

# **Technické kreslenie**

**1. ročník**

Ing. Lenka Danišková

Považská Bystrica 2011

**Názov:** Technické kreslenie 1.ročník  
**Autor:** Ing.Lenka Danišková  
**Odborný garant:** Ing.Vojtech Kollár  
**Vydavateľ:** Stredná odborná škola strojnícka, Považská Bystrica

# Obsah

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Čo budeš potrebovať na technické kreslenie.....</b>   | <b>7</b>  |
| 1.1 Pomôcky na technické kreslenie .....                   | 7         |
| 1.2 Pracovný zošit .....                                   | 8         |
| 1.3 Zásady kreslenia voľnou rukou .....                    | 9         |
| <b>2 Technická normalizácia.....</b>                       | <b>11</b> |
| 2.1 Druhy noriem .....                                     | 11        |
| 2.2 Druhy technických výkresov.....                        | 11        |
| 2.3 Formáty technických výkresov .....                     | 13        |
| 2.4 Úprava výkresových listov.....                         | 14        |
| 2.5 Skladanie a archivovanie technických výkresov .....    | 15        |
| 2.6 Mierky na technických výkresoch.....                   | 16        |
| 2.7 Druhy čiar a ich použitie.....                         | 17        |
| 2.8 Technické písmo.....                                   | 19        |
| <b>3 Technické zobrazovanie .....</b>                      | <b>24</b> |
| 3.1 Názorné zobrazovanie .....                             | 24        |
| 3.2 Pravouhlé premietanie .....                            | 25        |
| 3.3 Axonometrické zobrazovanie.....                        | 27        |
| 3.4 Zobrazovanie geometrických telies .....                | 28        |
| 3.4.1 Zobrazovanie pomocou pohľadov.....                   | 29        |
| 3.4.2 Zobrazovanie pomocou rezov a prierezov .....         | 33        |
| 3.4.3 Iné normalizované spôsoby zobrazovania .....         | 38        |
| <b>4 Kótovanie.....</b>                                    | <b>42</b> |
| 4.1 Všeobecné pravidlá kótovania .....                     | 42        |
| 4.1.1 Prvky kótovania.....                                 | 43        |
| 4.1.2 Zapisovanie kót.....                                 | 45        |
| 4.2 Sústavy kót.....                                       | 46        |
| 4.3 Kótovanie tvarových prvkov.....                        | 48        |
| 4.3.1 Kótovanie priemerov.....                             | 48        |
| 4.3.2 Kótovanie polomerov.....                             | 49        |
| 4.3.3 Kótovanie guľových plôch .....                       | 49        |
| 4.3.4 Kótovanie uhlov.....                                 | 49        |
| 4.3.5 Kótovanie oblúkov.....                               | 50        |
| 4.3.6 Kótovanie sklonu úkosu .....                         | 50        |
| 4.3.7 Kótovanie kužeľov.....                               | 51        |
| 4.3.8 Kótovanie ihlanov.....                               | 52        |
| 4.3.9 Kótovanie štvorhranov a šesťhranov.....              | 53        |
| 4.3.10 Kótovanie hrúbky dosiek.....                        | 53        |
| 4.3.11 Kótovanie zrazených hrán, zaoblení a prechodov..... | 54        |
| 4.3.12 Kótovanie dier .....                                | 55        |
| 4.3.13 Kótovanie opakujúcich sa prvkov.....                | 56        |
| 4.3.14 Konštrukčné prvky hriadeľov .....                   | 57        |
| <b>5 Presnosť rozmerov a geometrická presnosť.....</b>     | <b>60</b> |
| 5.1 Tolerovanie rozmerov.....                              | 60        |
| 5.1.1 Základné pojmy .....                                 | 61        |
| 5.1.2 Uloženia .....                                       | 63        |
| 5.1.3 Zapisovanie tolerancií dĺžkových rozmerov .....      | 65        |
| 5.1.4 Tolerovanie uhlov .....                              | 68        |
| 5.1.5 Tolerovanie rozstupov dier.....                      | 69        |
| 5.1.6 Medzné odchýlky netolerovaných rozmerov .....        | 69        |
| 5.2 Geometrické tolerancie .....                           | 71        |

|                                |                                                                              |            |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.2.1                          | Spôsoby predpisovania geometrických tolerancií na technických výkresoch..... | 71         |
| 5.2.2                          | Druhy a predpis geometrických tolerancií.....                                | 74         |
| 5.2.3                          | Nepredpísané geometrické tolerancie.....                                     | 79         |
| <b>6</b>                       | <b>Predpisovanie stavu povrchu .....</b>                                     | <b>81</b>  |
| 6.1                            | Posudzovanie charakteru povrchu .....                                        | 82         |
| 6.2                            | Predpisovanie charakteru povrchu na výkresoch .....                          | 86         |
| 6.3                            | Predpisovanie úpravy povrchu a tepelného spracovania .....                   | 89         |
| 6.3.1                          | Predpisovanie úpravy povrchu.....                                            | 90         |
| 6.3.2                          | Predpisovanie tepelného spracovania.....                                     | 91         |
| 6.3.3                          | Predpisovanie mechanickej úpravy povrchu.....                                | 92         |
| <b>7</b>                       | <b>Výkres súčiastky .....</b>                                                | <b>94</b>  |
| 7.1                            | Všeobecné požiadavky na technické výkresy .....                              | 94         |
| 7.2                            | Skladba technického výkresu .....                                            | 95         |
| 7.3                            | Číslovanie výkresov .....                                                    | 96         |
| 7.4                            | Čítanie výrobných výkresov súčiastok .....                                   | 97         |
| <b>Záver .....</b>             |                                                                              | <b>103</b> |
| <b>Použitá literatúra.....</b> |                                                                              | <b>104</b> |

## Úvod

Človek sa už od dávnych dôb snaží vytvoriť obraz skutočného sveta. Od jednoduchých kresieb v starých hrobkách faraónov sa dostávame cez stáročia k takým veľikánom, ako bol Leonardo da Vinci.

S nástupom priemyselnej výroby a rozvojom techniky bolo nutné stále častejšie predávať informácie náčrtov a kresieb, ktoré obsahovali základné informácie potrebné na vyrobenie nového výrobku.

S rozvojom priemyselnej výroby rástla zložitosť a komplikovanosť navrhovaných výrobkov a zariadení. V tomto období už nebolo možné improvizovať. Vznikajú tak prvé pravidlá zobrazovania a popisov objektov a postupne sa rodí nový odbor ľudskej činnosti.

Predmet technické kreslenie úzko súvisí s ostatnými odbornými predmetmi a vytvára základné znalosti každého technika už počas štúdia. V tomto predmete postupne získate vedomosti a zručnosti potrebné pre grafické vyjadrenie svojho nápadu. Každý z vás sa už od prvého ročníka musí učiť základom technického myslenia a tieto v ďalších ročníkoch rozvíjať.

Mnohí z vás si možno myslia, že v dobe grafických programov a počítačov nie je nutné sa učiť základom technického kreslenia, ale opak je pravdou. Žiadny špičkový konštruktér a odborník na počítačové navrhovanie sa nezaobíde bez základov technického kreslenia a poznania noriem.

Technické kreslenie patrí k predmetom, v ktorých je nutné spojiť teoretické vedomosti s logickým myslením a praktickými zručnosťami.

Pre získanie základných vedomostí je nutné splniť tieto požiadavky:

- osvojiť si prácu s literatúrou a technickými normami
- naučiť sa pracovať s pomôckami na kreslenie a rysovanie, čo je pri operatívnych konštrukčných prácach alebo pri prezentáciách
- ovládať písanie technickým písmom, čo je základom každého zadania
- získať zručnosť v kreslení náčrtov od ruky, čo veľmi pomôže v každodennej praxi

Získané základné vedomosti budú pre vás dobrým základom pre ďalšie štúdium technického kreslenia. **Neoddeliteľnou súčasťou je zdokonaľovanie vašej priestorovej predstavivosti a jej aplikácia pri kreslení náčrtov a technických výkresov.**

Tieto základné vedomosti budú ďalej rozvíjané tak, aby ste v závere štúdia dokázali zobrazovať objekty v potrebnom počte pohľadov a rezov s doplnením všetkých náležitostí výkresovej dokumentácie podľa príslušných štátnych, európskych a medzinárodných noriem a predpisov.

Výučba technického kreslenia začne riešením najjednoduchších problémov a bude pokračovať samostatnými praktickými úlohami a cvičeniami. Preto je dôležité venovať každej kapitole náležitú pozornosť. Základy technického kreslenia sú abecedou, ktorú musí zvládnuť každý technik.

# 1 Čo budeš potrebovať na technické kreslenie

## 1.1 Pomôcky na technické kreslenie

Kvalitnú výkresovú dokumentáciu môžeme vytvoriť iba so správnymi a dobre udržiavanými pomôckami a vhodným vybavením konštrukčnej kancelárie. V súčasnej dobe sa iba s malou pravdepodobnosťou stretneme v konštrukčných kanceláriách s klasickou rysovacou doskou s pravítkami. S rozvojom výpočtovej techniky sa dnes čoraz častejšie stretávame s veľmi produktívnou formou konštruovania pomocou výpočtovej techniky. Hlavnou súčasťou pracoviska konštruktéra je výkonný počítač s obrazovkou s uhlopriečkou 17" až 21". Počítač je väčšinou vybavený operačným systémom Windows a príslušným grafickým softwarom. V počítačovej konštrukcii sa využíva celá rada programov, ktoré nazývame Computer Aided Design, skratene CAD. Štúdiom tejto problematiky sa budeme zaoberať vo vyšších ročníkoch.

V prvom ročníku sa zameriame na konštrukciu, ktorej výsledkom bude technický výkres zhotovený ceruzkou.

**Ceruzka** je základnou výbavou každého konštruktéra. Tvrdosť tuhy určuje hrúbku kreslenej čiary. Za najvhodnejšiu je považovaná tuha tvrdosti HB (tuhy vhodné na kreslenie tenkých čiar sú 2H, 3H, 4H, tuhy vhodné na kreslenie hrubých čiar sú B, HB, F, H). Pri kreslení na ceruzku mierne tlačíme a držíme ju asi 30 mm od hrotu. Pri kreslení čiar podľa pravítka má ceruzka zviazať s výkresovou plochou uhol 75°.

**Kružidlo** používame pri konštrukcii kružníc a oblúkov. Ramená kružidla sa musia ľahko roztvárať. V kĺbe kružidla musí byť dostatočné trenie, ktoré zabezpečí nastavený polomer. Tuhu v kružidle brúsime šikmo.

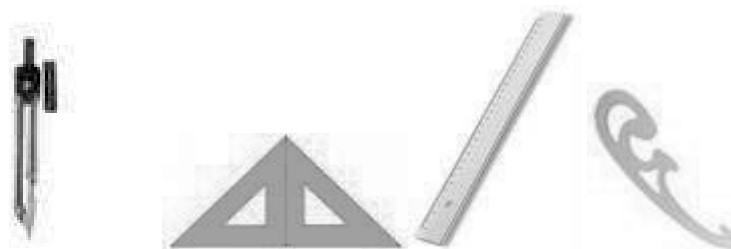
**Pravítka** sú vyrábané z plastov, používame priame pravítka a trojuholníky / rovnoramenné a nerovnoramenné /. Bočné plochy pravítka musia byť nepoškodené. Vhodným doplnkom k pravítku je uhlomer na konštrukciu uhlov.

**Šablóny** sú vhodnou pomôckou pri písaní technického písma, kreslení značiek, kružníc a oblúkov.

**Krividlá** používajú sa na kreslenie ľubovoľných kriviek.

**Guma** slúži na vymazávanie a opravovanie chýb na výkresoch. Najvhodnejšia je mäkká guma z plastu.

Všetky tieto pomôcky sú využívané hlavne pri operatívnom kreslení výrobnej dokumentácie alebo pri prezentáciách.

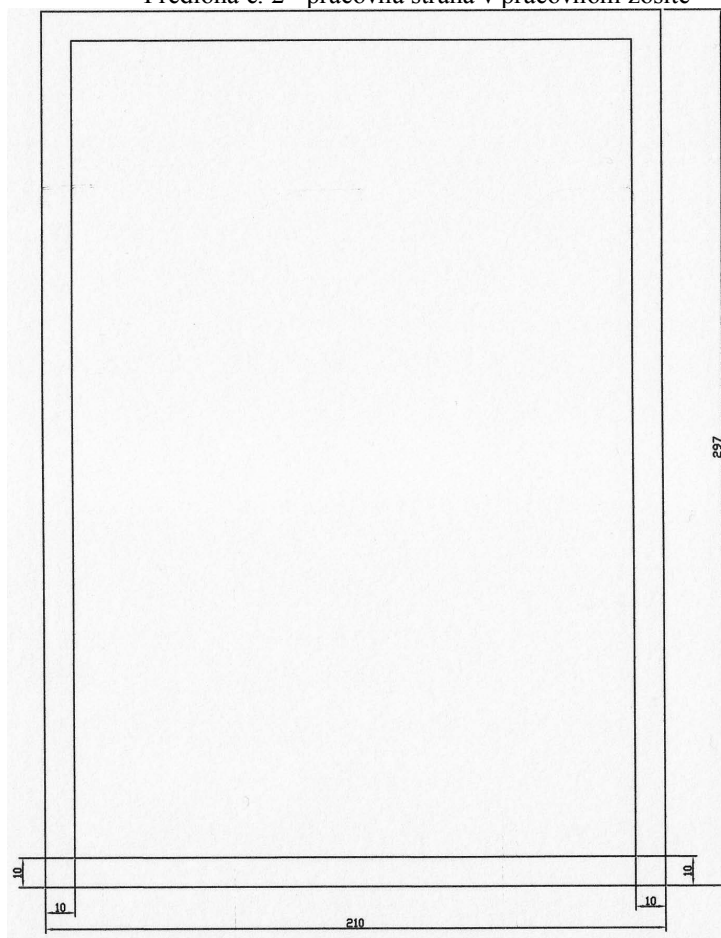


Obrázok č. 1.1, Pomôcky na technické kreslenie

Je nutné spomenúť, že súčasným trendom je tvorba a kreslenie výkresovej dokumentácie pomocou výpočtovej techniky. Pre vykresľovanie sa používajú tlačiarne, plottre 2D a tiež zariadenia, ktoré technológiou nanášania vrstiev dokážu vytvoriť súčiastku v 3D priestore - slúžiace potom ako hotový komponent na dokončenie finálnymi operáciami alebo ako model pre vyhotovenie formovacieho modelu a pod..



Predloha č. 2 - pracovná strana v pracovnom zošite



### 1.3 Zásady kreslenia voľnou rukou

Obrázky nakreslené voľnou rukou (náčrtky) sú základným prostriedkom vyjadrovania technika, väčšinou sa realizujú pomocou ceruzky alebo iným vhodným spôsobom.

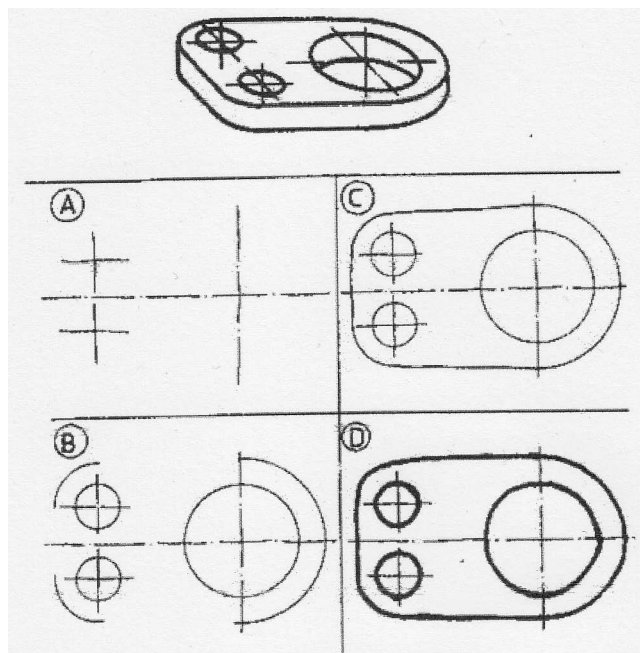
Pri kreslení voľnou rukou je potrebné dodržiavať tieto zásady:

- pri kreslení zvislých a vodorovných čiar správne držíme ceruzku, zvislé čiary kreslíme pohybom prstov držiacich ceruzku, vodorovné čiary kreslíme pohybom celého zápästia
- pri kreslení kružníc nakreslíme pomocné osi a niekoľko bodov oblúka, podľa týchto bodov vytiahneme kružnicu od ruky
- ak napájame oblúk na priamu čiaru, vždy kreslíme oblúk ako prvý
- bodkočiarkované čiary musia mať na koncoch čiarky, nie bodky
- osi súmernosti predlžujeme podľa veľkosti obrazu o 5 až 10 mm
- od ruky kreslíme mäkkou tuhou tvrdosti B až F, osi, pomocné, kótovacie a odkazové čiary kreslíme tuhou tvrdosti HB - súvisí s viditeľnosťou
- vždy sa snažíme dodržiavať pomery rozmerov kreslených objektov, aby bol obraz objektu čo najpravdivejší

#### Postup kreslenia náčrtku:

1. Tenkou bodkočiarkovanou čiarou nakreslíme osi súmernosti.
2. Plnými tenkými čiarami nakreslíme pomocné oblúky, obrysy, tvary, podrobnosti (zaoblenia, prechody, zrezania, ...).
3. Vytvoríme kontúru náčrtku.
4. Viditeľné obrysy a hrany vytiahneme plnými hrubými čiarami, neviditeľné tenkými čiarkovanými čiarami a potrebné plochy vyšrafujeme.

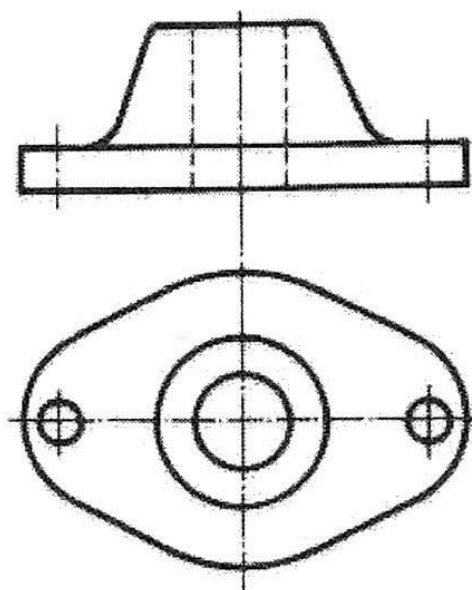
5. Nakreslený náčrtok zakótujeme tenkými čiarami.



Obrázok č. 1.3, Postup kreslenia obrázku voľnou rukou

### ☺ Otázky a cvičenia

1. Vymenujte štyri požiadavky nutné pre štúdium technického kreslenia.
2. Popíšte pomôcky na technické kreslenie.
3. Ako sa nazýva metóda na kopírovanie výkresovej dokumentácie?
4. Nakreslite zobrazenú súčiastku ( obr. 1.4 ) ako náčrt od ruky.



Obrázok č. 1.4, Kreslenie náčrtu od ruky - cvičenie

## 2 Technická normalizácia

Ani jeden výrobca sa pri výrobe zložitých výrobkov nezaobíde bez vzájomnej spolupráce s ostatnými výrobcami. V praktickej činnosti existuje spolupráca medzi podnikmi a výrobcami, ktorí prostredníctvom dodávateľov zásobujú príslušnú časť výroby. Konštruktér si v katalógu výrobkov vyberie potrebný kus a ten použije vo svojom výrobku. Vzájomná vymeniteľnosť jednotlivých dielov nie je zaručovaná samovoľne, ale riadi sa podľa určitých predpisov a pravidiel. Tieto predpisy a pravidlá sú tvorené samostatným technickým oborom, ktorý sa nazýva **normalizácia**. Výsledkom normalizácie sú normy, predpisy a pravidlá, ktoré definujú určité štandardy.

### Technická normalizácia:

- umožňuje plynulú sériovú a hromadnú výrobu - rovnaké výrobky od rôznych dodávateľov podľa jednej normy
- zvyšuje produktivitu práce - umožňuje riešiť viac výrobkov s komponentmi podľa jednotnej normy
- urýchľuje vývoj a zrýchľuje prácu konštruktéra - používaním normalizovaných súčiastok nemusí sa pre každú súčiastku kresliť výkres
- umožňuje vzájomnú vymeniteľnosť normalizovaných dielov - rozmery sú normalizované medzinárodne
- využíva osvedčené technické riešenia - vlastnosti normalizovaných súčiastok sú normalizované
- umožňuje na medzinárodnej úrovni budovať vzájomné vzťahy v oblasti vývoja, výroby a kontroly - spolupráca na spoločných projektoch by mala byť založená na spoločne platných normách

### 2.1 Druhy noriem

**Norma** je dokument vytvorený na základe dohody a schválený uznaným orgánom. Obsahuje pravidlá, usmernenia, charakteristiky alebo výsledky činnosti, ktoré sú zamerané na dosiahnutie ich najvhodnejšieho usporiadania v danej oblasti pri všeobecnom a opakovanom použití. Tieto pravidlá musia mať nielen štátnu platnosť, ale i celoeurópsku a medzinárodnú.

**Štátne normy (STN - slovenská technická norma)** platia na území celého štátu. Schvaľuje a vydáva ich Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo SR ÚNMS SR so sídlom v Bratislave, ktorý ako svoju súčasť zriadil Slovenský ústav technickej normalizácie SÚTN.

#### Označenie štátnych noriem niektorých štátov:

**ČSN** - česká štátna norma, **ANSI** - americké, **DIN** - nemecké, **BS** - britské, **GOST** - ruské, **NF** - francúzske, **NS** - nórske, **SN** - švajčiarske

**Celoeurópske normy (EN)** platia predovšetkým na území štátov EU. Ich vydavateľom je Európska komisia pre normalizáciu CEN (Comité Européen de Normalisation).

**Medzinárodné normy (ISO)** majú celosvetovú platnosť. Vydáva ich Medzinárodná organizácia pre normalizáciu ISO (International Organization for Standardization).

Platí zásada, že akú normu na výkres predpíšem, tá platí a je záväzná.

### 2.2 Druhy technických výkresov

Konštrukčnú dokumentáciu tvoria grafické a textové dokumenty určujúce výrobok komplexne. Obsahujú údaje nutné pre vývoj a zhotovenie výrobku, jeho kontrolu, dodávku, prevzatie, prevádzku a opravy.

**Technický výkres** je dôležitou súčasťou technickej dokumentácie a najdôležitejší dorozumievací prostriedok medzi konštruktérom a výrobou bez ohľadu na obor jeho pôvodu alebo použitie. Je nositeľom technickej myšlienky. V porovnaní s inými výrazovými prostriedkami sústreďuje na pomerne malej ploche veľké množstvo informácií o tvare, veľkosti a mnohých ďalších vlastnostiach zobrazovaného predmetu alebo zariadenia.

Technický výkres obsahuje všetky potrebné údaje pre výrobu súčiastky alebo zariadenia. Konštruktér vytvorí výkresovú dokumentáciu a urobí potrebné výpočty, zodpovedá za presnosť a správnosť údajov, ktoré sú na výkrese. Technológ v nadväznosti na výkresovú dokumentáciu zvolí optimálny spôsob výroby jednotlivých súčiastok a spracuje technologický postup. Možno teda povedať, že technický výkres je dorozumievací prostriedok medzi konštrukciou a výrobou, obchodnou zložkou firmy a zákazníkom.

Technické výkresy môžu byť v súčasnej dobe vytvorené klasickým kreslením, alebo pomocou výpočtovej techniky.

Podľa spôsobu vyhotovenia poznáme tieto výkresy:

- **Náčrt (škica)** je nakreslený voľnou rukou, bez ohľadu na mierku.
- **Originál (základný výkres)** kreslí sa presne, v príslušnej mierke podľa záväzných noriem. Obyčajne je nakreslený na papieri alebo v elektronickej forme.
- **Kópia** je rozmnožený originál pomocou reprografických metód. Služi ako podklad pre výrobu, montáž a kontrolu vyrábaného výrobku.

Podľa obsahu STN uvádza:

- **Výkres súčiastky** je základným podkladom pre výrobu. Obsahuje zobrazenie jednej súčiastky so všetkými údajmi potrebnými pre výrobu (rozmery, tolerancie rozmerov, geometrické tolerancie, charakter povrchu, tepelné spracovanie, vyplnený titulný blok).
- **Výkres zostavy** určuje spôsob, akým sa majú jednotlivé súčiastky zostaviť vo funkčný celok. Na výkrese zostavy sa vykreslia všetky súčiastky, z ktorých sa skladá zobrazené zariadenie. Kótujú sa len hlavné rozmery, ako sú napr. celkové rozmery, vzdialenosti osí a iné charakteristické rozmery.
- **Montážny výkres** obsahuje zjednodušené zobrazenie výrobku a údaje nutné na montáž na mieste použitia.
- **Obrysový výkres** udáva vonkajšiu obrysovú obalovú plochu, celkové rozmery a hmotnosť zariadenia, t.j. údaje potrebné na balenie, prepravu a inštaláciu zariadenia.

Zaužívaný je tzv. **ponukový výkres**, na ktorom sú definované všetky vlastnosti, ktoré výrobok má mať a pred realizáciou objednávky ho zákazník potvrdí.

V dopytovom konaní sa tiež používa termín **dopytový výkres**. Je to výkres, na ktorom sú definované všetky požiadavky, ktoré by požadovaný výrobok mal mať.

Každý technický výkres musí mať v pravom dolnom rohu titulný blok podľa **STN ISO 7200**.

|                                                                                                            |  |                          |  |                                                |       |       |        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------|--|------------------------------------------------|-------|-------|--------|
| METÓDA ZOBRAZOVANIA<br> |  | MIERKA                   |  | SYMBOL                                         | ZMENA | DATUM | PODPIS |
|                                                                                                            |  | HODNOTENIE STAVU POVRCHU |  |                                                |       |       |        |
| POZNÁMKA                                                                                                   |  | VŠEOB. TOLERANCIE        |  | ČÍSLO VÝKRESU ZOSTAVY<br>ČÍSLO SÚPISU POLOŽIEK |       |       |        |
| MATERIÁL                                                                                                   |  | TR. ODPADU               |  | SOŠ STROJNÍCKA<br>POVAŽSKÁ BYSTRICA            |       |       |        |
| ROZMER, POLOTOVAR                                                                                          |  |                          |  |                                                |       |       |        |
| HR. HMOTNOSŤ                                                                                               |  | Č. HMOTNOSŤ              |  | NÁZOV                                          |       |       |        |
| ŠTUDIJNÁ SKUPINA                                                                                           |  |                          |  |                                                |       |       |        |
| VYPRACOVAL                                                                                                 |  |                          |  |                                                |       |       |        |
| PREKontroloval                                                                                             |  |                          |  | ČÍSLO VÝKRESU                                  |       |       |        |
| DÁTUM VYHOTOVENIA                                                                                          |  | ROZMERY VÝKR. LISTU      |  | LIST ČÍSLO:                                    |       |       |        |
|                                                                                                            |  |                          |  |                                                |       |       |        |

Obrázok č. 2.1, Titulný blok

## 2.3 Formáty technických výkresov

Formáty technických výkresov sú určené normou **STN ISO 5457**. Táto norma určuje rozmery výkresových listov všetkých druhov technických výkresov, ktoré sa používajú v priemysle i v stavebníctve pre klasické kreslenie, kopírovanie a vykresľovanie na plotteroch.

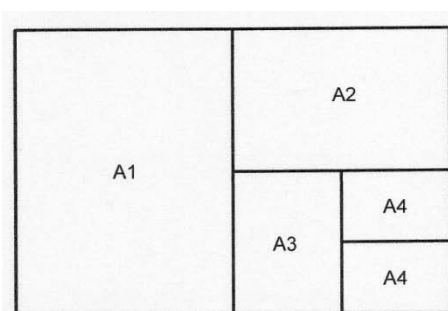
Norma predpisuje tieto formáty výkresových listov :

- **Základné formáty ISO-A** sa používajú prednostne, základný formát, z ktorého sa odvodzujú ďalšie, je A0 s plochou 1m<sup>2</sup> a pomerom strán 1:√2. Menšie formáty sa získavajú delením dlhšej strany formátu.
- **Predĺžené formáty** sa tvoria kombináciou rozmerov kratšej strany formátov radu A s dlhšou stranou nasledujúcich väčších formátov radu A, napríklad A4 x 3 (297x630), A4 x 4 (297x841), A4x5 (297x1 051), A3x3 (420x891), A3x4 (420x1 189). Žiaden formát nepresahuje rozmery A0.
- **Obzvlášť predĺžené formáty** sú vytvorené násobkom šírky formátu A4 a výšky ostatných formátov rady ISO-A. Používajú sa výnimočne, napríklad A4 x 6 (297x1 261).

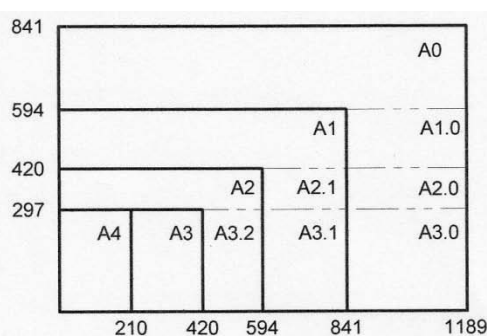
V praxi sa osvedčili i ďalšie formáty - násobky príslušných formátov vyhotovované tak, aby pri kopírovaní boli čitateľné na formáte A3, ktorý sa bežne používa pre kopírovanie a rozmnožovanie. Ako informácia pre čitateľa výkresu sa na výkres umiestňuje obraz mierky, aby bolo na prvý pohľad názorné, v akej mierke bol výkres vytlačený.

Tabuľka č. 2.1, Rozmery orezaných a neorezaných listov a plochy na kreslenie v mm

| Označenie | Orezaný výkresový list | Plocha na kreslenie | Neorezaný výkresový list |
|-----------|------------------------|---------------------|--------------------------|
| A0        | 841 x 1189             | 821 x 1159          | 880 x 1230               |
| A1        | 594 x 841              | 574 x 811           | 625 x 880                |
| A2        | 420 x 594              | 400 x 564           | 450 x 625                |
| A3        | 297 x 420              | 277 x 390           | 330 x 450                |
| A4        | 210 x 297              | 180 x 277           | 240 x 330                |



Obrázok č. 2.2, Formáty výkresov

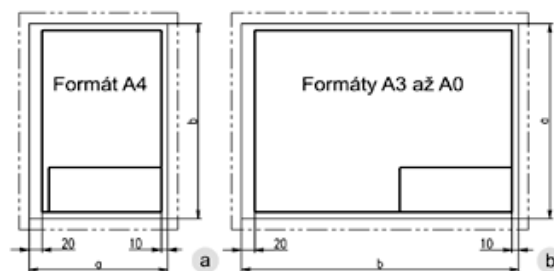


Obrázok č. 2.3, Schéma tvorby predĺžených formátov

### Polohy formátov výkresov

Pre formát A0 až A3 a pre predĺžené formáty sa dovoľuje len horizontálna poloha s titulným blokom umiestneným v pravom dolnom rohu plochy na kreslenie.

Formát A4 sa môže používať len vo vertikálnej polohe a titulný blok sa umiestňuje na spodnej (kratšej) strane formátu.



Obrázok č. 2.4, Poloha používania základných formátov

## 2.4 Úprava výkresových listov

Pri tvorbe výkresovej dokumentácie musíme dodržiavať určité pravidlá. Norma predpisuje prvky na technickom výkrese, ktoré ho identifikujú a umožňujú ľahkú orientáciu.

**Rámček** musí byť vyhotovený pre každý orezaný výkresový list, oddeľuje plochu určenú na grafické a textové údaje od lemu. Hrúbka čiary rámčeka je 0,7mm. Šírka lemu na ľavej strane je 20mm (určená na zakladanie do spisových rýchloviazačov). Ostatné tri lemy majú šírku 10mm.

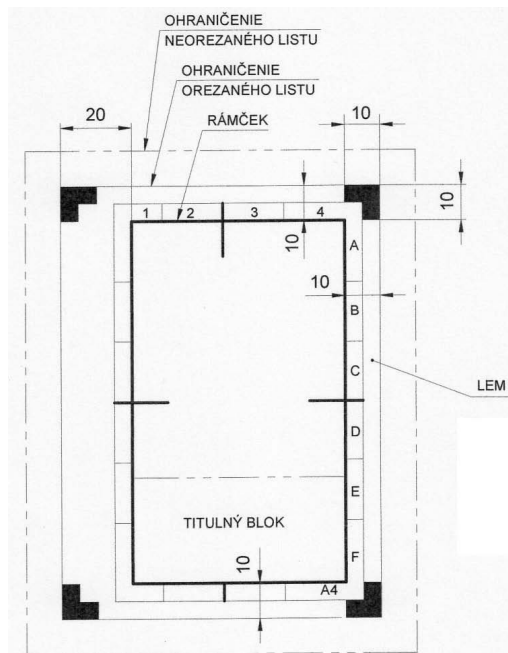
**Titulný blok** sa umiestňuje do pravého dolného rohu kresliacej plochy, jeho dĺžka je maximálne 170mm.

**Orezaný formát** sa zobrazuje plnou tenkou čiarou, ktorá spolu s orezávacími značkami určuje veľkosť formátu výkresového listu.

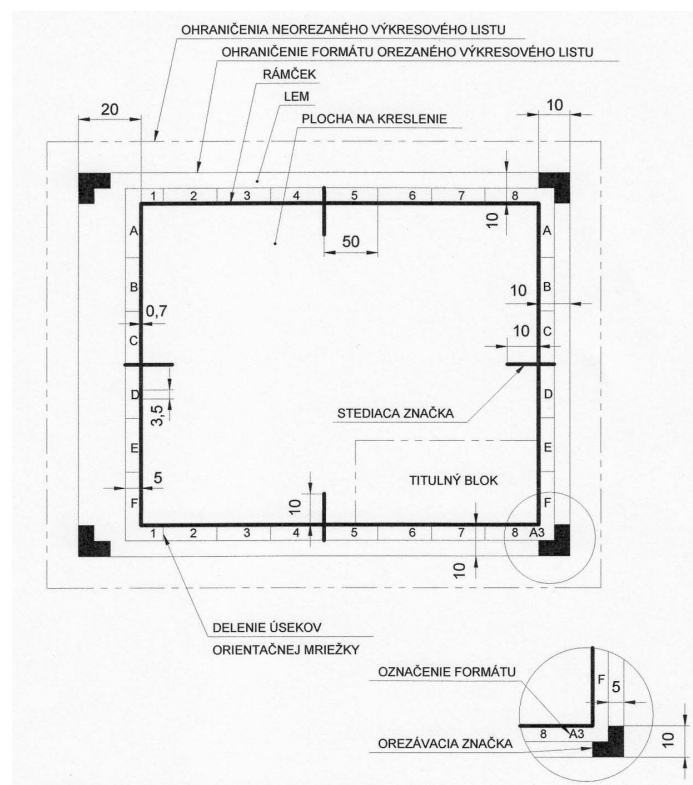
**Strediacie značky** sú úsečky, ktoré ležia v osiach súmernosti orezaného výkresového listu. Kreslia sa čiarou hrubou 0,7mm začínajúcou na okraji orientačnej mriežky a zasahujúcej 10mm do plochy určenej na kreslenie. Slúžia na uľahčenie nastavenia výkresu pri reprodukcii.

**Orezávacie značky** sú v tvare uholníka s dĺžkou ramien 10mm a hrúbkou 5mm, v rohoch výkresového listu. Slúžia pre uľahčenie orezovania listov.

**Orientačná mriežka** delí výkresový list na odkazové polia, ktoré slúžia na rýchlu orientáciu na ploche výkresu. Dĺžka jedného úseku mriežky je 50mm. Úseky mriežky nanášame napravo a naľavo, dohora a nadol od strediacich značiek. Koncové úseky môžu byť kratšie alebo dlhšie ako 50mm. Jednotlivé úseky sa označujú od hora nadol písmenami veľkej abecedy (okrem I a O) a zľava doprava číslicami na oboch stranách výkresového listu.



Obrázok č. 2.5, Úprava výkresového listu formátu A4



Obrázok č. 2.6, Úprava výkresového listu formátov A0 až A3

## 2.5 Skladanie a archivovanie technických výkresov

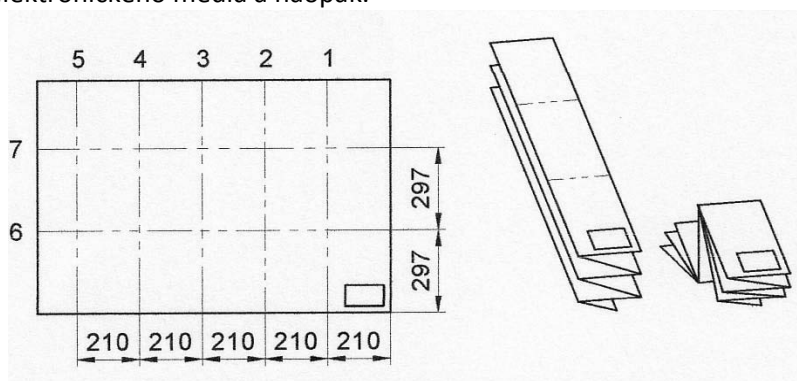
Technické výkresy sa archivujú v papierovej a elektronickej podobe.

V priebehu tvorby technického výkresu pomocou AutoCADu sa používajú rôzne bloky, typy čiar a nastavenia periférnych zariadení, čím sa zvyšujú požiadavky na pamäť potrebnú k archivovaniu výkresov. Aby sa nevyhnutná veľkosť potrebnej pamäte zmenšila, môže sa výkres vyčistiť od nepotrebných informácií.

V papierovej podobe sa originály výkresov sa archivujú nezložené z dôvodu možného poškodenia a jednoduchého vkladania do reprografických zariadení. Ukladajú sa do špeciálnych archívnych skriň so zásuvkami.

Kópie výkresov sa skladajú na formát A4 harmonikovite na dĺžku (na rozmer 210mm) aj na výšku (na rozmer 297mm). Pri skladaní sa postupuje najskôr od pravého okraja a potom od spodného okraja výkresového listu. Titulný blok musí byť vždy na čelnej strane zloženého výkresu.

Ak sú výkresy zviazané do dosiek, ponecháva sa na ľavej strane pruh široký 20mm. Je rozumné vytvárať si súbežne s elektronickými originálmi aj kópie v papierovej forme pre prípad znehodnotenia elektronického média a naopak.



Obrázok č. 2.7, Skladanie technického výkresu

## 2.6 Mierky na technických výkresoch

V praxi sa často stretávame s problémom, kedy nie je možné všetky technické objekty (súčiastky, montážne celky a pod.) zobraziť na technickom výkrese v skutočnej veľkosti v mierke 1:1.

