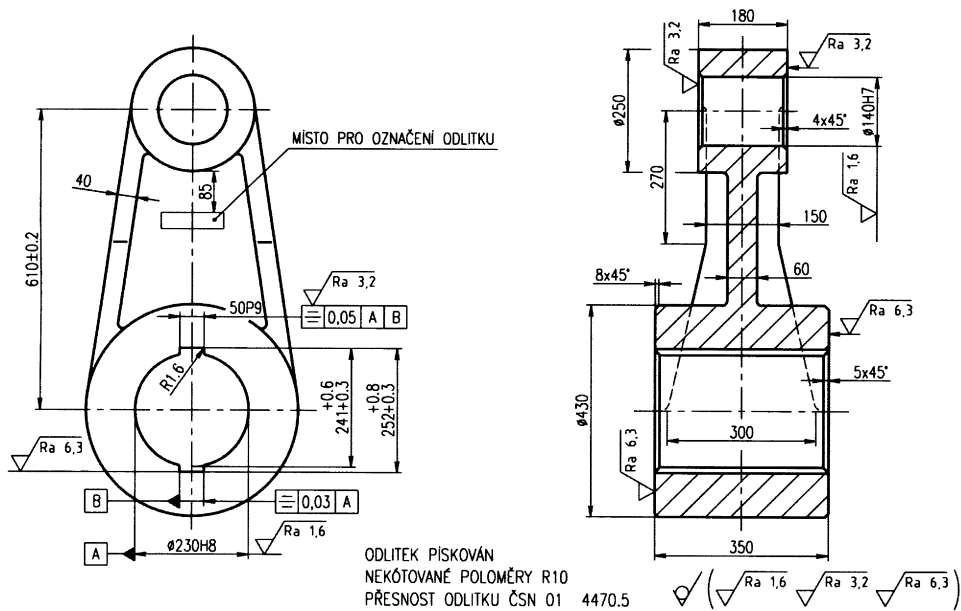
Obrázek č. 10.6, Výkres víka, jehož polotovarem je odlitek



Obrázek č. 10.7, Příklad výkresu výkovku

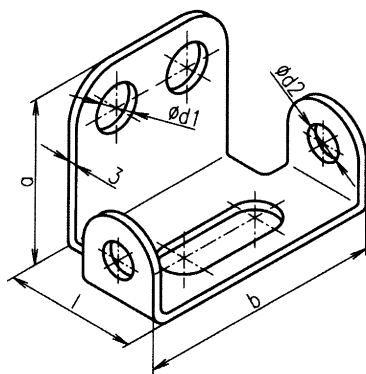
Otázky a cvičení:

1. Nakreslete výkres odlitku kliky v měřítku 1:5. Při zpracování vyjděte z výkresu obrobenej součásti (obr. 10.8). Vyplňte popisové pole a zapište technické požadavky.



Obrázek č. 10.8, Klika – cvičení

2. Úchytka z plechu (obr. 10.9) zobrazte v pravoúhlém promítání a zakótujte. Poloměr ohybu volte rovný tloušťce materiálu. Nežadané rozměry zvolte.

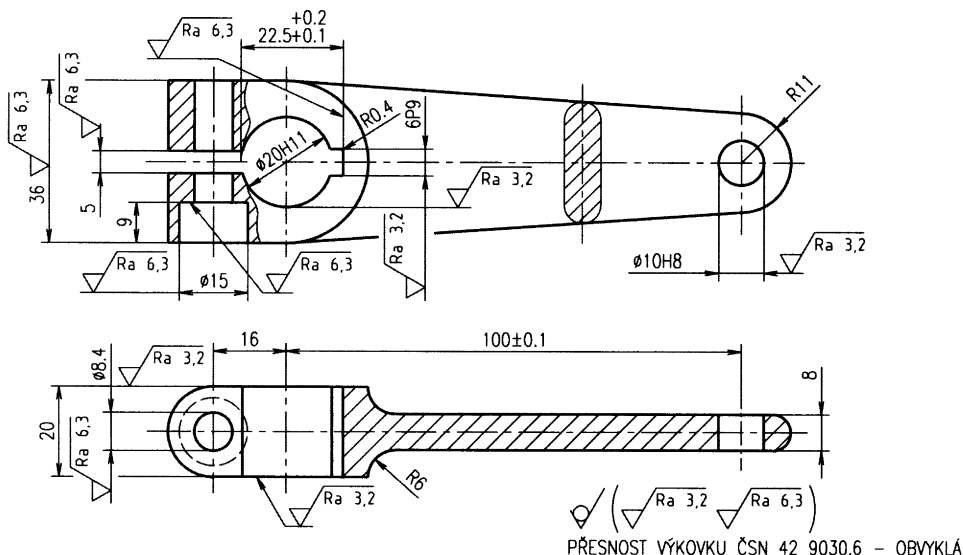


Zadání cvičení

Číslo úlohy	d1	d2	a	b	l
1	12	10	50	72	48
2	14	12	56	76	52
3	16	12	60	84	43
4	16	14	54	90	60
5	18	14	60	80	50
6	18	16	70	100	60
7	20	16	56	88	66
8	20	14	80	100	70

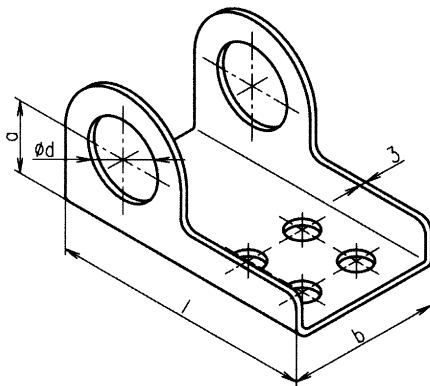
Obrázek č. 10.9, Úchytka – cvičení

3. Nakreslete výkres výkovku jednoramenné páky. Při zpracování vyjděte z výkresu obrobce-
né součásti (obr. 10.10). Vyplňte popisové pole a запиšte technické požadavky.



Obrázek č. 10.10, Jednoramenná páka – cvičení

4. Konzolu z plechu (obř. 10.11) zobrazte v pravoúhlém promítání a zakótujte. Dírou (rozměr **d**) bude procházet čep a bude tolerována **H7**. Nezadané rozměry zvolte.

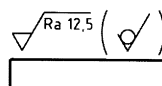
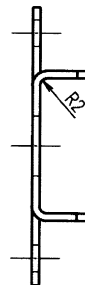
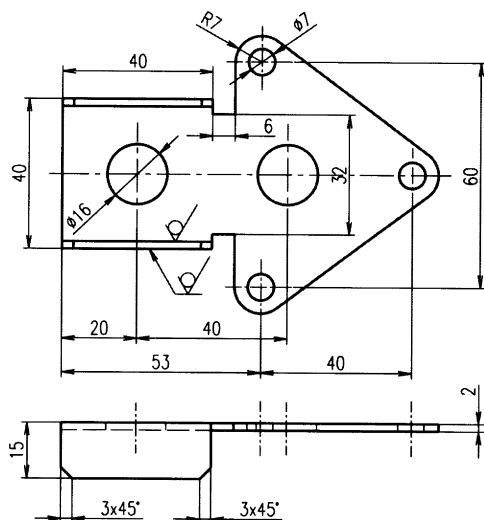


Zadání cvičení

Číslo úlohy	d	a	b	l
1	16	18	30	60
2	20	22	38	70
3	24	26	46	80
4	30	32	58	100
5	36	38	70	120
6	40	42	77	135
7	50	53	96	170
8	60	64	112	200

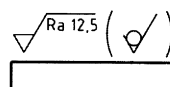
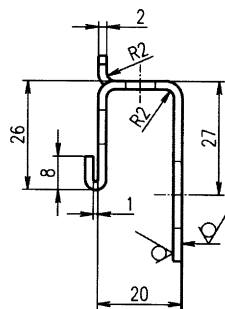
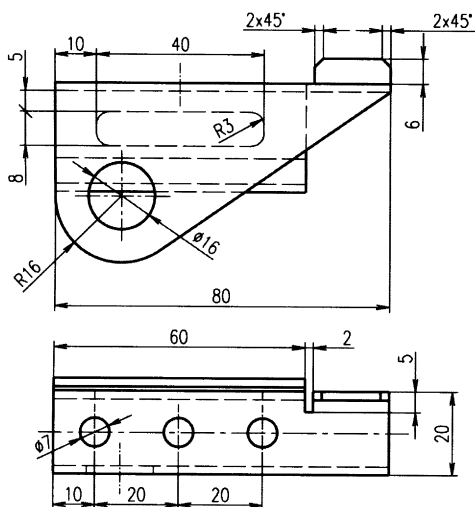
Obrázek č. 10.11, Konzola – cvičení

5. Ohýbanou součást (obr. 10.12) zobrazte a zakótujte. Zobrazení doplňte o obraz rozvinutého tvaru, místa ohybů vyznačte souvislou tenkou čarou.



Obrázek č. 10.12, Držák – cvičení

6. Ohýbanou součást (obr. 10.13) zobrazte a zakótujte. Zobrazení doplňte o obraz rozvinutého tvaru, místa ohybů vyznačte souvislou tenkou čarou.



Obrázek č. 10.13, Kryt – cvičení

11. Stavební výkresy a schémata

V této kapitole si ukážeme některé odlišnosti ve zpracování výkresů ve stavebnictví a při kreslení schémat.