V týchto prípadoch sa obrazy malých objektov zväčšujú a obrazy veľkých objektov zmenšujú v určitej mierke.

Odporúčané mierky zobrazovania a spôsob ich zápisu na všetkých druhoch technických výkresov predpisuje norma **STN ISO 5455**.

**Mierka** je pomer dĺžkového rozmeru prvku predmetu zobrazeného na originálnom výkrese ku skutočnému dĺžkovému rozmeru toho istého skutočného prvku predmetu. **Pri voľbe mierky vychádzame z týchto základných informácií:**

- účel a obsah výkresu
- zložitosť a hustota kresby zobrazovaného predmetu
- požiadaviek na presnosť a čitateľnosť zobrazovaných informácií

Tabuľka č.2.2, Odporúčané mierky zobrazovania

| Mierky zväčšenia | 50:1   | 20:1   | 10:1    |
|------------------|--------|--------|---------|
|                  | 5:1    | 2:1    |         |
| Skutočná veľkosť | 1:1    |        |         |
| Mierky zmenšenia | 1:2    | 1:5    | 1:10    |
|                  | 1:20   | 1:50   | 1:100   |
|                  | 1:200  | 1:500  | 1:1000  |
|                  | 1:2000 | 1:5000 | 1:10000 |

Úplné označenie mierky pozostáva zo slova MIERKA a za ním sa uvedie označenie pomeru, napríklad MIERKA 5:1. Ak nemôže dôjsť k nedorozumeniu slovo mierka sa nemusí uviesť.

Označenie mierky použitej na výkrese sa zapisuje do príslušnej časti titulného bloku označeného slovom mierka (a). Ak je potrebné použiť na výkrese viac ako jednu mierku, zapisuje sa do titulného bloku len mierka hlavného obrazu, všetky ostatné mierky sa zapisujú pri obrazoch predmetu,

ktorý má inú mierku ako hlavný obraz (b). Číselný pomer udávajúci mierku sa píše pri písmene, ktoré označuje tvarovú podobnosť (c), prípadne rez (d).

MIERKA 1 : 1

MIERKA 5 : 1

B MIERKA 2 : 1  
B (2 : 1)

A – A MIERKA 2 : 1  
A – A (2 : 1)

a)

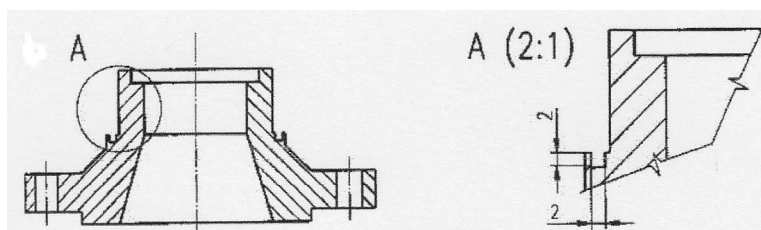
b)

c)

d)

Zápis mierky zobrazovania

Ak sú rozmery objektov na výkrese zakótované, sú dĺžkové rozmery na kótach uvedené vždy v skutočnej veľkosti bez ohľadu na mierku. Rozmery kót a značiek (výška textu, veľkosť šípok, hrúbky kótovacích, pomocných, odkazových čiar) sú tiež zachované bez ohľadu na mierku.



Obrázok č. 2.8, Zápis mierky tvarovej podobnosti

## 2.7 Druhy čiar a ich použitie

Čiara je základným prostriedkom zobrazovania. Kreslí sa buď od ruky, alebo pomocou technických pomôcok. Každá čiara nakreslená na technickom výkrese má svoj význam. Vyhotovenie a použitie čiar na technických výkresoch stanovujú normy – **STN ISO 128-20, 128-21, 128-22, 128-24**.

Pre každý definovaný druh čiary norma určuje jej číselné dvojmiestne označenie, napr.: súvislá čiara - 01, čiarkovaná čiara - 02, dlhá čiara a bodka - 04.

Hrúbky čiar rozdeľujeme podľa vzájomného pomeru na čiary **tenké**, **hrubé** a **veľmi hrubé**, pričom platí: tenká čiara : hrubá čiara : veľmi hrubá čiara = 1 : 2 : 4

príklad: 0,25mm : 0,5mm : 1,0mm

- hrúbka čiar sa volí podľa zložitosti obrázku a mierky zobrazovania
- hrúbka čiary musí byť po celej dĺžke nemenná
- čiary rovnakého významu musia mať rovnakú hrúbku vo všetkých obrazoch toho istého výkresu

**Geometrická rada hrúbok čiar používaných na technických výkresoch v mm:**

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

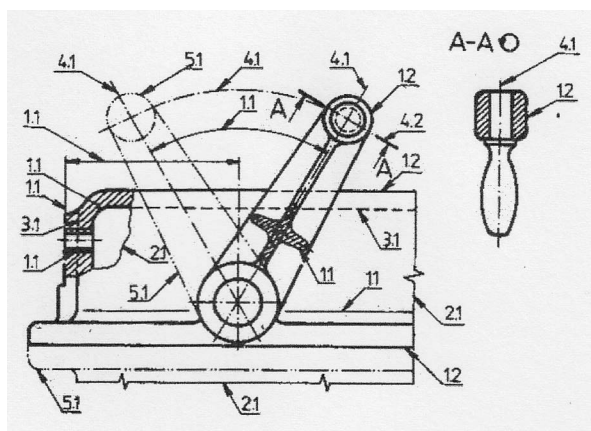
Na technických výkresoch sa používajú tieto druhy čiar:

- **plné čiary** – čiary plynulé (neprerušované)
- **prerušované čiary** – čiary s pravidelným opakovaním tých istých obrazových prvkov (napr. čiarkované alebo bodkované)
- **striedavé čiary** – čiary s pravidelným opakovaním skupín obrazových prvkov (napríklad čiara s dlhou čiarkou a bodkou)

**Pre kreslenie prerušovaných a striedavých čiar platia tieto zásady:**

- dĺžka čiarok, veľkosť bodiek, resp. krátkych čiarok a veľkosť medzier tej istej prerušovanej čiary, musí byť vždy rovnaká
- čiary s dlhou čiarkou a bodkou sa začínajú a končia čiarkou
- čiary sa križujú čiarkami, kríženie čiar medzerou nie je prípustné

- čiary sa navzájom spájajú čiarkami, spájanie čiar medzerami nie je prípustné
- zlomy a ohyby čiary vytvárajú vždy čiarky
- pri rovnobežných prerušovaných a striedavých čiarach umiestnených blízko seba sa majú čiarky a medzery, poprípade vložené obrazové prvky, navzájom striedať



Obrázok č. 2.9, Typy čiar a ich význam

Tabuľka č.2.3, Typy čiar a ich význam

| Číslo      | Názov a zobrazenie                                                                                                                                                                                                                       | Použitie čiary                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1        | Plná tenká čiara<br>                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- zobrazenie závitov</li> <li>- šrafovanie</li> <li>- kótovacie a pomocné čiary</li> <li>- odkazové čiary</li> <li>- ohraničenia tvarových podobností</li> <li>- krátke osi</li> <li>- čiary ohybu ohýbaných plôch</li> <li>- uhlopriečky pre vyznačenie rovinných plôch</li> <li>- viditeľné hrany a obrysy</li> <li>- ukončenie dĺžky závitov</li> <li>- čiary šípok u rezov a prierezov</li> <li>- vymedzenie kresliacej plochy formátu výkresu</li> <li>- označenie lepeného a spájkovaného spoja</li> </ul> |
| 1.2        | Plná hrubá čiara<br>                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 1.3        | Plná veľmi hrubá čiara<br>                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2.1        | Plná tenká čiara od ruky<br><br>Plná tenká čiara so zlomami<br>    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3.1        | Čiarkovaná tenká čiara<br>                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- neviditeľné obrysy a hrany</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 4.1<br>4.2 | Bodkočiarkovaná tenká čiara<br><br>Bodkočiarkovaná hrubá čiara<br> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- osi súmernosti</li> <li>- rozstupové kružnice</li> <li>- označenie rovín rezov a prierezov</li> <li>- označenie časti povrchu súčiastok (napr. tepelne spracovaných)</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5.1        | Bodkočiarkovaná čiara s dvoma bodkami<br>                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- krajné polohy pohyblivých častí</li> <li>- zobrazenie pôvodného a konečného tvaru</li> <li>- obrysy susediacich predmetov</li> <li>- čiary ohybov na rozvinutých plochách</li> <li>- ťažiskové osi</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## 2.8 Technické písmo

Písmo je spolu s kresbou zobrazenou na výkrese základným prostriedkom pre odovzdanie informácie. Rozmery a tvar technického písma sú volené s ohľadom na zaručenú čitateľnosť aj pri použití reprografických metód pre tvorbu kópií.

Pri zapisovaní kót, odkazov, textov, symbolov a značiek na technickom výkrese, v súpisoch položiek, titulnom bloku a k technickým výkresom pripojenej dokumentácii sa musí používať technické písmo podľa súboru noriem **STN ISO 3098-1** až **4**.

**Technické písmo môže byť vytvorené niekoľkými spôsobmi:**

- písaním voľnou rukou
- pomocou šablóny
- počítačom riadeným kresliacim zariadením (plotterom) a popisovacím zariadením

**Technické písmo používame na:**

- zapisovanie kót
- vyplňovanie titulného bloku
- vyplňovanie súpisu položiek
- písanie poznámok pre výrobu

**Normalizované technické písmo:**

- podľa sklonu:
  - kolmé
  - sklonené
- podľa šírky písma:
  - užšie, typ A
  - širšie, typ B

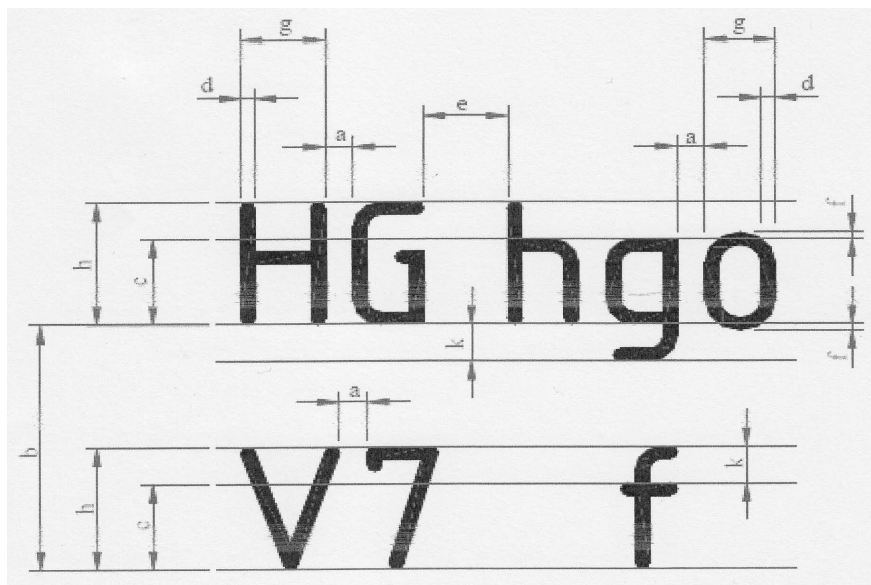
**Prednostne sa používa kolmé písmo typu B.**

**Veľkosť písma** je odvodená od výšky písmen veľkej abecedy **h** [mm]. Veľkosť písmen je odstupňovaná geometrickou radou.

Tabuľka č. 2.4, Rada výšok písma používaných v technickej dokumentácii

| Geometrická rada výšok písma h [mm]    |     |     |     |   |   |    |    |    |
|----------------------------------------|-----|-----|-----|---|---|----|----|----|
| Výška odvodená od výšky veľkých písmen | 1,8 | 2,5 | 3,5 | 5 | 7 | 10 | 14 | 20 |

**Konštrukcia technického písma:**



Tabuľka č. 2.5, Rozmery písmen  
a čísl

# Rozmery písmen a číslic

| Rozmery                                                      |              |   | Hodnoty v mm |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------------------------------|--------------|---|--------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Výška písmen veľkej abecedy a čísel                          | h            |   | 1,8          | 2,5  | 3,5  | 5,0  | 7,0  | 10,0 | 14,0 | 20,0 |
| Výška písmen malej abecedy                                   | c            |   | 1,3          | 1,8  | 2,5  | 3,5  | 5,0  | 7,0  | 10,0 | 14,0 |
| Hrúbka čiar písmen a čísel                                   | písma typu A | d | -            | 0,18 | 0,25 | 0,35 | 0,5  | 0,7  | 1,0  | 1,4  |
|                                                              | písma typu B | d | 0,18         | 0,25 | 0,35 | 0,5  | 0,7  | 1,0  | 1,4  | 2,0  |
| Medzera medzi písmenami                                      | písma typu A | a | -            | 0,35 | 0,5  | 0,7  | 1,0  | 1,4  | 2,0  | 2,8  |
|                                                              | písma typu B | a | 0,35         | 0,5  | 0,7  | 1,0  | 1,4  | 2,0  | 2,8  | 4,0  |
| Najmenšie riadkovanie                                        | písma typu A | b | -            | 4,0  | 5,5  | 8,0  | 11,0 | 16,0 | 22,0 | 31,0 |
|                                                              | písma typu B | b | 3,1          | 4,3  | 6,0  | 8,5  | 12,0 | 17,0 | 24,0 | 34,0 |
| Najmenšia medzera medzi slovami                              | písma typu A | e | -            | 1,1  | 1,5  | 2,1  | 3,0  | 4,2  | 6,0  | 8,4  |
|                                                              | písma typu B | e | 1,1          | 1,5  | 2,1  | 3,0  | 4,2  | 6,0  | 8,4  | 12,0 |
| * Medzera medzi písmenami ktoré susedia rovnobežnými čiarami |              |   |              |      |      |      |      |      |      |      |

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

Q R S T U V W X Y Z

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

r s t u v w x y z

[(!?,:;"' - = + x : · √ ° % & ) ] φ

0 1 2 3 4 5 6 7 7 8 9 I V X

Obrázok č. 2.10, Súbor bežne používaných znakov vertikálneho typu písma B



Obrázok č. 2.11, Grécka abeceda vertikálneho písma typu B

## 😊 Otázky a cvičenia

1. Vymenujte jednotlivé druhy noriem a popíšte ich význam.
2. Vymenujte formáty výkresov a prirad'te formát rozmeru 210x297mm a 297x420mm.
3. Popíšte náležitosti výkresového listu.
4. Nakreslite a popíšte jednotlivé typy a hrúbky čiar.
5. Vymenujte mierky pre zmenšenie a zväčšenie.
6. Nakreslite štvorec 20x20mm v mierke 5:1, 2:1, 1:1. Pri jednotlivých obrázkoch napíšte mierky. Pozor na hrúbku čiar a veľkosť písma pri napísaní mierky.
7. Precvičte si písanie technického písma podľa predlohy č.3 a č.4.

ÄBČĎÉFGHÍJKL'MŇQPRŠŤÚVWXÝŽ Ø1234567890  
äbčďéfg hijkl'mňôpqršťúvwxyž [(&?!";,/\_=±+×:‰)]

|     |                        |   |
|-----|------------------------|---|
| LFE | T                      | H |
| X   | V                      | A |
| N   | M                      | Y |
| Z   | K                      | W |
| O   | C                      | D |
| G   | U                      | J |
| P   | R                      | B |
| S   | 1                      | 2 |
| 3   | 4                      | 5 |
| 6   | 7                      | 8 |
| 9   | 10; 11; 12; 5,25; Ø42; |   |

|   |   |   |    |                 |   |
|---|---|---|----|-----------------|---|
| A | B | C | D  | E               | F |
| G | H | I | J  | K               | L |
| M | N | O | P  | R               | S |
| T | U | V | W  | X               | Y |
| Z | 1 | 2 | 3  | 4               | 5 |
| 7 | 8 | 9 | 10 | 10 ± 0,1; Ø2,5; |   |

DO ĎALŠÍCH RIADKOV PREPÍŠTE LUBOVOLNÝ TEXT Z UČEBNICE!

PRIEZVISKO A MENO:

TRIEDA:

Predloha č.4 - precvičovanie technického písma

| Podložka pre nácvik technického písma |  | PREDZNAČENÉ PORADIE ŤAHOV DODRŽTE! |  |
|---------------------------------------|--|------------------------------------|--|
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |
|                                       |  |                                    |  |

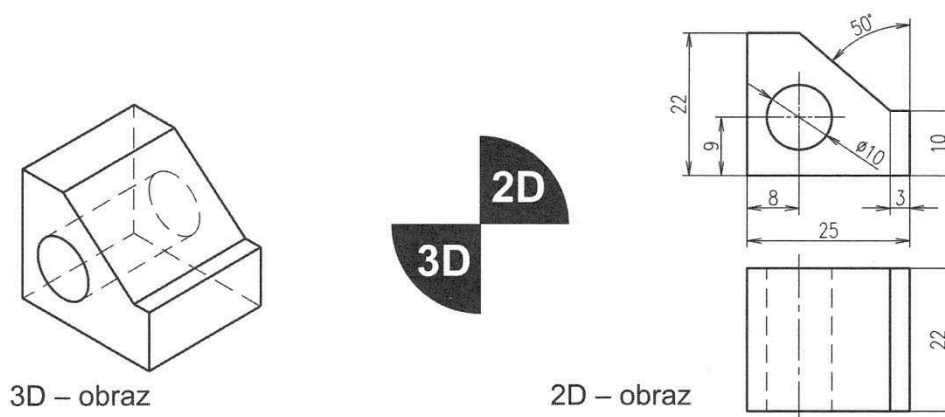
## 3 Technické zobrazovanie

### 3.1 Názorné zobrazovanie

Už v dávnych dobách sa ľudia snažili zobrazovať reálne veci pomocou rôznych zobrazovacích metód. V technickej praxi sa často stretávame s potrebou zobrazenia priestorových útvarov. Existujú dva spôsoby zobrazenia objektov. Obidva spôsoby vychádzajú z určitých pravidiel.

Veľmi používanou metódou je plošné zobrazenie **2D**, pri ktorom pozeráme na teleso v určitom smere a výsledný pohľad premietame na určitú **priemetňu – rovinu**.

Názornejšie, ale pre klasický spôsob myslenia náročnejšie je **3D** priestorové zobrazovanie.



Obrázok č. 3.1, Priestorové zobrazovanie a priemety

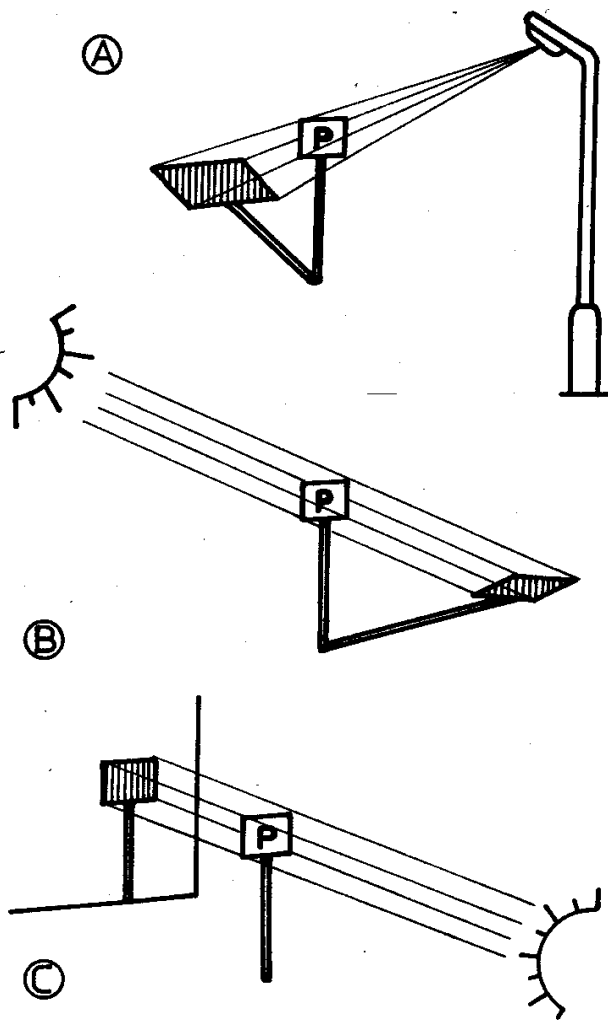
Najrozšírenejšie v praxi je **axonometrické premietanie** (axonometria – rovnobežné premietanie priestorových útvarov na jednu priemetňu).

Jednotlivé typy zobrazenia vznikajú premietaním objektu pomocou myslených lúčov, ktoré sa volajú **premietacie priamky**.

Podľa smeru premietacích priamok a stredu premietania delíme premietanie na:

- stredové premietanie
- kosohlé premietanie
- pravohlé premietanie

- |                                  |                                                                                                                                                    |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A. <b>Stredové premietanie</b> – | myslené premietacie priamky vychádzajú zo spoločného bodu /centra/, obraz predmetu je skreslený.                                                   |
| B. <b>Kosohlé premietanie</b> –  | myslené premietacie priamky sú navzájom rovnobežné, dopadajú na priemetňu a zvierajú s ňou uhol iný ako pravý /kosý/, obraz predmetu je skreslený. |
| C. <b>Pravohlé premietanie</b> – | myslené premietacie priamky sú navzájom rovnobežné, dopadajú na priemetňu a zvierajú s ňou pravý uhol, obraz predmetu je neskreslený.              |



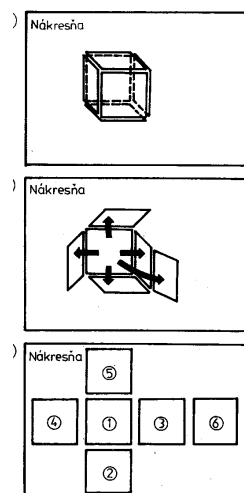
Obrázok č. 3.2, Stredové, kosohlé, pravouhlé premietanie

### 3.2 Pravouhlé premietanie

Je najrozšírenejšie premietanie, ktoré sa používa v strojárenskom kreslení. Zobrazovaný predmet je premietaný na tri až šesť navzájom kolmých priemetní, pričom premietacie priamky sú vždy kolmé na priemetňu. Obraz, pohľad alebo priemet súčastičky získame, ak vedieme cez body súčastičky, napríklad cez vrcholy navzájom rovnobežné premietacie lúče kolmé na priemetňu, ktoré vytvárajú na priemetni zodpovedajúce body – obrazy, priemety.

Jednotlivé pohľady sú pomenované s ohľadom na smer premietania (aj s ohľadom na hlavný pohľad) takto (vid'. obrázok):

1. hlavný pohľad, pohľad spredu – **nárys**
2. pohľad zhora – **pôdorys**
3. pohľad zľava – **bokorys**
4. pohľad sprava – ľavý bokorys
5. pohľad zdola
6. pohľad zozadu



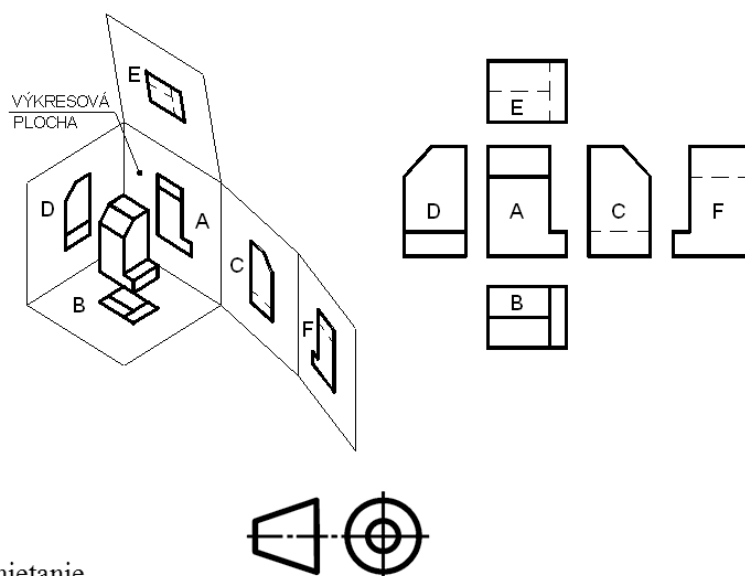
Obrázok č. 3.3, Rozvinutie priemetní do nákresnej roviny

### Metódy pravouhlého premietania

Existujú dve metódy pravouhlého premietania, ktoré sa odlišujú umiestnením objektu voči pozorovateľovi a priemetniam. Ich názov je odvodený z umiestnenia v sústave navzájom kolmých rovín. Sústava rovín je rozdelená na štyri kvadranty. Na premietanie sa využíva prvý a tretí kvadrant.

#### Metóda premietania 1

Túto metódu nazývame metódou premietania v 1. kvadrante. Ide o spôsob pravouhlého premietania, pri ktorom zobrazovaný objekt leží medzi pozorovateľom a priemetňou rovinou na ktorú sa predmet kolmo premieta. Grafický symbol tejto metódy je na obr.3.6a  $H = 2h$ .

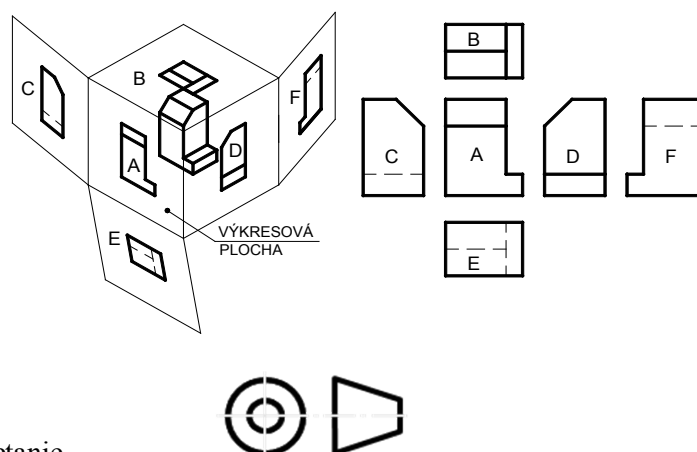


Európske premietanie

Obrázok č. 3.4, Združené obrazy zobrazené metódou premietania 1

#### Metóda premietania 3

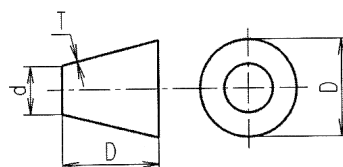
Túto metódu nazývame metódou premietania v 3.kvadrante. Ide o spôsob pravouhlého premietania, pri ktorom zobrazovaný objekt leží pre pozorovateľa za priemetňami za tou rovinou, na ktorú sa predmet kolmo premieta. Grafický symbol tejto metódy je na obr.3.6b.



Americké premietanie

Obrázok č. 3.5, Združené obrazy zobrazené metódou premietania 3

Vo výkresovej dokumentácii sa používa príslušná značka, ktorá je umiestnená v titulnom bloku.



|   |                               |      |     |
|---|-------------------------------|------|-----|
| D | Veľký priemer a dĺžka kužeľa  | 7    | 10  |
| d | Malý priemer kužeľa           | 3,5  | 5   |
| T | Hrúbka kreslenej čiary značky | 0,35 | 0,5 |

Obrázok č. 3.6, Rozmery značky premietania

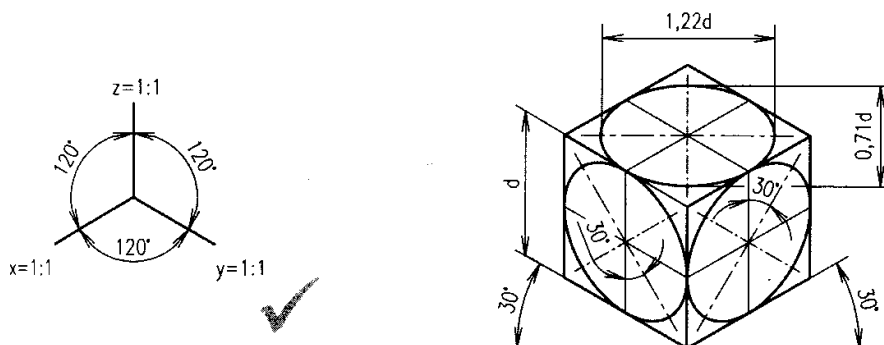
### 3.3 Axonometrické zobrazovanie

Obrazy vytvorené v axonometrickom premietaní poskytujú názornú predstavu o skutočnom tvare zobrazovaného objektu. V technickej praxi sa používajú tieto metódy axonometrického zobrazenia objektov:

- technická izometria
- technická dimetria
- kosouhlá dimetria

#### Technická izometria

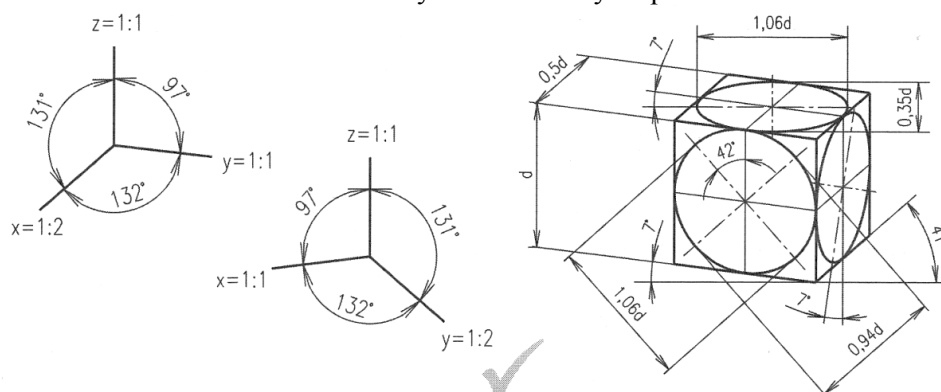
- je pravouhlé axonometrické zobrazenie, pri ktorom osový kríž zvierá pravidelne uhol  $120^\circ$
- pri tejto metóde zobrazovania sú rozmery nanášané neskrátene na osi x, y, z



Obrázok č. 3.7, Technická izometria

## Technická dimetria

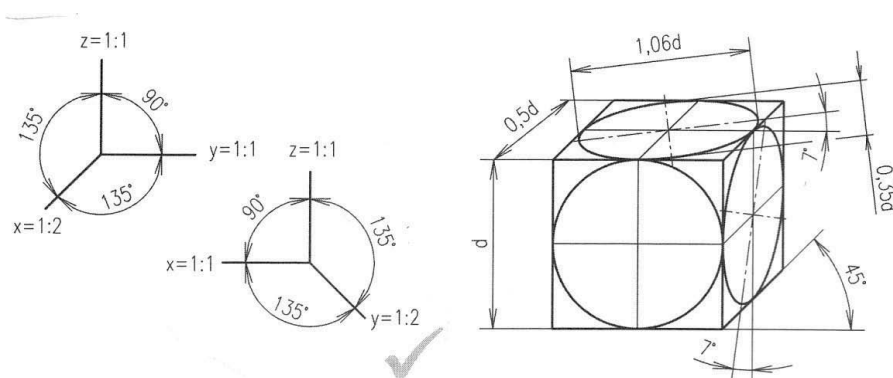
- je pravouhlé axonometrické zobrazenie, pri ktorom sa dva rozmery nanášajú neskrátene a tretí je v závislosti od orientácie súradnicového systému skrátený na polovicu



Obrázok č. 3.8, Technická dimetria

## Kosouhlá dimetria

- je kosouhlé premietanie, pri ktorom sa dva rozmery nanášajú neskrátene a tretí je v závislosti na orientácii súradnicového systému skrátený na polovicu



Obrázok č. 3.9, Kosouhlá dimetria

## 3.4 Zobrazenie geometrických telies

Viac alebo menej zložité strojové súčiastky sa obvyčajne skladajú zo základných geometrických telies alebo ich častí. Aby sme sa správne naučili zobrazovať strojové súčiastky, treba vedieť výborne zobrazovať základné geometrické telesá (kocku, hranol, ihlan, guľu, valec, kužeľ, ...).

### Zobrazovanie na technických výkresoch sa podľa obsahu delí na:

- zobrazovanie pomocou pohľadov
- zobrazovanie pomocou rezov a prierezov
- iné normalizované spôsoby zobrazovania

### Pri zobrazovaní na výkresoch je potrebné dodržiavať tieto pravidlá:

- počet obrazov volíme čo najmenší, ale taký, aby bolo teleso úplne zobrazené
- obraz umiestňujeme podľa pravidiel pravouhlého premietania
- hlavný obraz – pohľad spredu by mal najviac vystihovať tvar daného predmetu
- predmet má byť zobrazený vo funkčnej polohe alebo v polohe vhodnej pre výrobu (vo funkčnej polohe sa spravidla zobrazujú hranaté súčiastky a montážne skupiny, vo výrobnjej polohe sa spravidla zobrazujú súčiastky rotačných tvarov)
- viditeľné hrany a obrysy sa kreslia hrubou plnou čiarou, neviditeľné hrany a obrysy sa kreslia tenkou čiarkovanou čiarou

### 3.4.1 Zobrazovanie pomocou pohľadov

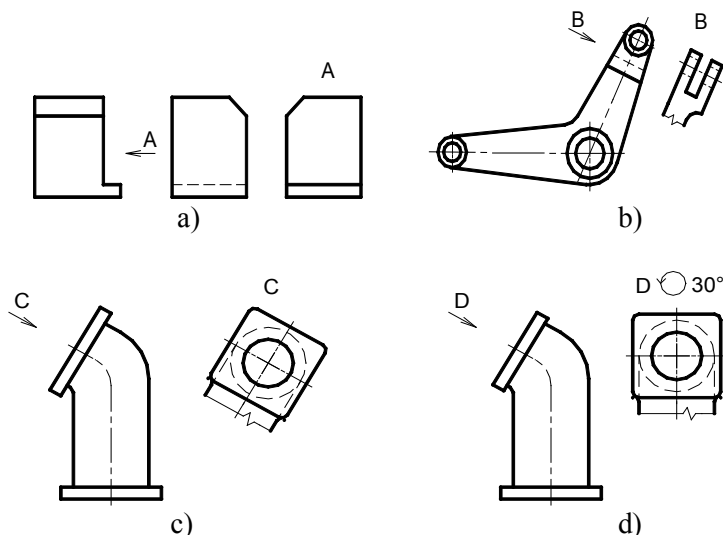
Zobrazovanie pomocou pohľadov používa:

- metódy premietania v 1. a 3. kvadrante skôr spomenuté
- pohľady v smere odkazových šípok
- miestne pohľady
- rozvinuté pohľady
- prerušené pohľady
- čiastočné pohľady

#### Pohľady v smere odkazových šípok

Ak je pohľad umiestnený na inom mieste ako má byť z hľadiska zásad pravouhlého premietania, musí sa smer premietania na základnom obraze vyznačiť šípkou a písmenom veľkej abecedy. Pohľad v smere odkazovej šípky je označený tým istým písmenom veľkej abecedy a môže byť umiestnený na ľubovoľnom mieste na výkrese obr.3.10a . Veľkosť písmen má byť dvojnásobkom veľkosti kót.

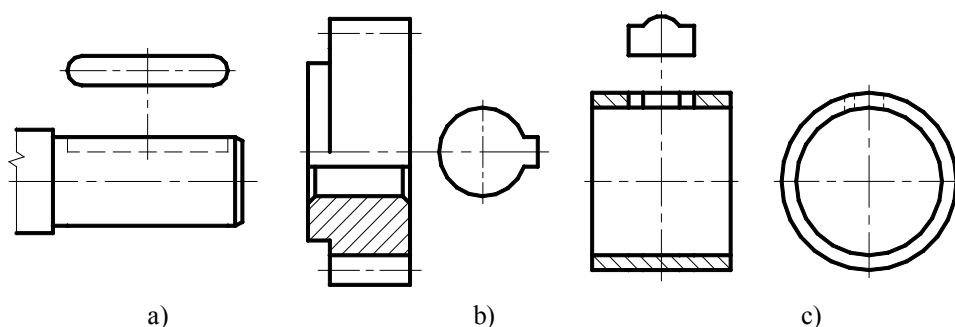
Pri kreslení predmetov, na ktorých niektorá zo stien nie je rovnobežná so žiadnou z hlavných priemetní sa použije pomocná priemetňa, t. j. priemetňa, ktorá je rovnobežná s uvažovanou stenou. Vzniká pohľad, ktorý sa umiestňuje v smere premietania obr.3.10b . Takýto pohľad možno posunúť obr.3.10c alebo pootočiť a uviesť uhol pootočenia obr.3.10d .



Obrázok č. 3.10, Príklady umiestnenia obrazov pohľadov v smere odkazových šípok

#### Miestne pohľady

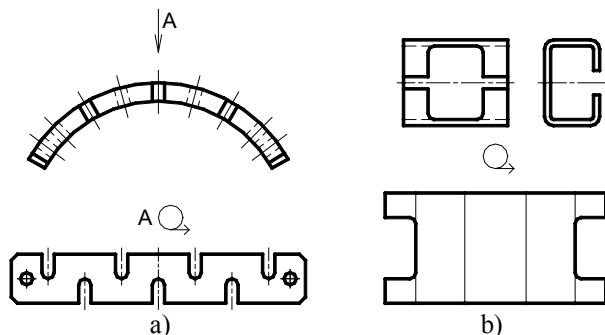
Pri jednoznačnom zobrazení je možné namiesto celého pohľadu použiť miestny pohľad. Miestny pohľad sa kreslí hrubými čiarami a neprerušenou osou musí byť spojený s miestom, na ktorom sa nachádza na obraze predmetu obr.3.11 .



Obrázok č. 3.11, Miestne pohľady: a) na tvar žliabku pre tesné pero, b) na žliabok vyhotovený v náboji ozubeného kola, c) na tvarový otvor

## Rozvinuté pohľady

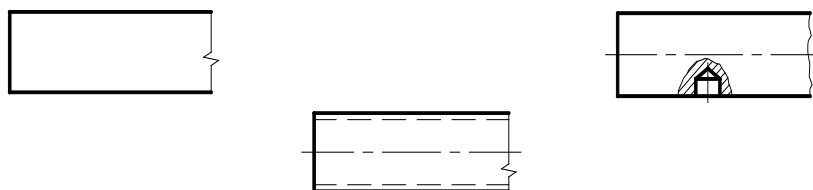
Predmety zhotovené ohýbaním alebo zakrivené predmety sa zobrazujú rozvinuté do priemetne hlavného obrazu obr.3.12 . Rozvinutý obraz predmetu sa označuje grafickou značkou rozvinutia, ak je to potrebné aj odkazovou šípkou smeru pohľadu na hlavný obraz a písmenovým označením pohľadu. V rozvinutom pohľade na predmet zhotovený ohýbaním sa miesta ohybu kreslia plnou tenkou čiarou.



Obrázok č. 3.12, Rozvinuté pohľady: a pre zakrivenú súčiastku, b pre ohýbanú súčiastku

## Čiastočné pohľady

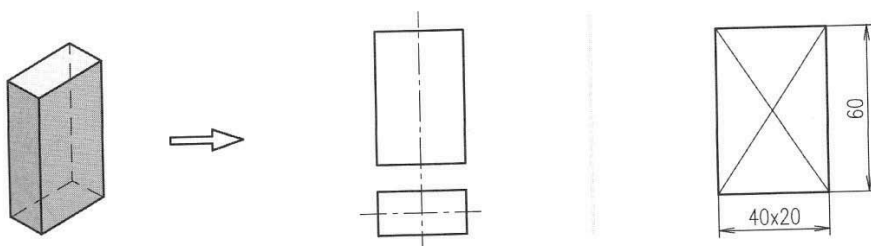
Ak v obraze dopĺňujúcom hlavný pohľad nie je potrebné nakresliť celý obraz pohľadu alebo rezu, môže sa nakresliť čiastočný pohľad, ohraničený tenkou čiarou kreslenou od ruky alebo tenkou čiarou so zlomami obr. 3.13 .



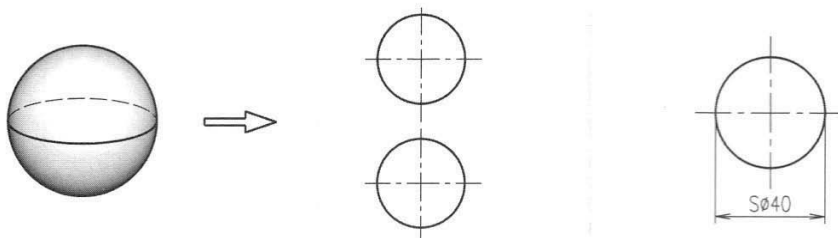
Obrázok č. 3.13, Čiastočné pohľady

## Príklady zobrazovania základných geometrických telies v pohľadoch

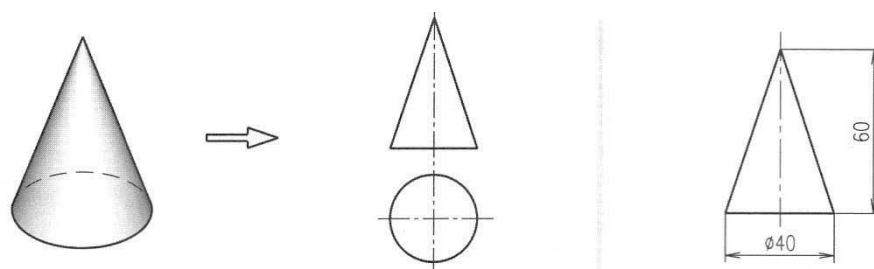
Hranol



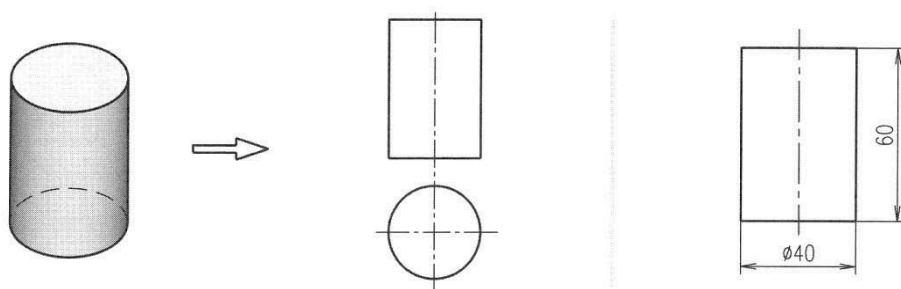
Gul'a



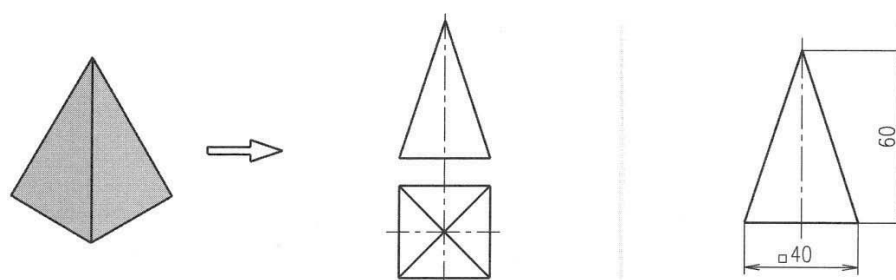
Kužel



Valec



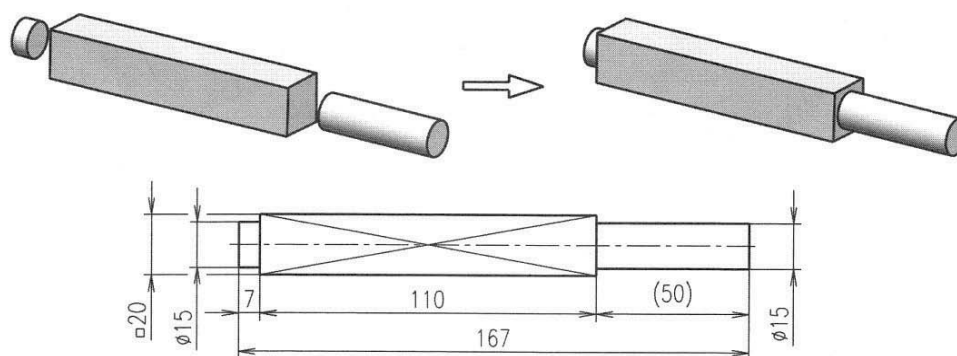
Ihlan



Obrázok č. 3.14, Zobrazenia základných geometrických telies

### Zobrazovanie zložených geometrických telies

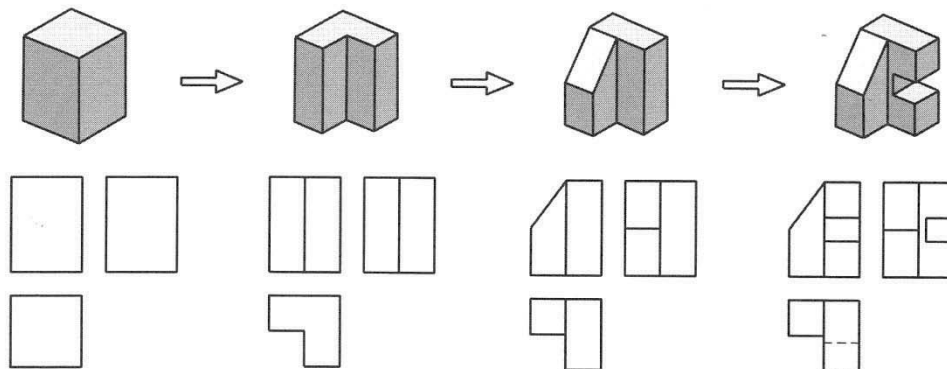
Zložené telesá sa skladajú z jednotlivých základných geometrických telies. Na obrázku 3.15 je znázornený jednoduchý hriadeľ elektrického prepínača. Je zložený z dvoch rôzne dlhých valcov a pravidelného hranola. Pre určenie rozmerov a názornosť ho stačí zobraziť v jednom priemete.



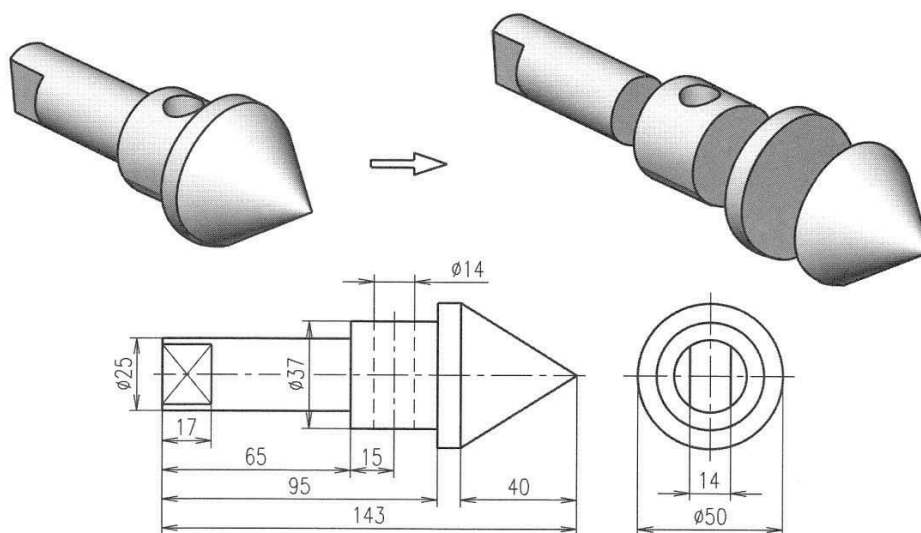
Obrázok č. 3.15, Zobrazenie zloženého telesa

### Vznik tvaru strojovej súčiastky

Strojové súčiastky vznikajú okrem iných spôsobov zo základných geometrických telies a zložených telies, ktoré sú zrezané rovinami alebo sú v nich urobené drážky, diery a podobne.



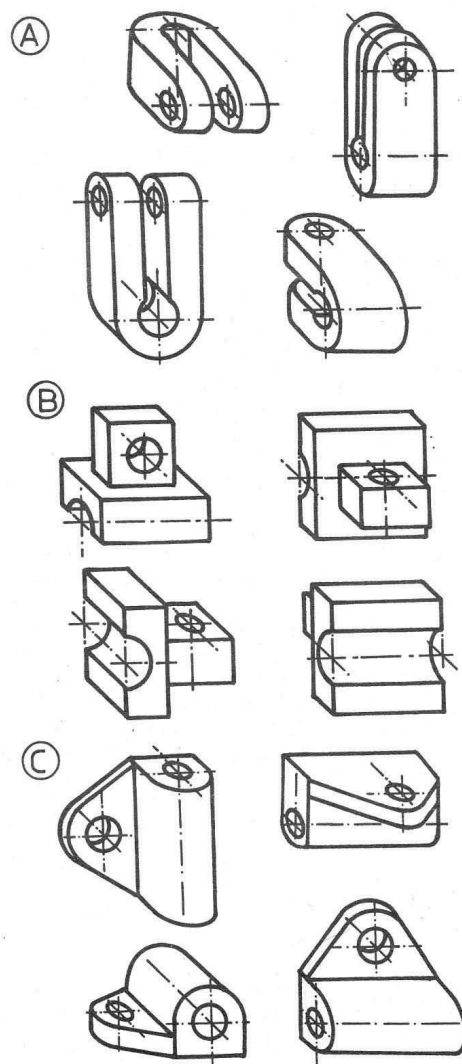
Obrázok č. 3.16, Vznik tvaru hranatej strojovej súčiastky



Obrázok č. 3.17, Vznik tvaru rotačnej strojovej súčiastky

### Cvičenie

1. Naskicujte všetkých šesť pohľadov hranola a valca.
2. Naskicujte potrebný počet pohľadov kocky, ihlana, zrezaného ihlana, pravidelného šesťbokého hranola, gule, kužeľa a zrezaného kužeľa.
3. Naskicujte vo vhodnej polohe, v potrebnom počte a druhu obrazov súčiastky podľa podľa obr. 3.18.



Obrázok č. 3.18, K cvičeniu 3

### 3.4.2 Zobrazovanie pomocou rezov a priereзов

V obrazoch dutých predmetov zobrazujeme neviditeľné vnútorné tvary tenkými čiarkovanými čiarami. Aby sa zviditeľnil vzhľad dutín, kreslia sa obrazy myslených rezov a priereзов predmetmi tak, aby sa zobrazili zakryté neviditeľné obrysy a hrany ako viditeľné. Rezy a prierezy sú obrazy predmetu rozrezaného myslennou reznou rovinou.

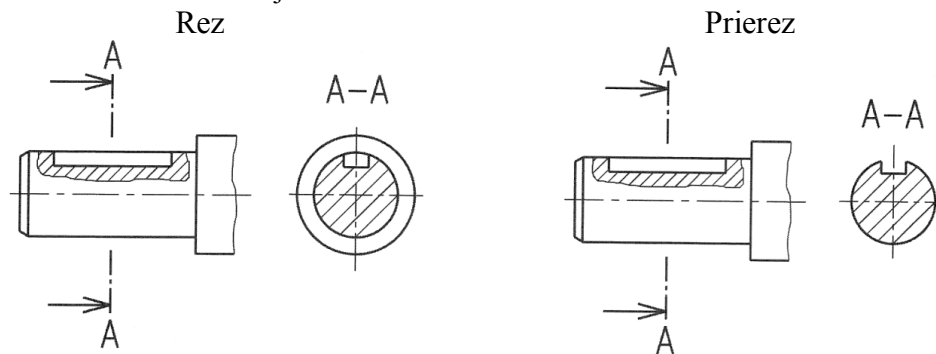


Obrázok č. 3.19, Zobrazenie rezu

#### Rozdiel medzi rezom a prierezom

- Voľba toho, či použiť rez alebo prierez by mala viesť k zlepšeniu názornosti a zmenšeniu počtu priemetov. Pre a označovanie priereзов platia tie isté pravidlá ako pre označovanie rezov.
- V **reze** zobrazujeme tie časti súčiastky, ktoré ležia v rovine rezu a viditeľné časti, ktoré sú za rovinou rezu.

- V **priereze** zobrazujeme len časti súčiastky ležiace v rovine mysleneho rezu, časti pred a za rovinou rezu sa nezobrazujú.

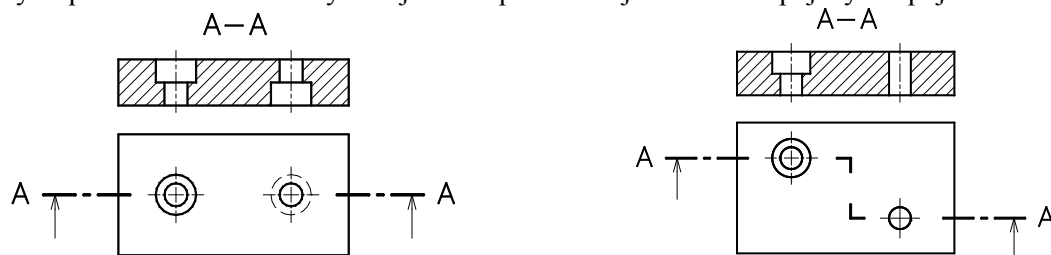


Obrázok č. 3.20, Rozdiel medzi rezom a prierezom

### Kreslenie rezných rovín

Myslená plocha rezu sa v obraze vyznačuje hrubou bodkočiarkovanou čiarou. Ak je to potrebné, môže rezná rovina pretínať obrys súčiastky. Reznú rovinu môžeme kresliť po celej jej dĺžke tenkou bodkočiarkovanou čiarou.

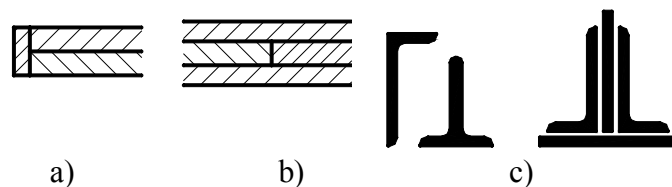
Myslená plocha rezu a obraz rezu sa označuje rovnakými písmenami veľkej abecedy. Písmena sa umiestňujú vždy zvislo, zvonku hrubých bodkočiarkovaných čiar určujúcich polohu reznej roviny. Šípky sa kreslia 2 až 3 mm zvonku od koncových čiarok. Obraz rezu alebo prierezu sa označí rovnakými písmenami umiestnenými v jeho bezprostrednej blízkosti a spojenými spojovníkom.



Obrázok č. 3.21, Označenie polohy reznej roviny a rezu

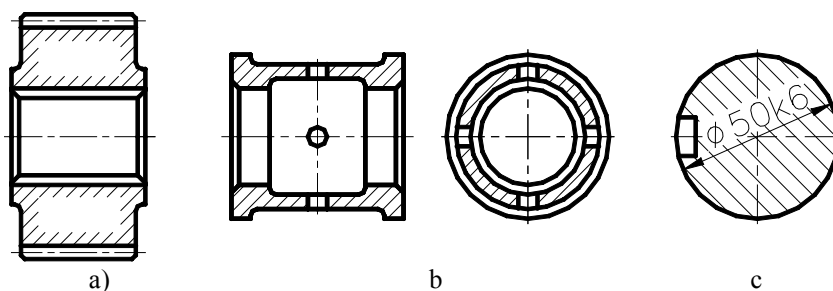
### Grafické označovanie materiálu v rezoch

Plochy obrazu v reznej rovine sa znázorňujú **šrafovaním**. Šrafovanie sa kreslí tenkými plnými čiarami navzájom rovnobežnými a sklonenými pod uhlom 45 vpravo alebo vľavo od osi alebo základnej obrysovej čiar. Všetky plochy rezu na každom obraze výkresu toho istého predmetu sa musia šrafovať rovnakým spôsobom. **Hustota šrafovania** sa volí podľa veľkosti rezanej plochy, alebo podľa potreby rozlíšiť príbahlé plochy rezu obr.3.22a,b. **Úzke plochy** rezu, ktorých hrúbka na výkrese je menšia alebo rovná 3 mm sa môžu vyčierňovať. Pri styku viacerých vyčieraných plôch sa musí urobiť medzera najmenej 0,7 mm obr.3.22c,d.



Obrázok č. 3.22, Šrafovanie súčiastok v reze

Plochy veľkých rozmerov sa môžu šrafovať iba pri obrysoch čiarach obr.3.23a. Grafické označenie oddelených plôch rezu tej istej súčiastky musí mať rovnaký smer a hustotu obr.3.23b. Grafické označenie rezaných plôch sa musí prerušiť v miestach, kde sú kóty alebo popis obr.3.23c.



Obrázok č. 3.23, Šrafovanie súčiastok v reze

Ak sú v zostave časti a súčiastky vyhotovené z rôznych materiálov napr. kov, drevo, plast a pod. , tak jednotlivé druhy materiálu v reze zostavy sa rozlišujú rozdielnym grafickým označením rezu šrafovaním podľa STN ISO 128 tab.3.1 .

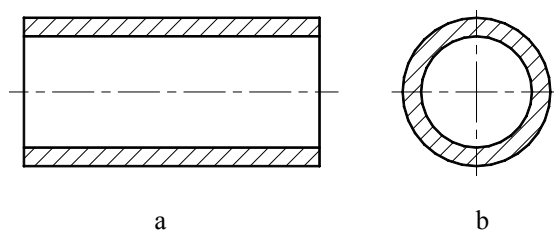
Tabuľka č.3.1, Grafické označovanie materiálov v reze - výber

| Grafické označenie | Názov materiálu                 | Grafické označenie | Názov materiálu       |
|--------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------|
|                    | kovy a ich zliatiny             |                    | drevo v priečnom reze |
|                    | plasty, guma                    |                    | kameň                 |
|                    | sklo a iné priehľadné materiály |                    | pôvodná zemina        |
|                    | keramika a silikátové materiály |                    | kvapalina             |

### Druhy rezov

Pozdĺžny rez vznikne vtedy, ak vedieme rovinu rezu pozdĺžnou osou alebo rovnobežne s najdlhším rozmerom súčiastky obr.3.24a .

Priečny rez vznikne vtedy, ak rovina rezu prechádza naprieč súčiastkou, kolmo na jej najdlhší rozmer obr.3.24b .



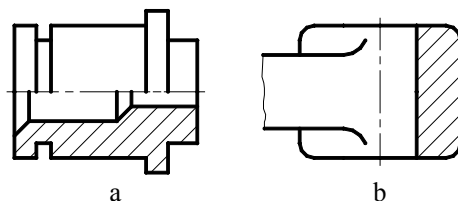
Obrázok č. 3.24, Pozdĺžny a priečny rez

V pozdĺžnom reze sa nikdy nekreslia:

- plné súčiastky vyrobené z tyčí skrutky, čapy, klíny, perá, hriadele,...
- plné súčiastky vyrobené z plechov a pásov
- rebrá, výstupy a ramená ozubených kolies a remení

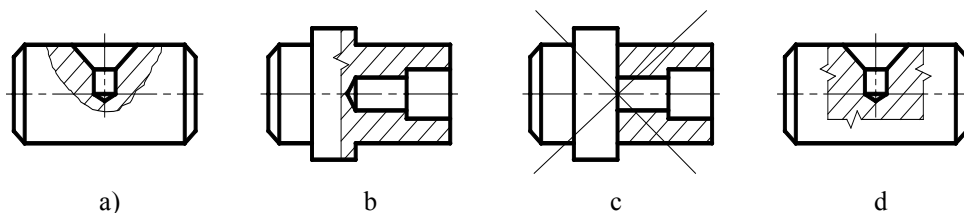
Tieto súčiastky sa kreslia len v pohľade, aj keď rovina rezu cez ne prechádza.

Polovičný rez sa používa pri súmerných predmetoch, kde jedna polovica predmetu sa zobrazí v reze a druhá v pohľade. Rozhranie medzi pohľadom a rezom tvorí os súmernosti telesa. Polovičný rez sa neoznačuje žiadnou značkou.



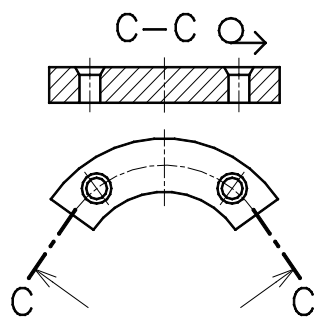
Obrázok č. 3.25, Polovičný rez

Miestny rez čiastočný rez sa používa na zobrazenie prvku, ktorý by v pohľade nebol viditeľný a bol by zobrazený tenkou čiarkovanou čiarou. V reze sa zobrazuje iba časť predmetu zobrazeného v pohľade. Rozhranie medzi pohľadom a rezom sa označí tenkou čiarou kreslenou od ruky obr.3.26a, alebo tenkou čiarou so zlomami obr.3.26b,d. Rozhranie medzi pohľadom a rezom nesmie byť v mieste, kde je čiara zobrazujúca hranu alebo plochu predmetu obr.3.26c. Miestny rez sa neoznačuje.



Obrázok č. 3.26, Miestny rez

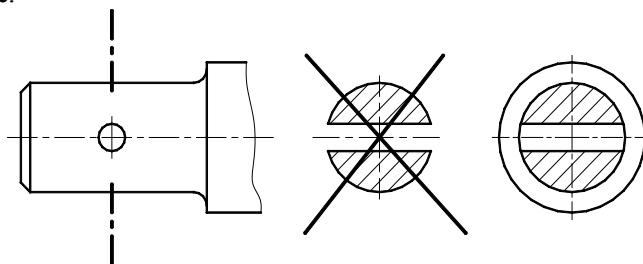
Rozvinutý rez volí sa pri zakrivených predmetoch, ktoré sa môžu rozvinúť do roviny tak, aby vznikol neskreslený obraz. Rez sa označí značkou rozvinutia.



Obrázok č. 3.27, Rozvinutý rez

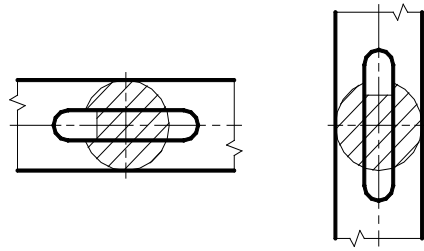
## Prierezy

Prierezy používame namiesto rezov vtedy, keď nie je potrebné zobrazenie obrysov a hrán, ktoré sú za rovinou rezu. Ak by sa obraz prierezu rozpadol na dve alebo viac samostatných častí, musí sa súčiastka zobraziť v reze.



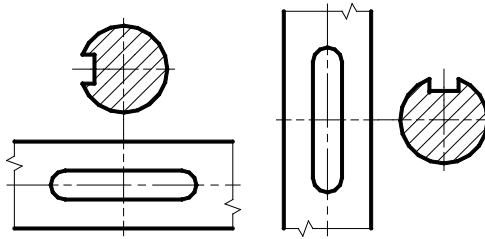
Obrázok č. 3.28, Miesto prierezu sa musí použiť rez

Sklopený prierez kreslí sa do pohľadu obrazu súčiastky. Obrys prierezu sa kreslí tenkou plnou čiarou a plocha rezu sa vyšrafuje.



Obrázok č. 3.29, Sklopený prierez

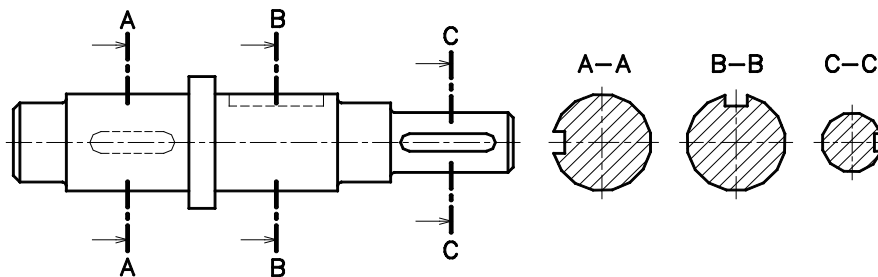
Vysunutý prierez umiestňuje sa v blízkosti pohľadu a je s ním spojený tenkou čiarou s dlhou čiarkou a bodkou. Je to os vysunutia. Obrys prierezu sa kreslí hrubou čiarou. Ak je prierez symetrický, nemusí sa rezná rovina označiť. Ak je prierez nesymetrický, musí sa označiť rezná rovina a smer pohľadu.



Obrázok č. 3.30, Vysunutý prierez

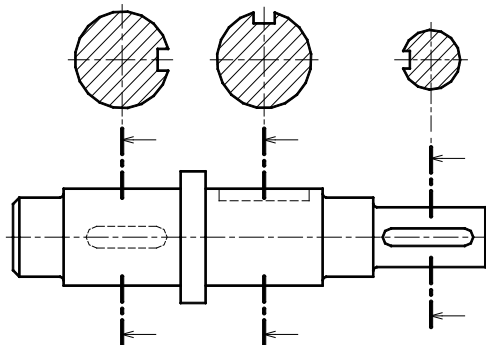
**Sled prierezov** slúži k zobrazeniu drážok, priečných dier a ďalších tvarových prvkov súčiastok.

- Sled prierezov umiestnených podľa metódy premietania v 1. kvadrante ISO-E. Musia sa značiť roviny i obrazy prierezov písmenami.



Obrázok č. 3.31, Zobrazenie prierezov podľa metódy premietania v 1. Kvadrante

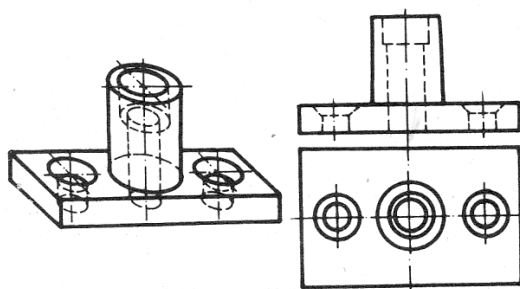
- Sled prierezov nakreslených ako vysunuté prierezy. Obráz prierezu je umiestnený priamo pod alebo nad rovinou rezu a so základným obrazom je spojený tenkou bodkočiarkovanou čiarou. V tomto prípade stačí označiť rovinu prierezu a smer sklopenia.



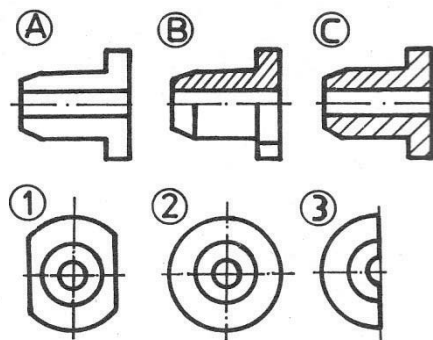
Obrázok č. 3.32, Zobrazenie prierezov ako vysunuté prierezy

## Cvičenie

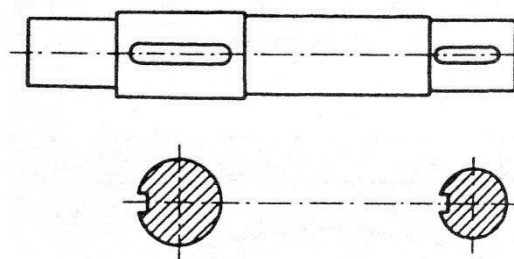
1. Zobrazte súčiastku obr.3.33 tak, aby zobrazenie neobsahovalo prerušované tenké čiary a pritom aby boli všetky otvory zobrazené.
2. Priradte k hlavným obrazom obr.3.34 správne pohľady zľava. Zodpovedajúce dvojice naskicujte.
3. Naznačte na súčiastke obr.3.35 rezné roviny a označte ich.



Obrázok č. 3.33, K cvičeniu 1



Obrázok č. 3.34, K cvičeniu 2



Obrázok č. 3.35, K cvičeniu 3

### 3.4.3 Iné normalizované spôsoby zobrazovania

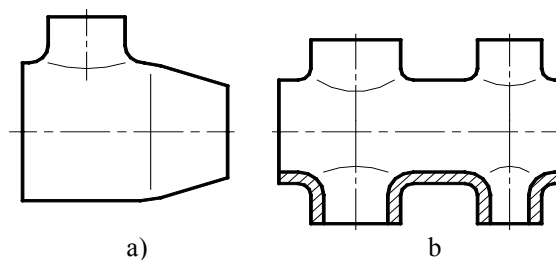
Norma ISO 128-31 uvádza spôsoby zobrazovania niektorých najčastejšie sa vyskytujúcich predmetov a tvarových prvkov a možnosti použitia dohodnutých zjednodušení pri ich kreslení.

#### Zobrazovanie prienikov

Tvar strojových súčiastok je zložený z rôznych geometrických telies. To isté platí o tvare otvorov v týchto súčiastkach. V miestach, kde jedno geometrické teleso vniká alebo prechádza do druhého, vznikajú zreteľné hrany – **prieniky** alebo menej zreteľné prechody.

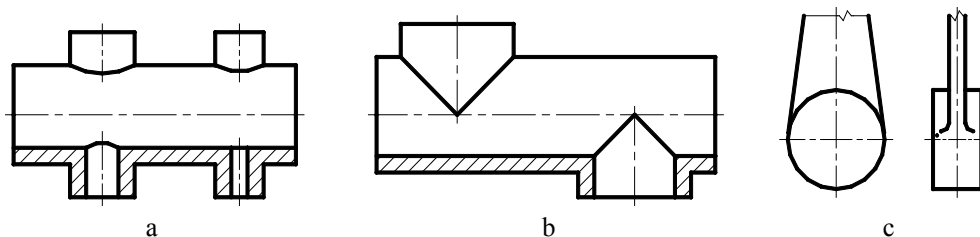
Mnohokrát majú zložitý priestorový tvar a dotvárajú predstavu o súčiastke.

- Ak majú prieniky **zaoblené rohy** a prechody prienikov, môžu sa prieniky zobraziť myslennými čiarami, ktoré sa nedotýkajú obrysov predmetu. Myslené čiary prienikov sa kreslia plnou tenkou čiarou.



Obrázok č. 3.36, Zobrazovanie prienikov so zaoblenými rohmi

- Ak pri prieniku vzniká **ostrá hrana**, tak obrazy viditeľných prienikov sa kreslia hrubou plnou čiarou, ktorá sa dotýha k obrysu telesa.



Obrázok č. 3.37, Zobrazovanie prienikov pri ostrých hranách

### **Zjednodušovanie obrazov**

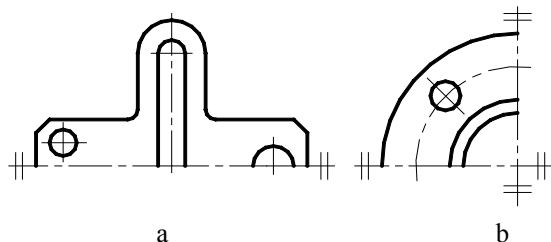
Strojnícky výkres má byť zreteľný a prehľadný. Súčiastka sa musí zobraziť bez zbytočných čiar, ale tak, aby jej tvar bol jednoznačne určený. Skrátí sa tým aj čas na kreslenie a výkres je ľahšie čitateľný. STN dovoľuje viaceré zjednodušenia zobrazení celých strojových súčiastok a niektorých konštrukčných častí.

### **Súmerné predmety**

Súmerné predmety vrátane rotačných možno zobraziť len polovicou, prípadne štvrtinou obrazu.

- Ak má predmet len jednu rovinu súmernosti nakreslí sa len jedna polovica obrazu predmetu obr.3.38a
- Ak má predmet dve roviny súmernosti nakreslí sa len štvrtina obrazu predmetu obr.3.38b

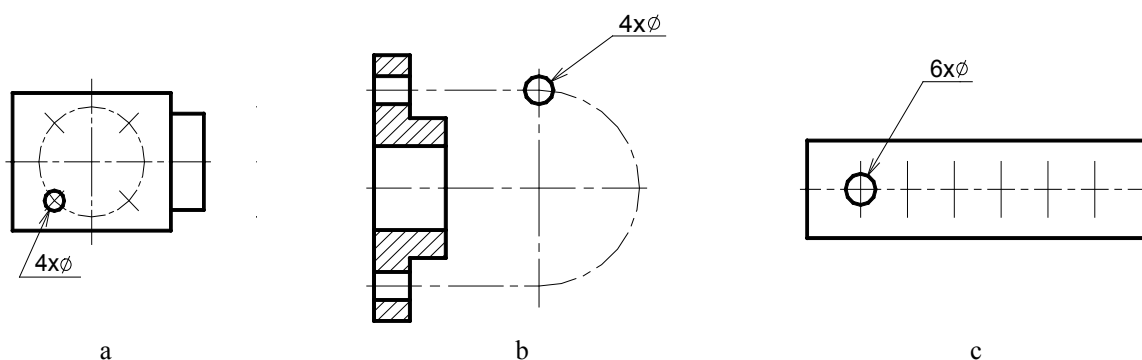
Os súmernosti obrazu sa v oboch prípadoch označuje na koncoch dvoma rovnobežnými, na os kolmými tenkými úsečkami so vzájomným odstupom 2 mm a dĺžkou minimálne 5 mm.



Obrázok č. 3.38, Zjednodušené zobrazovanie súmerných predmetov

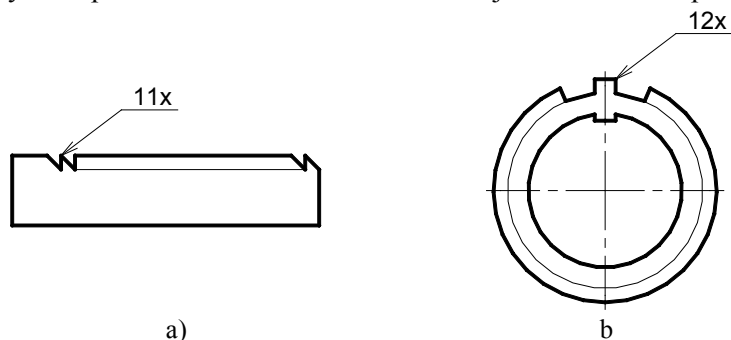
### **Rovnaké pravidelne sa opakujúce prvky**

- Ak sú rovnaké prvky rozložené na rozstupovej kružnici, ktorá sa kreslí tenkou čiarou s dlhou čiarkou a bodkou, nakreslí sa len jeden prvok a vyznačí sa počet a umiestnenie ostatných prvkov obr.3.39a . Rozstupová kružnica sa môže aj sklápať ako polkružnica pri hlavnom obraze predmetu a musí byť spojená osami s hlavným obrazom obr.3.39b . Opakujúce sa prvky môžu byť aj na priamke obr.3.39c .



Obrázok č. 3.39, Zjednodušené zobrazenie opakujúcich sa tvarových prvkov umiestnených na rozstupových kružniciach

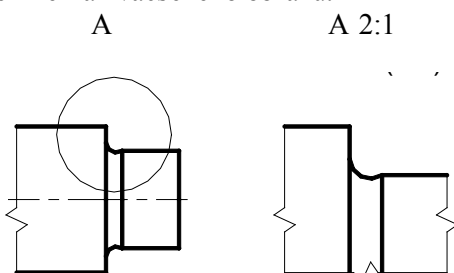
- Ak má predmet rovnaké pravidelne sa opakujúce prvky, potom sa na obraze predmetu kreslí len jeden až dva prvky obyčajne prvý a posledný. Časť obrazu predmetu, kde nie sú prvky zobrazené sa vyznačí plnou tenkou čiarou. Na odkazovej čiare sa uvedie počet prvkov.



Obrázok č. 3.40, Zjednodušené zobrazenie pravidelne sa opakujúcich tvarových prvkov

### Tvarové podrobnosti

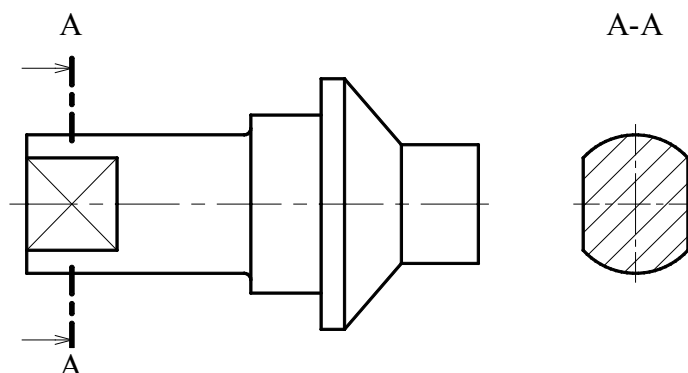
V prípadoch, keď mierka obrazu predmetu na výkrese je taká, že niektoré tvarové prvky predmetu sa nedajú dosť jasne znázorniť alebo zakótovať, tak sa nakreslia vo zväčšenej mierke. Na obraze predmetu sa tvarové prvky orámujú oválom alebo kružnicou nakreslenou plnou tenkou čiarou a označia sa veľkým písmenom abecedy s výškou písma rovnou dvojnásobku výšky písma použitého pri kótovaní. Orámované tvarové prvky sa zobrazia na čiastočnom obraze vo zväčšenej mierke. Zväčšený obraz môže byť pohľad alebo rez a musí sa označiť rovnakým písmenom ako podrobnosť na súčiastke. Pri písme sa uvedie mierka zväčšeného obrazu.