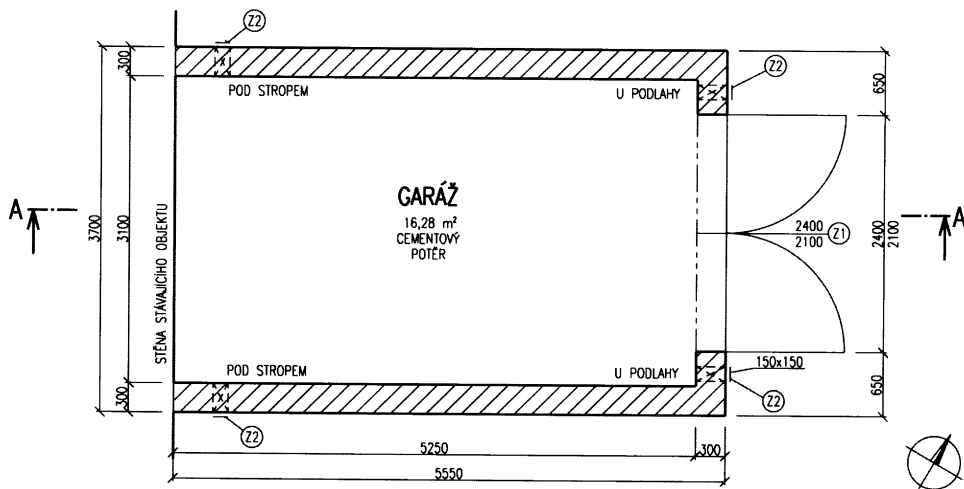
Kreslení stavebních výkresů

Stavební výkresy jsou odlišné od výkresů ve strojírenství. Na stavebních výkresech budov jsou nakresleny půdorysné řezy pro každé podlaží, svislé řezy, půdorys výkopů a základů s příčnými profily a půdorys střešní konstrukce s potřebnými stavebními prvky. Výkresy se kreslí v měřítku 1:100 nebo 1:50, studie a náčrty velkých objektů v měřítku 1:200.

Zobrazování objektů

Stavební objekty se člení půdorysně a výškově. Prostorové uspořádání objektů vyžaduje zobrazení pravouhlým promítáním na několik průmětů.

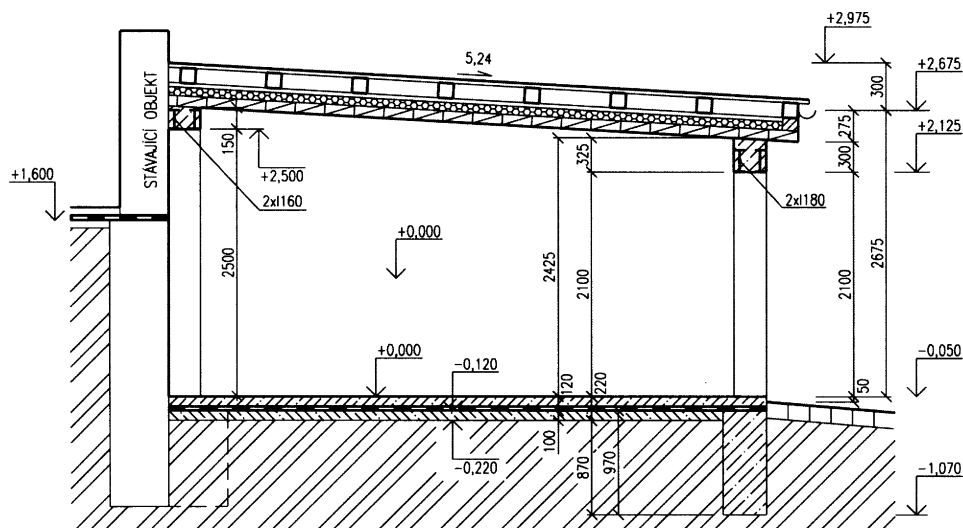
Myšlené vodorovné řezy objektem, které zachycují půdorysné členění objektu, nazýváme **půdorys**. Některé konstrukce stavby v půdorysu zobrazujeme pohledem shora na nakreslenou konstrukci. Jsou to např. půdorysy výkopů, základů a střešního pláště střechy. Myšlené roviny řezů se vedou vždy okny nad parapety, všemi otvory v zobrazovaném podlaží, nad stěnami, které nedosahují ke stropu, a pod stěnami, které nezačínají na úrovni podlahy. Proto musíme někdy rovinu zalamovat tak, aby se zobrazily všechny potřebné části objektu.



Obrázek č. 11.1, Půdorys

Pokud není půdorys orientován severem nahoru, musí se alespoň na jednom půdorysu (zpravidla na půdorysu 1. nadzemního podlaží) nakreslit grafickou značkou orientace ke světovým stranám (obr. 11.1, 11.8). Zvolená orientace pak musí být důsledně používána u všech výkresů celého souboru.

Myšlené svislé řezy, které obsahují výškové umístění prostor v objektu a jejich prostorovou návaznost, se nazývají **svislý řez**. Vedou se objektem tak, aby protály všechny důležité konstrukce nebo části objektů. Zpravidla se vedou schodištěm. Zvolené roviny řezu se musí v půdorysech vyznačit tlustou čerchovanou čarou a šipkou označující směr pohledu (obr. 11.1).



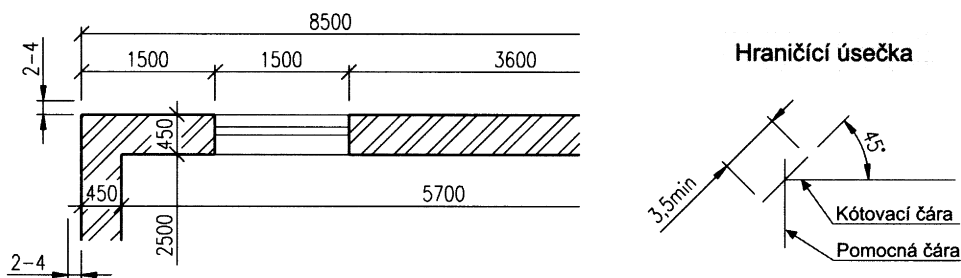
Obrázek č. 11.2, Svislý řez

Zobrazení skutečného vzhledu objektu nebo jeho částí nazýváme **pohled**. Zobrazení objektu v prostoru nazýváme **axonometrie** nebo **perspektiva**.

Kótování

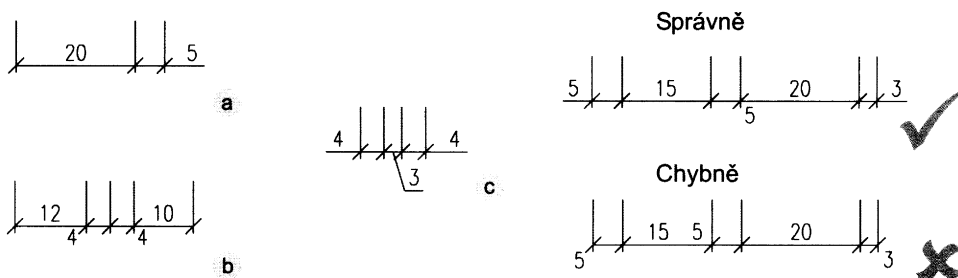
Délkové kóty se na výkresech pozemních staveb udávají v milimetrech, výškové kóty se udávají v metrech na tři desetinná místa. Měřicí jednotky (mm, m) se ve výkresech neuvádějí.

Na výkresech pozemních staveb se používá především řetězcové kótování (obr. 11.1, 11.2). Kóty se píší nad kótovací čáru, která se hraničí úsečkami (obr. 11.3). Pomocné čáry se prodlužují přibližně o 2 mm za kótovací čáru. Kótovací čára se ukončí na pomocné čáře, pouze v průsečících s obrysovými čarami se prodlouží za hraničící úsečku o 2 až 4 mm. Pomocná čára se ve stavebních výkresech ukončuje tak, aby mezi obrysem konstrukce a pomocnou čarou vznikla mezera 2 až 4 mm.



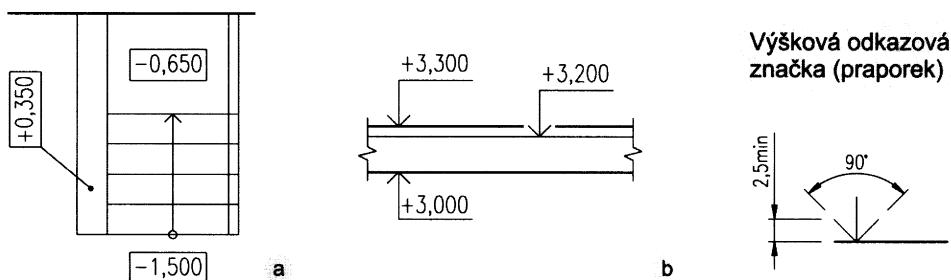
Obrázek č. 11.3. Umístění kótovacích a pomocných čar

Není-li mezi pomocnými čarami dost místa pro vepsání kóty, píše se kóta přednostně vpravo nad prodlouženou kótovací čárou (obr. 11.4 a), nebo pod ní (obr. 11.4 b). Není-li vpravo dost místa, je možné kótu napsat i vlevo (obr. 11.4 b, c). Není-li možné kótu umístit tak, aby byla čitelná, napíše se na odkazovou čáru vedenou od čáry kótovací (obr. 11.4 c).



Obrázek č. 11.4, Psaní kót

Výškové kóty se udávají buď absolutní hodnotou, tj. v nadmořských výškách, nebo relativní hodnotou, která se vztahuje ke zvolené základní rovině (obvykle úroveň podlahy 1. nadzemního podlaží). Úroveň nad zvolenou základní rovinou se označuje kótou se znaménkem +, úroveň pod základní rovinou kótou se znaménkem –.

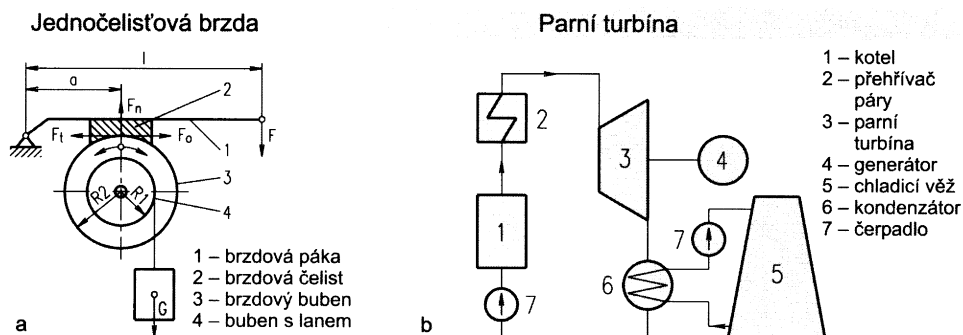


Obrázek č. 11.5, Výškové kóty

V půdorysu se kóta výškové úrovně vepisuje při každé změně výškové úrovně do obdélníků nakreslených v ploše, nebo na odkazové čáře vycházející z plochy (obr. 11.5 a). Ve svislých řezech se výškové kóty píší na odkazových čarách vedených od výškových značek (obr. 11.5 b).

Kreslení schémat

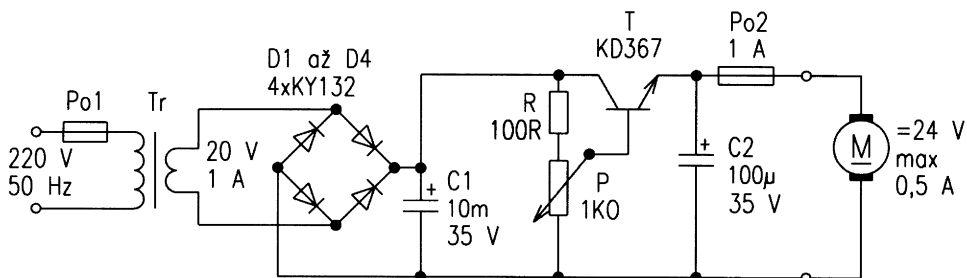
Schématy nazýváme takové výkresy, které zjednodušeným způsobem zobrazují podstatu zařízení. Schémata se používají prakticky ve všech oborech lidské činnosti. Pro uspořádání schématu bývá většinou rozhodující jen požadavek přehlednosti a názornosti, a nikoli skutečné rozmístění a tvar zařízení nebo měřítko zobrazení.



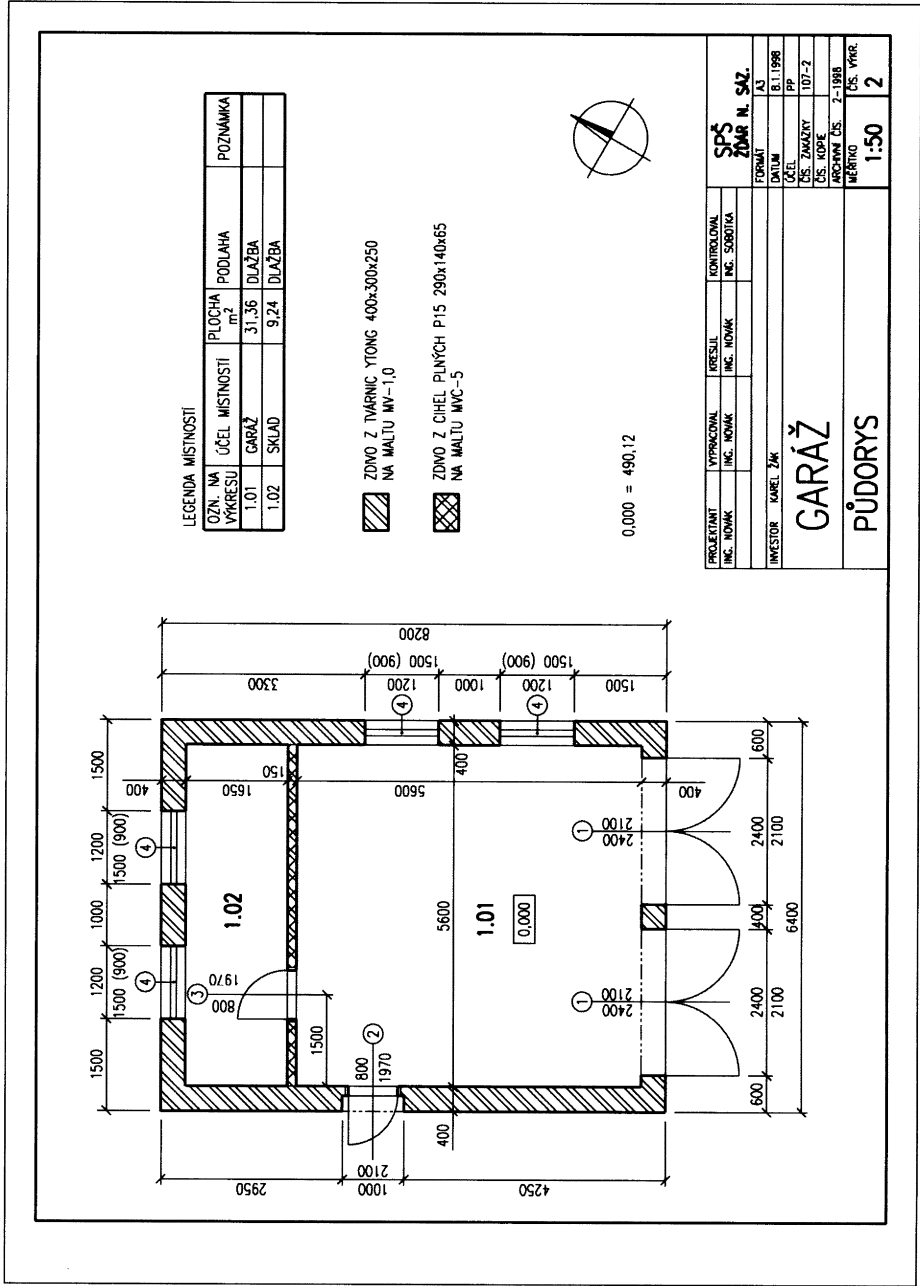
Obrázek č. 11.6, Kreslení schémat

Elektrotechnická schémata

Elektrotechnická schémata naznačují symbolicky elektrické pochody. Součástky a přístroje kreslíme pomocí značek, které bývají většinou normalizované. Spoje mezi značkami kreslíme rovnoběžné nebo kolmé. Do schémat zapisujeme jmenovité hodnoty, technické údaje, typová označení apod. Elektrotechnická schémata se kreslí jako bloková, přehledová, obvodová, nauková a montážní.



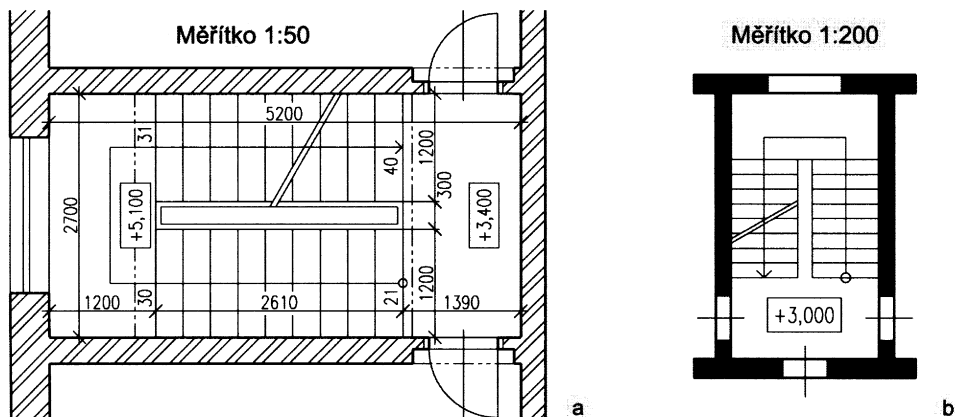
Obrázek č. 11.7, Řízení otáček stejnosměrného motorku



Obrázek č. 11.8, Půdorys garáže

Otázky a cvičení:

1. V jakých pohledech a v jakých měřítkách se kreslí výkresy ve stavebnictví?
2. Nakreslete a popište základní zásady kótování výkresů pozemních staveb.
3. Jako náčrt od ruky nakreslete půdorys garáže podle obr. 11.8. Doplňte legendu místností a legendu hmot (zdíva).
4. Nakreslete půdorys bytové jednotky vašeho bydliště (byt, rodinný domek). Půdorys doplňte o legendu místností a o grafickou značku orientace ke světovým stranám.
5. Načrtněte půdorysy (obr. 11.9) a porovnejte zobrazení schodiště v měřítku 1:50 a schematické zobrazení v měřítku 1:200.



Obrázek č. 11.9, Půdorys schodiště – cvičení

6. Nakreslete a popište schéma šroubového zvedáku. Tvar a rozměry zvolte.

12. Konstrukce s využitím výpočetní techniky

Žádný moderní systém není schopen řešení bez lidské představivosti a důvtipu. Teprve spojení špičkového odborníka s moderní technologií poskytuje správné výsledky. Již první setkání s počítačem mohou znamenat velkou životní zkušenost, změnu v budoucím myšlení a pohledu na možnosti řešení určitých problémů.

Nasazení CA technologií je jednou z kritických oblastí řešení předvýrobní etapy výroby. V úvodním seznámení se soustředíme především na oblast počítačové podpory konstruování, tedy CAD. Tento směr by měl být pro všechny z vás, kteří zvládli základy technického kreslení, dalším zcela přirozeným krokem studia.

CAD – Computer Aided Design
(Počítačová podpora konstruování)

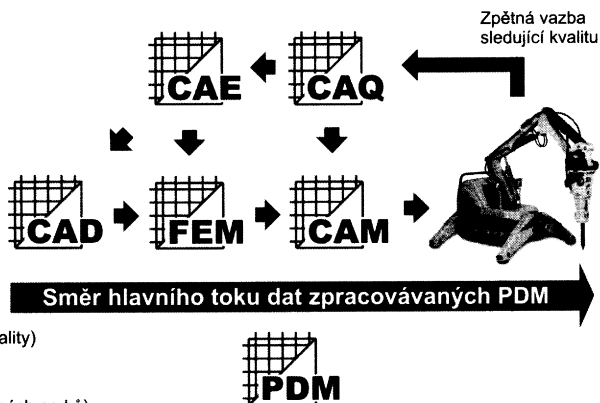
CAM – Computer Aided Manufacturing
(Přímé řízení výroby počítačem)

CAE – Computer Aided Engineering
(Počítačová podpora inženýrských prací, která využívá počítače pro výpočty v průběhu návrhu)

PDM – Product Data Management
(Správa dat o produktu)

CAQ – Computer Aided Quality
(Počítačem podporovaná kontrola kvality)

FEM – Finite Element Method
(Výpočty založené na metodě konečných prvků)



Obrázek č. 12.1, Základní zkratky používané v oblasti CA technologií

Důležité upozornění: Mějte na paměti, že žádný z těchto systémů nelze zvládnout bez dokonalé znalosti norem, promítání a zásad technického kreslení. Výpočetní technika je pouhopouhý nástroj, nic víc, nic méně.