Obrázok č. 3.41, Tvarová podrobnosť

### Rovinné plochy

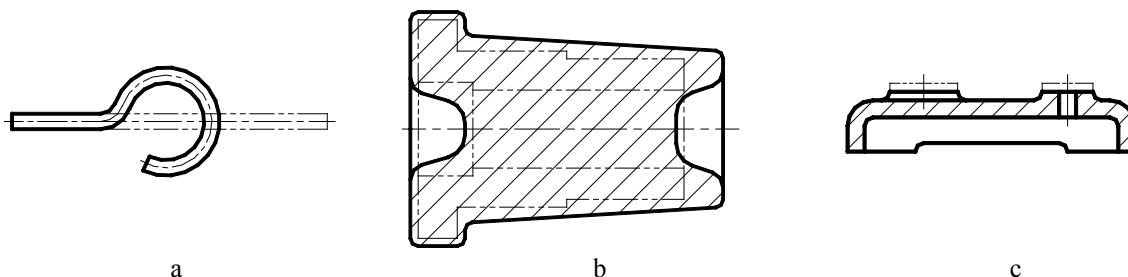
Na zdôraznenie tvaru predmetu sa rovinné plochy označujú uhlopriečkami kreslenými tenkými plnými čiarami.



Obrázok č. 3.42, Označenie rovinnnej plochy na valcovom tvarovom prvku

## Zobrazenie počiatočného a konečného tvaru predmetu

Ak sa vyžaduje zobrazenie počiatočných obrysov napr. pred tvarovaním, tak sa nakreslia tenkou čiarou s dlhou čiarkou a dvoma bodkami obr.3.43a. Rovnakými čiarami sa kreslí konečný tvar výrobku v obraze predvýrobku odliatok, výkovok a pod., obr.3.43b alebo prídavky na obrábanie na obraze výrobku obr.3.43c.



Obrázok č. 3.43, Znáozornenie: a počiatočných obrysov, b konečného tvaru výrobku, c prídavku na obrábanie

## Prerušovanie obrazov

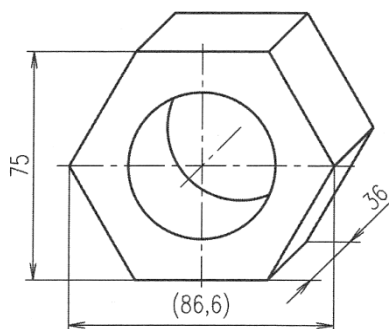
Aby sa ušetrilo miesto potrebné na zobrazenie dlhých, tvarovo jednoduchých predmetov, môžu sa zobraziť len tie časti predmetov, ktoré sú postačujúce na ich určenie. Na zobrazených častiach predmetov sa obrazy v miestach prerušenia ohraničia tenkými čiarami kreslenými od ruky obr.3.44a, alebo tenkými čiarami so zlomami obr.3.44b.



Obrázok č. 3.44, Prerušenie obrazov

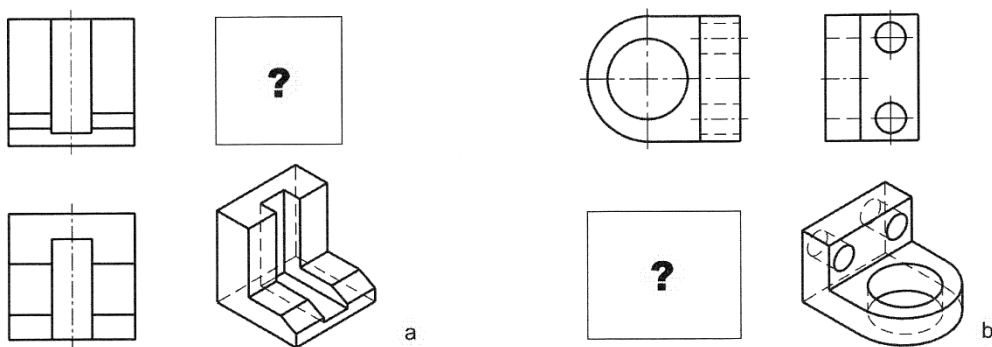
## 😊 Otázky a cvičenia

1. Do koľkých priemetní môžeme premietnuť technické teleso pri pravouhlom premietaní a ako sa nazývajú jednotlivé pohľady vo vzťahu k smeru premietania?
2. Ako delíme zobrazovanie na technických výkresoch podľa obsahu?
3. Základné teleso matice M48 obr.3.45 zobrazte na tri hlavné pravouhlé priemety pohľad spredu, pohľad zhora, pohľad zľava.



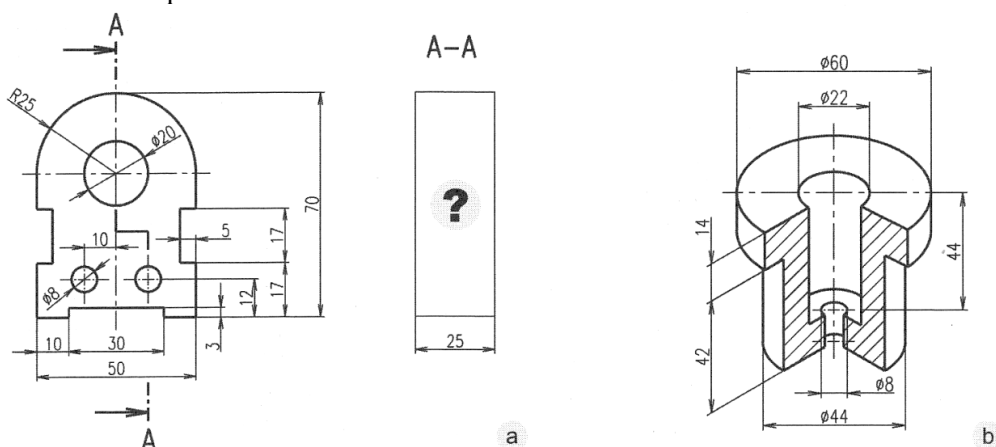
Obrázok č. 3.45, K cvičeniu 3

4. U zobrazených súčiastok obr.3.46 doplňte chýbajúce pohľady. Zobrazenia urobte ako náčrty od ruky, rozmery zvoľte.



Obrázok č. 3.46, K cvičeniu 4

5. Vysvetlite rozdiel medzi rezom a prierezom, popíšte ich označovanie.
6. Ako robíme grafické označovanie materiálu v rezoch a prierezoch?
7. Doplňte zobrazenie súčiastky obr.3.47 pomocou rezu vedeného rovinou naznačenou v základnom pohľade.



Obrázok č. 3.47, K cvičeniu 7

8. Čo sú prieniky a ako ich kreslíme?
9. Vymenujte niektoré zjednodušenia používané pri kreslení strojových súčiastok.
10. Ako prerušujeme obrazy súčiastok?

## 4 Kótovanie

Ak odovzdáte do výroby výkres súčiastky, ktorý je iba nakreslený a nie sú na ňom vyznačené čísla, ktoré zodpovedajú jednotlivým rozmerom súčiastky, tak vám ho vrátia. Podľa takéhoto výkresu sa súčiastka nedá vyrobiť, z výkresu sa rozmery súčiastky odmeriavať nesmú.

Pre čítanie výkresov, t.j. určenie rozmerov alebo polohy predmetov, sú rozhodujúce kóty. Zapisovanie rozmerov na technických výkresoch sa nazýva **kótovanie**. Kótovaním sa určuje veľkosť predmetu nakresleného na výkrese. Je to jedna z najzodpovednejších prác na technických výkresoch. Chyby v kótovaní zapríčiňujú výrobu nepodarkov, zdržiavajú výrobu, čím spôsobujú jej nehospodárnosť.

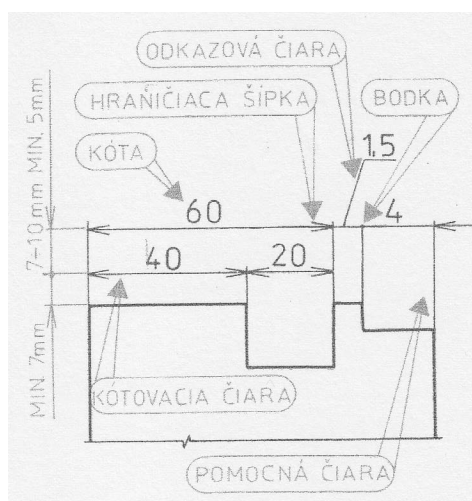
### 4.1 Všeobecné pravidlá kótovania

- Na technickom výkrese sa môže každý rozmer kótovať iba raz.
- **Kóta** je číslo, ktoré určuje požadovanú alebo skutočnú veľkosť rozmeru alebo polohu predmetu a jeho častí, bez ohľadu na mierku, v ktorej je predmet nakreslený.

- Kóty sa umiestňujú v tom pohľade alebo reze, ktorý zobrazuje skutočný neskreslený tvar kótovanej časti najzreteľnejšie.
- Všetky dĺžkové rozmery musia mať rovnakú meraciu jednotku. Kótované rozmery sa uvádzajú v milimetroch, jednotky mm sa na výkres nepredpisujú, ostatné sa musia predpísať. Medzné odchýlky sa musia uviesť v rovnakých meracích jednotkách ako základný rozmer.
- Rovinné uhly sa kótujú v uhlových stupňoch, minútach a sekundách, značky meracích jednotiek sa pripisujú vždy.
- Všetky informácie o rozmeroch, ktoré sú potrebné k úplnému a zrozumiteľnému popísaniu predmetu musia byť uvedené priamo na výkrese, ak nie sú uvedené v súvisiacich dokumentoch napr. v titulnom bloku, v súpise položiek,...

Všeobecné pravidlá kótovania stanovuje norma: STN ISO 129 01 3130 .

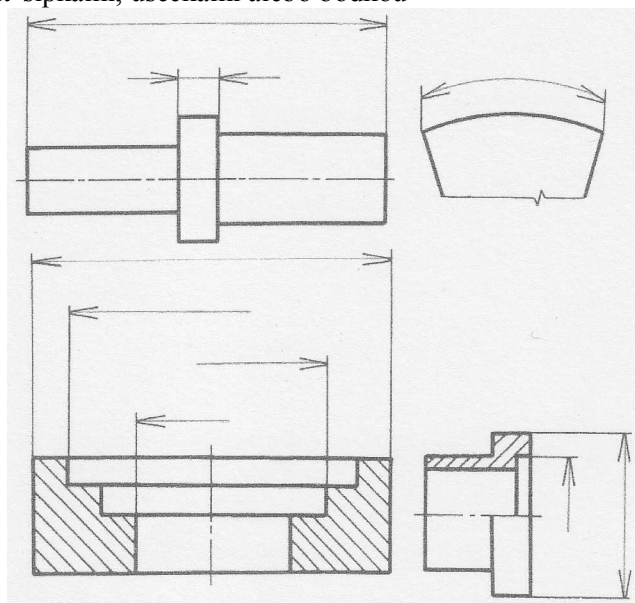
#### 4.1.1 Prvky kótovania



Obrázok č. 4.1, Prvky kótovania

#### Kótovacie čiary

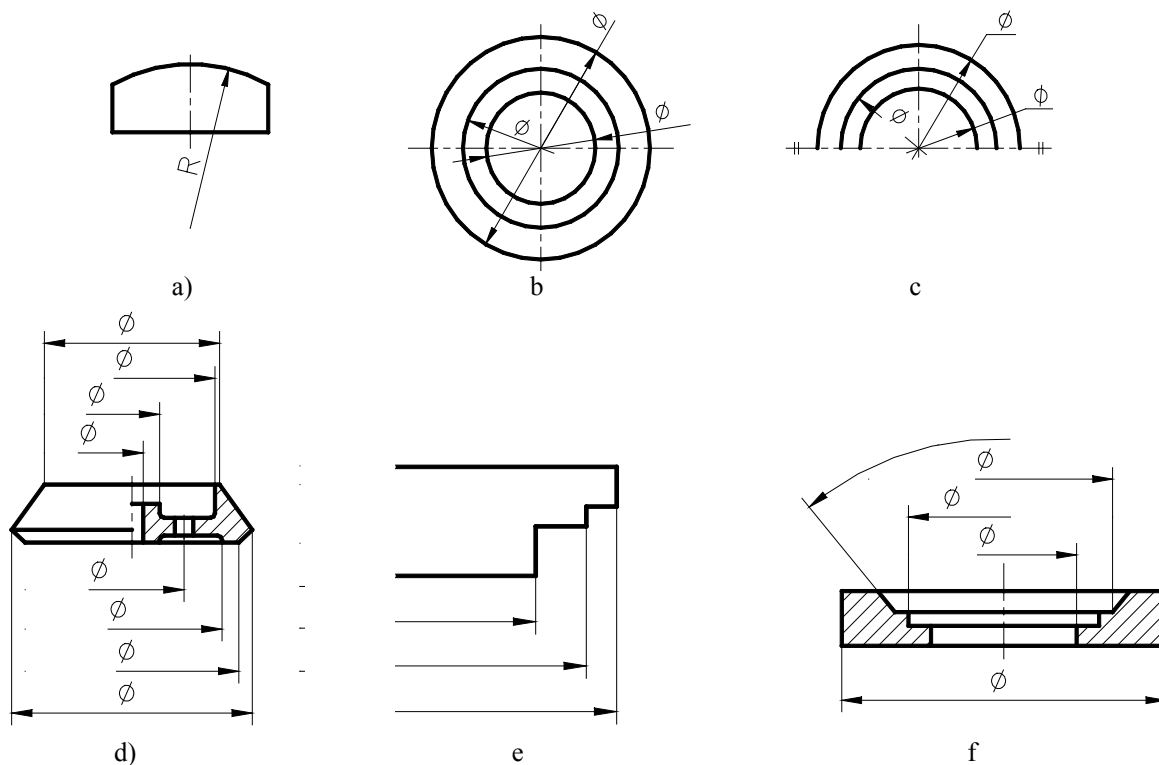
- kreslia sa plnou tenkou čiarou
- kreslia sa rovnobežne s kótovaným rozmerom alebo ako kruhový oblúk so stredom vo vrchole uhla
- nesmú sa pretínať a nesmú splynúť s inou čiarou
- musia sa ohraničiť šípkami, úsečkami alebo bodkou



Obrázok č. 4.2, Kreslenie kótovacích čiar

Pri kótovaní môžeme použiť aj skrátenú neúplnú kótovaciu čiaru v týchto prípadoch:

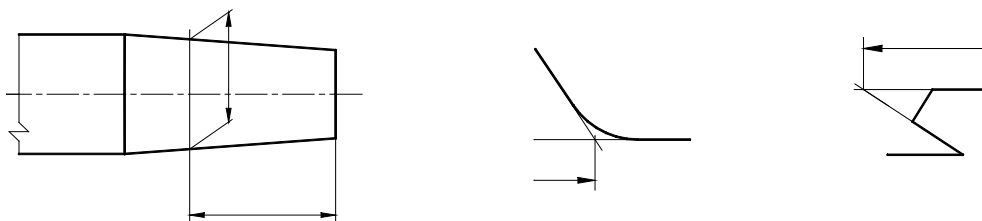
- pri kótovaní polomerov obr.4.3a
- pri kótovaní priemerov bez ohľadu na to, či je zobrazená celá kružnica obr.4.3b alebo len jej časť obr.4.3c
- pri kótovaní súmerných a rotačných predmetov zobrazených v polovičnom reze obr.4.3d
- pri kótovaní čiastočných pohľadov obr.4.3e
- pri kótovaní súmerných alebo rotačných predmetov, ktorých obraz by bol kótovacími a pomocnými čiarami preplnený obr.4.3f



Obrázok č. 4.3, Kótovanie pomocou skrátenej kótovacej čiary

### Pomocné čiary

- kreslia sa plnou tenkou čiarou
- kreslia sa kolmo na kótovaný rozmer alebo smerujú do vrcholu uhla
- predlžujú sa za kótovaciu čiaru o 1 až 2 mm
- pri výnimke sa môžu kresliť aj šikmo na meraný rozmer

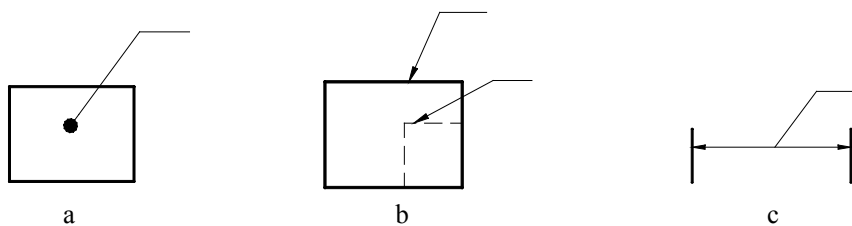


Obrázok č. 4.4, Kreslenie pomocných čiar

### Odkazové čiary

- kreslia sa plnou tenkou čiarou, ktorá vychádza od kótovacej čiary
- kreslia sa prevažne lomené tak, aby kóty boli rovnobežné s dolným okrajom výkresu
- nesmú sa navzájom pretínať, nesmú byť rovnobežné so šrafovacími čiarami, nemajú pretínať kótovacie čiary

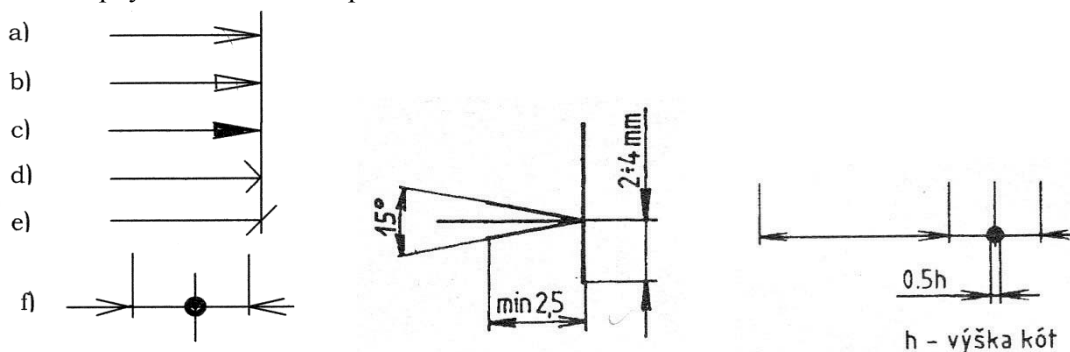
- odkazová čiara vedená do zobrazovanej plochy sa ukončí bodkou obr.4.5a , vedená k zobrazovanej ploche alebo prvku sa ukončí šípkou obr.4.5b , vedená ku kótovacej čiare sa nesmie ukončiť šípkou ani bodkou obr.4.5c



Obrázok č. 4.5, Kreslenie a ukončenie odkazových čiar

### Hraničiace značky

- šípka s uhlom rozvretia  $15^\circ$  a dĺžkou  $h$  je základná výška písma typu B , otvorená obr.4.6a , uzatvorená obr.4.6b , uzatvorená a vyplnená obr.4.6c
- otvorená šípka s uhlom rozvretia  $90^\circ$  a dĺžkou  $0,4h$  obr.4.6d
- šikmá úsečka s uhlom sklonu  $45^\circ$  a dĺžkou  $h$  obr.4.6e
- bodka s priemerom  $0,5h$ , ktorá sa môže použiť iba vtedy, keď nie je dost' miesta pre šípky, susediace šípky musia smerovať proti bodke obr.4.6f

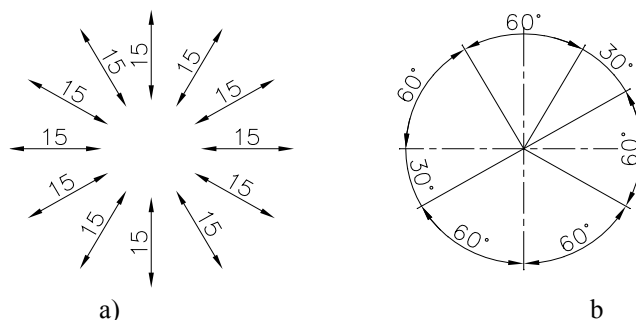


Obrázok č. 4.6, Hraničiace značky

### 4.1.2 Zapisovanie kót

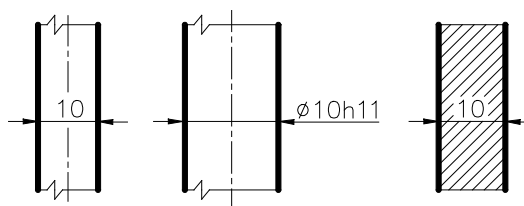
Kóty sa píše technickým písmom veľkej abecedy tak, aby bola zaistená ich dobrá čitateľnosť originálu aj kópie. Odporúča sa používať kolmé písmo typu B. Veľkosť písma kót sa volí obvykle 3,5 a 5 mm. Pri kótovaní musí byť na celom výkrese použitá rovnaká veľkosť písma.

- kóty sa zapisujú nad kótovacími alebo odkazovými čiarami uprostred ich dĺžok, asi 1 až 2 mm nad nimi a orientujú sa tak, aby sa mohli čítať zdola alebo z pravej strany výkresu
- nad šikmými kótovacími čiarami sa kóty zapisujú podľa obr.4.7a, kóty uholov sa zapisujú podľa obr.4.7b.



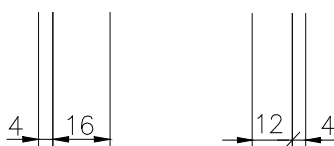
Obrázok č. 4.7, Zapisovanie kót šikmými kótovacími čiarami a kót uholov

- kóta nemá byť preťatá žiadnou čiarou ani osou, čiary, ktoré prekážajú zapísaniu kót sa musia prerušiť obr.4.8



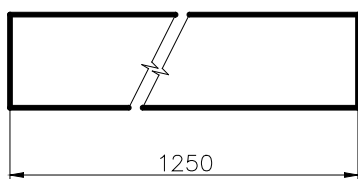
Obrázok č. 4.8, Spôsoby umiestnenia kót na kótovacích čiarach

- ak je na vpísanie kóty málo miesta medzi pomocnými čiarami, môžu sa kóty zapísať nad predĺžením kótovacej čiary za jedným z ukončení obr.4.9

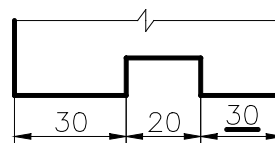


Obrázok č. 4.9, Umiestnenia kót pri veľmi krátkych kótovacích čiarach

- ak kótujeme obraz, ktorý je prerušený kótovaciu čiaru neprerušujeme obr.4.10
- kóta, ktorá nezodpovedá obrazu nakreslenému v príslušnej mierke sa musí podčiarknuť obr.4.11



Obrázok č. 4.10, Kótovanie prerušených obrazov



Obrázok č. 4.11, Zápis kóty, ktorej hodnota nezodpovedá zobrazeniu v mierke

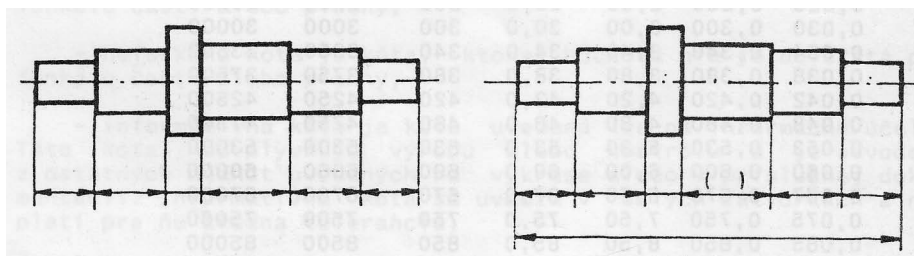
## 4.2 Sústavy kót

Pri kótovaní vzájomnej polohy dvoch alebo niekoľkých dĺžkových rozmerov toho istého smeru a pri kótovaní uhlov, ktoré majú spoločný vrchol sa používa:

- reťazové kótovanie
- kótovanie od spoločnej základne
- kombinované kótovanie
- kótovanie súradnicami

### Reťazové kótovanie

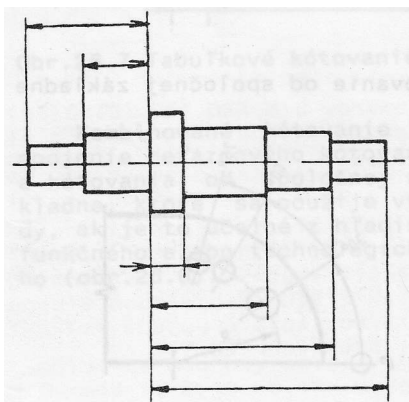
Je najmenej presný spôsob kótovania, ktorý sa používa vtedy, keď súčet medzných odchýlok jednotlivých rozmerov nemôže ovplyvniť funkciu výrobku. Jednotlivé, za sebou nasledujúce rozmery sa kótujú na spoločnej čiare a tvoria reťazec kót. Ak pri reťazovom kótovaní je nejaká kóta v zátvorke, chápe sa ako informatívna. Na informatívne rozmery sa nevzťahujú žiadne medzné odchýlky.



Obrázok č. 4.12, Reťazové kótovanie

### Kótovanie od spoločnej základne

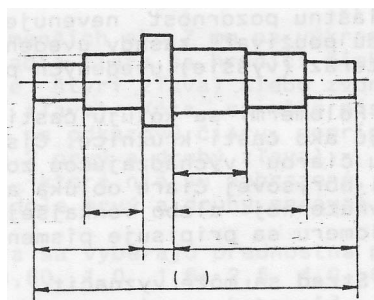
Tento spôsob kótovania sa používa vtedy, ak je to účelné z funkčného alebo technologického hľadiska. Zvolená základňa sa stáva východiskom výrobného postupu a je základňou kontrolného merania.



Obrázok č. 4.13, Kótovanie od spoločnej základne

### Kombinované kótovanie

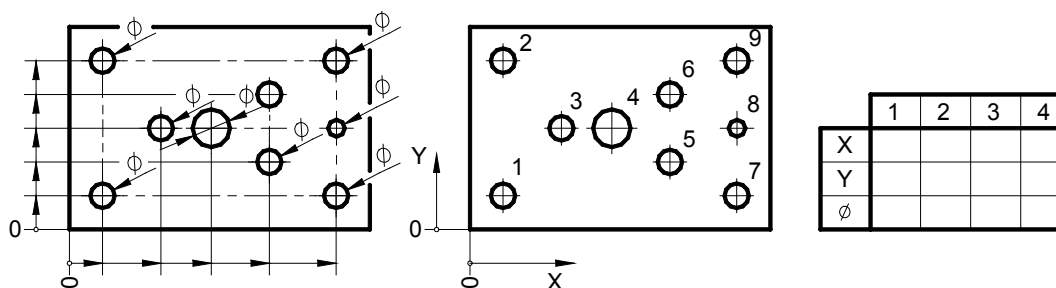
Ak je to účelné, môže sa reťazové kótovanie a kótovanie od spoločnej základne kombinovať. Pri všetkých tvarovo zložitejších predmetoch so zárezmi, žliabkami, dierami a inými prvkami sa väčšinou kótuje kombinovaným spôsobom.



Obrázok č. 4.14, Kombinované kótovanie

### Kótovanie súradnicami

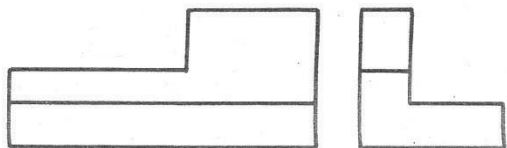
Pre niektoré výrobné stroje je výhodné a mnohokrát i nutné vychádzať súradnicovo z jedného bodu. Jednotlivé prvky je potom nutné označiť číslami a ich polohu udať v tabuľke pravouhlými súradnicami.



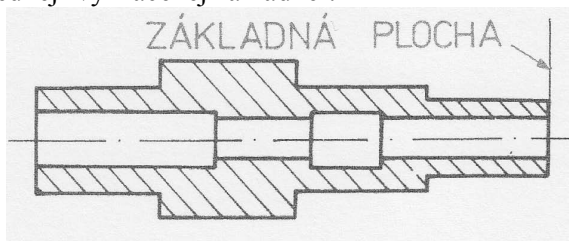
Obrázok č. 4.15, Súradnicové kótovanie

## Cvičenie

1. Zakótujte súčiastku na obr.4.16 a dodržte všeobecné pravidlá kótovania. Súčiastka je nakreslená v mierke 1 : 2.
2. Okótujte rozmery súčiastky v smere osi obr.4.17, ktorá je nakreslená v mierke 1 : 2 reťazovým kótovaním a kótovaním od jednej vyznačenej základne.



Obrázok č. 4.16, K cvičeniu 1



Obrázok č. 4.17, K cvičeniu 2

## 4.3 Kótovanie tvarových prvkov

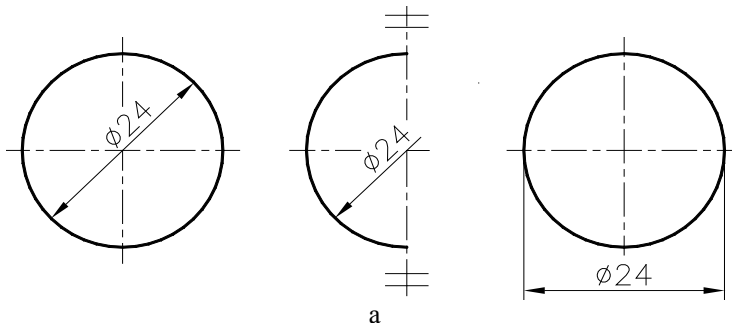
Tvary jednotlivých súčiastok sa skladajú z jednoduchých geometrických telies hranol, guľa, valec, ihlan, kužeľ, ... Tieto geometrické prvky treba jednoznačne zobrazovať a kótovať. Aby bol technický výkres jednoznačný a prehľadný používame normalizované označenia základných geometrických tvarov.

### 4.3.1 Kótovanie priemerov

Určujúcim rozmerom valcových, kužeľových, guľových súčiastok alebo súčiastok s otvormi týchto tvarov je priemer. Kóta priemeru je zložená zo značky priemeru  $\varnothing$  a číselnej hodnoty, ktorá určuje veľkosť kótovaného priemeru.

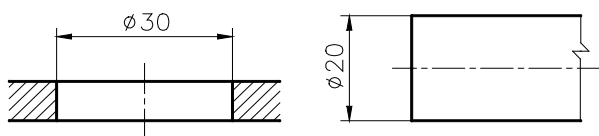
#### Priemery sa kótujú:

- kótou, ktorá je umiestnená vo vnútri obrazu, alebo zvonku obrazu, ak sa kótovaný prvok zobrazí ako kružnica obr.4.18a

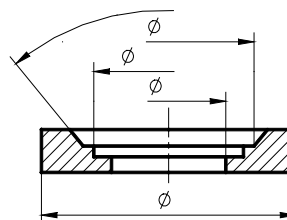


a

- dĺžkou úsečky, ak sa kótovaný prvok zobrazí ako úsečka obr.4.18b



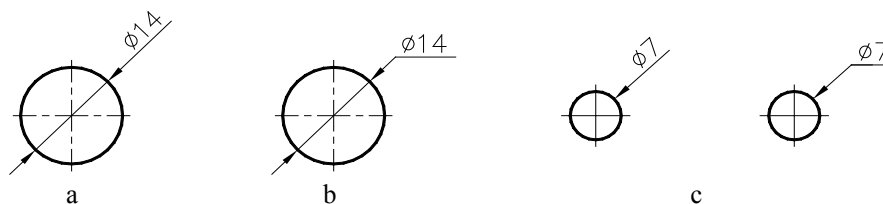
b



c

Obrázok č. 4.18, Kótovanie priemerov

- ak sa priemery kótujú kótovacou čiarou s jednou šípkou, kótovacia čiara sa musí predĺžiť za stred priemeru obr.4.18c
- priemery menšie ako 7mm sa kótujú kótou, ktorá je umiestnená k predĺženej kótovacej čiare obr.4.19a, alebo kótou umiestnenou na odkazovej čiare obr.4.19b, tiež ich môžeme kótovať skrátenou kótovacou čiarou obr.4.19c



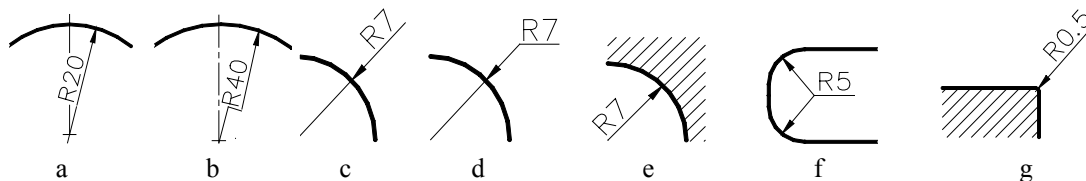
Obrázok č. 4.19, Kótovanie malých priemerov

### 4.3.2 Kótovanie polomerov

Polomermi kótujeme časti oblúkov a zaoblení a zobrazujú sa ako časti kružnice. Pri ich kótovaní sa používajú skrátené kótovacie čiary, ktoré smerujú do stredu krivosti oblúka a ohraničia sa jednou šípkou pri oblúku. Kótovacia čiara môže byť z vonkajšej alebo z vnútornej strany oblúka. Závisí to od rozmeru obrazu na výkrese. Kóta polomeru je zložená z písmena **R** RADIUS a **číselnej hodnoty**, ktorá určuje veľkosť kótovaného polomeru.

#### Spôsob kótovania polomerov:

- kótovacia čiara sa vedie z vyznačeného stredu oblúka obr.4.20a
- kótovacia čiara je dvakrát lomená, jej krajné časti sú navzájom rovnobežné obr.4.20b
- pri polomeroch menších ako 7mm sa kótovacia čiara vedie od neoznačeného stredu oblúka a ohraničí sa šípkou zvonku oblúka alebo vo vnútri oblúka obr.4.20c,d,e
- ak sú kótované polomery rovnaké, môže sa použiť spoločná odkazová čiara obr.4.20f
- malé polomery, ktoré nie sú na výkrese zobrazené sa kótujú podľa obr.4.20g



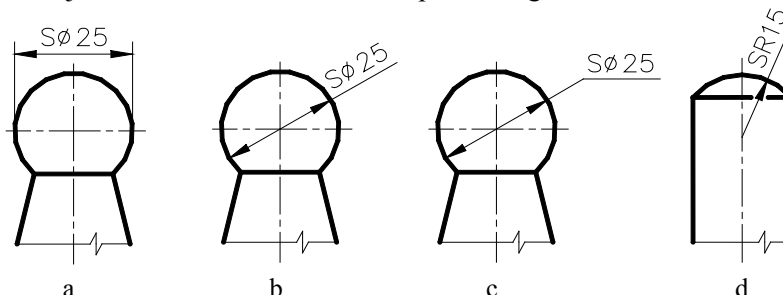
Obrázok č. 4.20, Kótovanie polomerov

### 4.3.3 Kótovanie guľových plôch

Guľové plochy kótujeme podľa zásad ako priemery a polomery. Pred značkou priemeru alebo polomeru sa musí napísať písmeno **S** z anglického slova SPHERE - guľa .

Guľová plocha sa kótuje:

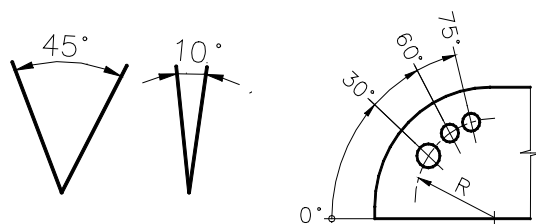
- priemerom, ak je zobrazená väčšia časť gule obr.4.21a, b, c
- polomerom, ak je zobrazená menšia časť než polovica gule obr.4.21d



Obrázok č. 4.21, Kótovanie guľových plôch

### 4.3.4 Kótovanie uhlov

Pri kótovaní uhlov sa kótovacia čiara kreslí ako oblúk so stredom vo vrchole uhla. Veľkosť uhlov sa udáva v stupňoch, minútach a sekundách. K číselným hodnotám uhlov sa vždy musia uviesť meracie jednotky. Ak je uhol menší ako 1, píše sa pred údaj 0 napr. 0 20'.

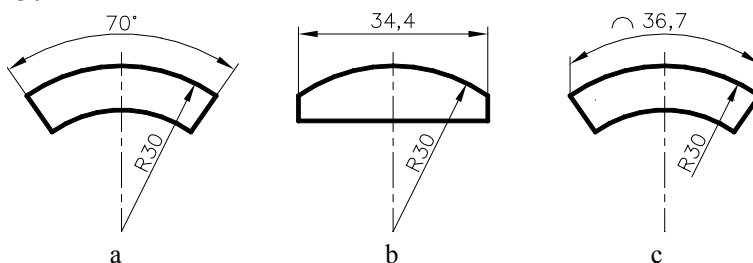


Obrázok č. 4.22, Kótovanie uhlov

#### 4.3.5 Kótovanie oblúkov

Vhodný spôsob kótovania oblúkov závisí od postupu výroby a od možnosti merania rozmerov. Kruhové oblúky sa kótujú polomerom  $R$  a jedným z týchto rozmerov:

- stredovým uhlom obr.4.23a
- dĺžkou tetivy obr.4.23b
- dĺžkou oblúka na danom polomere, tu sa kreslí kótovacia čiara ako oblúk kružnice sústredný s kótovaným oblúkom, nad kótou dĺžky oblúka sa kreslí oblúčik dĺžky najmenej 3,5mm obr.4.23c

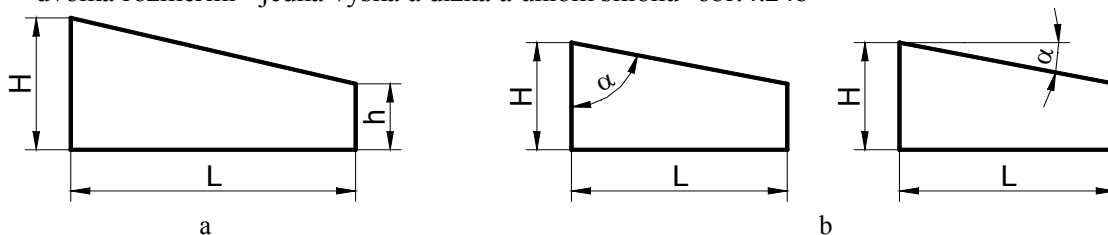


Obrázok č. 4.23, Kótovanie oblúkov

#### 4.3.6 Kótovanie sklonu úkosu

Sklon plochy, priamky alebo úkosu kótujeme:

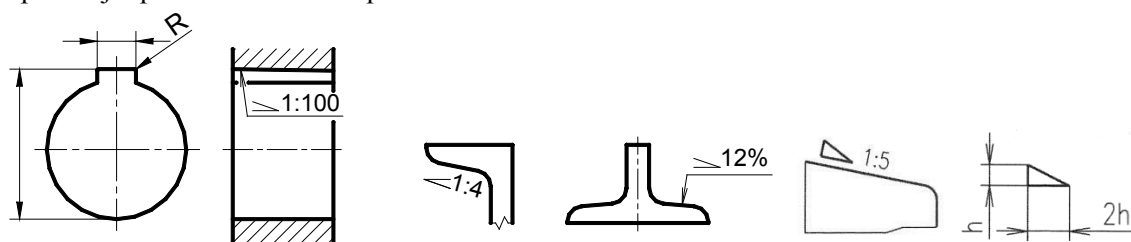
- udaním všetkých troch rozmerov - dve výšky a dĺžka obr.4.24a
- dvoma rozmermi - jedna výška a dĺžka a uhlom sklonu obr.4.24b



Obrázok č. 4.24, Kótovanie sklonu

Sklon môžeme kótovať tiež pomocou **grafickej značky** obr.4.25. Značka sklonu je orientovaná rovnako so sklonom plochy alebo priamky. Veľkosť značky je odvodená od výšky písma kót. Sklon sa zapisuje nad zlom odkazovej čiary, ktorá je vedená od sklonenej obrysovej čiary a je ukončená šípkou.