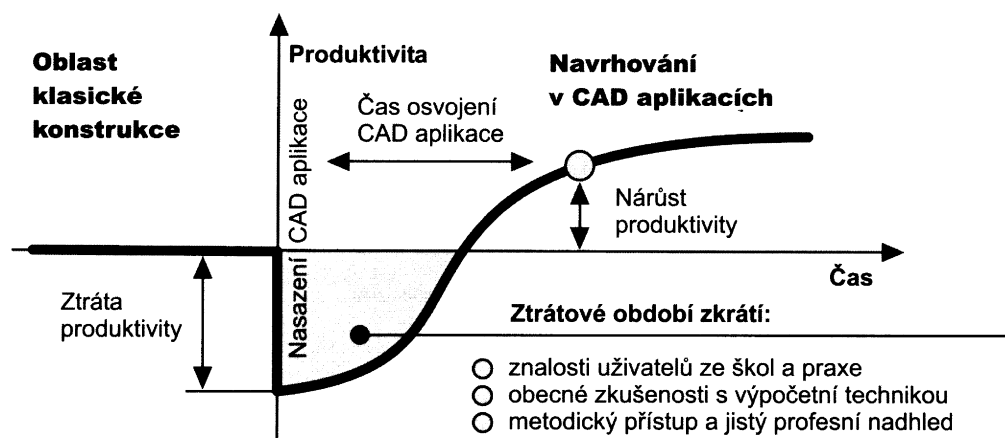
Computer Aided Design

CAD (Computer Aided Design) je jednou z větví CA technologií, která je určena pro široké nasazení aplikací výpočetní techniky v praxi (aplikovaná informatika). Umožňuje nahradit rutinní práci konstruktérů moderními postupy. Tyto umožňují podstatně rozšířit možnosti konstruktéra nejen o produktivní tvorbu výkresové dokumentace, ale konstruktér získává možnost vytvoření geometrie objektů přibližujících se skutečnosti. Na takto definovaných modelech je možné provést nejen řadu úprav, ale také odvodit jejich základní technické parametry.

Výhodou počítačového návrhu je jeho těsná návaznost na následné technologické činnosti. Vytvořené geometrie lze využít např. pro programování obráběcích strojů. Samostatnou kapitolou je spojení vytvořených objektů do rozsáhlých sestav a počítačových simulací.

V paměti může být také uložen soubor norem rozměrů i výpočtů pevnosti, pružnosti a podobně. Například při návrhu elektromotoru počítač obstará pro navržené parametry nezbytný výpočet magnetických polí i elektrodynamických nebo setrvačných sil. Tak se z nesčetných variant v dialogu s počítačem zrodí konečná podoba výrobku. Je-li zapotřebí, převede jej kreslicí zařízení (plotter) do podoby výkresu s kótami a další normami příkázanou „výzbrojí“.

Výsledek práce konstruktéra však může být stejně dobře uložen jen jako soubor do paměti na pevný disk nebo disketu a odtud si ho může například technolog nebo připravář výroby kdykoliv v obrazové podobě vyvolat. Technolog si budoucí výrobek vyvolá na obrazovku a systémem CAP (Computer Aided Planing), výběrem z typizovaných skupinových postupů a z inventáře nástrojů, nabízených jako menu, určí program výrobního postupu. Výstupem může být například páska pro řízení stroje NC. Tak se vytvoří podmínky přímého řízení výroby počítačem, což je všeobecně označováno jako CAM (Computer Aided Manufacturing).



Obrazek č. 12.2, Proč navázat na technické kreslení studiem CAD již ve škole?

Systém CAD/CAP/CAM využívá jen v Evropě již několik tisíc podniků a firem. Jeho „záběh“ dříve trval i několik let, protože v agendě řízení se mění vše od základů. Odstraňuje se těžkopádná papírová agenda, urychluje se inovace výrobků. Zkušenosti z vlastní výroby se přes počítač vrací zpět do přípravy výroby. Uspoří se spousta času.

Rozdělení systémů CAD

Systémy CAD můžeme rozdělit do několika kategorií, přičemž hlediska pro jejich rozdělení mohou být různá. Jedním příkladem může být rozdělení, které bylo určeno již před několika lety prodejní cenou a možnostmi systémů CAD, do čtyř oblastí:

I. generace, CAD pro 2D konstrukci – program, který nejde za hranici dvou rozměrů. Jedná se často o jednoduché programy pro tvorbu náčrtů. I zde se najdou velmi solidní produkty. Příkladem může být například AutoCAD LT. Programy nejsou většinou vybaveny nástroji pro tvorbu prostorových modelů ani otevřenou architekturou (interní programovací jazyk nebo programátorské nástroje). Jsou ideálním řešením pro menší konstrukční kanceláře, které vyžadují pouze tvorbu klasické výkresové dokumentace. Do této kategorie patří i řada programů volně šířených prostřednictvím sítě Internet.

II. generace, CAD s podporou klasického modelování – prakticky multioborově nejpoužívanější systémy CAD. Jejich společným aspektem je především univerzálnost použití a velmi propracované uživatelské prostředí. Setkáme se s nimi prakticky ve všech oborech, kde je nutné vytvářet výkresovou dokumentaci. Musíme zařadit především AutoCAD a MicroStation. Tyto aplikace se navíc vyznačují prostorovým modelářem a otevřenou architekturou (možností optimalizace programu, programování aplikací a spolupráce s jinými programy). V AutoCADu je integrována řada vývojových nástrojů, například VisualLISP s podporou ActiveX automation (práce s objekty).

Programy této kategorie patří dnes ke světovému standardu v oblasti tvorby výkresové dokumentace s využitím výpočetní techniky bez ohledu na oborovou orientaci. Hlavní předností znalosti těchto systémů je jejich zcela univerzální použití ve strojírenství, stavebnictví, architektuře, geodezii atd.

Sjednocením platformy operačního systému Windows NT pro všechny kategorie CAD se stávají produkty druhé generace základem náhrady klasické tvorby výkresů a nových možností spolupráce v podobě distribuce elektronické dokumentace. Jejich společným jmenovatelem je jednoznačně dostupnost, užitná hodnota, vysoký výkon a snadná obsluha.

III. generace, CAD/CAM/CAE založené na parametrickém modelování – tvoří základ systémů nastupujících především ve všeobecném strojírenství a stavebnictví. Jejich koncepce je postavena na parametrickém modelování a otevřené architektuře. Mezi ty nejvýznamnější patří pro strojírenství **SolidWorks**, **Autodesk Inventor**, **SolidEdge** nebo pro stavebnictví **Autodesk Revit**. Jejich společným jmenovatelem je propracovaná metodika obsluhy a snadné osvojení jednotlivých funkcí. Všechny aplikace pracují výhradně na platformě Microsoft Windows.

Poznámka:

Za parametrický model považujeme takový, který je matematicky popsán pomocí parametrů. Na modelu jsou definovány charakteristiky jeho geometrických částí a vzájemné vztahy s jinými součástmi, pokud je v sestavě. U takto vytvořeného modelu nejsou rozměry a další charakteristiky určeny konkrétními hodnotami, ale pomocí proměnných, výrazů a rovnic, které spolu vzájemně souvisí. Po dosazení několika základních konkrétních hodnot dojde k výpočtu skutečných rozměrů produktu.

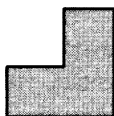
IV. generace, CAD/CAM/CAE se správou dat o výrobku – aplikace jsou určeny prakticky výhradně pro strojírenství a oproti třetí generaci poskytují rozsáhlejší modulární stavbu a vyšší funkčnost ve specifických oborech. Systémy jsou postaveny na parametrických základech a otevřené architektuře. Jejich cílem je především výrazná podpora komunikace a provázanost jednotlivých fází tvorby nového výrobku. Výrazně se takto zkracují průběžné časy potřebné pro zpracování a výměnu informací.

Jádrem systému je opět modelář, který poskytuje geometrická data pro kompletní zpracování virtuálního prototypu výrobku pomocí CAD/CAM/CAE. Výsledkem procesu navrhování je především zachycení inženýrského záměru, snadná obsluha, spolupráce v týmu a přehledná správa informací pomocí PDM. Do této kategorie lze zařadit produkty řady firem. Mezi nejznámější patří **Pro/Engineer**, **Catia** a **Unigraphics**. Tyto aplikace mají za sebou delší vývoj než produkty III. generace a pracují na multiplatformních systémech (UNIX, Windows apod.).

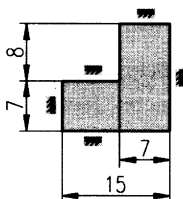
Parametrické modelování

Technická dokumentace je základním zdrojem informací pro výrobu. Součásti zobrazené v pravoúhlém promítání mohou být ovšem odvozeny přímo z prostorového modelu.

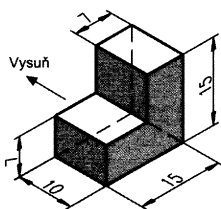
1 Definice náčrtu tvořícího model



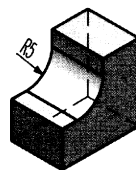
2 Parametrizace a přiřazení vazeb



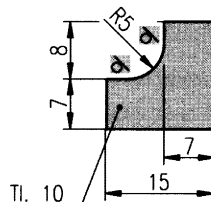
3 Vytvoření modelu



4 Úprava modelu



5 Vytvoření výkresu a jeho aktualizace



Rozměrové parametry:

Definují rozměry náčrtů a konstrukčních prvků



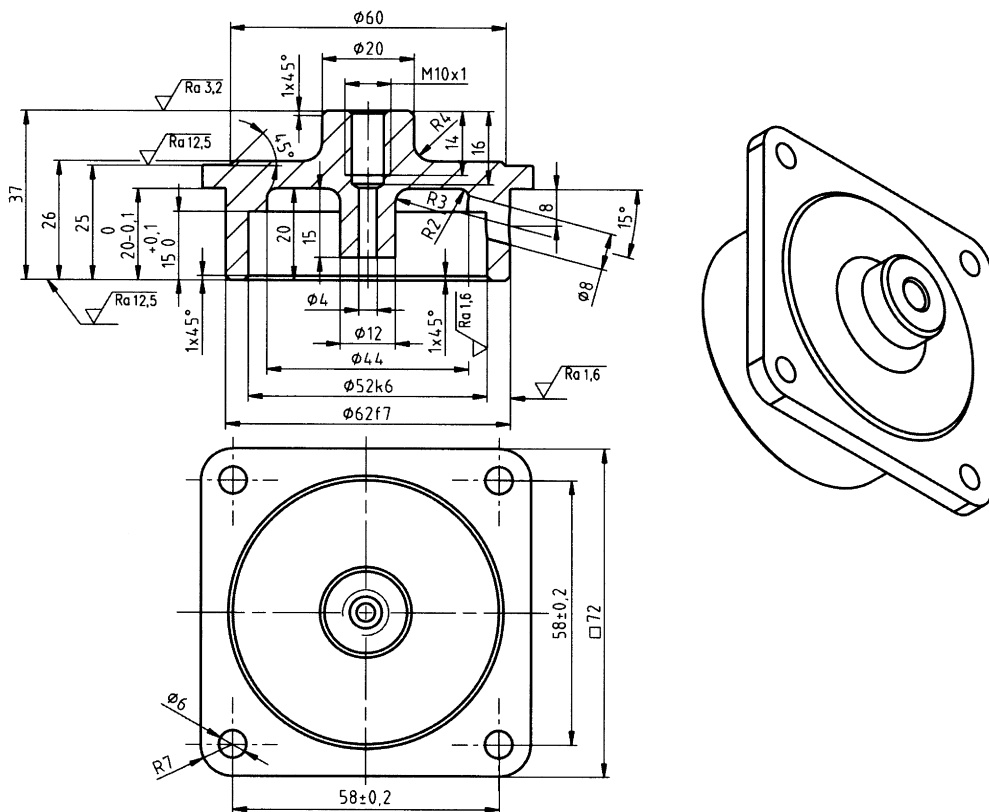
Geometrické vazby:

Definují vzájemné vztahy objektů tvořících náčrty

Obrázek č. 12.3, Tvorba parametrického modelu, výkresu a úpravy

Prostorový model poskytuje řadu informací nejen o geometrických charakteristikách, ale také o vzájemných polohách a vazbách ve skupinách těles. Konstruktor, návrhář, designer získává použitím prostorových modelů možnost neomezené práce s reálným objektem. Nemusí již být omezen 2D pohledy vytvořenými na základě ortogonálního promítání.

Výsledkem snahy vytvořit úzkou vazbu mezi modelováním a tvorbou výkresové dokumentace je **Parametrické modelování**. V současné době neexistuje progresivnější a produktivnější metoda počítačové konstrukce a navrhování. Pro podnik či firmu, která má **vlastní vývoj** nových produktů, je tento směr tím neefektivnějším. Na jednoduchém příkladu si vysvětlíme podstatu parametrického modelování.



Obrázek č. 12.4, Virtuální model součásti vytvořený pomocí parametrického modelování

Konstruktor, návrhář začíná tvorbu nového výrobku od prostorového modelu. Model je vytvořen obdobnými technikami jako u klasického modelování, často bez ohledu na přesné rozměry. Jednotlivým rozměrům jsou přiřazeny rozměry (kóty), které nazýváme **parametry**.

U takto vytvořeného modelu nejsou rozměry a další charakteristiky určeny konkrétními hodnotami, ale pomocí proměnných, výrazů a rovnic, které spolu vzájemně souvisí. Po dosažení několika základních konkrétních hodnot dojde k výpočtu skutečných rozměrů produktu.

Dalším krokem při tvorbě parametrického modelu je vytvoření vzájemných vazeb jednotlivých ploch, případně těles. **Vazby** definují geometrické parametry, např. vzájemnou rovnoběžnost, kolmost, soustřednost jednotlivých ploch a těles.

Po návrhu parametrického modelu můžeme zadat počítači příkaz k vytvoření jednotlivých výkresových pohledů, řezů a detailů. Výsledkem je výkres, který se po doplnění kót, nejsou-li odvozeny z parametrů, formátu a dalších drobných náležitostí, stává plnohodnotnou výkresovou dokumentací.

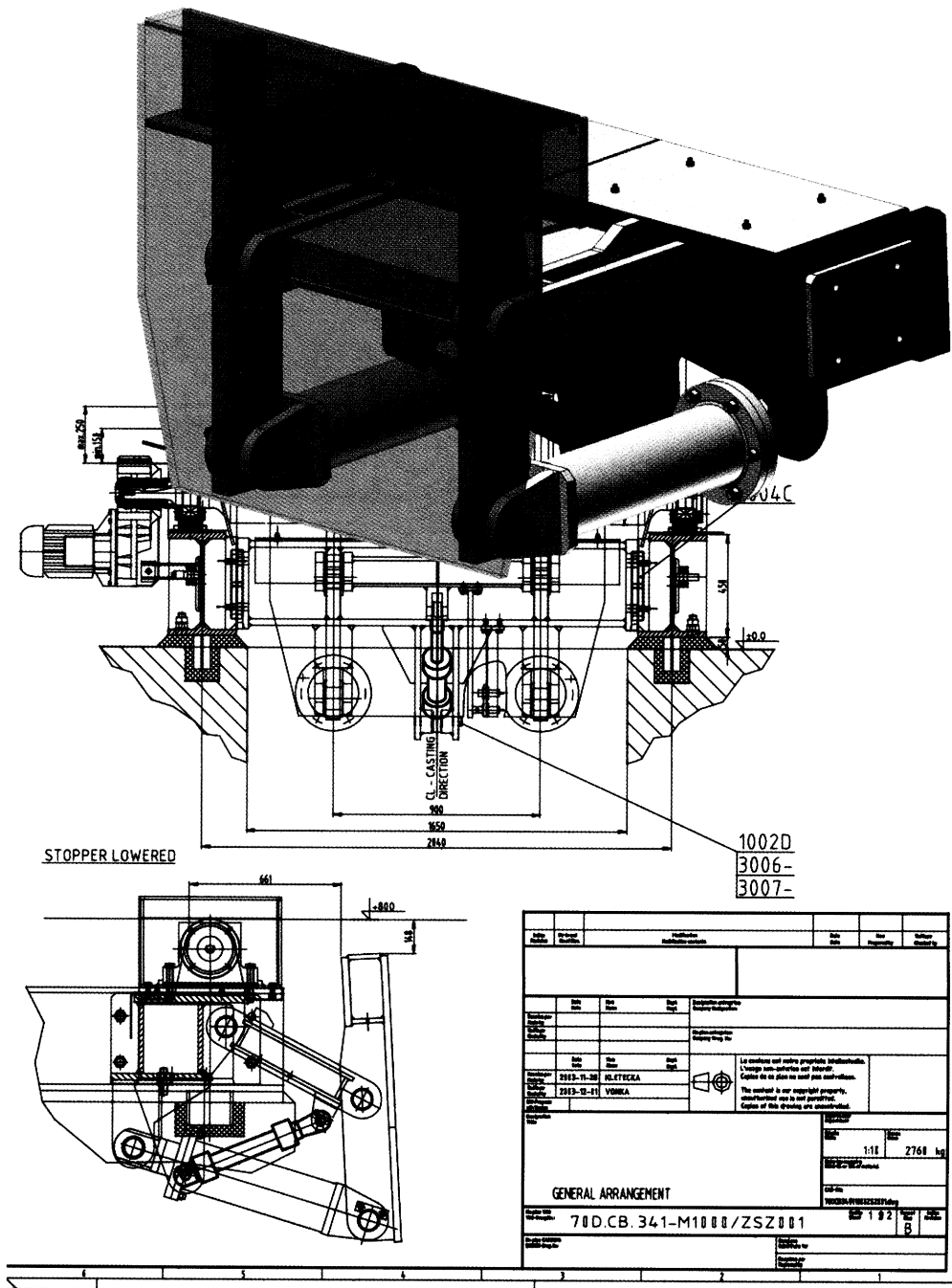
Zde ovšem ještě možnosti parametrického modelování nekončí. Je možné kdykoliv se vrátit k původnímu modelu a provést jeho modifikaci. **Veškeré změny se automaticky promítají do předem vytvořených pohledů**, které tvoří výkresovou dokumentaci.

Konstruktor se stává opravdovým návrhářem, který se již tolik nemusí zabývat náležitostmi výkresové dokumentace. Veškeré modifikace jsou relativně snadné, soustředí se pouze na úpravu parametrů a geometrické charakteristiky modelu. Ostatní, od regenerace tvaru součástí, vazeb až po opravu výkresové dokumentace, zajistí počítač.

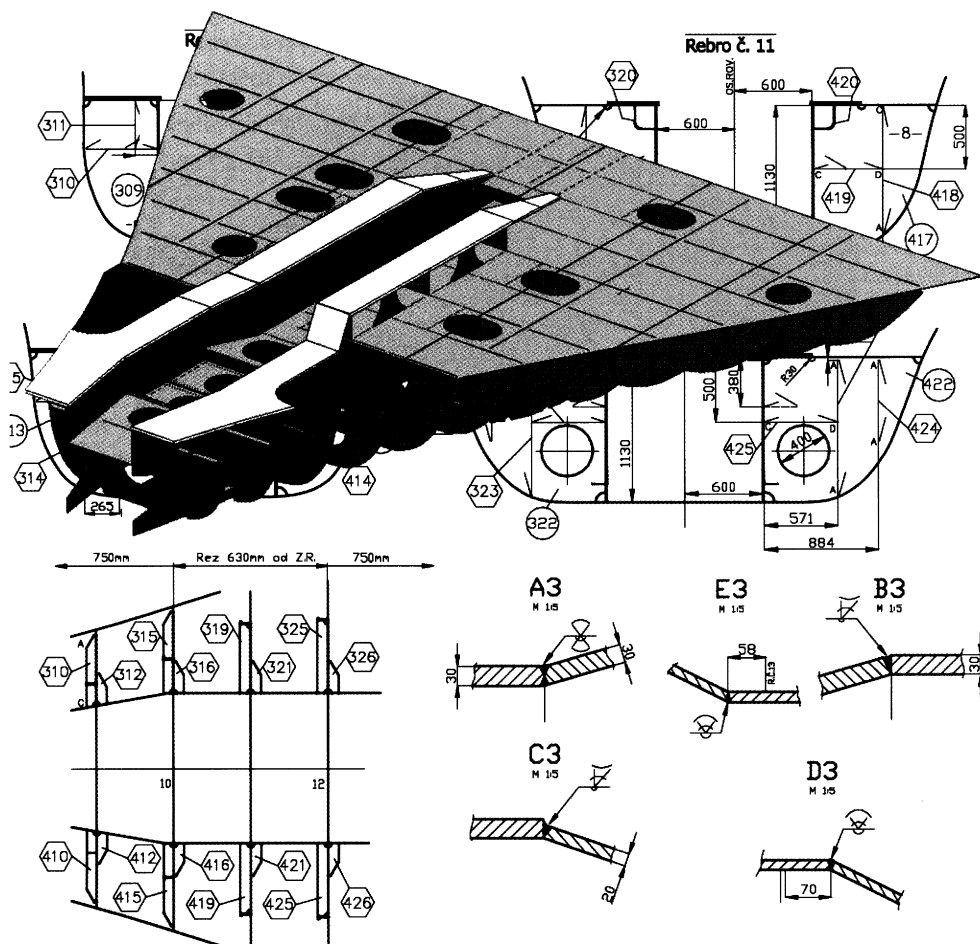
Závěrem uvedme již jen to, že parametrické modelování je výrobci aplikací CA vylepšováno a doplňováno o nové funkce a jejich základní funkčnost může být ukryta za jinými názvy systému modelování. Ovšem základní princip náčrtu určeného parametrickými kótami a geometrickými nebo vzájemnými (adaptivními) vazbami zůstává zachován.