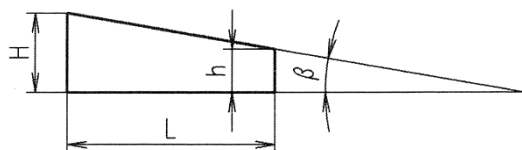
Sklon plochy alebo priamky sa najčastejšie zapisuje pomerom 1:X, napr. 1:5. Sklon možno predpísať aj v percentách alebo v promile.



Obrázok č. 4.25, Kótovanie sklonu pomocou grafickej značky

## Výpočet sklonu

Sklon môžeme vyjadriť pomerom rozdielu výšok strán  $H - h$  k dĺžke  $L$  plochy alebo priamky.



$$S = \frac{H - h}{L}$$

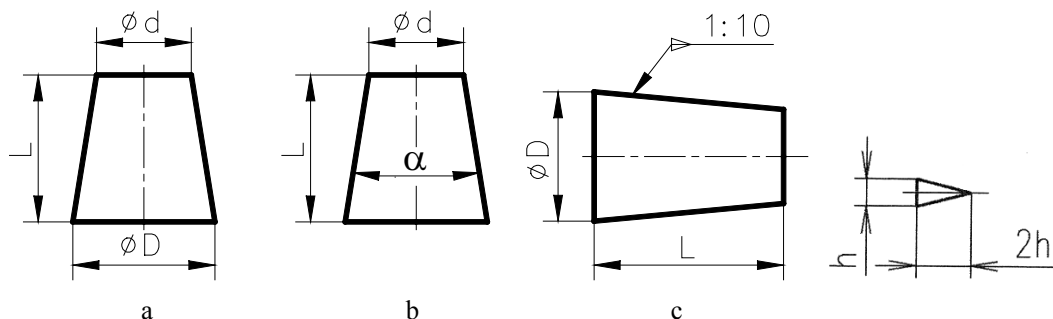
Obrázok č. 4.26, Výpočet sklonu

## 4.3.7 Kótovanie kužeľov

Kužele sa kótujú podľa pravidiel, ktoré stanovujú normy STN ISO 3040.

Kužeľovitost' kótujeme:

- dvoma priermi a dĺžkou obr.4.27a
- jedným priemerom, dĺžkou a vrcholovým uhlom obr.4.27b
- jedným priemerom, dĺžkou a hodnotou kužeľovitosti obr.4.27c

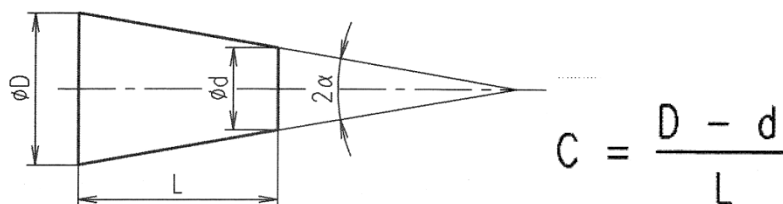


Obrázok č. 4.27, Spôsoby kótovania kužeľov

Hodnota kužeľovitosti, ktorá sa označuje písmenom  $C$  sa na výkrese predpisuje pomerom  $1:X$ . Tento údaj sa musí uviesť nad odkazovou čiarou, ktorá je ukončená na obrysovej čiare kužeľovej čiary šípkou za značkou kužeľovitosti. Veľkosť značky je odvodená od výšky písma kót. Vrchol značky kužeľovitosti musí smerovať rovnakým smerom ako vrchol kótovaného kužeľa. Odkazová čiara je vždy rovnobežná s osou kužeľa.

## Výpočet kužeľovitosti

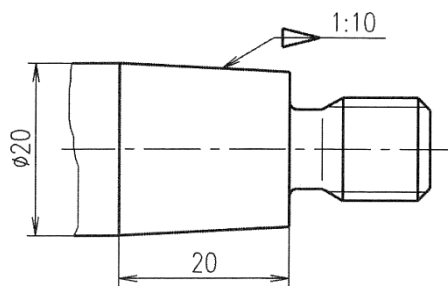
Kužeľovitost'  $C$  môžeme vyjadriť pomerom rozdielu priemerov  $D - d$  k dĺžke kužeľa  $L$ .



Obrázok č. 4.28, Výpočet kužeľovitosti

## Príklad

Nakreslite a okótujte kužeľový koniec hriadeľa. Hriadeľ má priemer 20 mm, dĺžka kužeľového konca je 20 mm a kužeľovitost'  $C = 1 : 10$ .



Obrázok č. 4.29, Príklad výpočtu kužeľovitosti

Ak chceme nakresliť a okótovať kužeľový koniec hriadeľa musíme vypočítať malý priemer kužeľa  $d$ .

1. Vychádzame zo základného vzorca pre výpočet kužeľovitosti:

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

2. Zo základného vzorca vyjadríme  $d$  - malý priemer kužeľa:

$$d = D - C \cdot L$$

3. Do vzorca dosadíme zadané čísla:

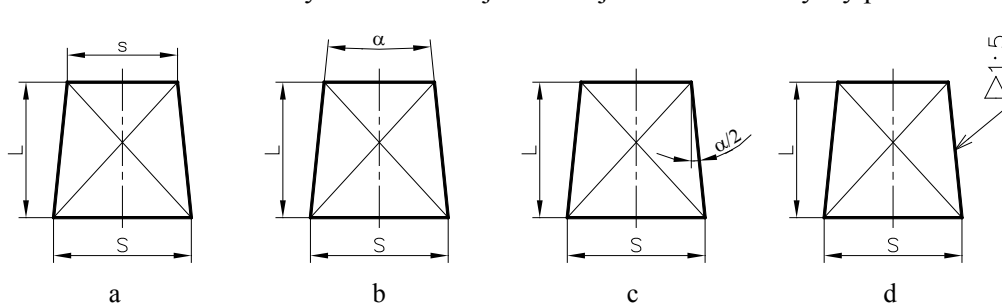
$$d = 20 - 1/10 \cdot 20$$

$$d = 18 \text{ mm}$$

#### 4.3.8 Kótovanie ihlanov

Princíp kótovania ihlanov je rovnaký ako kótovanie kužeľov.

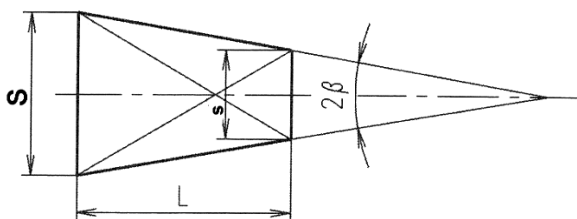
Hodnota ihlanovitosti, ktorá sa označuje písmenom  $C_p$  sa zapisuje nad zástavku odkazovej čiary. Odkazová čiara je ukončená na obrysovej čiare ihlanovej plochy šípkou. Značka ihlanovitosti je orientovaná rovnako s označovaným ihlanom. Jej veľkosť je odvodená od výšky písma kót.



Obrázok č. 4.30, Spôsoby kótovania ihlanov

#### Výpočet ihlanovitosti

Ihlanovitosť  $C_p$  môžeme vyjadriť pomerom rozdielu dĺžok strán  $S - s$  k dĺžke ihlana  $L$ .

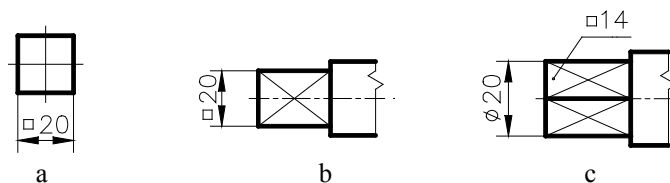


$$C_p = \frac{S - s}{L}$$

Obrázok č. 4.31, Výpočet ihlanovitosti

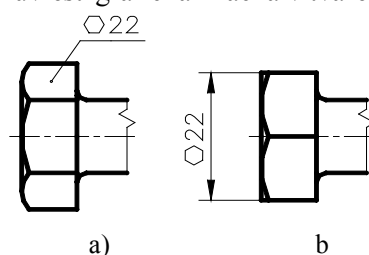
### 4.3.9 Kótovanie štvorhranov a šesťhranov

Štvorhrany alebo štvorhranné otvory a štvorcové profily dier sa kótujú grafickou značkou v tvare štvorca a číselným údajom rozmeru strany štvorca.



Obrázok č. 4.32, Kótovanie štvorhranov

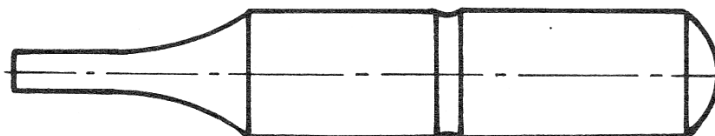
Pravidelné šesťhrany sa pri kreslení súčiastok kótujú v priečelnej polohe. Táto poloha je názorná a umožňuje kótovať skosenie šesťhranu. Charakteristická hodnota šesťuholníkového prierezu, t.j. vzdialenosť dvoch protiľahlých rovnobežných strán tzv. otvor kľúča profilu sa kótuje nad odkazovú čiaru. Pred číselnú hodnotu sa musí uviesť grafická značka v tvare šesťuholníka.



Obrázok č. 4.33, Kótovanie šesťhranov

### Cvičenie

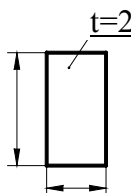
1. Naskicujte príklady kótovania priemeru, polomeru, uhla, oblúka, kužeľa, ihlana, štvorhranu a šesťhranu.
2. Prerysujte a zakótuje súčiastku podľa obr.4.34 s dodržaním doteraz prebratých pravidiel kótovania. Súčiastka je nakreslená v mierke M 1 : 2.



Obrázok č. 4.34, K cvičeniu 2

### 4.3.10 Kótovanie hrúbky dosiek

Hrúbka dosiek (plochých predmetov), ktoré sú zobrazené jedným pohľadom sa kótuje nad odkazovou čiarou so začiatkom v ploche tak, že sa uvedie písmeno *t* (skratka anglického slova thickness = hrúbka), za písmenom nasleduje znak rovnosti a číselná hodnota hrúbky materiálu. V tých prípadoch, keď sú plochy upravované (napr. obrábané, brúsené,...), alebo je vyžadovaná geometrická tolerancia vzťahujúca sa k plochám (napr. rovnobežnosť), je vhodnejšie zobraziť súčiastku v dvoch alebo viacerých pohľadoch a predpis požiadavky umiestniť k priemetom plôch alebo ku kótam.

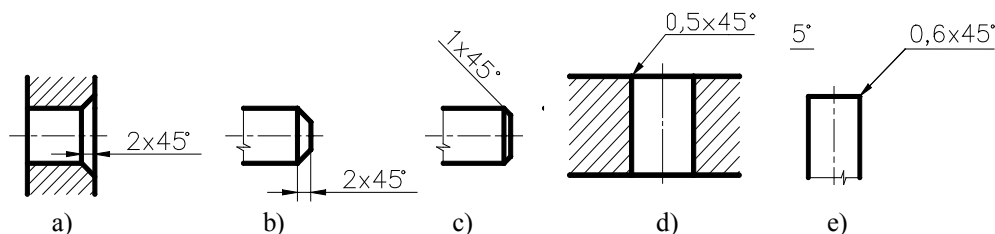


Obrázok č. 4.35, Kótovanie hrúbky dosiek

### 4.3.11 Kótovanie zrazených hrán, zaoblení a prechodov

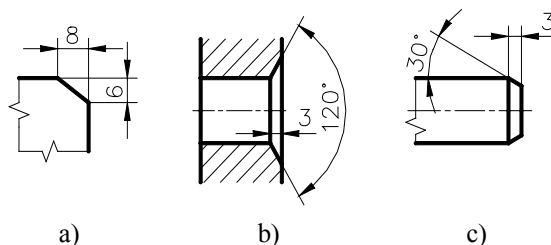
Zrazené hrany sa na technických výkresoch kótujú dĺžkovým a uhlovým rozmerom.

- Hrany zrazené pod uhlom  $45^\circ$  sa kótujú ako súčin výšky (hĺbky) zrazenia a uhla  $45^\circ$ . Súčin sa zapisuje na kótovaciu čiaru, na predĺženú kótovaciu čiaru (obr.4.36 a,b,c ). V prípade, že je zrazenie malé a nie je zobrazené alebo nie je zobrazené, pretože mierka zobrazenia výrobku je malá, môže sa zrazenie kótovať nad odkazovou čiarou (obr.4.36 d,e). Zrazenie sa kótuje kolmo na zrazenú hranu.



Obrázok č. 4.36, Kótovanie hrán zrazených pod uhlom  $45^\circ$

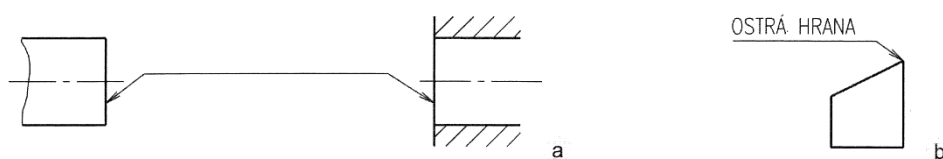
- Hrany zrazené pod uhlom iným ako  $45^\circ$  sa kótujú buď dvoma dĺžkovými rozmermi (obr. 4.37a) alebo jedným dĺžkovým a jedným uhlovým rozmerom (obr. 4.37b,c).



Obrázok č. 4.37, Kótovanie hrán zrazených pod uhlom iným ako  $45^\circ$

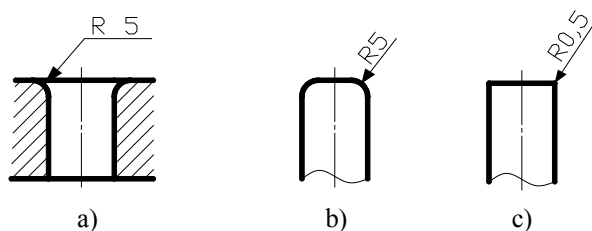
Poznámka:

Ak zrazenie nie je zakótované a pri hrane nie je zápis OSTRÁ HRANA, hrana sa zrazí podľa normy vo výrobe zrazením  $0,3 \times 45^\circ$  alebo sa zaoblí maximálne na polomer  $R 0,3$ .



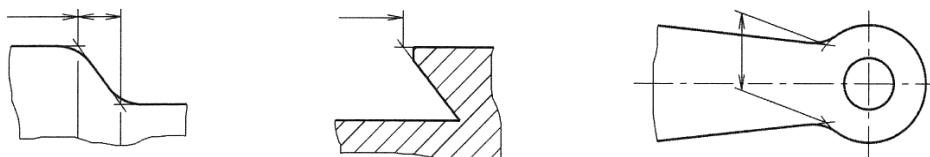
Obrázok č. 4.38, Nezobrazené a nekótované zrazenia

**Zaoblené hrany** sa kótujú polomerom zaoblenia bez označenia stredu tak, že kótovacia čiara musí vždy smerovať do stredu polomeru zaoblenia (obr.4.39a,b). Rovnako sa kótujú aj malé polomery, ktoré nie sú zobrazené (obr.4.39c).



Obrázok č. 4.39, Kótovanie zaoblení hrán

**Zaoblené prechody, zaoblené a zošíkmené hrany** sa kótujú k mysleným priesečníkom obrysových čiar susedných plôch tak, že sa obrysové čiary predlžia tenkými pomocnými čiarami a kótuje sa od ich priesečníka.

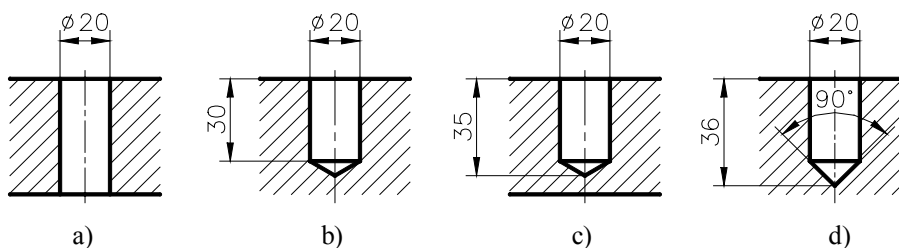


Obrázok č. 4.40, Kótovanie prechodov

### 4.3.12 Kótovanie dier

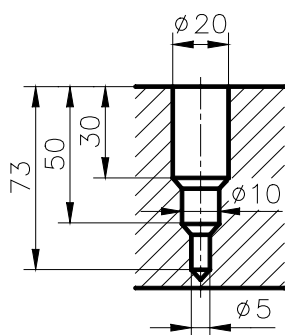
#### Kótovanie prevrtaných a neprevrtaných dier

- Pri valcových dierach, ktoré sú prevrtané cez celú hrúbku materiálu kótujeme iba ich priemer a polohu osí od vhodne zvolenej základne (obr.4.41a, obr.4.43).
- Pri neprierodných dierach kótujeme okrem priemeru a polohy osí aj hĺbku diery (obr. 4.41b).
- V prípade, že sa musí zachovať určitá hrúbka steny od vrcholu kužeľa, kótuje sa hĺbka diery až k vrcholu kužeľa (obr.4.41c).
- Vrcholový uhol kužeľového zakončenia diery sa kótuje iba vtedy, ak je predpísaný iný uhol ako má bežný skrutkovitý vrták (vrcholový uhol bežného skrutkovitého vrtáka je  $118^\circ$ , kreslíme asi  $120^\circ$ ), (obr.4.41d).

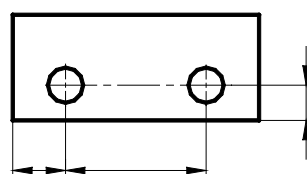


Obrázok č. 4.41, Kótovanie dier

- Osadené (viacstupňové) diery kótujeme podľa obr.4.42.



Obrázok č. 4.42, Kótovanie osadenej diery

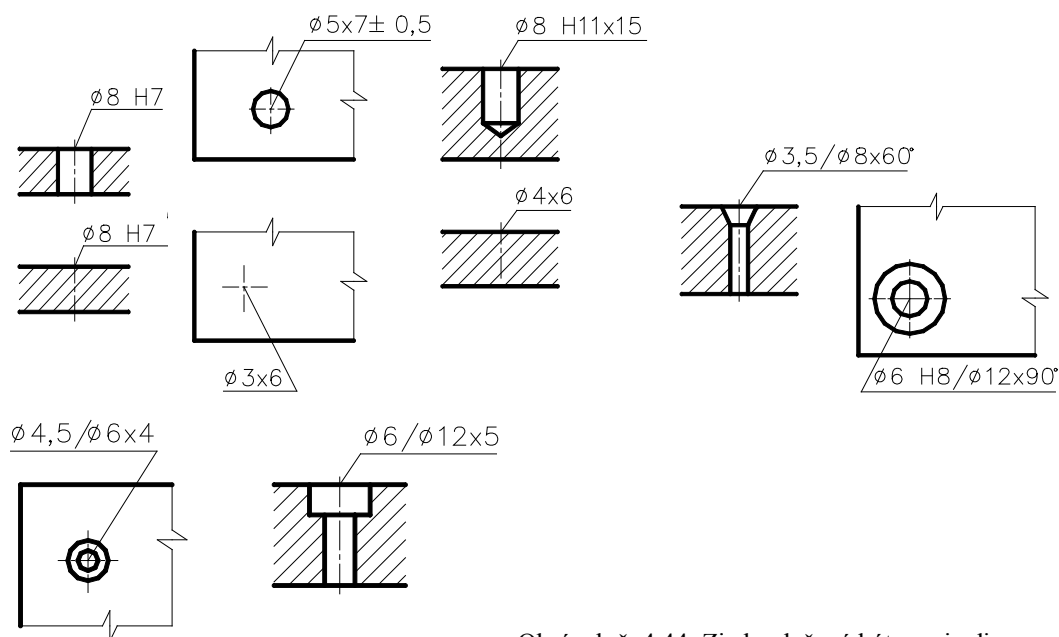


Obrázok č. 4.43, Kótovanie polohy diery

#### Zjednodušené kótovanie dier

Norma STN 01 3133 umožňuje zjednodušené kótovať diery a otvory hladké i so závitom, s úpravou hrán zrazením a s úpravou dier kužeľovým alebo valcovým zahĺbením. Všetky údaje o diere sa uvádzajú nad odkazovou čiarou, ktorej začiatok je vždy na osi diery a nemá zakončenie. Tento spôsob zobrazovania a kótovania sa môže použiť iba vtedy, ak je zobrazovanie dier na výkrese veľmi malé, alebo diery sú zobrazené zjednodušené.

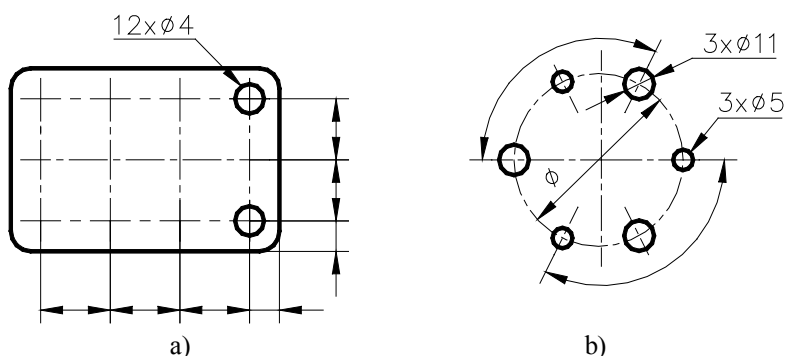
Niekoľko príkladov zjednodušeného kótovania dier je na obr.4.44.



Obrázok č. 4.44, Zjednodušené kótovanie dier

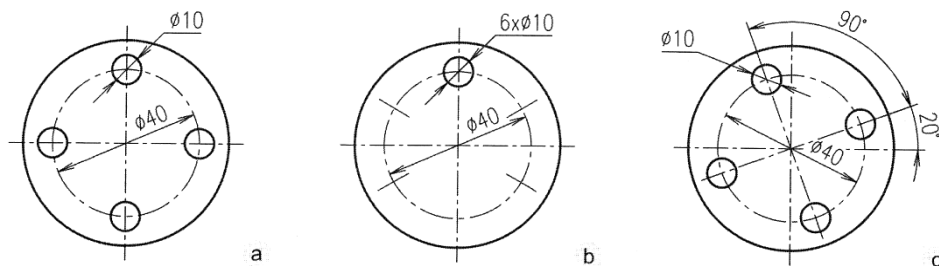
#### 4.3.13 Kótovanie opakujúcich sa prvkov

Na technických výkresoch sa veľmi často vyskytujú súčiastky, ktoré majú rovnaké konštrukčné prvky (zuby, diery, drážky,...). Takéto prvky sa na výkrese kótujú zjednodušene tak, že sa úplne zakótujú rozmery jedného prvku a pomocou značky násobenia sa nad odkazovú čiaru uvedie celkový počet prvkov.



Obrázok č. 4.45, Kótovanie pravidelne sa opakujúcich prvkov

- Uhlové rozstupy sa nekótujú pri opakujúcich sa rovnakých prvkoch rozmiestnených na rozstupovej kružnici (obr.4.46a,b). Pri týchto prvkoch sa neuvádza ani ich počet (obr. 4.46a,c).
- Ak je celá sústava pravidelne rozložených dier na rozstupovej kružnici pootočená voči osiam súmernosti, musí sa celá vzťahovať ku vhodnej základni, ktorou môže byť os alebo obrysová čiara (obr.4.46c).



Obrázok č. 4.46, Kótovanie dier na rozstupovej kružnici

## Cvičenie

1. Porovnajte kótovanie zrezania pod uhlom  $45^\circ$  a  $30^\circ$ .
2. Aký je rozdiel v kótovaní prevrtaných a neprevrtaných dier?
3. Naskicujte príklad kótovania skupiny 8 rovnakých dier najprv pravidelne a potom nepravidelne rozmiestnených na rozstupovej kružnici.

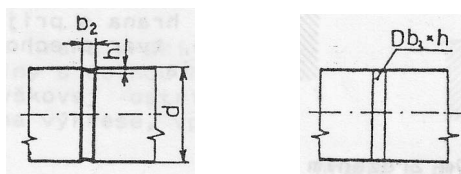
### 4.3.14 Konštrukčné prvky hriadeľov

#### Zobrazovanie a kótovanie zápichov

Na strojových súčiastkach sa často vyhotovujú **zápichy**. Sú to plytké drážky po obvode súčiastky. Na výrobných výkresoch sa predpisujú z dôvodu ľahšieho dokončenia funkčných plôch súčiastok alebo z funkčných dôvodov. Zápichy sú normalizované, na výkresoch sa znázorňujú zjednodušene tenkými čiarami a s príslušným označením druhu D, E, F, G a veľkosti zápichu **b x h** b je šírka, h je hĺbka zápichu, pričom netreba uvádzať číslo normy.

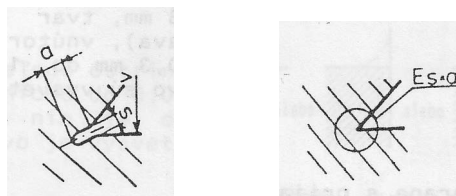
Norma STN 01 4960 stanovuje nasledujúce druhy zápichov:

- Zápich tvaru **D** - na oddelenie susedných valcových plôch rovnakého menovitého priemeru, ale s rôznymi medznými odchýlkami alebo s odlišným charakterom povrchu hriadeľov a dier.



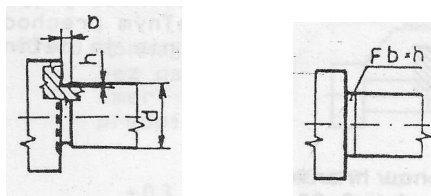
Obrázok č. 4.47, Zobrazenie a kótovanie zápichu tvaru D

- Zápich tvaru **E** - na oddelenie rovinných plôch, priamočiarych vedení so sklonom plôch  $55^\circ$ .



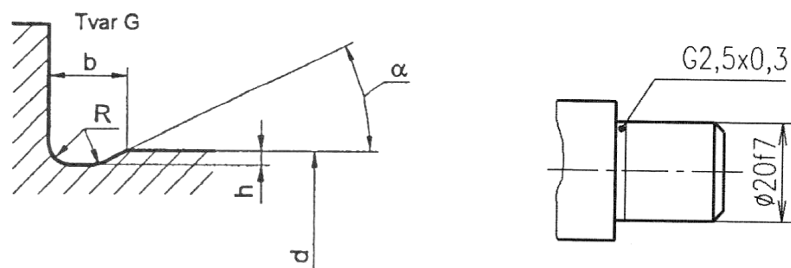
Obrázok č. 4.48, Zobrazenie a kótovanie zápichu tvaru E

- Zápich tvaru **F** - na oddelenie susedných valcových a čelných plôch osadených hriadeľov a dier, prípadne priamočiarych vedení s kolmými stenami.



Obrázok č. 4.49, Zobrazenie a kótovanie zápichu tvaru F

- Zápich tvaru **G** - na valcové plochy osadených hriadeľov a dier



Obrázok č. 4.50, Zobrazenie a kótovanie zápichu tvaru G

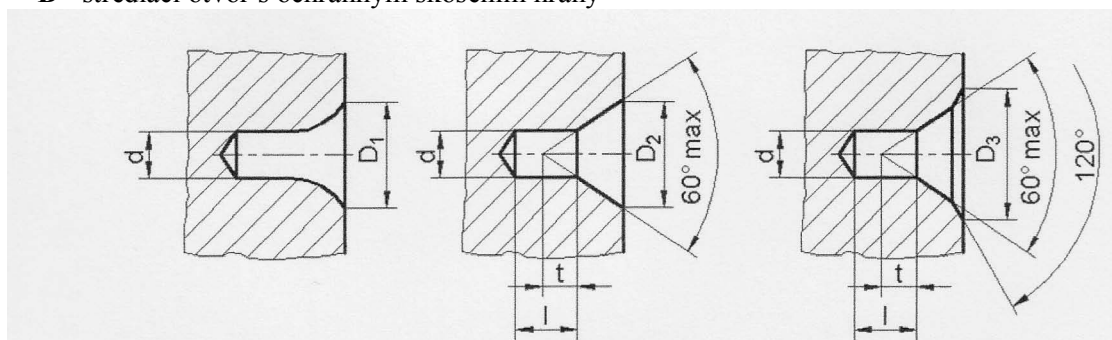
## Zobrazovanie a kótovanie strediacich otvorov

Strediace otvory sa používajú na upínanie súčiastok v kužeľových hrotoch pri ich výrobe na sústruhu alebo brúske pri kontrole ich rozmerov a tvarov.

Strediace otvory sa zhotovujú na čelných plochách obrobkov pomocou normalizovaných vrtákov. Rozmery, tvar, zjednodušené zobrazenie a označovanie strediacich otvorov určuje norma STN ISO 64 11 01 3240 .

Norma určuje nasledujúce typy strediacich otvorov:

- **R** - strediaci otvor so zaobleným tvarom
- **A** - strediaci otvor bez ochranných skosení hrany
- **B** - strediaci otvor s ochranným skosením hrany



Typ R

Typ A

Typ B

ISO 6411 – R 3,15/6,7

ISO 6411 – A 4/8,5

ISO 6411 – B 2,5/8

typ otvoru d/D

typ otvoru d/D

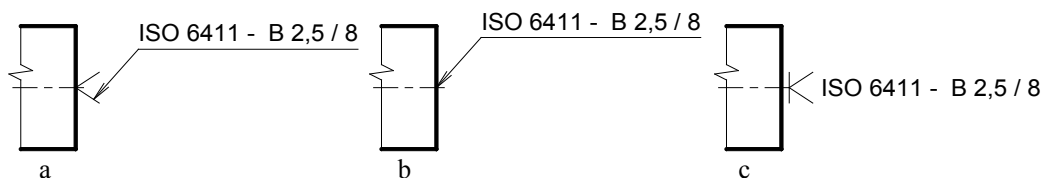
typ otvoru d/D

Obrázok č. 4.51, Normalizované strediace otvory

Typ a rozmer strediaceho otvoru sa na technickom výkrese predpisuje zápisom nad odkazovou čiarou zakončenou šípkou na značke obr.4.52a , alebo na ose obr.4.52b , alebo za symbolom strediaceho otvoru obr.4.52c . Zápis tvorí ISO norma - typ otvoru písmenom malý priemer otvoru d / veľký priemer otvoru D .

Na výkrese súčiastky sa môžu predpísať tri rôzne požiadavky:

- strediaci otvor **musí** ostať na dokončenej súčiastke obr.4.52a
- strediaci otvor **môže** ostať na dokončenej súčiastke obr.4.52b
- strediaci otvor **nesmie** ostať na dokončenej súčiastke obr.4.52c



Obrázok č. 4.52, Predpisovanie strediacieho otvoru na výkrese

**Milí študenti, skôr ako sa pustíte do riešenia otázok a cvičení z tematického celku kótovanie, prečítajte si niekoľko dôležitých rád.**

Zásady kótovania vyžadujú správnosť, zreteľnosť, prehľadnosť, určitosť, úplnosť a účelnosť kótovania. Uplatnenie všetkých týchto zásad pri vyhotovení výkresovej dokumentácie možno zabezpečiť iba pozornosťou a dodržaním všeobecných pravidiel kótovania. Zásady kótovania vyžadujú tiež ďalšie štúdium, čo zohľadňuje pri kótovaní predovšetkým funkciu, spôsob výroby a meranie súčiastky.

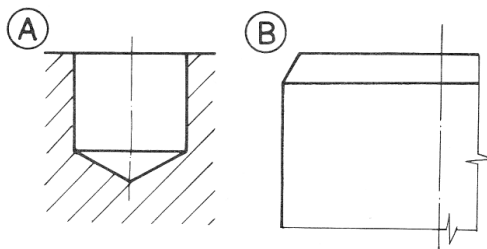
**Pri kótovaní je vhodné zachovávať tento postup:**

1. Kótovať dĺžkové rozmery, uhly a polohy jednotlivých prvkov postupne v každom smere.
2. Kótovať geometrické tvary.
3. Kótovať konštrukčné a technologické prvky.
4. Kontrolovať kótovanie.

Pri kótovaní sa riadime pravidlom, že podľa okótovania sa súčiastka nebude kresliť, ale vyrábať a kontrolovať.

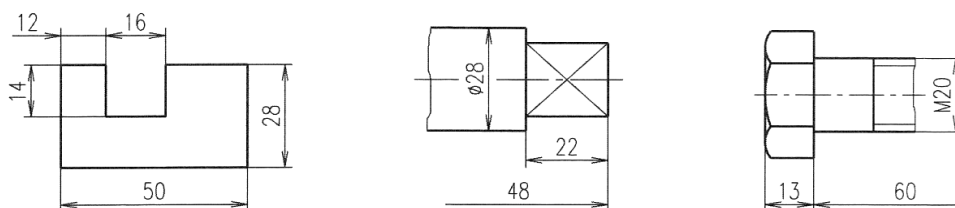
## 😊 Otázky a cvičenia

1. Vymenujte základné prvky, ktoré tvoria kótovanie.
2. Vymenujte používané sústavy kót a povedzte čím sa od seba odlišujú.
3. Čo je spoločné pri kótovaní valcových a guľových plôch a ako sa ich kótovanie odlišuje?
4. Okótuje rozmery danej neprevrtanej diery a zrazenia pod uhlom 30° obr.4.53 - A,B .



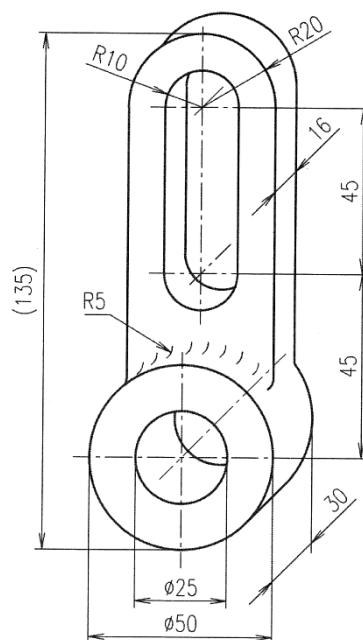
Obrázok č. 4.53, K cvičeniu 4

5. Určite hodnotu sklonu S šikmej plochy, ak rozdiel výšok je 20 mm a vzdialenosť medzi týmito výškami je 160 mm.
6. Naskicujte príklad kótovania zápichu tvaru D.
7. Vysvetlite tri rôzne požiadavky predpisovania strediacich otvorov na súčiastke, naskicujte.
8. V obrázkoch obr.4.54 vhodne doplňte chýbajúce kóty zjednodušeného kótovania.



Obrázok č. 4.54, K cvičeniu 8

10. Podľa pravidiel pravouhlého premietania zobrazte a zakótujte páku na obr.5.56.



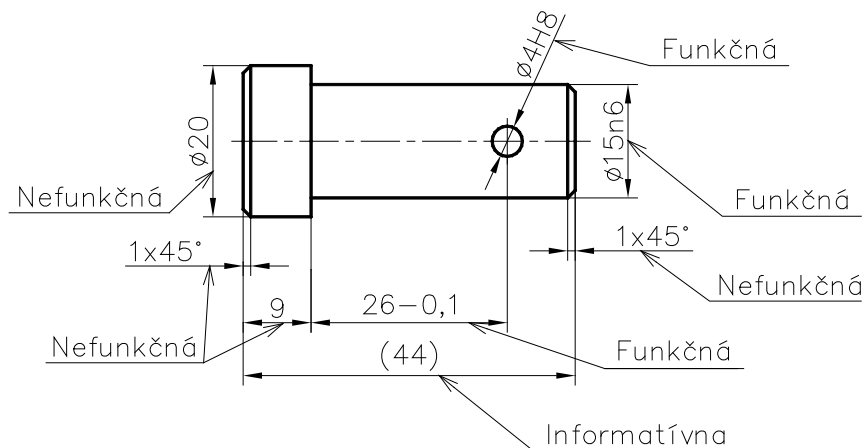
Obrázok č. 4.56, K cvičeniu 10

Rozmery predpísané na technickom výkrese sú v skutočnosti iba teoretické. Pri výrobe súčiastok vznikajú nepresnosti spôsobené zvolenou technológiou výroby, vlastným procesom výroby a ľudským faktorom. Skutočný rozmer súčiastok sa od ideálneho odlišuje, ale musí ležať v rozsahu prípustných rozmerov, medzi maximálnym a minimálnym dovoleným rozmerom.

Predpisovanie presnosti a geometrickej presnosti s akou majú byť súčiastky vyrobené sa robí **tolerovaním**. Tolerovanie kladie zvýšené nároky na výrobu, preto je účelné tolerovať iba funkčné rozmery.

Rozmery delíme na:

- funkčné – spravidla sa predpisuje požadovaná presnosť
- nefunkčné – výnimočne sa predpisuje požadovaná presnosť
- informatívne – nesmie sa predpisovať požadovaná presnosť



Obrázok č. 5.1, Funkčné, nefunkčné a informatívne rozmary na súčiastke

### 5.1.1 Základné pojmy

**Tolerovanie** - predpisovanie presnosti rozmerov

**Skutočný rozmer** – rozmer, ktorý sa pri výrobe dosiahne a nameria

**Základňa** – plocha, ktorú zvolíme na súčiastke, aby sa mohol rozmer merať

**Menovitý rozmer  $D=d$**  - základný rozmer predpísaný na výkrese

**Horný medzný rozmer  $D_{\max}$**  pre dieru,  $d_{\max}$  pre hriadeľ – najväčší dovolený rozmer

**Dolný medzný rozmer  $D_{\min}$**  pre dieru,  $d_{\min}$  pre hriadeľ – najmenší dovolený rozmer

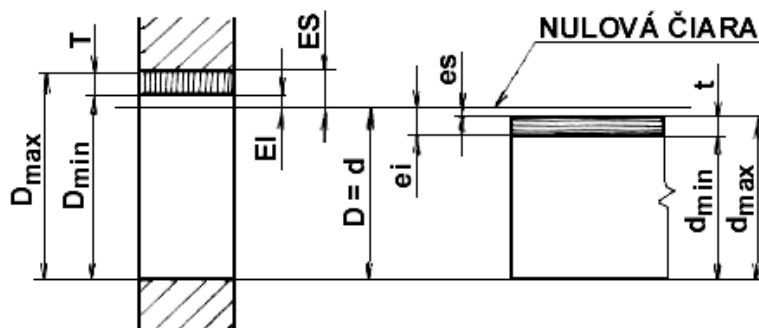
**Horná medzná odchýlka ES** pre dieru,  $es$  pre hriadeľ – rozdiel medzi horným medzným rozmerom a menovitým rozmerom

**Dolná medzná odchýlka EI** pre dieru,  $ei$  pre hriadeľ – rozdiel medzi dolným medzným rozmerom a menovitým rozmerom

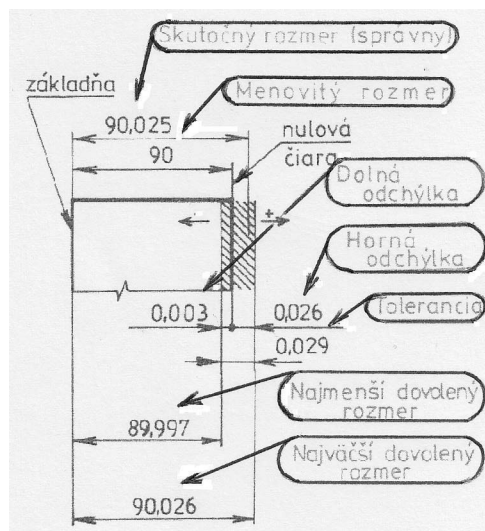
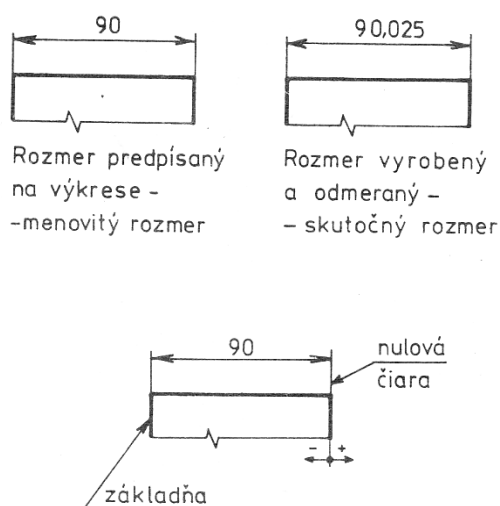
**Nulová čiara** – čiara prechádzajúca menovitým rozmerom, čiara nulových odchýlok

**Tolerancia T** – rozdiel medzi horným a dolným medzným rozmerom, alebo hornou a dolnou medznou odchýlkou. Je vždy kladné číslo, preto sa udáva bez znamienka.

$$T = D_{\max} - D_{\min} = d_{\max} - d_{\min} = ES - EI = es - ei$$



Obrázok č. 5.2, Základné pojmy tolerovania



Obrázok č. 5.3, Základné pojmy vysvetlené na konkrétnom príklade

### Sústava tolerancií

Rôzne požiadavky na presnosť rozmerov vyústili do vytvorenia sústavy tolerancií a zavedenia noriem (STN EN 20286-1, STN EN 20286-2).

Norma stanovuje **20 stupňov presnosti**, ktoré sú označené číslami od **01, 0, 1, 2** až **18**. **Veľkosti tolerancií** sa označujú podľa stupňov presnosti označením **IT** a príslušné číselné označenie podľa stupňa presnosti napr. IT6.

Hodnoty IT 01, 0, 1 až 5 sú určené pre vysokopresnú výrobu (výroba kalibrov, meradiel a pod.). Stupne presnosti IT6 až IT11 sú vhodné pre bežné technológie v strojárstve. Stupne IT12 až IT18 sa používajú pri výrobe polotovarov alebo nefunkčných rozmerov.

Veľkosť tolerancie závisí od:

- stupňa presnosti
- veľkosti tolerovaného rozmeru

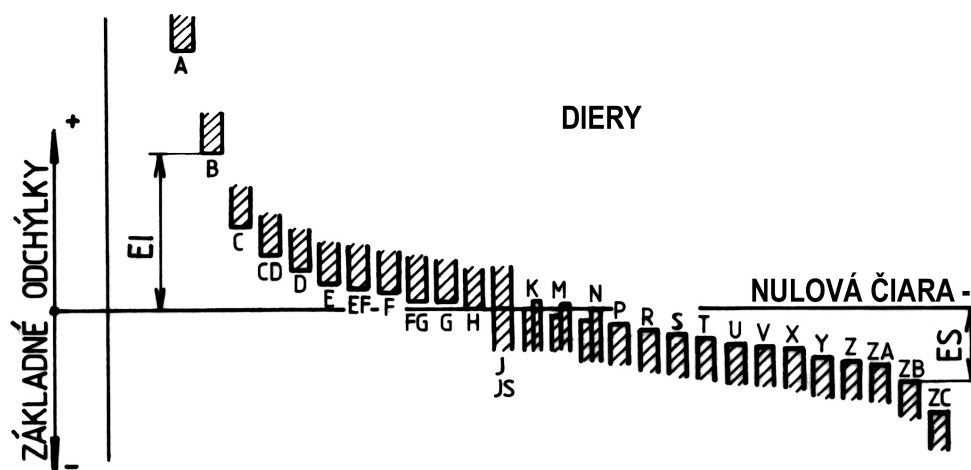
Číselné hodnoty tolerancií v závislosti na stupni presnosti a tolerovanom rozmere sú uvedené v každých strojníckych tabuľkách.

### Tolerančné polia

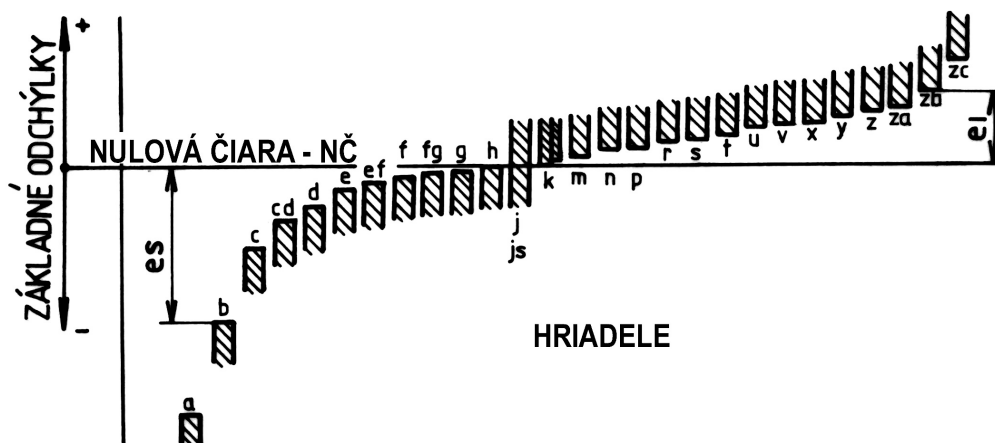
Pre určenie horného a dolného medzného rozmeru musíme mať danú veľkosť a polohu tolerančného poľa.

Norma STN EN 20286 určuje **28 polôh tolerančných polí hriadeľov** a **28 polôh tolerančných polí dier**. Polohy tolerančných polí sa označujú u dier veľkými písmenami alebo dvojicami písmen latinskej abecedy (A až ZC, obr.5.4) a u hriadeľov malými písmenami alebo dvojicami písmen (a až zc, obr.5.5).

Tolerančné pole sa označuje plochou obdĺžnika, ktorého vodorovné strany patria hornej a dolnej odchýlke a výška udáva veľkosť tolerancie. Poloha tolerančného poľa vzhľadom k nulovej čiare je presne určená základnou odchýlkou, ktorá je bližšie k nulovej čiare.



Obrázok č. 5.4, Prehľad polôh tolerančných polí dier vzhľadom na nulovú čiaru



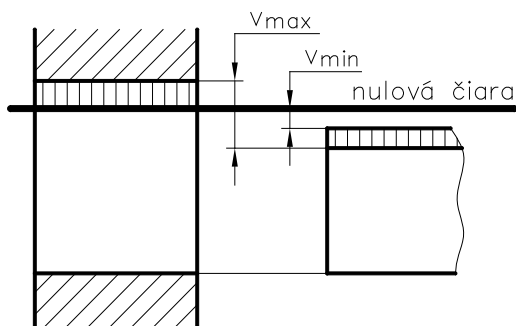
Obrázok č. 5.5, Prehľad polôh tolerančných polí hriadeľov vzhľadom na nulovú čiaru

### 5.1.2 Uloženia

Uloženie rieši vytvorenie správneho funkčného vzťahu medzi súčiastkami typu hriadeľ a diery. Pre názornosť si predstavme hriadeľ zasunutý do diery.

Kombináciou vhodného tolerančného poľa diery a tolerančného poľa hriadeľa je možné dosiahnuť tri typy uložení:

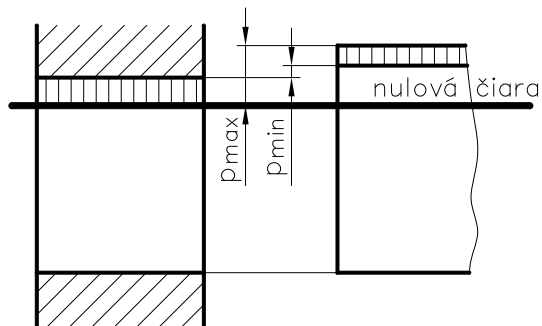
- **Uloženie s vôľou** – ide o hybné uloženie, pri ktorom je priemer diery vždy väčší ako priemer hriadeľa. Medzi hriadeľom a dierou je vždy vôľa. Tolerančné pole diery leží nad tolerančným poľom hriadeľa obr.5.6 .
- **Uloženie s presahom** – ide o nehybné uloženie, pri ktorom je priemer diery vždy menší ako priemer hriadeľa. Medzi hriadeľom a dierou je vždy presah. Tolerančné pole hriadeľa leží nad tolerančným poľom diery obr.5.7 .
- **Uloženie prechodné** – ide o uloženie, pri ktorom môže vzniknúť vôľa aj presah. Tolerančné pole hriadeľa sa prekrýva s tolerančným poľom diery obr.5.8 .



Obrázok č. 5.6, Uloženie s vôľou

$$v_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

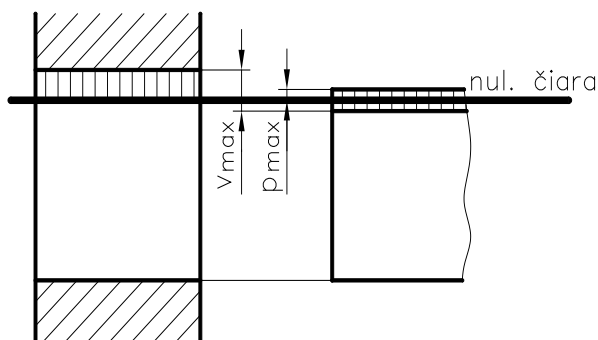
$$v_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es$$



Obrázok č. 5.7, Uloženie s presahom

$$p_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI$$

$$p_{\min} = d_{\min} - D_{\max} = ei - ES$$



Obrázok č. 5.8, Uloženie prechodné

$$v_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei$$

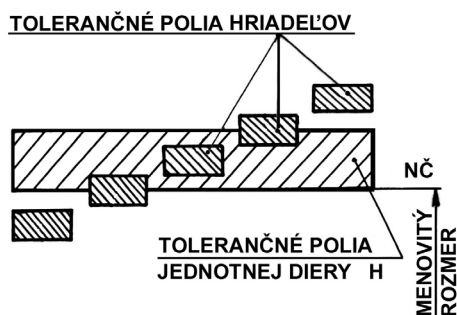
$$p_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI$$

## Sústava jednotnej diery a jednotného hriadeľa

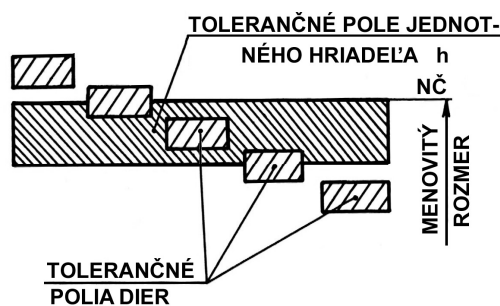
V sústave tolerancií a uložení je 28 polôh tolerančného poľa diery a 28 polôh tolerančného poľa hriadeľa. Teoreticky sa môže zostaviť  $28 \times 28 = 784$  rôznych uložení. Tento počet uložení je pre prax zbytočný. Z konštrukčných a ekonomických dôvodov sa využívajú a pre potreby praxe vo väčšine prípadov postačujú uloženia v týchto dvoch sústavách uložení:

- **Uloženia v sústave jednotnej diery** – požadované vôle a presahy sa dosahujú kombináciou rôznych tolerančných polí hriadeľov s tolerančným poľom jednotnej diery **H**, dolná odchýlka diery je nulová, horná odchýlka diery je vždy kladná (obr.5.9).
- **Uloženia v sústave jednotného hriadeľa** – požadované vôle a presahy sa dosahujú kombináciou rôznych tolerančných polí dier s tolerančným poľom jednotného hriadeľa **h**, horná odchýlka hriadeľa je nulová, dolná odchýlka hriadeľa je vždy záporná (obr.5.10).

Z hľadiska funkčných vlastností sú obidve sústavy rovnocenné. V praxi sa dáva prednosť sústave jednotnej diery.



Obrázok č. 5.9, Uloženia v sústave jednotnej diery



Obrázok č. 5.10, Uloženia v sústave jednotného hriadeľa

### Tolerančné pole diery H

Tabuľka č.5.1, Vznik jednotlivých druhov uložení v sústave jednotnej diery

| Tolerančné pole hriadeľa |                    |                     |
|--------------------------|--------------------|---------------------|
| a až h                   | j, k, m, n         | p až zc             |
| Uloženie s vôľou         | Prechodné uloženie | Uloženie s presahom |

### Tolerančné pole hriadeľa h

Tabuľka č.5.2, Vznik jednotlivých druhov uložení v sústave jednotného hriadeľa

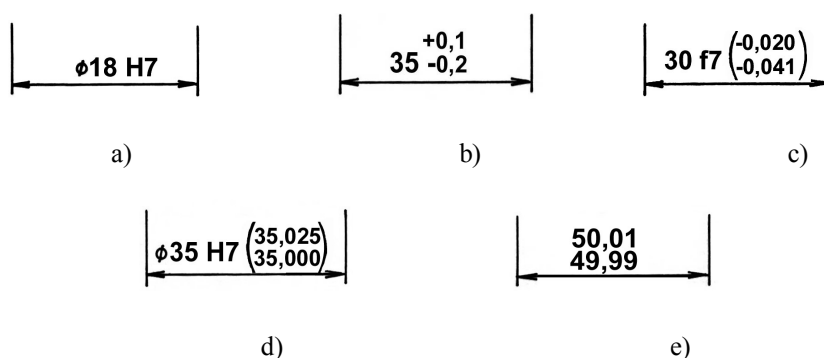
| Tolerančné pole diery |                    |                     |
|-----------------------|--------------------|---------------------|
| A až H                | J, K, M, N         | P až ZC             |
| Uloženie s vôľou      | Prechodné uloženie | Uloženie s presahom |

### 5.1.3 Zapisovanie tolerancií dĺžkových rozmerov

Rozmerom funkčných plôch súčiastok, pri ktorých je nutné pri výrobe dodržať vyššiu presnosť je potrebné predpísať na výkresoch konkrétnu toleranciu.

**Norma STN ISO 406 určuje predpisovanie rozmerov na výkresoch týmito spôsobmi:**

- tolerančnými značkami (obr.5.11a)
- medznými odchýlkami (obr.5.11b)
- tolerančnými značkami spolu s medznými odchýlkami uvedenými v zátvorke (obr.5.11c)
- tolerančnými značkami spolu s medznými rozmermi uvedenými v zátvorke (obr.5.11d)
- medznými rozmermi (obr.5.11e)



Obrázok č. 5.11, Zápis tolerancií

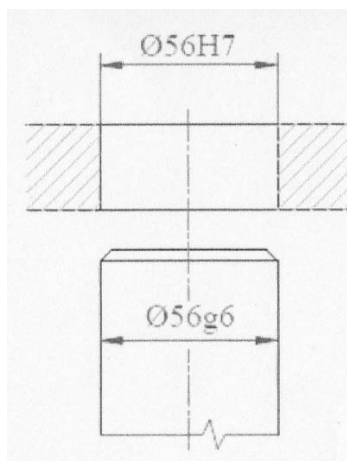
### Predpisovanie presnosti rozmerov tolerančnou značkou

Tolerančnou značkou sa predpisuje presnosť rozmerov vtedy, keď sa vyrábaný rozmer súčiastky bude kontrolovať medznými kalibrami.

Tolerančná značka je tvorená **písmenom** určujúcim polohu tolerančného poľa diery alebo hriadeľa voči nulovej čiare menovitého rozmeru a číslom označujúcim stupeň presnosti (písmená IT sa vynechávajú). Medzi číslom a tolerančnou značkou sa nenecháva medzera. Napríklad poloha tolerančného poľa diery voči nulovej čiare H, stupeň presnosti IT6 je určené tolerančnou značkou **H6**.

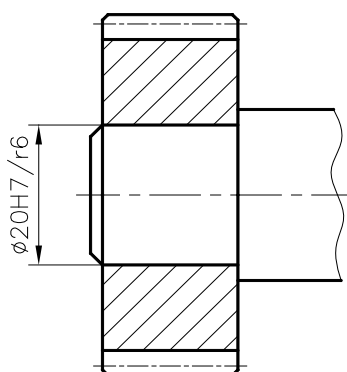
Tolerančná značka sa zapisuje za menovitý rozmer nad kótou, napr.  $\phi 25\text{h7}$ . Je rovnako veľká ako menovitý rozmer. Vo výrobe sa na meranie rozmeru použije buď meracie zariadenie označené  $\phi 25\text{h7}$ , alebo sa musí veľkosť odchýlok odčítať zo strojníckych tabuliek.

Pri zápise tolerančných značiek sa zapisujú tolerančné polia dier, ktoré reprezentujú vnútorné rozmery písmenami veľkej abecedy, napr. **H7**, tolerančné polia hriadeľov, ktoré reprezentujú vonkajšie rozmery sa zapisujú písmenami malej abecedy, napr. **h6**.



Obrázok č. 5.12, Zápis tolerancie tolerančnou značkou

V niektorých prípadoch je potrebné uviesť tolerancie na výkrese zostavy. Tolerančná značka pre dieru sa píše nad tolerančnú značku pre hriadeľ za spoločný menovitý rozmer, ktorý sa uvedie len raz. Tolerančné značky sa oddelia od seba vodorovnou alebo šikmou čiarkou, napr.  $\text{Ø}40\text{H}7/\text{p}6$ .



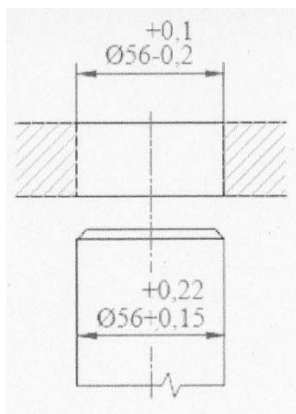
Obrázok č. 5.13, Zápis tolerancie na výkrese zostavy tolerančnými značkami

## Predpisovanie presnosti rozmerov medznými odchýlkami

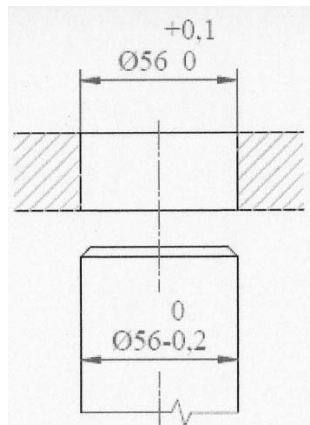
Medznými odchýlkami sa predpisuje presnosť rozmerov vtedy, keď sa vyrábaný rozmer súčiastky nekontrolujú medznými kalibrami (polomery, dĺžky osadenia, rozstupy dier, uhly a pod.), ale inými meradlami.

Medzné odchýlky sú číselné hodnoty, ktoré sa zapisujú tesne za menovitým rozmerom, v rovnakej výške ako menovitý rozmer, s rovnakým počtom desatinných miest a v rovnakých jednotkách ako menovitý rozmer. Pri zapisovaní sa horná medzná odchýlka vždy píše nad dolnú medznú odchýlku a to bez ohľadu na to, či ide o dieru alebo hriadeľ (obr.5.14). Ak je jedna odchýlka nulová zapíše sa číslica nula (obr.5.15). Ak sú horná aj dolná medzná odchýlka číselne rovnaké, ale s opačným znamienkom, zapisuje sa tolerancia len jednou číselnou hodnotou a pred ňu sa predpíše znamienko  $\pm$  (obr.5.16).

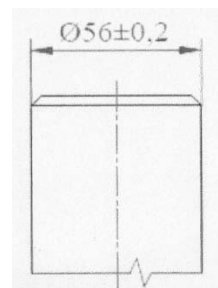
Hodnoty medzných odchýlok pre daný menovitý rozmer nájdete v strojnických tabuľkách.



Obrázok č. 5.14, Zápis tolerance medznými odchýlkami



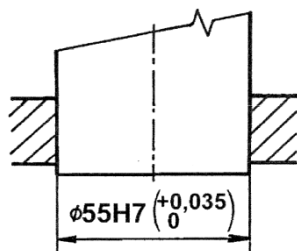
Obrázok č. 5.15, Zápis tolerance medznými odchýlkami, keď jedna je nulová



Obrázok č. 5.16, Zápis tolerance s číselne rovnakou hornou a dolnou odchýlkou

### Predpisovanie presnosti rozmerov tolerančnými značkami spolu s medznými odchýlkami

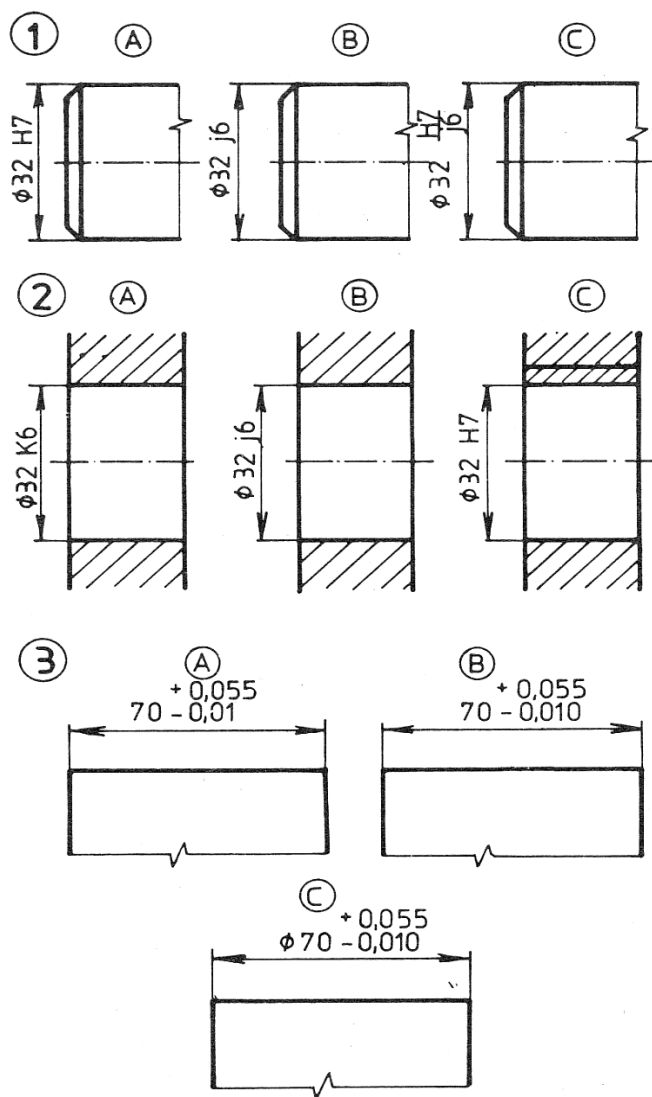
Kombinovaným spôsobom sa predpisuje presnosť rozmerov vtedy, keď nie je isté, či závod, ktorý vyrába danú súčiastku bude mať na kontrolu rozmerov potrebné kalibre. S takýmto predpisovaním presnosti rozmerov sa stretávame hlavne v kusovej výrobe. Spôsob zápisu je taký, že za menovitým rozmerom a tolerančnou značkou sa zapíšu číselné medzné odchýlky do zátvoriek.



Obrázok č. 5.17, Zápis tolerance kombinovaným spôsobom

### Cvičenie

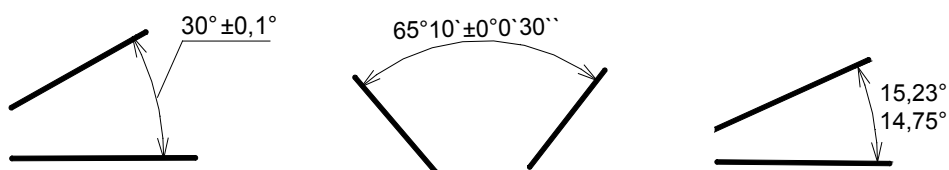
1. Vyhľadajte v ST veľkosť odchýlok pre rozmery  $\varnothing 12F7$  a  $\varnothing 30h7$ .
2. Vysvetlite zápis:  $\varnothing 40H7$ ,  $\varnothing 100j6$ ,  $\varnothing 140C11/h11$ ,  $\varnothing 22F8/h9$
3. Zistite, ktorý predpis tolerance na obr.5.18 je správny.



Obrázok č. 5.18, K cvičeniu 3

#### 5.1.4 Tolerovanie uhlov

Tolerovanie uhlových rozmerov predpisuje norma **STN ISO 406**. Pre tolerovanie uhlov sa používajú tie isté pravidlá ako pre zapisovanie tolerancií dĺžkových rozmerov. Výnimku tvoria jednotky základného uhla a spôsob zapísania medzných odchýlok, ktoré musia byť vždy uvedené číslami. Ak je uhlová odchýlka vyjadrená len v minútach alebo v sekundách, musí sa pred tieto hodnoty vždy uviesť  $0^\circ$  prípadne  $0^\circ 0'$ .



Obrázok č. 5.19, Príklady zapisovania tolerancií uhlov

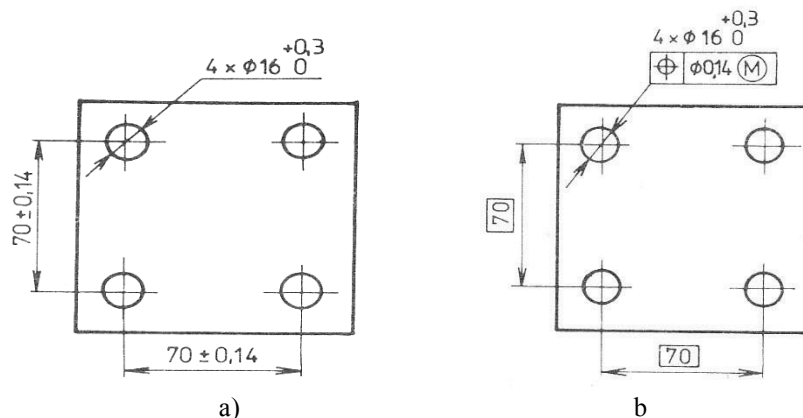
### 5.1.5 Tolerovanie rozstupov dier

Mnohé strojové súčiastky sa s inými spájajú skrutkami, nitmi alebo inými spojmi, ktoré vyžadujú väčšinou väčšie množstvo dier v spojovaných súčiastkach. Rozmery dier aj ich vzájomná poloha vstupujú do vzájomných vzťahov, ktorých splnenie sa zabezpečuje správnym predpísaním tolerancií.

Poloha osí dier sa toleruje iba tam, kde to vyžaduje montáž alebo správna funkcia súčiastky.

**Polohu osí dier môžeme tolerovať dvomi spôsobmi:**

- medznými odchýlkami rozstupov (obr.5.20a)
- predpísaním geometrickej tolerance menovitej polohy osí, pričom rozstupy sa kótujú tzv. teoreticky presnými kótami v rámečkoch (obr.5.20b)



Obrázok č. 5.20, Tolerovanie rozstupov dier

### 5.1.6 Medzné odchýlky netolerovaných rozmerov

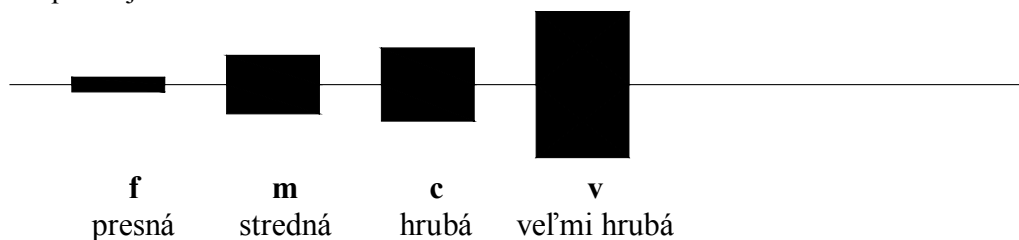
Na technických výkresoch sa nepredpisujú tolerancie všetkým rozmerom súčiastok. Asi 80% všetkých rozmerov sú rozmery, ktoré voláme „voľné“, t.j. rozmery, ktoré nemusia byť tolerované z dôvodov uloženia alebo zmontovateľnosti. Z technologických a pevnostných dôvodov aj tieto voľné rozmery musia mať stanovené určité hranice, v ktorých sa môže skutočný rozmer pohybovať.

Medzné odchýlky netolerovaných dĺžkových a uhlových rozmerov patria súčiastkam, ktoré sa vyrábajú obrábaním s odoberaním materiálu alebo tvárnením z plechu. Veľkosť medzných odchýlok sa volí primerane k možnostiam ich dodržania v bežných podmienkach výroby a merania, pričom je dôležité zohľadniť aj ekonomické hľadiská.

Norma **STN ISO 2768-1** určuje štyri triedy presnosti netolerovaných rozmerov:

- **f - presná** (jemná) trieda presnosti (z anglického fine)
- **m- stredná** trieda presnosti (z anglického medium)
- **c - hrubá** trieda presnosti (z anglického coarse)
- **v - veľmi hrubá** trieda presnosti (z anglického very coarse)

Triedy presnosti sú označené písmenami malej abecedy (začiatočné písmená anglických názvov). Tolerančné polia sú umiestnené pre prvky charakteru hriadeľa, diery a ostatné súmerne vzhľadom k nulovej čiare (obr.5.21). Veľkosť tolerancií vo veľmi hrubej triede je zhruba desaťnásobkom tolerancie v presnej triede.



Obrázok č. 5.21, Umiestnenie tolerančných polí tried presnosti vzhľadom k nulovej čiare

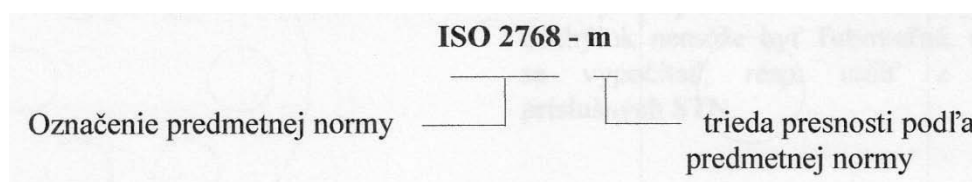
### Triedy presnosti sú určené pre:

- dĺžkové rozmery – vonkajšie a vnútorné rozmery, stupňovité rozmery, priemery, rozstupy, polomery zaoblenia, veľkosti zrezania hrán
- uhlové rozmery – vrátane obvyčajne nekótovaných uhlových rozmerov, napríklad pravých uhlov (90°), alebo uhlov pravidelných mnohoúhelníkov
- dĺžkové a uhlové rozmery – vzniknuté obrobením zmontovaných častí

Norma sa nevzťahuje na pomocné rozmery, ktoré sú uvedené v zátvorkách a na teoreticky presné rozmery, ktoré sú uvedené v pravouhlých rámečkoch.

Odchýlky netolerovaných rozmerov podľa STN ISO 2768-1 sa predpisujú zápisom v titulnom bloku alebo v jeho blízkosti. Zápis sa skladá z označenia predmetnej normy a triedy presnosti.

Príklad označenia:



V nasledujúcich tabuľkách sú všeobecné medzné odchýlky dĺžkových rozmerov, zrezaní a zaoblení hrán a uhlových rozmerov.

Tabuľka č.5.3, Medzné odchýlky dĺžkových rozmerov

rozmery v mm

| Medzné odchýlky pre základný rozsah rozmerov |                           |               |                |                  |                   |                    |                     |                     |
|----------------------------------------------|---------------------------|---------------|----------------|------------------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Trieda presnosti                             | 0,5 <sup>1)</sup><br>do 3 | cez 3<br>do 6 | cez 6<br>do 30 | cez 30<br>do 120 | cez 120<br>do 400 | cez 400<br>do 1000 | cez 1000<br>do 2000 | cez 2000<br>do 4000 |
| jemná <b>f</b>                               | ± 0,05                    | ± 0,05        | ± 0,1          | ± 0,15           | ± 0,2             | ± 0,3              | ± 0,5               | -                   |
| stredná <b>m</b>                             | ± 0,1                     | ± 0,1         | ± 0,2          | ± 0,3            | ± 0,5             | ± 0,8              | ± 1,2               | ± 2                 |
| hrubá <b>c</b>                               | ± 0,2                     | ± 0,3         | ± 0,5          | ± 0,8            | ± 1,2             | ± 2                | ± 3                 | ± 4                 |
| veľmi hrubá <b>v</b>                         | -                         | ± 0,5         | ± 1            | ± 1,5            | ± 2,5             | ± 4                | ± 6                 | ± 8                 |

<sup>1)</sup> Pre menovitý rozmer pod 0,5 mm sa medzná odchýlka predpíše za odpovedajúci menovitý rozmer

Tabuľka č.5.4, Medzné odchýlky zrazení a zaoblení hrán

rozmery v mm

| Medzné odchýlky pre základný rozsah rozmerov |                        |            |       |
|----------------------------------------------|------------------------|------------|-------|
| Trieda presnosti                             | 0,5 <sup>1)</sup> do 3 | cez 3 do 6 | cez 6 |
| <b>f, m</b>                                  | ± 0,2                  | ± 0,5      | ± 1   |
| <b>c, v</b>                                  | ± 0,4                  | ± 1        | ± 2   |

<sup>1)</sup> Pre menovitý rozmer pod 0,5 mm sa medzná odchýlka predpíše za odpovedajúci menovitý rozmer

Tabuľka č.5.5, Medzné odchýlky uhlových rozmerov

| Medzné odchýlky uhla pre rozsah dĺžok jeho kratšieho ramena v mm |         |              |               |                |         |
|------------------------------------------------------------------|---------|--------------|---------------|----------------|---------|
| Trieda presnosti                                                 | do 10   | cez 10 do 50 | cez 50 do 120 | cez 120 do 400 | cez 400 |
| <b>f</b>                                                         | ± 1°    | ± 0°30'      | ± 0°20'       | ± 0°10'        | ± 0°5'  |
| <b>m</b>                                                         |         |              |               |                |         |
| <b>c</b>                                                         | ± 1°30' | ± 1°         | ± 0°30'       | ± 0°15'        | ± 0°10' |
| <b>v</b>                                                         | ± 3°    | ± 2°         | ± 1°          | ± 0°30'        | ± 0°20' |

## 5.2 Geometrické tolerancie

Na správnej funkcii súčiastok sa okrem presnosti rozmerov významne podieľa aj presný geometrický tvar funkčných plôch súčiastok. Tak ako presnosť rozmerov ani presnosť tvaru a polohy sa nedá dodržať s absolútnou presnosťou. Preto je v mnohých prípadoch potrebné predpísať pre tvar a polohu plôch na súčiastke dovolené tolerancie.

Tolerovanie tvaru, smeru, polohy a hádzania spoločne voláme geometrické tolerovanie.

Norma **STN EN ISO 7083** umožňuje pri predpise geometrických tolerancií používať značky uvedené v tabuľke č.5.6 a zároveň uvádza spôsob kreslenia týchto značiek.

Tabuľka č.5.6, Značky pre geometrické tolerovanie

| Tolerancie | Tolerované charakteristiky                     | Značky | Požiadavka základne |
|------------|------------------------------------------------|--------|---------------------|
| Tvaru      | Priamosť                                       |        | nie                 |
|            | Rovinnosť                                      |        | nie                 |
|            | Kruhovitosť                                    |        | nie                 |
|            | Valcovitosť                                    |        | nie                 |
| Profilu    | Profil ľubovoľného obrysu                      |        | nie / možná         |
|            | Profil ľubovoľného povrchu                     |        | možná               |
| Smeru      | Rovnoběžnosť                                   |        | áno                 |
|            | Kolmosť                                        |        | áno                 |
|            | Sklon                                          |        | áno                 |
| Polohy     | Umiestnenie                                    |        | možná               |
|            | Sústrednosť (pre stredy) a súosovosť (pre osi) |        | áno                 |
|            | Súmernosť                                      |        | áno                 |
| Hádzania   | Kruhové hádzanie                               |        | áno                 |
|            | Celkové hádzanie                               |        | áno                 |

### 5.2.1 Spôsoby predpisovania geometrických tolerancií na technických výkresoch

Požadované tolerancie sa zapisujú do pravouhlých tolerančných rámečkov, ktoré môžu byť rozdelené na dve alebo viac častí polí.

Predpísaná tolerancia sa vzťahuje na celý tolerovaný prvok.