Otázky a cvičení:

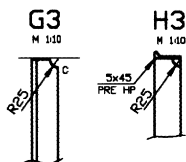
1. Vysvětlíte pojem CA technologie.
2. Rozdělte aplikace CAD podle jejich možností.
3. Popište na jednoduchém příkladu podstatu tvorby parametrického modelu.
4. Jaké programové vybavení pro konstruování na počítači znáte?



Obrázek č. 12.5, Podsestava hydraulické zarážky, VAI Praha Engineering spol. s r. o. (www.vai.at)
Zdroj: VAI Praha Engineering spol. s r. o., Česká republika

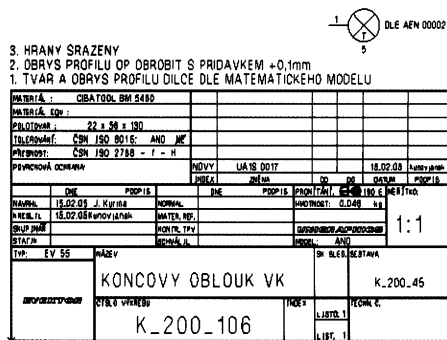
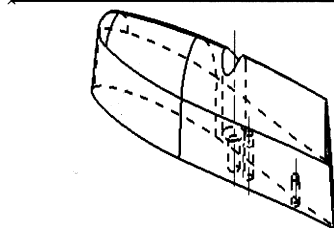
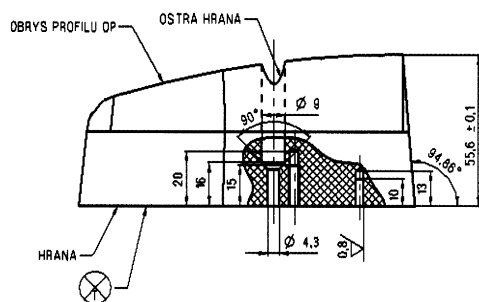
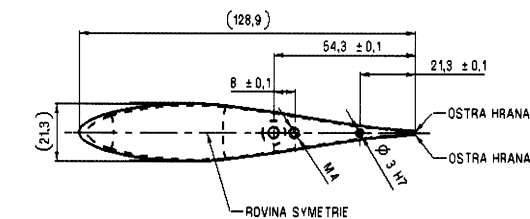
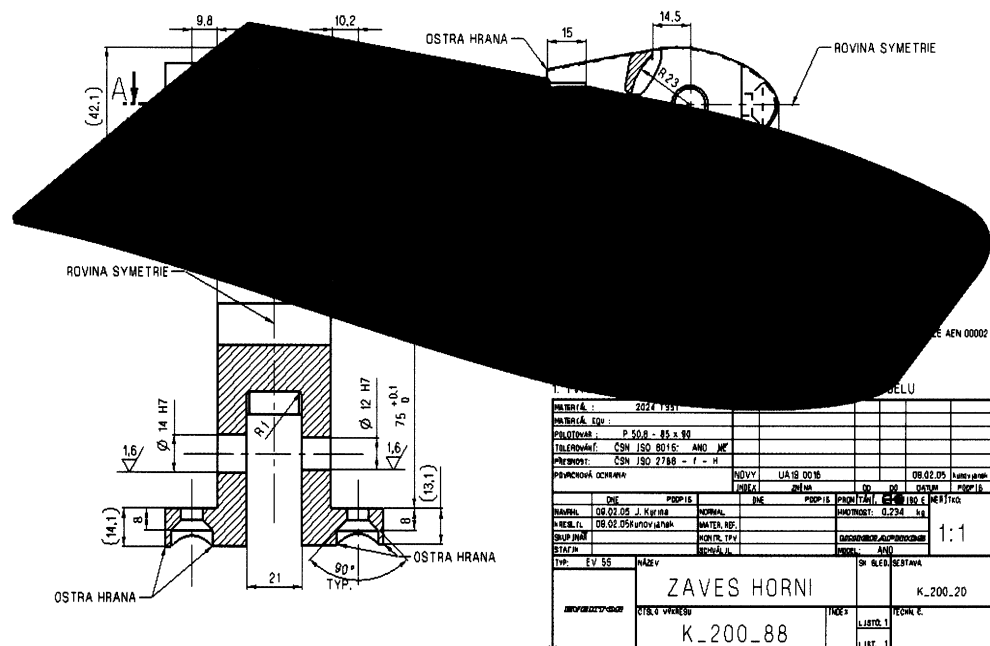


2. VÝSTUHY K PRIEČKAM, K CHRBTICIAM A MEDZI SEBOU
ZVARIT h35, D
1. KONCE VÝSTUH OZNAČENÉ PÍSMENOM "A" SÚ OPRACOVANÉ NA V62
PÍSMENÁ "B" SÚ KOLMÉ, PÍSMENÁ "C" JE PODLA DET.G3
PÍSMENOM "D" JE PODLA DET.H3



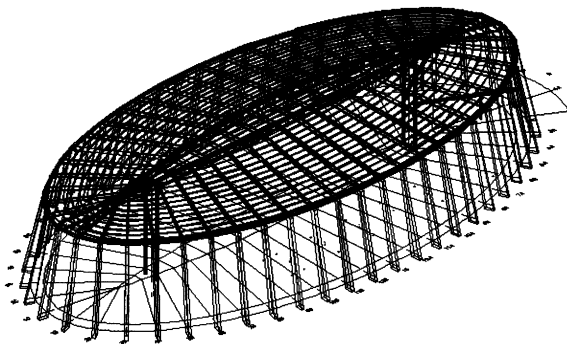
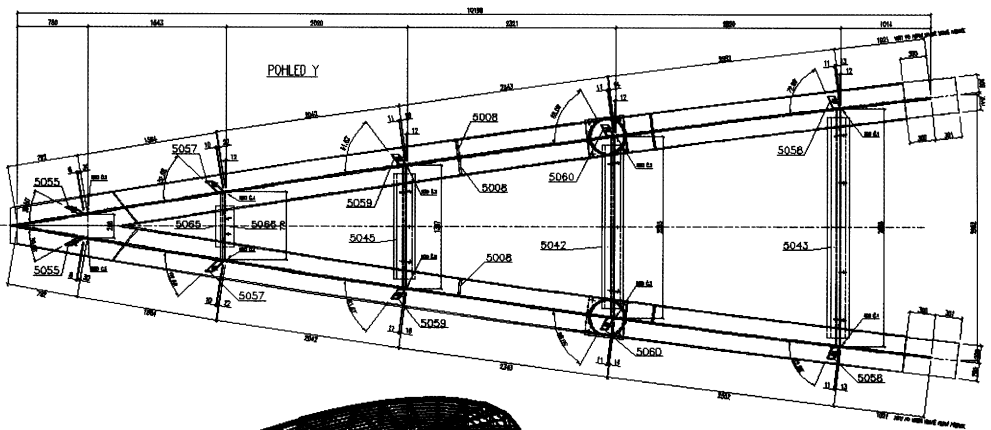
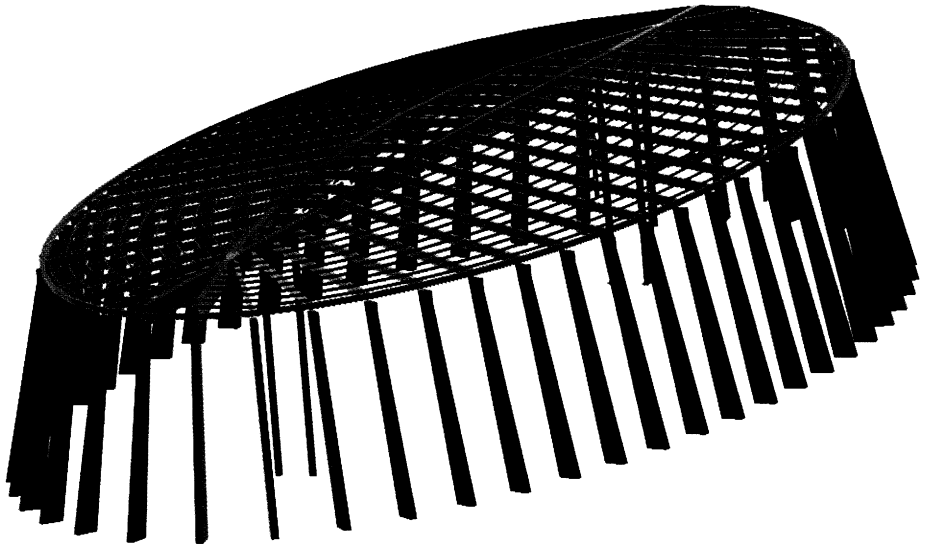
PSMENOM DUE PODLA DET.HS		OZN.DIELCA		ZAK.Č	
367-14-62-102		367-12-62-102		1260-0	
367-14-62-102				1460-0	
Merito	Kreslí Ing.Mészáros	Č. snímku			
1:25	Prešedkol		Zmena	Datum	Podpis
	Norm.ref.				
	Vyrob.prijedn.	Schválil Ing.Kollár			
		Dňa 02/2005	Č. transp.		
					Index zmeny
Typ NL-MAAS E2 Skupina		Starý výkres		Nový výkres	
Názov		367-14-62-102/2			
 SEKCIA 600 STROJNÉ ZÁKLADY R.C.B-21		Počet listov 4			
		List 3			