**Polia tolerančného rámečka obsahujú:**

- značku tolerancie (tab.5.6)

- a) 

|   |       |
|---|-------|
| — | 0,008 |
|---|-------|

      b) 

|    |     |   |
|----|-----|---|
| // | 0,1 | A |
|----|-----|---|

      c) 

|  |     |   |   |   |
|--|-----|---|---|---|
|  | 0,1 | A | B | C |
|--|-----|---|---|---|

      d) 

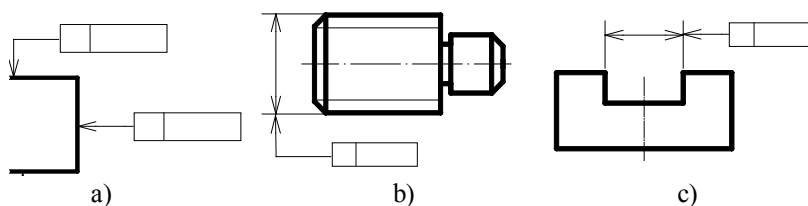
|  |       |   |
|--|-------|---|
|  | Ø 0,1 | A |
|--|-------|---|

      e) 

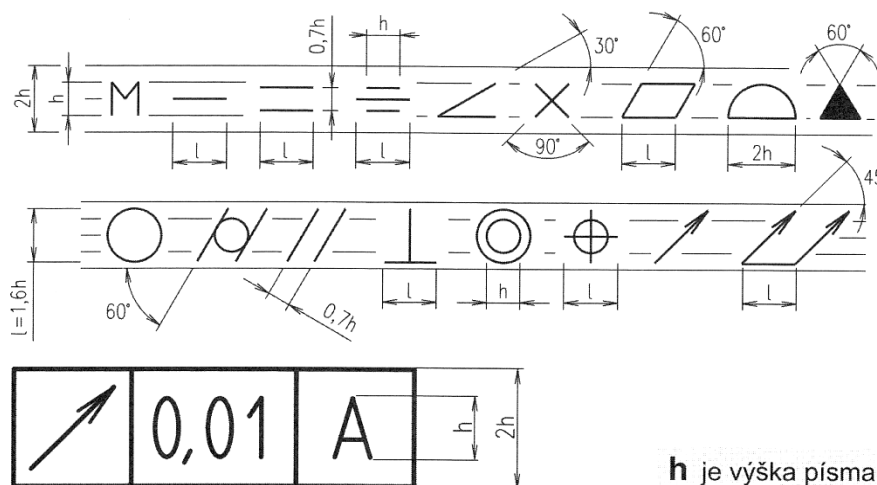
|  |         |
|--|---------|
|  | S Ø 0,1 |
|--|---------|

Tolerančný rámček sa spája s tolerovaným prvkom odkazovou čiarou, ktorá je ukončená šípkou a je vedená z ľavej strany rámčeka a kreslí sa prednostne vo vodorovnej polohe.

- na obrysovej alebo pomocnej čiare tolerovaného prvku, ak sa tolerancia vzťahuje k tejto čiare alebo ploche (obr.5.23a,b)
- v predĺžení kótovacej čiary tolerovaného prvku, ak sa tolerancia vzťahuje na os alebo rovinu súmernosti kótovaného prvku (obr.5.23c)



**Rozmery tolerančných rámečkov a značiek** závisia od veľkosti písma **h** použitého pri popisovaní technického výkresu. Prvé pole zľava je štvorcové, dĺžka ostatných polí sa riadi dĺžkou zápisu v nich. Tolerančný rámček sa kreslí čiarou rovnakej hrúbky ako písmo použité v tolerančnej značke.



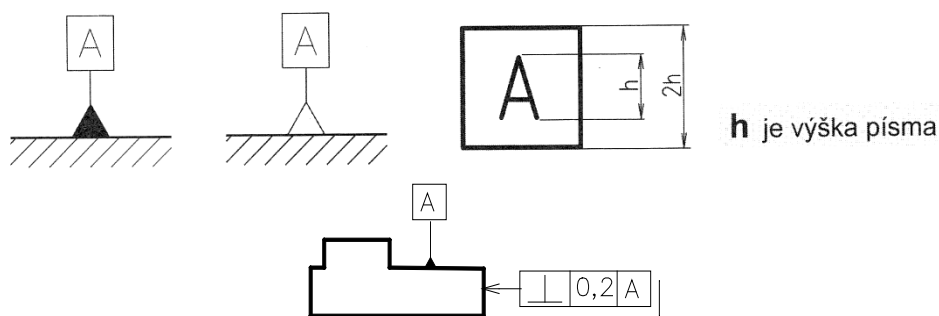
72

## Určenie základne

Základňa je teoreticky presný geometrický prvok (napr. os, rovina, priamka), ku ktorému sa vzťahuje geometrická tolerancia tolerovaného prvku. Za základne sa volia také prvky súčiastok, ktoré majú k tolerovanému prvku geometrický vzťah. Tento je daný funkčnými alebo montážnymi požiadavkami. Základne môžu byť tvorené jedným alebo viacerými základnými prvkami na súčiastke.

## Označovanie základne

Základňa sa označuje plným alebo prázdny rovnoramenným trojuholníkom na konci odkazovej čiary. Plný aj prázdny trojuholník majú rovnaký význam. Trojuholník má výšku približne rovnakú ako je veľkosť kót. Základňa sa označí písmenom veľkej abecedy v osobitnom rámečku a toto písmeno sa vpiše do tretieho poľa tolerančného rámečka.

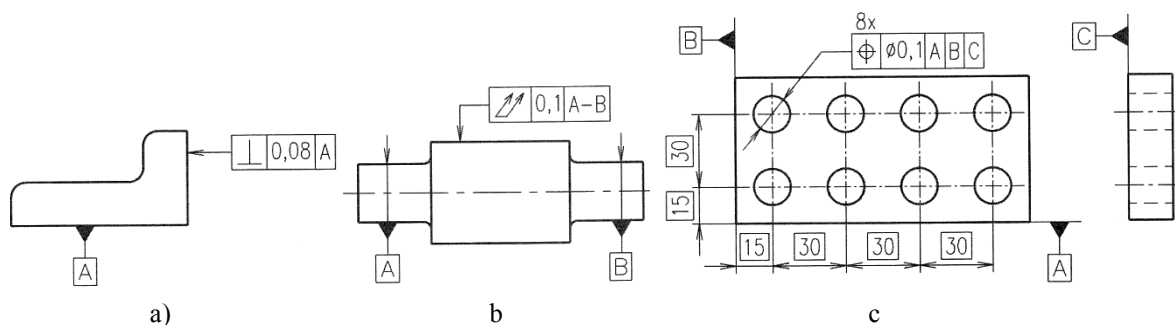


Obrázok č. 5.25, Označovanie základne

Ak základňu tvorí **jeden prvok**, označí sa jedným písmenom v treťom poli tolerančného rámečka (obr.5.26a).

Ak spoločnú základňu tvoria **dva prvky**, označí sa v treťom poli tolerančného rámečka dvomi písmenami oddelenými pomlčkou (obr.5.26b).

Ak je sústava základní tvorená **dvomi alebo viacerými prvkami**, písmená označujúce základne sa zapisujú do tretieho a nasledujúcich polí tolerančného rámečka podľa poradia základní. Poradie základní je dané ich dôležitosťou z hľadiska funkcie súčiastok (obr.5.26c).

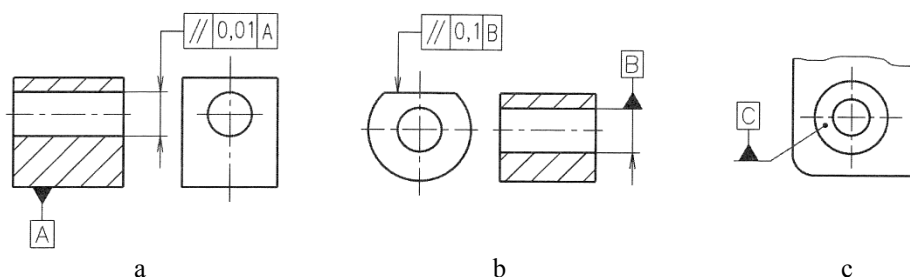


Obrázok č. 5.26, Zápis označenia základní

## Umiestnenie značky základne

Trojuholník s písmenom označenou základňou sa umiestňuje:

- na obrysovú čiaru prvku alebo na jej predĺženie, ak je základňou príslušná čiara alebo plocha obr.5.27a
- na predĺženu kótovaciu čiaru, ak je základňou os alebo rovina súmernosti obr.5.27b
- na plochu pomocou odkazovej čiary, ktorá je v ploche ukončená veľkou bodkou obr.5.27c

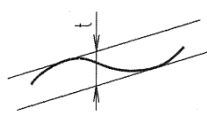
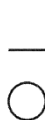


Obrázok č. 5.27, Umiestnenie značky základne

## 5.2.2 Druhy a predpis geometrických tolerancií

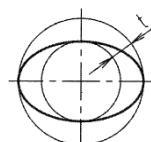
Geometrické tolerancie sú definované pomocou tolerančného poľa obr.5.28a , alebo tolerančného priestoru obr.5.28b , v ktorom musí geometrický prvok priamka, rovina, plocha ležať.

### Tolerančné pole



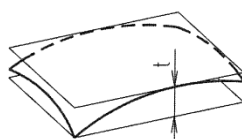
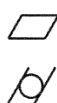
Tolerančné pole priamosti

a)



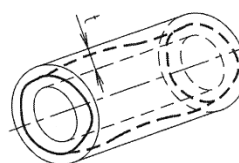
Tolerančné pole kruhovitosti

### Tolerančný priestor



Tolerančný priestor rovinnosti

b)

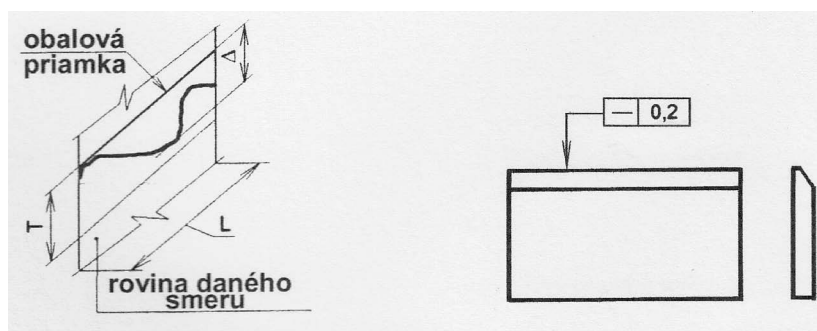


Tolerančný priestor valcovitosti

Obrázok č. 5.28, Tolerančné pole a tolerančný priestor

### Tolerancia priamosti

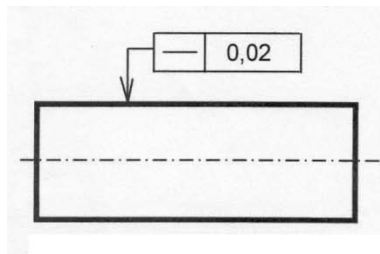
Každá skutočná povrchová priamka v rovine rovnobežnej s priemetňou, v ktorej je priamosť označená, musí ležať medzi dvoma rovnobežkami, ktoré sú od seba vzdialené o hodnotu tolerancie priamosti  $T$  napr.  $T = 0,2\text{mm}$  , obr.5.29 .



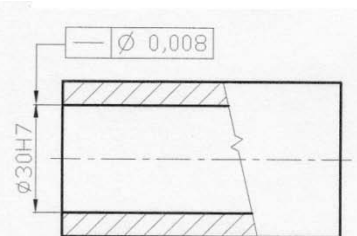
Obrázok č. 5.29, Predpis tolerancie priamosti, tolerančné pole je ohraničené priamkami

áKaždá povrchová priamka valca musí ležať medzi dvoma rovnobežnými rovinami, ktoré sú od seba vzdialené o hodnotu tolerancie  $T$  napr.  $T = 0,02\text{mm}$  , obr.5.30 .

Ak je tolerančné pole v tvare valca, potom toleranciu priamosti v priestore zapisujeme tak, že sa pred hodnotu tolerancie píše značka  $\varnothing$  obr.5.31 .



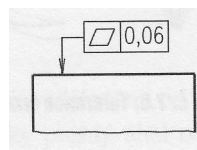
Obrázok č. 5.30, Predpis tolerancie priamosti, tolerančné pole je ohraničené rovinami



Obrázok č. 5.31, Predpis tolerancie priamosti, tolerančné pole je ohraničené valcom

### Tolerancia rovinnosti

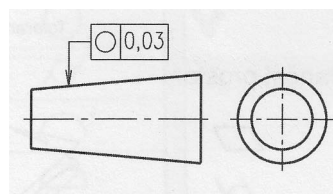
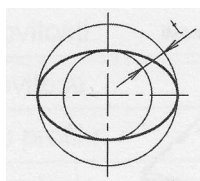
Skutočná plocha musí ležať medzi dvoma rovnobežnými rovinami, ktoré sú od seba vzdialené o hodnotu tolerancie rovinnosti  $T$  napr.  $T = 0,08\text{mm}$  , obr.5.32 .



Obrázok č. 5.32, Predpis tolerancie rovinnosti

### Tolerancia kruhovitosti

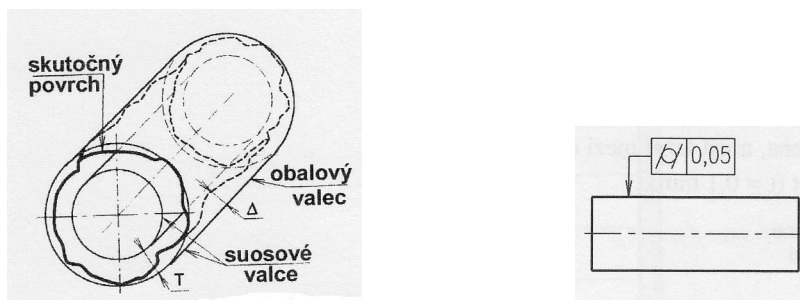
Skutočný profil v ktoromkoľvek priereze musí ležať medzi dvoma sústrednými kružnicami, ktoré sú od seba vzdialené o hodnotu tolerancie kruhovitosti  $T$  napr.  $T = 0,01$  , obr.5.33 .



Obrázok č. 5.33, Predpis tolerancie kruhovitosti

### Tolerancia valcovitosti

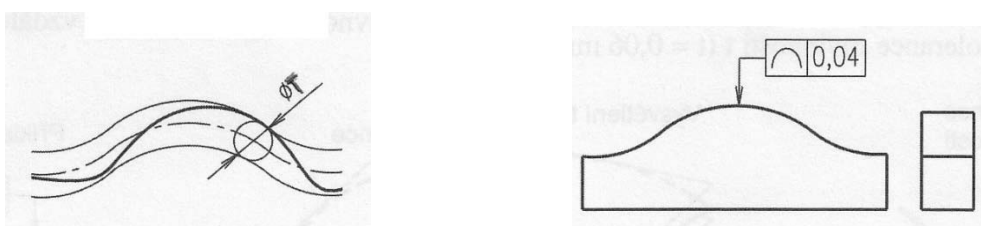
Skutočná valcová plocha musí ležať medzi dvoma súosími valcami, ktoré sú od seba vzdialené o hodnotu tolerancie valcovitosti  $T$  napr.  $T = 0,016\text{mm}$  , obr.5.34 .



Obrázok č. 5.34, Predpis tolerancie valcovitosti

### Tolerancia tvaru profilu ľubovoľného obrysu

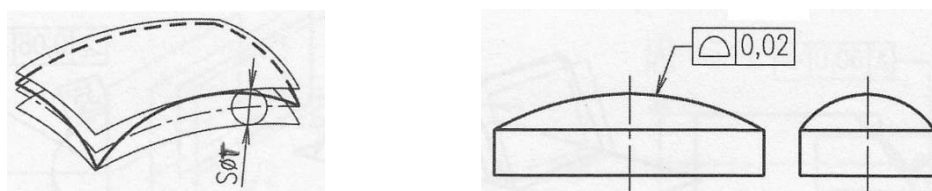
Skutočný profil tolerovanej čiary musí ležať medzi dvoma ekvidistantnými rovnako vzdialenými čiarami, ktoré sú od seba vzdialené o predpísanú toleranciu  $T$  napr.  $T = 0,04\text{mm}$ , obr.5.35.



Obrázok č. 5.35, Predpis tolerancie tvaru profilu ľubovoľného obrysu

### Tolerancia tvaru profilu ľubovoľného povrchu

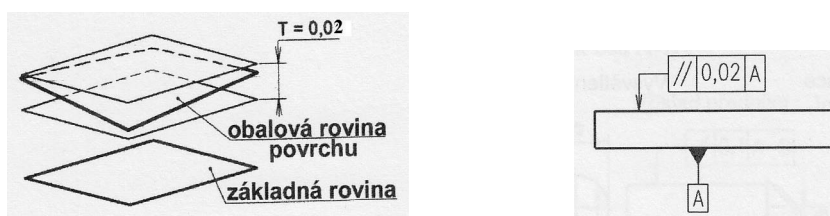
Skutočná plocha musí ležať medzi dvoma ekvidistantnými plochami, ktoré obaľujú gule s priermi rovnajúcimi sa toleranciam tvaru povrchu  $T$  napr.  $T = 0,02\text{mm}$ , obr.5.36.



Obrázok č. 5.36, Predpis tolerancie tvaru profilu ľubovoľného povrchu

### Tolerancia rovnobežnosti

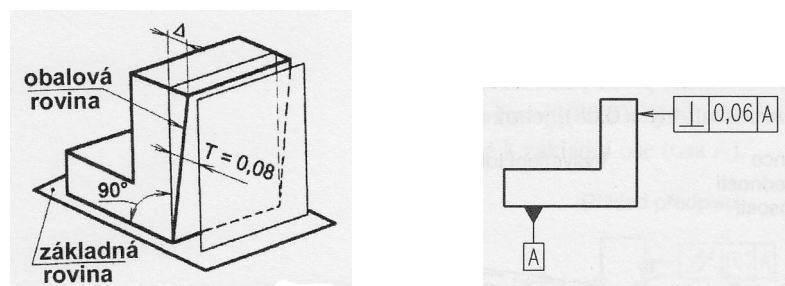
Tolerovaná rovina musí ležať medzi dvoma rovnobežnými rovinami, ktoré sú od seba vzdialené o hodnotu tolerancie rovnobežnosti  $T$  napr.  $T = 0,01\text{mm}$  a ktoré sú rovnobežné so základnou rovinou  $A$ , obr.5.37.



Obrázok č. 5.37, Predpis tolerancie rovnobežnosti

## Tolerancia kolmosti

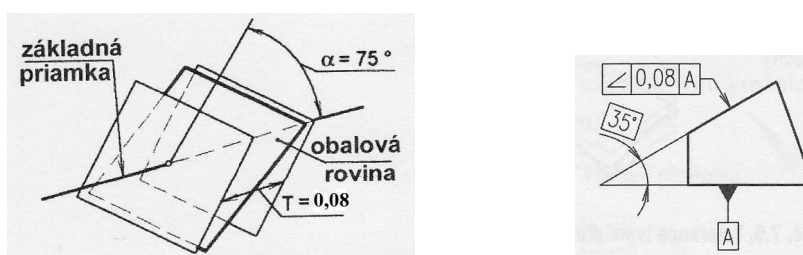
Tolerovaná rovina musí ležať medzi dvoma rovnobežnými rovinami, ktoré sú od seba vzdialené o hodnotu tolerancie kolmosti  $T$  napr.  $T = 0,08\text{mm}$  a ktoré sú kolmé na základnú rovinu  $A$ , obr.5.38.



Obrázok č. 5.38, Predpis tolerancie kolmosti

## Tolerancia sklonu

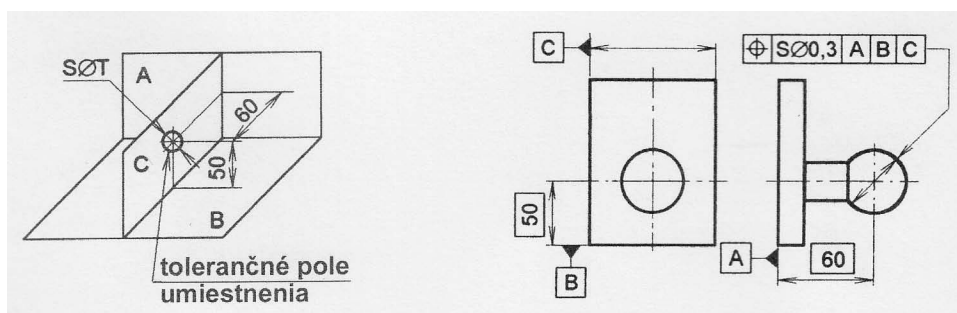
Tolerovaná rovina musí ležať medzi dvoma rovnobežnými rovinami, ktoré sú od seba vzdialené o hodnotu tolerancie sklonu  $T$  napr.  $T = 0,1\text{mm}$  a ktoré sú sklonené o teoreticky presný uhol napr.  $\alpha = 75^\circ$  k základnej rovine  $A$ , obr.5.39.



Obrázok č. 5.39, Predpis tolerancie sklonu

## Tolerancia umiestnenia

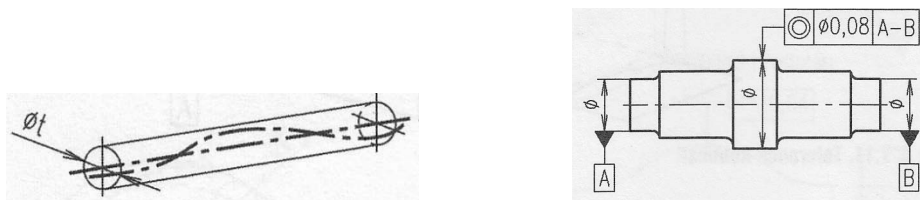
Používa sa na tolerovanie menovitej polohy prvku alebo viacerých prvkov od základného prvku. Predpísať môžeme toleranciu umiestnenia rôznych tvarových prvkov - bodu, priamky alebo roviny. Na obr.5.40 je príklad tolerovania umiestnenia bodu - stredu gule. Tolerančné pole je guľové s priemerom  $T = 0,3\text{mm}$ , so stredom v teoreticky presnej polohe vzhľadom na základne  $A, B, C$ .



Obrázok č. 5.40, Predpis tolerancie umiestnenia

### Tolerancia sústrednosti a súosovosti

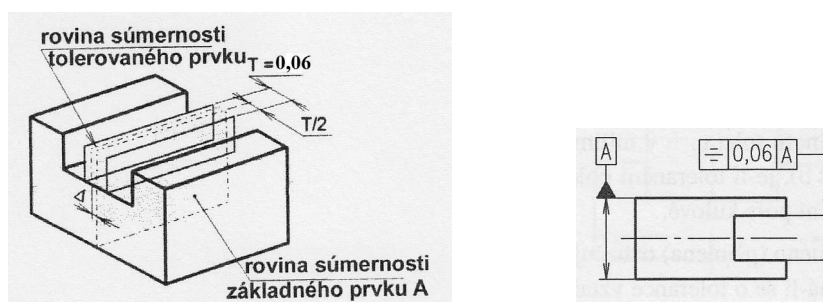
Os tolerovaného prvku musí ležať vo vnútri valcového tolerančného poľa, ktorého priemer sa rovná tolerancii súosovosti  $T$  napr.  $T = 0,08\text{mm}$ , ktorého os je zhodná so základnou osou osi čapov A-B, obr.5.41.



Obrázok č. 5.41, Predpis tolerancie súosovosti

### Tolerancia súmernosti

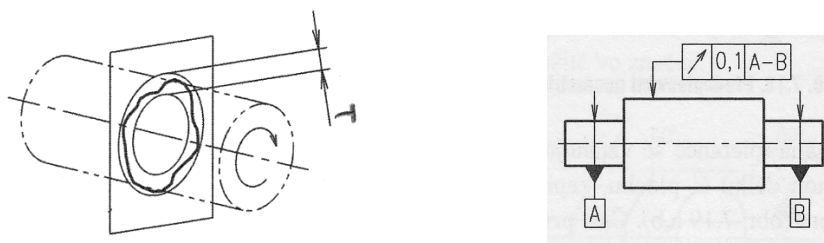
Rovina súmernosti musí ležať medzi dvoma rovnobežnými rovinami, ktoré sú od seba vzdialené o hodnotu tolerancie súmernosti  $T$  napr.  $T = 0,1\text{mm}$  a ktoré sú súmerne umiestnené vzhľadom k základnej rovine súmernosti obr.5.42.



Obrázok č. 5.42, Predpis tolerancie súmernosti

### Tolerancia kruhového hádzania

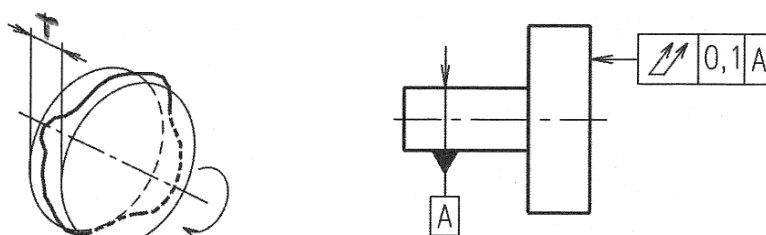
Kruhovú hádzanosť delíme na obvodovú a čelnú. Kruhovú obvodovú hádzanosť je vymedzené dvoma sústrednými kružnicami, ktoré sú od seba vzdialené o hodnotu tolerancie hádzania  $T$  napr.  $T = 0,1\text{mm}$ . Stredy kružníc ležia na základnej osi - spoločná os A - B obr.5.43.



Obrázok č. 5.43, Predpis tolerancie kruhového obvodového hádzania

### Tolerancia celkového hádzania

Rovnako ako kruhovú hádzanosť aj celkovú hádzanosť delíme na obvodovú a čelnú. Celkové čelné hádzanie je vymedzené dvoma rovnobežnými rovinami, ktoré sú od seba vzdialené o hodnotu tolerancie hádzania  $T$  napr.  $T = 0,1\text{mm}$ . Tieto roviny sú kolmé k základnej osi os A, obr.5.44.



Obrázok č. 5.44, Predpis tolerancie celkového čelného hádzania

### 5.2.3 Nepredpísané geometrické tolerancie

Norma **STN ISO 2768-2** uvádza tri triedy presnosti všeobecných geometrických tolerancií, ktoré je možno predpísať spoločným zápisom pre tie prvky, ktoré ich nemajú prepísané individuálne. Triedy presnosti sa označujú písmenami veľkej abecedy:

- **H** - najpresnejšia trieda presnosti
- **K** - stredná trieda presnosti
- **L** - hrubá trieda presnosti

Príklady predpisovania všeobecných geometrických tolerancií pre jednotlivé triedy presnosti uvádza tabuľka č.5.7 a č.5.8.

Tabuľka č. 5.7, Všeobecné tolerancie priamosti a rovinnosti rozmery v mm

| Trieda presnosti | Tolerancia priamosti a rovinnosti pre rozsah menovitých rozmerov |              |               |                |                 |                  |
|------------------|------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|----------------|-----------------|------------------|
|                  | do 10                                                            | cez 10 do 30 | cez 30 do 100 | cez 100 do 300 | cez 300 do 1000 | cez 1000 do 3000 |
| <b>H</b>         | 0,02                                                             | 0,05         | 0,1           | 0,2            | 0,3             | 0,4              |
| <b>K</b>         | 0,05                                                             | 0,1          | 0,2           | 0,4            | 0,6             | 0,8              |
| <b>L</b>         | 0,1                                                              | 0,2          | 0,4           | 0,8            | 1,2             | 1,6              |

Tabuľka č. 5.8, Všeobecné tolerancie kolmosti rozmery v mm

| Trieda presnosti | Tolerancia kolmosti pre rozsah menovitých dĺžok kratšej strany |                |                 |                  |
|------------------|----------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|------------------|
|                  | do 100                                                         | cez 100 do 300 | cez 300 do 1000 | cez 1000 do 3000 |
| <b>H</b>         | 0,2                                                            | 0,3            | 0,4             | 0,5              |
| <b>K</b>         | 0,4                                                            | 0,6            | 0,8             | 1                |
| <b>L</b>         | 0,6                                                            | 1              | 1,5             | 2                |

### Väzby geometrických tolerancií a tolerancií rozmerov

#### Základné pravidlo tolerovania

Týmto pravidlom sú stanovené vzťahy medzi toleranciami rozmerov dĺžok a uhlov a geometrickými toleranciami. Podľa tohto základného pravidla tolerovania sa samostatne posudzuje správnosť dĺžkových alebo uhlových rozmerov a úplne nezávisle na týchto rozmeroch sa posudzuje správnosť dodržania geometrických tolerancií.

## Predpisovanie na výkresoch

Tento predpis musí byť doplnený o zápis nepredpísaných tolerancií rozmerov a nepredpísaných geometrických tolerancií. Všeobecné tolerancie sa predpisujú v blízkosti

titulného bloku, alebo priamo v titulnom bloku. Označenie sa skladá z čísla normy ISO, zo značky triedy presnosti nepredpísaných medzných odchýlok rozmerov a zo značky triedy presnosti všeobecných geometrických tolerancií.

Príklad označenia:

### ISO 2768 - m K

**m** - trieda presnosti dĺžkových a uhlových rozmerov

**K** - trieda presnosti geometrických tolerancií

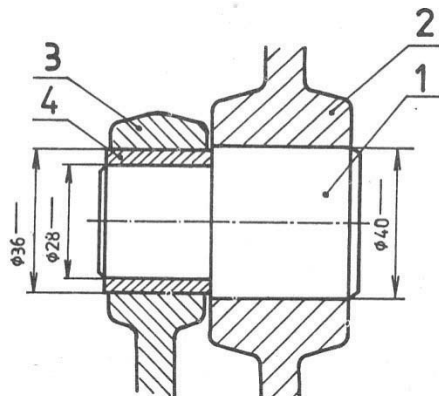
|                                                                                                          |                                        |                                                |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------------|---------------|
| METÓDA ZOBRAZOVANIA<br> | MIERKA<br><br>HODNOTENIE STAVU POVRCHU | SYMBOL<br>ZMENA                                | DATA<br>PODPS |
| POZNÁMKA                                                                                                 | VŠEOB. TOLERANCIE<br>ISO 2768 mK       | ČÍSLO VÝKRESU ZOSTAVY<br>ČÍSLO SÚPISU POLOŽIEK |               |
| MATERIÁL                                                                                                 | TR. ODPADU                             | SOŠ STROJNÍČKA<br>POVAŽSKÁ BYSTRICA            |               |
| ROZMER, POLOTOVAR                                                                                        |                                        |                                                |               |
| HR. HMOTNOSŤ                                                                                             | Č. HMOTNOSŤ                            | NÁZOV                                          |               |
| ŠTUDIJNÁ SKUPINA                                                                                         |                                        |                                                |               |
| VYPRACOVAL                                                                                               |                                        |                                                |               |
| PREKontroloval                                                                                           |                                        | ČÍSLO VÝKRESU                                  |               |
| DÁTUM VÝHOTOVENIA                                                                                        | ROZMERY<br>VÝKR. LISTU                 | LIST ČÍSLO:                                    |               |

Obrázok č. 5.45, Zápis tolerovania v titulnom bloku výkresu



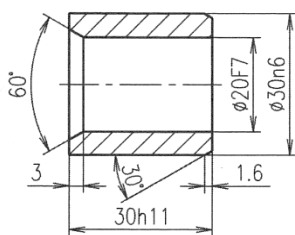
## Otázky a cvičenia

1. Čo je tolerancia a medzné rozmery?
2. Kedy má súčiastka správny rozmer?
3. Charakterizujte sústavu jednotnej diery a jednotného hriadeľa.
4. Kedy hovoríme o uložení a aké druhy uloženia poznáme?
5. Napíšte aké uloženie a v akej sústave predstavujú zápisy:  $\varnothing 30\ H7/h8$ ,  $\varnothing 55\ R7/h6$ ,  $\varnothing 120\ H7/j6$ ,  $\varnothing 42\ F9/n8$ . Výber vhodných uložení a tým aj vhodných tolerancií je uvedený v strojných tabuľkách.
6. Rozhodnite, ktorý rozbor zápisu je správny. Zápis  $\varnothing 65\ H7/s7$ .
  - a) Zápis uloženia, sústava jednotného hriadeľa, nehybné uloženie.
  - b) Zápis tolerovaného rozmeru diery, poloha tolerančného poľa H, 7. stupeň presnosti.
  - c) Zápis uloženia, sústava jednotnej diery, nehybné uloženie.
7. Kedy zapíšeme k menovitému rozmeru tolerančnú značku a kedy medzné odchýlky?
8. Súčiastky 1 až 4 na obr. 5.46 tvoria funkčný celok. Prvá a druhá súčiastka majú byť pevne spojené a súčiastky 3 a 4 sa majú spoločne otáčať na čapeli. Na predkreslených kótach predpíšte potrebné uloženie.

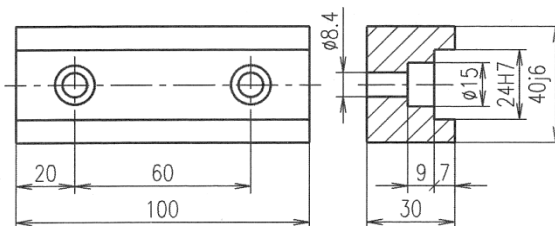


Obrázok č. 5.46, K cvičeniu 8

9. Čo sú všeobecné geometrické tolerancie a ako sa predpisujú?
10. Vysvetlite zapisovanie geometrických tolerancií a zároveň označovanie základní na výkrese.
11. Valcové plochy  $\varnothing 20\text{F7}$  a  $\varnothing 30\text{n6}$  vrtacieho puzdra na obr.5.47 majú na celej dĺžke meranej plochy dovolenú odchýlku súosovosti 0,02. Súčiastku narysujte v mierke 2:1, zakótujte ju a predpíšte zadanú geometrickú toleranciu.
12. Vedenie podľa obr.5.48 narysujte a zakótujte. K funkčným plochám súčiastky predpíšte vhodnú geometrickú toleranciu.



Obrázok č. 5.47, K cvičeniu 11



Obrázok č. 5.48, K cvičeniu 12

## 6 Predpisovanie stavu povrchu

Dôležitým prvkom ovplyvňujúcim tvrdosť, pevnosť, odolnosť proti korózii, životnosť, opotrebenie, vzhľad, celkové vyhotovenie, funkciu, výrobné náklady, estetiku a bezpečnosť je povrch súčiastky a jeho úprava.

Povrch súčiastky ovplyvňuje funkciu súčiastky, napríklad pri klzných uloženiach vplýva na opotrebovanie, na vhodnú voľbu mazadla, pri lisovaných uloženiach ovplyvňuje pevnosť spojenia, odolnosť voči korózii, priestup tepla a podobne.

Štruktúra povrchu materiálu, kvalita vonkajších plôch výrobkov sú dôležitými výrazovými prvkami s ohľadom na ich pekný vzhľad. Zlepšovanie kvality povrchu zväčšuje aj ich pevnosť a odolnosť proti korózii, ale nesmie sa zabúdať na výrobné náklady, ktoré sa tým zvyšujú.

Farebná úprava strojárskoho výrobku má okrem technologického hľadiska estetickú, signalizačnú a technicko-prevádzkovú funkciu.

Tepelným spracovaním sa na jednej strane zlepšujú vlastnosti výrobku, ale na druhej strane sa komplikuje jeho výroba a kontrola.

Estetiku súčiastky ovplyvňujú aj rôzne označenia – značky a poznámky na jej povrchu. Estetický účinok sa dosahuje vhodným písmom, usporiadaním a štylizáciou textu.

Povrch súčiastky, jeho úprava, tepelné spracovanie, rôzne značky a nápisy sa musia na výkrese predpísať správne, presne a jednoznačne.

## 6.1 Posudzovanie charakteru povrchu

Vhodná kvalita povrchu je jedným z predpokladov správnej funkcie zariadení a významne ovplyvňuje životnosť súčiastok.

Pojmom **charakter povrchu** sa rozumie okrem geometrického tvaru povrchu a veľkosti jeho nerovností aj fyzikálny a chemický stav povrchovej vrstvy materiálu. Jedným z hlavných kritérií pri posudzovaní charakteru povrchu, ale aj obrobitelnosti materiálu je **drsnosť**.

**Drsnosť povrchu** predstavuje výšku nerovností od dokonalej a ideálnej hladkej plochy. Na obrobenom povrchu sú tieto nerovnosti stopami, ktoré zanecháva použitý rezný nástroj a použité rezné parametre (rýchlosť, posuv a pod.), ale i uskutočnené úpravy povrchu.

Chyby materiálu spôsobené náhodným poškodením alebo chybami materiálu (póry, trhliny) sa do drsnosti povrchu nezahŕňajú.

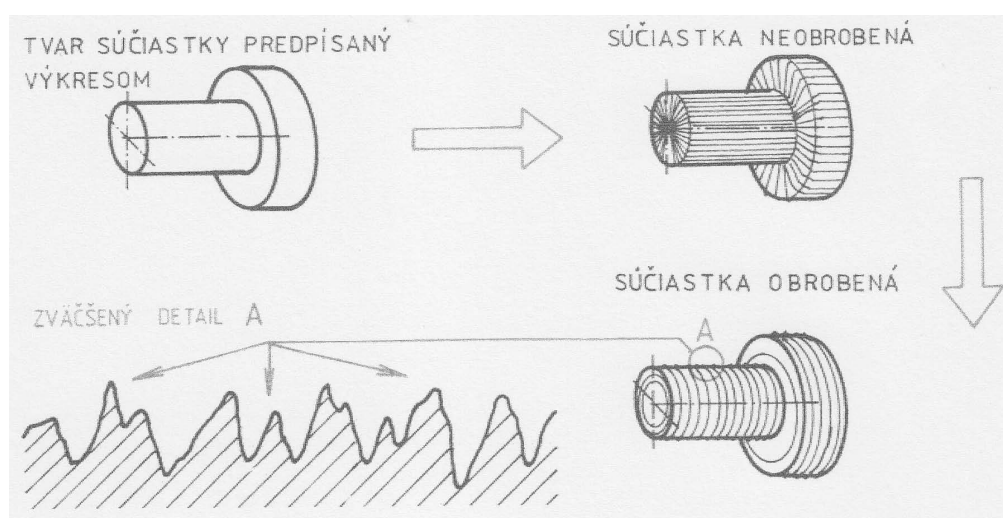
Pre prácu s charakterom povrchu si musíme pripomenúť typy plôch súčiastok z hľadiska dôležitosti a funkcie a z hľadiska výrobného.

### Plochy súčiastok z hľadiska dôležitosti a funkcie:

- funkčné – sú dôležité pre vzájomné uloženie a dosadenie jednej súčiastky na druhú
- voľné – nie sú až tak dôležité, ale môžu ovplyvniť vzhľad, únavu materiálu, koróziu a pod.

### Plochy súčiastok z hľadiska výrobného:

- obrobené – odoberaním materiálu, napr. sústružením, frézovaním a pod., pričom sú nerovnosti povrchu dôsledkom stôp, ktoré zanechal nástroj
- neobrobené – bez odoberania materiálu, napr. kovaním, valcovaním, lisovaním a pod., pričom na povrchu ostávajú odtlačky nerovnosti nástrojov, prípadne okoviny a nečistoty

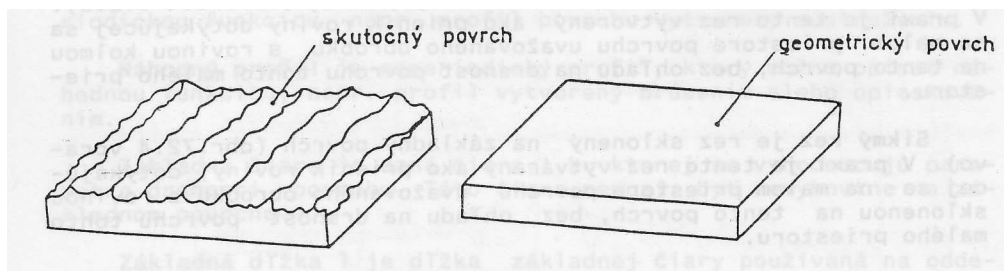


Obrázok č. 6.1, Tvar súčiastky – predpísaný výkresom, neobrobený, obrobený, zväčšený rez povrchom

## Základné pojmy a definície

Štruktúra povrchu sa delí na zložky podľa veľkosti rozstupov nerovností. Drsnosť povrchu je zložka s najmenším rozstupom nerovností, ďalšou zložkou je vlnitosť povrchu a zložka s najväčším rozstupom nerovností je určená základným profilom.