Obrázek č. 12.6, Strojní základ motoru lodě, Slovenské loděnice Komárno (www.slkb.sk)
Zdroj: Slovenské loděnice Komárno, Slovenská republika





Obrázek č. 12.8, Drak letounu VUT100 Cobra, Evektor (www.evektor.cz)
Zdroj: Evektor, Česká republika



POZNÁMKY:

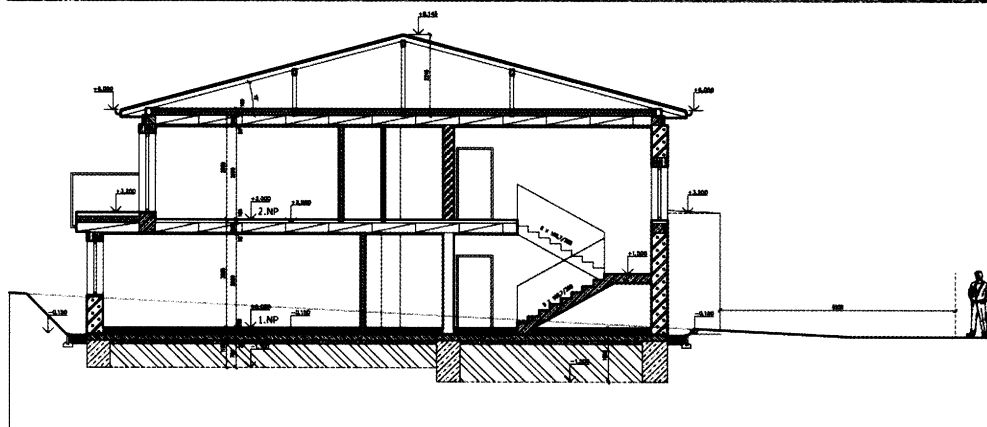
2. МЕДИЦИНСКА СЛУЖБА ЗАШТИТЕ И ДОУ ВРАЧЕШ КОЈИТЕ-13 - 14

Yeni bir kitapta 8 tane 73 2801

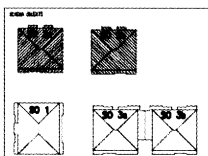
[illegible]

Obrázek č. 12.9, Sportovní hala Hodonín, ACIERCON s. r. o. (www.aciercon.cz)

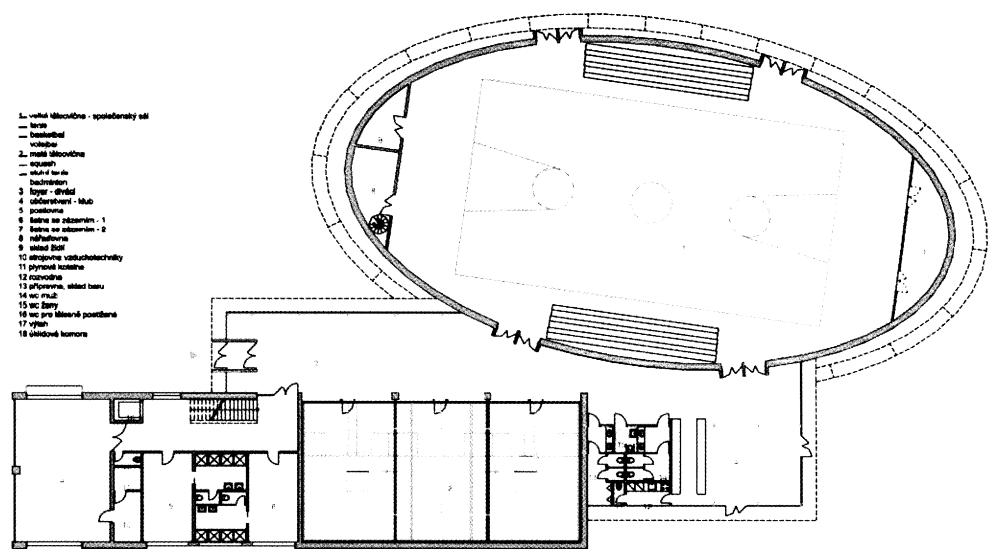
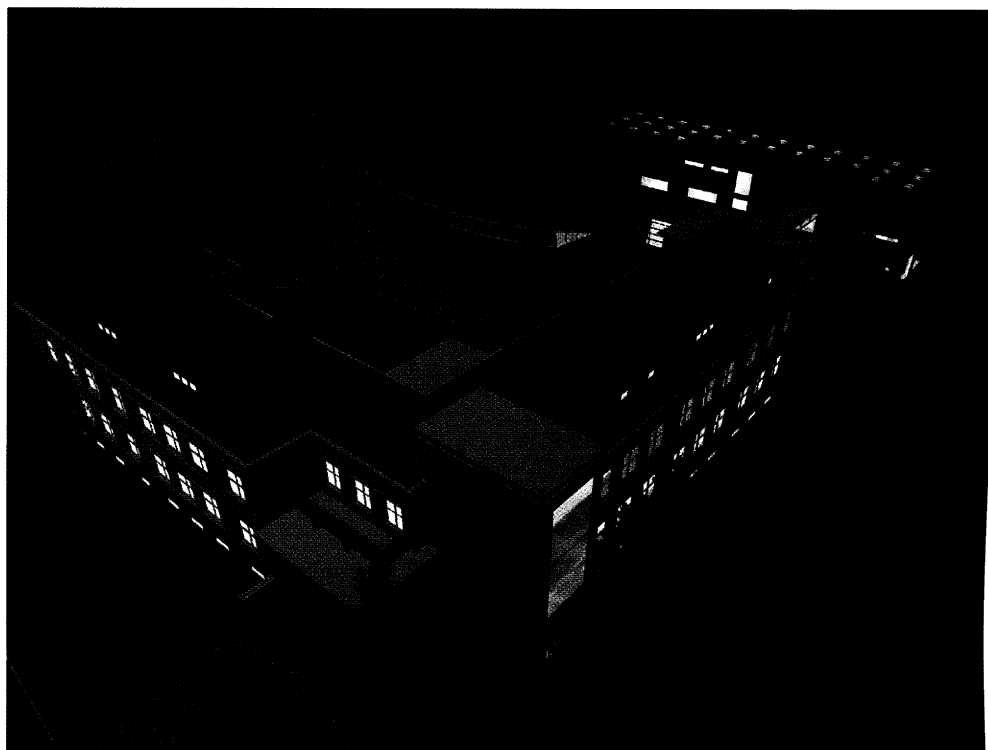
Zdroj: soutěž Stavební CAD projekt, AB Studio s. r. o., Česká republika (www.abstudio.cz)



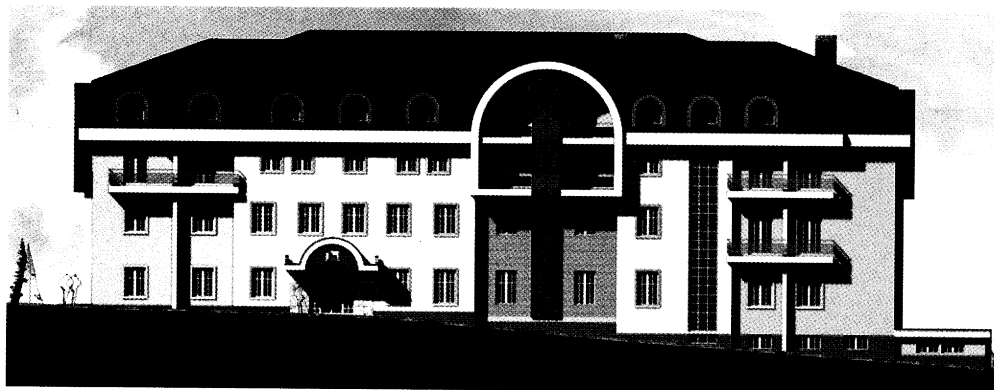
	Zdvo z Paratieru 44 P+D P10 na mletu MWC 5
	Zdvo z Paratieru 30 AKI, P20 na mletu MWC 5
	Zdvo z Paratieru na mletu MWC 5
	Zdvo z CP na mletu MWC 5
	MPZez z Paratieru 17,5 P+3 P10 na mletu MWC 2,5
	MPZez z Paratieru 6,5 P+3 P10 na mletu MWC 2,5
	tesnilni izolace
	žemerozetan
	Beton prestý
	tesnilni izolace
	tesnilni izolace
	tesnilni izolace
	tesnilni izolace
	tesnilni izolace
	tesnilni izolace
	tesnilni izolace

[illegible]

244



Obrázek č. 12.11, Projekt školy v Klánovicích, VYŠEHRAD atelier (www.vysehrad-atelier.cz)
 Zdroj: soutěž Stavební CAD projekt, AB Studio s. r. o., Česká republika (www.abstudio.cz)



Obrázek č. 12.12, Lázeňský dům, Grafic PROJEKČNÍ KANCELÁŘ v. o. s. (www.grafic.cz) a Jan Kábrt (www.rodinnedomy.info). Zdroj: soutěž Stavební CAD projekt, AB Studio s. r. o., Česká republika. (www.abstudio.cz)

Rejstřík

3D prostorové zobrazení, 35

A

axonometrické promítání, 35, 40

C

celkové házení, 125

celoevropské normy (EN), 19

Computer Aided Design, 10, 233

Č

čáry na technických výkresech, 24

čepy, 147, 148

D

délka drážkových hřidelů, 159

délkové rozměry, 97

diazografie, 14

dílčí základny, 129

dimetrie, 41

– kosoúhlá, 42

díry, 86

drážkování, 158

drážkové hřídele, 157, 159

drážky pro pojistné podložky typu MB, 160

E

elektrotechnická schémata, 230

F

formáty výkresů, 22

funkční kótování, 80

G

geometrická tělesa, 43

geometrické tolerance, 119

– vazby, 130

– základny, 127

– zapisování, 125

grafické označování materiálů v řezech, 51

H

hodnocení struktury povrchu, 107

hraničící značky, 74

hranol, 92

hřídele, 157

– drážkové, 157

hřídelové spojky, 163

I

izometrie, 41

J

jehlan, 90

jehlanovitost, 91

K

kavalírní axonometrie, 42

klíny, 155, 156

kluzná ložiska, 164

kolíky, 149, 150

kolmost, 123

konečný tvar, 61

konstrukce s využitím výpočetní techniky, 233

konstrukční

– dokumentace, 201

– prvky, 137

kopie, 21

kopírování výkresové dokumentace, 14

kosoúhlá dimetrie, 42

kosoúhlé promítání, 36

kótovací čáry, 74

kótování, 73, 223

– délky drážkových hřidelů, 159

– děr, 86

- funkční, 80
 - geometrických
 - a konstrukčních prvků součástí, 81
 - hranolů, 92
 - jehlanů, 90
 - koulí, 84
 - kuželů, 88
 - nepřímé funkční, 80
 - oblouků, 81
 - od společné základy, 78
 - opakujících se konstrukčních prvků, 93
 - pojmy a pravidla, 73
 - poloměrů, 82
 - průměrů, 83
 - přechodů, 92
 - přímé funkční, 80
 - řetězcové, 77
 - sklonu, 87
 - smíšené, 79
 - souřadnicové, 79
 - tabulkové, 94
 - technologické, 80, 81
 - tloušťek desek, 92
 - úhlů, 84
 - závitů, 140
 - zkosených hran, 85
- kóty
- provedení, 73
 - soustavy, 77
 - zapisování, 76
- koule, 84
- kreslení
- od ruky, 15
 - odlitků, 217
 - ohýbaných a lisovaných součástí, 219
 - průhledných předmětů, 58
 - s použitím pomůcek, 15
 - schémat, 230
 - stavebních výkresů, 227
 - šroubů, matic a podložek, 143
 - výkovků, 218
- kreslicí plocha, 23
- kruhové
- házení, 125
 - oblouky, 81

- kruhovitost, 122
- kružítka, 11
- křivítka, 12
- kužel, 88
- kuželovitost, 61, 90

L

- lepené spoje, 184
- lisované součásti, 219
- ložiska, 164
 - kluzná, 164
 - valivá, 165

M

- malý sklon, 61
- matice, 143, 144
- maximum materiálu, 131
- mechanické převody, 171
- měřítka zobrazování, 26
- metoda promítání
 - v 1. kvadrantu, 38
 - v 3. kvadrantu, 39
- mezinárodní normy (ISO), 19
- minimum materiálu, 132
- místní
 - pohled, 48
 - řez, 54

N

- náboje, 157
- náčrt, 21
- návrhové výkresy, 21
- nepřímé funkční kótování, 80
- normy, 19
 - celoevropské, 19
 - mezinárodní, 19
 - státní, 19
- nýtované konstrukce, 184

O

- obalová plocha, 130
- oblouk, 81
- obrysy výchozího a konečného tvaru, 61
- odkazy na položky, 206
- odlitky, 217

ohýbané součásti, 219
 opakující se
 – konstrukční prvky, 93
 – shodné prvky, 60
 originál, 21
 oříznutý formát, 23
 označování
 – drážkování, 158
 – materiálů v řezech, 51
 – valivých ložisek, 166
 – základěn, 128
 ozubené převody, 172
 ozubení, 172

P

pájené spoje, 184
 parametrické modelování, 236
 pauzovací papír, 13
 pera, 153, 154
 písmo, 27
 plánometrie, 42
 plastická pryž, 12
 plocha řezu, 50, 53
 plotter, 12
 podélný řez, 54
 podložky, 143, 144
 – typu MB, 160
 podmínka
 – maxima materiálu, 131
 – minima materiálu, 132
 – obalové plochy, 130
 – reciprocita, 132
 pohled
 – který není sdružený, 47
 – místní, 48
 – rozvinutý, 49
 – shodný, 48
 pohledy, 47
 pojistné
 – kroužky, 151
 – podložky typu MB, 160
 pojmy
 – a pravidla kótování, 73
 – ozubení, 172
 poloměr, 82
 poloviční řez, 54
 pomocné čáry, 74
 popisové pole, 23, 203
 povrch, 107
 pracovní sešity, 13
 pravidla pro zobrazování
 – na výkresech, 46
 – řetězových kol, 176
 pravidlo tolerování, 130
 pravítka, 12
 pravoúhlé promítání, 36
 promítací
 – přímky, 35
 – rovina, 35
 promítání
 – axonometrické, 40
 – kosoúhlé, 36
 – pravoúhlé, 36
 – rovnoběžné, 36
 – středové, 36
 provedení kót, 73
 průhledné předměty, 58
 průměr, 83
 průmětna, 35
 průniky, 62
 průřez, 56
 pružiny, 169, 170
 prvky hřidelů, 157
 předepisování
 – struktury povrchu na výkresech, 108
 – tepelného zpracování, 114
 – úpravy povrchu, 113
 – zápchů na výkresech, 161
 předměty
 – průhledné, 58
 – souměrné, 60
 předtisky výkresových listů, 23
 přechod, 62, 92
 přerušování obrazu, 59
 převody
 – mechanické, 171
 – ozubené, 172
 – řemenové, 176
 – řetězové, 175
 příčný řez, 53

přímé funkční kótování, 80
přímost, 121

R

reciprocita, 132
rovinné plochy, 60
rovinnost, 121
rovnoběžné promítání, 36
rovnoběžnost, 123
rozdělení systémů CAD, 235
rozlišení plochy řezu, 53
rozměry, 80, 97
– svarů, 183
– tolerančních rámečků a značek, 127
rozvinutý
– pohled, 49
– řez, 55
rýhování, 163
rýsovací deska, 12
– s pravítky, 10
rýsovací papíry
– pro kreslení tuší, 13
– pro kreslení tužkou, 13

Ř

řemenové převody, 176
řetězové kótování, 77
řetězová kola, 176
řetězové převody, 175
řez

– místní, 54
– podélný, 54
– poloviční, 54
– příčný, 53
– rozvinutý, 55
– více rovinami, 55
řezy a průřezy, 49

S

seznam položek (kusovník), 205, 206
shodné pohledy, 48
schémata, 227
skica, 21
skládání výkresů, 24
sklon, 87, 123

sled průřezů, 58
složená tělesa, 45
smíšené kótování, 79
souměrné předměty, 60
souměrnost, 124
sousost, 124
souřadnicová síť, 23
souřadnicové kótování, 79
soustavy kót, 77
soustřednost, 124
spoje, 137
– lepené, 184
– pájené, 184
– svarové, 177
– šroubové, 137
státní normy (ČSN), 19
stavební výkresy a schémata, 227
stavěcí kroužky, 151
strojní součásti, 137
struktura povrchu, 107
– na výkresech, 108
středicí důlky, 161, 162
středicí značky, 23
středové promítání, 36
svarové spoje, 177
svary, 179, 183
systémy CAD, 235

Š

šablony, 12
šroubové spoje, 137
šrouby, 143, 144

T

tabulka údajů, 175
tabulkové kótování, 94
technická
– dimetrie, 41
– izometrie, 41
– normalizace, 19
– trubičková pera, 12
technické
– písmo, 27
– výkresy, 20
– – čáry, 24

- zobrazování, 35
- technologické kótování, 80, 81
- tepelné zpracování, 113, 114
- těsnění, 164, 168
- tloušťka desky, 92
- tolerance, 119
 - celkového házení, 125
 - kolmosti, 123
 - kruhového házení, 125
 - kruhovitosti, 122
 - přímosti, 121
 - rovinnosti, 121
 - rovnoběžnosti, 123
 - rozměrů, 130
 - sklonu, 123
 - souměrnosti, 124
 - soustřednosti a souososti, 124
 - tvaru plochy, 122
 - tvaru profilu, 122
 - umístění, 124
 - válcovitosti, 122

toleranční

- pole, 120
- prostor, 120
- rámečky, 127
- značky, 100, 127

tolerování

- délkových a úhlových rozměrů, 97
- pro uložení přechodná, 143
- pro uložení s přesahem, 143
- pro uložení s vůlí, 142
- rozměru, 97
- závitů, 142

tuha tvrdosti HB, 11

tužka, 11

tvar

- plochy, 122
- profilu, 122

tvarové

- podrobnosti, 59
- prvky hřídelů, 157

U

úhel, 84

úhlové rozměry, 97

uložení, 102

- přechodná, 143
- s přesahem, 143
- s vůlí, 142

umístění, 124

úprava povrchu, 113

V

válcovitost, 122

valivá ložiska, 165, 166

vroubkování, 163

všeobecné tolerance, 97, 119

výchozí tvar, 61

výkovky, 218

výkres

- odlitku, 218
- sestavení, 202
- součásti, 201
- výkovku, 218
- zapisování tolerancí, 99

výkresová dokumentace, 14, 217

výkresy

- formáty, 22
- podsestav a sestav, 21
- polotovarů, 217
- pravidla pro zobrazování, 46
- pružin, 170
- skládání, 24
- součástí, 21
- svarků, 177
- technické, 20

výpočet

- jehlanovitosti, 91
- kuželovitosti, 90

výpočetní technika, 233

X

xerografie, 14

Z

zajištění valivých ložisek na hřídeli, 167

základny, 128

- pro geometrické tolerance, 127

zakryté hrany a obrysy, 59

zápichy, 160, 161

zapisování

- geometrických tolerancí, 125
- kót, 76
- tolerancí na výkresech, 99

závislé tolerance, 130

závity, 137, 138

- tolerování, 142

závlačky, 151

zjednodušení v zobrazování, 59

zkosené hrany, 85

značení

- středících důlků na výkresech, 162
- svarů, 179

značky pro oříznutí, 23

zobrazení pružin, 170

zobrazování, 26

- drážkování, 158
- geometrických těles, 43
- na výkresech, 46
- objektů, 227
- ozubení, 173
- řetězových kol, 176
- těsnění, 168
- valivých ložisek, 166
- závitů, 138