Pre účely merania a hodnotenia charakteru povrchu bola zvolená profilová metóda hodnotenia, kedy **profil povrchu** vzniká ako priesečnica nerovností skutočného povrchu s rovinou vedenou kolmo k tomuto povrchu. Profil povrchu je základným zdrojom informácií pre posudzovanie charakteru povrchu.



Obrázok č. 6.2, Skutočný a geometrický povrch

**Menovitý povrch** súčiastky je ideálny povrch, ktorého tvar určuje technický výkres.

**Skutočný povrch** súčiastky je skutočný povrch ohraničujúci teleso.

**Menovitý profil** je profil vytvorený na menovitom povrchu.

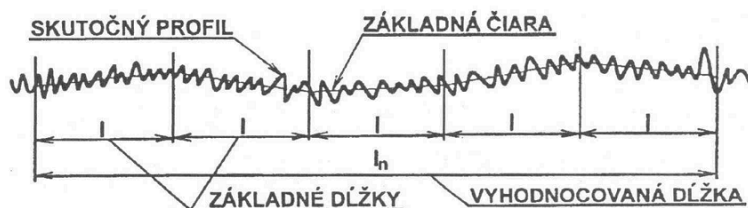
**Skutočný profil** je profil vytvorený na skutočnom povrchu.

**Pozdĺžny profil** je profil vytvorený rezom povrchu rovinou položenou v smere nerovnosti.

**Priečný profil** je profil vytvorený rezom povrchu rovinou kolmou k smeru nerovnosti.

Základné charakteristiky drsnosti povrchu sa definujú v rozsahu **základnej dĺžky  $l$** .

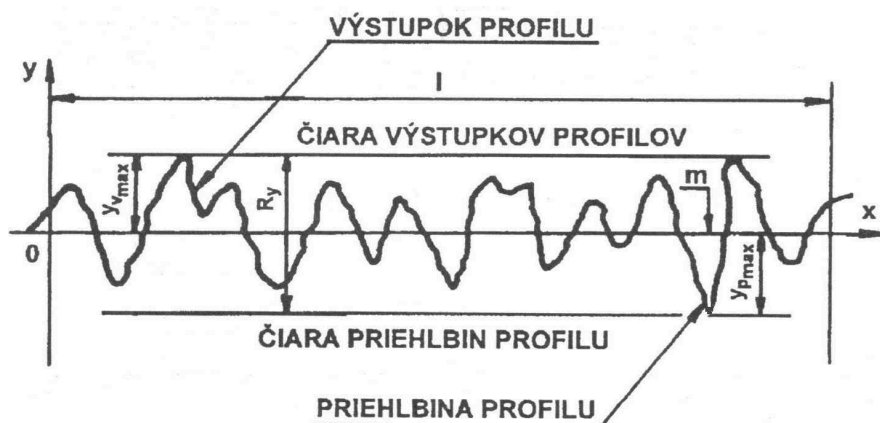
Dĺžka, na ktorej sa vyhodnocuje drsnosť povrchu sa nazýva **vyhodnocovaná dĺžka  $l_n$**  a môže obsahovať jednu alebo niekoľko dĺžok.



Obrázok č. 6.3, Základná a vyhodnocovaná dĺžka

## Základné výškové charakteristiky drsnosti

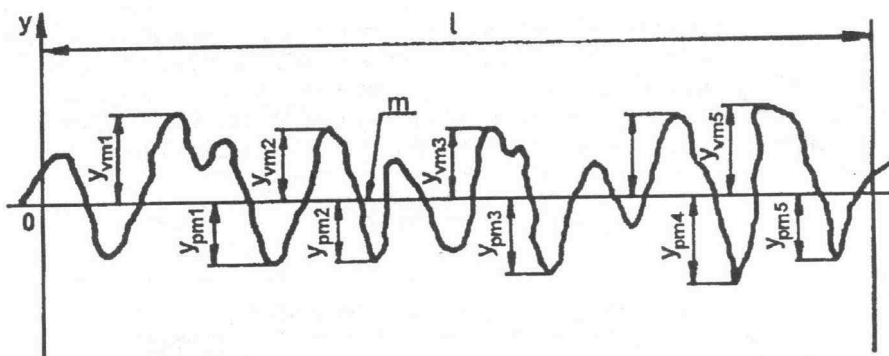
**Najväčšia výška profilu  $R_y$**  – maximálna vzdialenosť medzi čiarou výstupkov a priehlbin v rozsahu základnej dĺžky  $l$ .



Obrázok č. 6.4, Najväčšia výška profilu  $R_y$

$$R_y = y_{v_{\max}} + y_{p_{\max}}$$

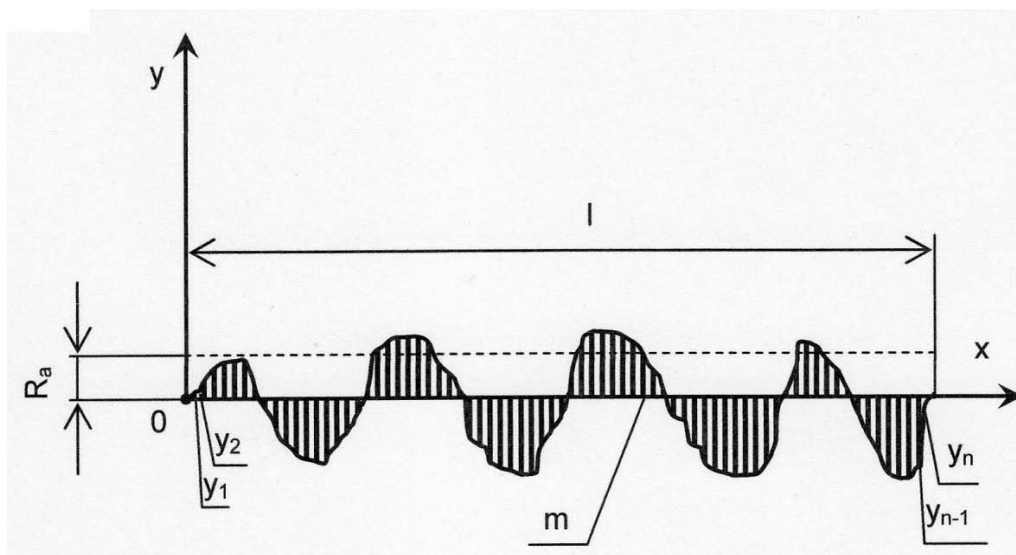
**Výška nerovností profilu z desiatich bodov  $R_z$**  – stredná hodnota z absolútnych hodnôt výšok päť najvyšších výstupkov profilu  $y_{vm}$  a hĺbok päť najhlbších priehlbin profilu  $y_{pm}$  v rozsahu základnej dĺžky  $l$ .



Obrázok č. 6.5, Výška nerovností profilu z desiatich bodov  $R_z$

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{vm_i}| + \sum_{i=1}^5 |y_{pm_i}|}{5}$$

**Stredná aritmetická odchýlka profilu  $R_a$**  – stredná aritmetická hodnota absolútnych odchýlok profilu v rozsahu základnej dĺžky  $l$ .



Obrázok č. 6.6, Stredná aritmetická odchýlka profilu  $R_a$

$$R_a = \frac{|y_1| + |y_2| + \dots + |y_n|}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|$$

Hodnoty strednej aritmetickej odchýlky  $R_a$  sa odporúčajú voliť z praktického radu drsnosti. V praxi je tento rad drsností zažitý a vnáša do celej problematiky určité zjednodušenie a prehľadnosť.

Hodnoty drsností povrchu sú udávané v číselnej rade v **mikrometroch** ( $\mu\text{m}$ ):

**0,012; 0,025; 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8; 1,6; 3,2; 6,3; 12,5; 25;  
50; 100; 200; 400**

Hodnota charakteru povrchu závisí predovšetkým na metóde výroby povrchu. Preto musíme pri jeho predpisovaní vždy zvážiť účelnosť použitia jednotlivých funkčných a voľných plôch na súčiastke. Zbytočná voľba vysoko kvalitných povrchov môže u strojových súčiastok výrazne zvýšiť ich cenu. Charakter povrchu súčiastok volíme vždy optimálne s ohľadom na ich funkciu.

Hodnoty drsnosti dosiahnuté jednotlivými druhmi výroby:

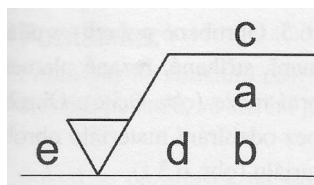
Tabuľka č. 6.1

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| jemné brúsenie                 | 0,1 – 0,4   |
| honovanie a superfinišovanie   | 0,012 – 0,1 |
| lapovanie                      | 0,05 – 0,1  |
| jemné sústruženie              | 0,2 – 1,6   |
| jemné hobl'ovanie              | 1,6 – 3,2   |
| vŕtanie, vyvŕtavanie           | 3,2 - 12,5  |
| jemné frézovanie               | 0,8 – 1,6   |
| voľné kovanie                  | 50 - 400    |
| odlievanie, zápustkové kovanie | 12,5 - 50   |
| hrubé odlievanie               | 100 - 400   |

## 6.2 Predpisovanie charakteru povrchu na výkresoch

Na výrobných výkresoch sa charakter povrchu predpisuje pomocou grafickej značky a pripojených parametrov, ktoré sú dané druhom výroby.

Grafická značka má normou stanovenú veľkosť a kreslí sa tak, aby svojimi rozmermi zodpovedala ostatným grafickým prvkom na výkrese.



Obrázok č. 6.7, Značka charakteru povrchu

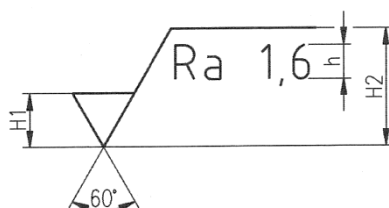
### Význam jednotlivých písmen:

- jediná požiadavka na charakter povrchu, uvádza sa označenie parametra charakteru povrchu Ra a číselná hodnota ( $\mu\text{m}$ )
- druhá požiadavka na charakter povrchu sa uvedie na mieste „b“, ak je na mieste „a“ uvedená prvá požiadavka na charakter povrchu
- spôsob výroby, spracovania, povrchové úpravy alebo iné požiadavky na výrobný postup pri vyhotovení povrchu, napr. sústruženie, brúsenie a pod.
- smer nerovností (stopy po nástroji), ak je potrebné uvádza sa značka požadovaného tvaru a orientácie povrchovej vrstvy (tab.6.2)
- prídavok na obrábanie, ak je to potrebné, uvedie sa požadovaný prídavok na obrábanie číselnou hodnotou v milimetroch

Tabuľka č. 6.2, Značky pre smer stôp po nástroji na povrchu

|   |                                          |
|---|------------------------------------------|
| = | stopy rovnobežné s dlhšou stranou plochy |
| ⊥ | stopy kolmé na dlhšiu stranu plochy      |
| × | stopy krížové, na seba kolmé             |
| R | stopy radiálne vzhľadom na stred povrchu |
| P | stopy bodové nepravidelné                |
| C | stopy kruhové centrické                  |

### Rozmery značky charakteru povrchu podľa STN EN ISO 1302:



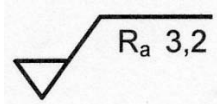
Obrázok č. 6.8, Rozmery značky charakteru povrchu

Značka charakteru povrchu sa kreslí tenkou plnou čiarou. Dĺžka zástavky odkazovej čiary sa volí podľa potreby. Medzi označením parametra  $R_a$  a hodnotou strednej aritmetickej odchýlky profilu sa robí dvojité medzera.

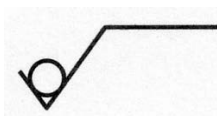
Tabuľka č. 6.3, Rozmery značky charakteru povrchu

|                            |      |      |     |     |    |     |    |
|----------------------------|------|------|-----|-----|----|-----|----|
| Výška písmen a čísl $h$    | 2,5  | 3,5  | 5   | 7   | 10 | 14  | 20 |
| Hrúbka čiary písmen a čísl | 0,25 | 0,35 | 0,5 | 0,7 | 1  | 1,4 | 2  |
| Výška $H_1$                | 3,5  | 5    | 7   | 10  | 14 | 20  | 28 |
| Výška $H_2$ (minimálna)    | 7,5  | 10,5 | 15  | 21  | 30 | 42  | 60 |

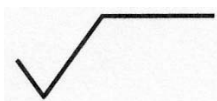
**Grafické značky na predpisovanie charakteru povrchu môžu mať niekoľko variant:**



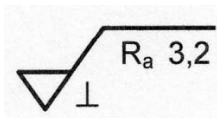
značka pre predpísanie charakteru povrchu obrobeného, kedy sa požadované vlastnosti plôch dosiahnu iba obrábaním



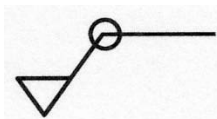
značka pre predpísanie charakteru povrchu neobrobeného, vyrobeného odlievaním, kovaním, valcovaním



značka pre predpísanie charakteru povrchu vyrobeného ľubovoľným spôsobom výroby

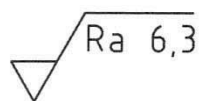


značka pre predpísanie charakteru povrchu obrobeného so značkou pre smer stôp po nástroji na povrchu

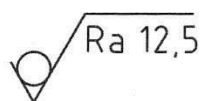


značka pre predpísanie charakteru povrchu obrobeného, kedy sa požaduje rovnaký charakter povrchu po celom obvode obrobku

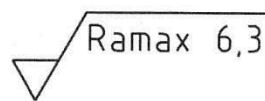
Príklady označovania charakteru povrchu sú na obr.6.9. Obrobené povrchy s udaním hornej hranice obr.6.9a . Povrchy bez odoberania materiálu, napr. strihané, rezané plameňom obr.6.9b . Obrobené povrchy s udaním maxima hornej hranice obr.6.9c . Obrobené povrchy s udaním hornej a dolnej hranice obr.6.9d . Povrchy bez odoberania materiálu obrobené po celom obvode obr.6.9e . Povrchy zarovnané bez prídavku materiálu obr.6.9f .



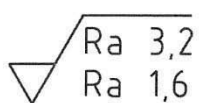
a



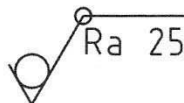
b



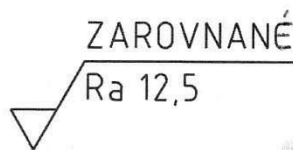
c



d



e

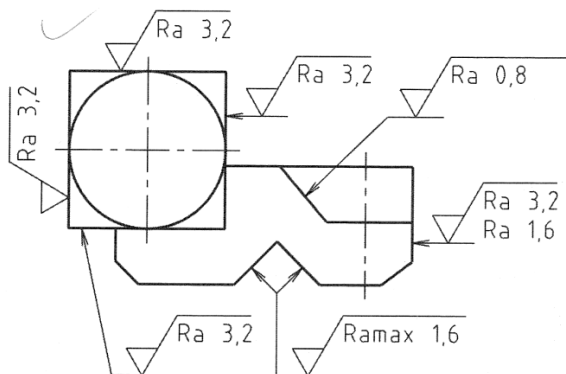


f

Obrázok č. 6.9, Príklady značiek charakteru povrchu

## Umiestnenie a poloha značiek charakteru povrchu

Značky pre predpis charakteru povrchu sa na technickom výkrese zapisujú tak, aby sa dali čítať zdola alebo z pravej strany výkresu. Umiestňujeme ich na obrysovú čiaru, pomocnú čiaru, kótovaciu čiaru alebo na zástavku odkazovej čiary.

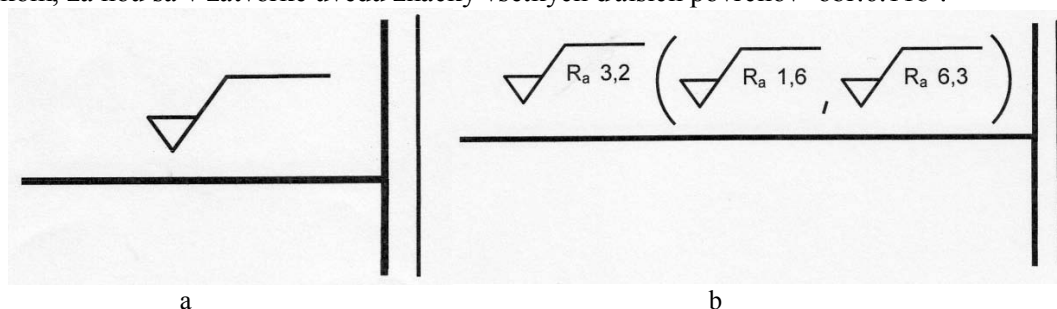


Obrázok č. 6.10, Poloha značiek charakteru povrchu na výkrese

Požiadavky na charakter povrchu sa označujú na danom povrchu iba raz, ak je to možné v rovnakom pohľade, v ktorom je kótovaný a tolerovaný jeho rozmer.

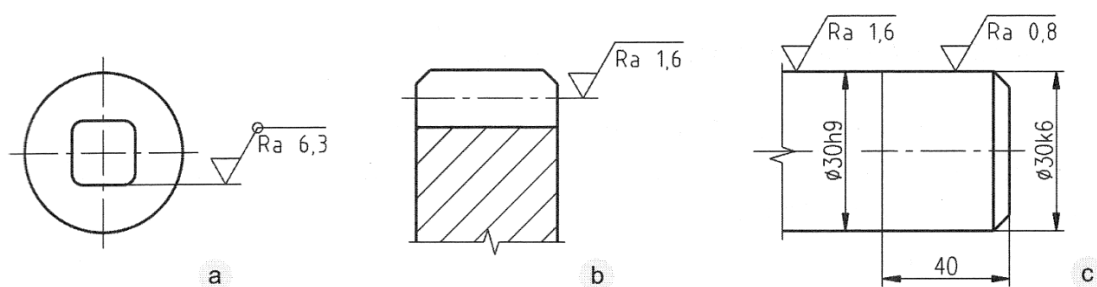
## Pravidlá predpisovania charakteru povrchu

- Ak majú mať všetky plochy súčiastky rovnaký charakter povrchu, umiestňuje sa spoločná značka charakteru povrchu nad titulný blok, v obraze sa už nekreslí obr.6.11a .
- Ak je na výkrese niekoľko plôch s rovnakým charakterom povrchu a okrem toho aj plochy s inými charaktermi povrchu, potom nie je nutné plochy s rovnakým a prevládajúcim charakterom povrchu v obraze označovať. Značka týchto plôch sa uvedie ako prvá nad titulným blokom, za ňou sa v zátvorke uvedú značky všetkých ďalších povrchov obr.6.11b .



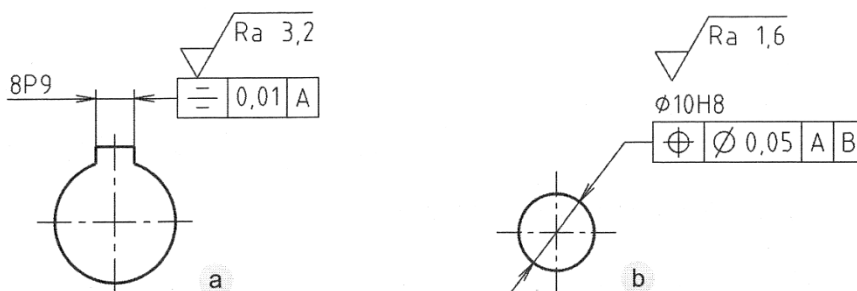
Obrázok č. 6.11, Predpis charakteru povrchu nad titulným blokom

- U prvkov, ktoré sa na výkrese opakujú zuby, drážky, otvory,... sa charakter povrchu predpisuje len raz.
- Ak sa požiadavka na charakter povrchu vzťahuje na celý obvod profilu, doplní sa značka kružnicou obr.6.12a .
- U zubov ozubených kolies sa značka charakteru povrchu umiestni na os rozstupovej kružnice obr.6.12b .
- Pri rozmeroch s rôznou toleranciou, ale rovnakým menovitým rozmerom sa značky charakteru povrchu zapisujú na obidve plochy, tieto sa oddelia tenkou plnou čiarou obr.6.12c .



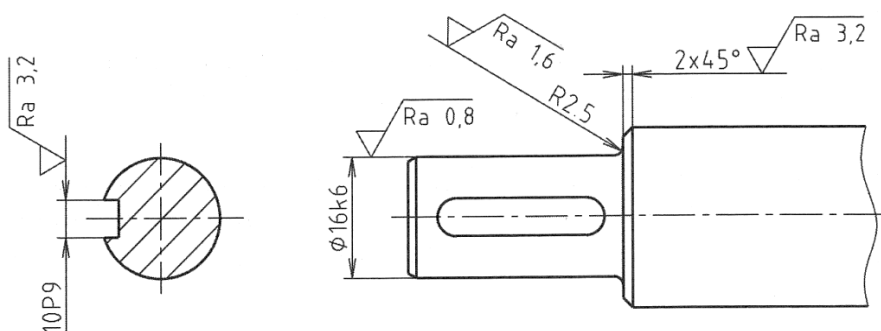
Obrázok č. 6.12, Umiestnenie značiek charakteru povrchu

- Značku charakteru povrchu možno umiestniť priamo na tolerančný rámček obr.6.13a , alebo nad tolerančný rámček geometrickej tolerance obr.6.13b .



Obrázok č. 6.13, Značky charakteru povrchu umiestnené na tolerančnom rámčeku

- Značky charakteru povrchu a kóty môžu byť predpísané spoločne na kótovacej čiare alebo oddelene na pomocnej čiare obr.6.14 .



Obrázok č. 6.14, Značky charakteru povrchu umiestnené na kótovacích čiarach

- Ak sú na predmete plochy, u ktorých sa charakter povrchu nestanoví, nemožno použiť žiadne označenie nad titulným blokom.

### 6.3 Predpisovanie úpravy povrchu a tepelného spracovania

Funkcia súčiastok si často vyžaduje, aby ich plochy mali určité špecifické vlastnosti v povrchovej vrstve alebo v celom priereze materiálu. Toto možno dosiahnuť rôznymi úpravami povrchu a tepelným alebo chemicko-tepelným spracovaním.

K špeciálnym úpravám, ktorými sa zabezpečuje dosiahnutie rozdielnych mechanických, fyzikálnych a chemických vlastností povrchovej vrstvy alebo celého prierezu súčiastky oproti vlastnostiam pôvodného materiálu patria:

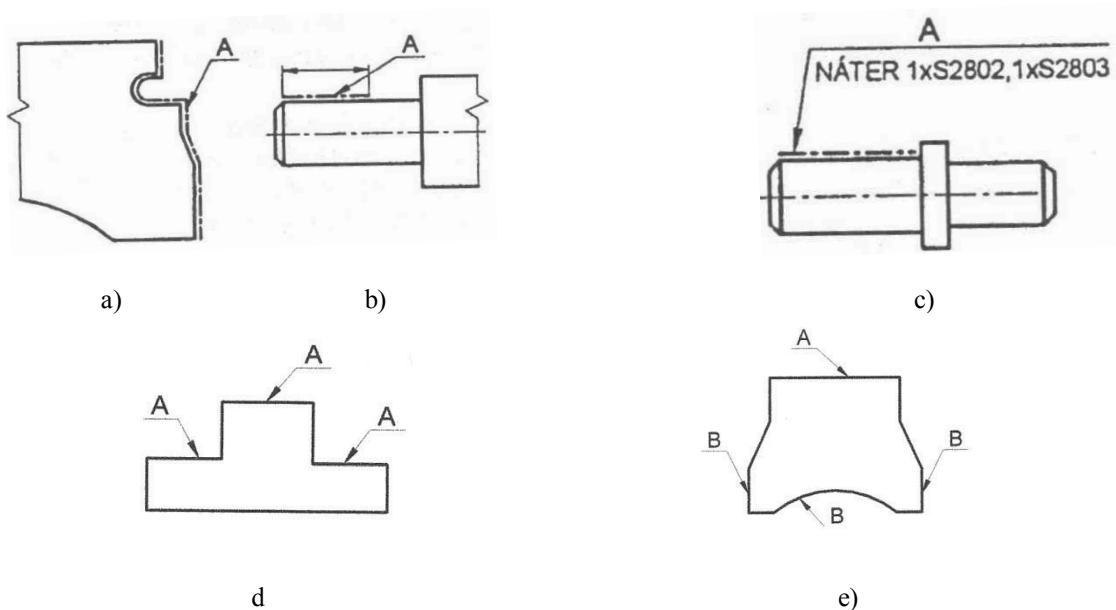
- **nanášanie ochranných vrstiev** – ochranné vrstvy sa používajú najmä ako ochrana proti korózii a na zlepšenie vzhľadu súčiastok. Ide o nanášanie farieb, lakov, emailov, plastov, kovov,

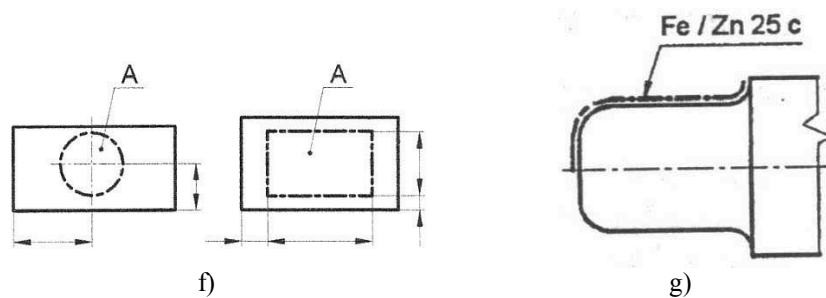
- **mechanické úpravy povrchu** – jedná sa o spevnenie, zdrsnenie, zvýšenie presnosti tvaru, rozmerov a kvality povrchu súčiastok. Používa sa valčekovanie, zaškrabávanie, leštenie, opieskovanie, ryhovanie, vrúbkovanie,
- **elektrické úpravy** – na ochranu povrchov súčiastok proti korózii a na zlepšenie vzhľadu sa používajú fyzikálno-chemické a elektrochemické postupy alebo elektrolytické pokovovanie ako zinkovanie, chrómovanie, niklovanie, pomedenie,
- **tepelné a chemicko-tepelné úpravy** – ovplyvňujú metalografickú štruktúru na povrchu a vo vnútri materiálu a tým menia ich mechanické vlastnosti. Tepelné úpravy sú napr. žihanie, kalenie, popúšťanie, zušľachtovanie. Chemicko-tepelné úpravy sú napr. cementovanie (povrchové sýtenie ocelí uhlíkom), nitridovanie (povrchové sýtenie ocelí dusíkom).

### 6.3.1 Predpisovanie úpravy povrchu

Pravidlá predpisovania údajov o povlakoch, o tepelnom a inom spracovaní určuje **STN 01 3146**.

- ak predpis úpravy platí len na niektorú plochu alebo len na jej časť, prípadne na povrch zložený z niekoľkých plôch, označí sa príslušný povrch hrubou bodkočiarkovanou, ktorá je nakreslená z vonkajšej strany obrysu a v prípade sa rozsah úpravy zakótuje (obr.6.15a,b)
- prepísanie normalizovaného alebo nenormalizovaného povlaku je potrebné uviesť v technických požiadavkách nad titulným blokom, alebo na odkazovú čiaru požadovanou technológiou (obr.6.15c)
- ak majú mať viaceré plochy rovnaký povlak, označia sa rovnakým písmenom (obr.6.15d)
- rôzne druhy povlakov sa označia rôznymi písmenami (obr.6.15e), predpísanie týchto povlakov sa urobí slovne nad titulným blokom, napr. PLOCHA A - ..., PLOCHA B - ...
- keď sa má povlak naniesť len na časť plochy alebo keď má časť plochy zostať bez povlaku, označí sa táto časť a zakótuje poloha (obr.6.15f)
- elektrolyticky vylúčené kovové povlaky sú normalizované v normách STN 03 8580 a STN 03 8515 a predpisujú sa napríklad: Fe / Zn 25c, kde na prvom mieste je chemická značka pokovovaného kovu (Fe - oceľ), na druhom mieste je chemická značka vylúčeného povlakového kovu (Zn - zinok), hrúbka povlaku v mikrometroch (25), symbol určujúci bližšie typ povlaku (obr.6.15g)
- pri rovnakom povlaku na všetkých plochách súčiastky sa miesto úpravy nemusí vyznačiť a predpis úpravy povrchu sa uvedie len v technických požiadavkách





Obrázok č. 6.15, Označenie plochy a umiestnenie predpisu úpravy povrchu

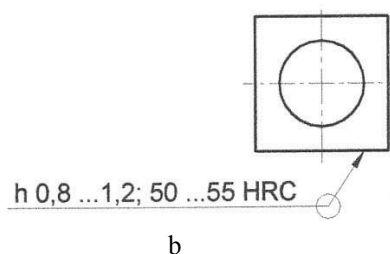
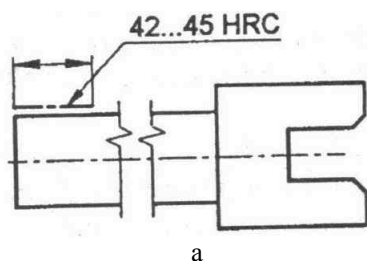
### 6.3.2 Predpisovanie tepelného spracovania

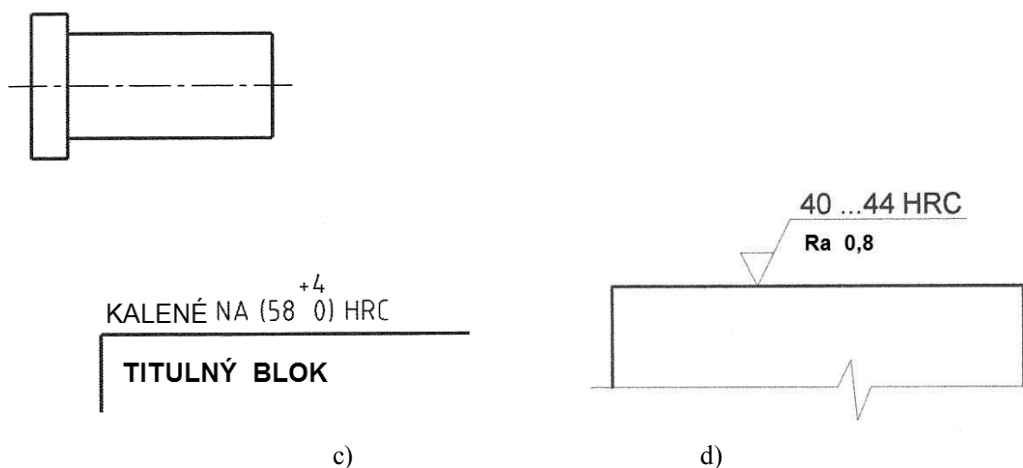
Súčiastky, ktoré sa majú spracovať tepelnými alebo chemicko-tepelnými úpravami musia mať predpísané údaje v nasledovnom poradí:

1. **Spôsob úpravy** – slovný zápis určitého spôsobu úpravy potrebného na dosiahnutie požadovaných vlastností, napr. KALENIE, CEMENTOVANIE.
2. **Hĺbka úpravy** – **h** – predpisuje sa väčšinou rozmedzím hodnôt, napr.  $h\ 0,3...0,5$  alebo  $h = 0,5 \dots 0,7$  alebo menovitou hodnotou s medznými odchýlkami, napr.  $h = 0,6 \pm$ .
3. **Údaje o mechanických vlastnostiach**, ktoré sa majú dosiahnuť, napr. tvrdosť (HRC, HRB, HV a pod.), medza pevnosti, vrubová húževnatosť. Tieto údaje možno predpísať rozmedzím hodnôt, napr.  $42 \dots 46\ HRC$ , menovitou hodnotou s medznými odchýlkami, napr.  $42 \pm HRC$ ,  $R_m\ 880 \pm 150\ MPa$ , alebo medznými hodnotami vlastností materiálov, napr.  $HV \geq 780$ .

**Na výkrese sa tepelné a chemicko-tepelné úpravy súčiastky predpisujú:**

- umiestnením priamo na zástavku odkazovej čiary, ak sa požaduje miestna tepelná alebo chemicko-tepelná úprava povrchu, pričom sa plochy označia hrubou bodkočiarkovanou čiarou zvonku obrysu (obr. 6.16a,b)
- slovne nad titulným blokom, ak sa požaduje tepelná alebo chemicko-tepelná úprava povrchu celej súčiastky (obr. 6.16c)
- predpis tepelného alebo chemicko-tepelného spracovania možno umiestniť aj na zástavke značky charakteru povrchu (obr. 6.16d)





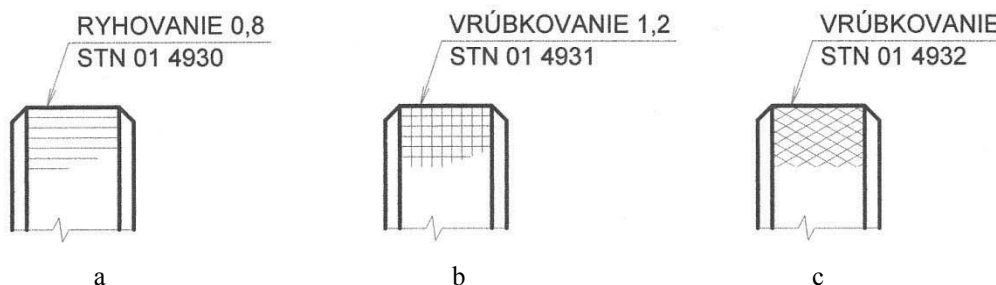
Obrázok č. 6.16, Predpisovanie tepelného a chemicko-tepeľného spracovania

### 6.3.3 Predpisovanie mechanickej úpravy povrchu

Ryhovanie a vrúbkovanie sú spôsoby mechanickej úpravy povrchu, s ktorými sa stretávame na valcovom povrchu strojových súčiastok. Ide o tvarové úpravy, ktoré sa robia za účelom zlepšenia ovládateľnosti napríklad valcových hláv skrutiek.

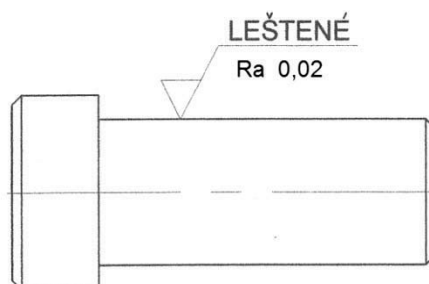
Na technických výkresoch sa ryhovanie a vrúbkovanie označuje číselnou hodnotou, ktorá určuje rozstup rýh v milimetroch a príslušnou normou.

Príklad zobrazenia predpisu mechanickej úpravy ryhovania a pravouhlého a kosohľadá vrúbkovania je na obr.6.17.



Obrázok č. 6.17, Označenie úpravy povrchu ryhovaním a vrúbkováním

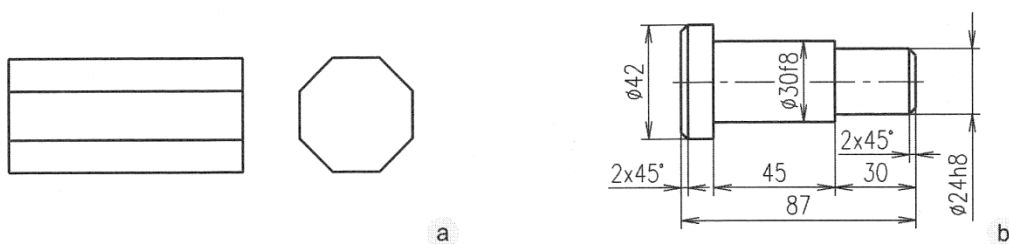
Mechanické úpravy povrchu možno predpísať aj zápisom na zástavke značky charakteru povrchu obr.6.18 . Predpis úpravy sa týka len tej časti povrchu, pre ktorú platí príslušná grafická značka na označenie stavu povrchu.



Obrázok č. 6.18, Vyznačenie mechanickej úpravy na zástavke značky charakteru povrchu

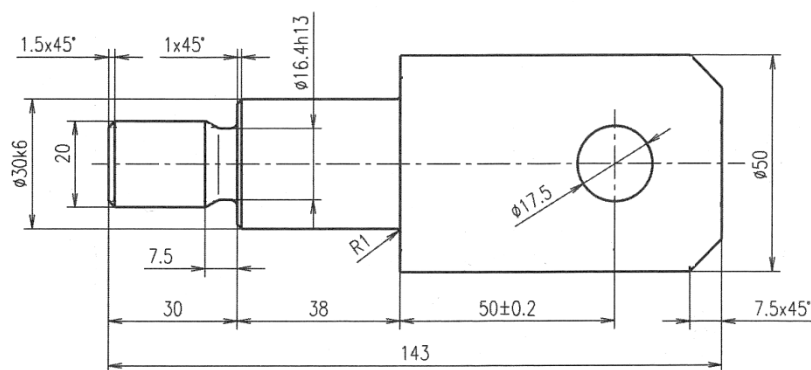
## ☺ Otázky a cvičenia

1. Aký význam má úprava povrchu?
2. Vymenujte spôsoby úpravy povrchu.
3. Vysvetlite význam jednotlivých značiek charakteru povrchu.
4. Ktorá veličina sa prednostne používa na charakterizovanie charakteru povrchu a ako sa označuje?
5. Vymenujte radu doporučených hodnôt priemerných aritmetických odchýlok profilu Ra.
6. Navrhните vhodnú drsnosť plôch, ktoré budú vyrobené:  
obvyklým sústružením  
jemným frézovaním  
zápustkovým kovaním  
lapovaním
7. Prikreslite značky charakteru povrchu ku všetkým plochám osembokého hranola obr.6.19a . Hodnotu Ra voľte pre každú plochu inú.
8. Zobrazte a zakótujte čap podľa obr.6.19b. K valcovým plochám s tolerovanými rozmermi s požiadavkou sústruženia plôch na  $Ra = 1,6\mu m$  zapíšte značky charakteru povrchu. Pre ostatné plochy vyhovuje charakter povrchu  $Ra = 3,2\mu m$ , značky zapíšte nad titulný blok výkresu.



Obrázok č. 6.19, K cvičeniu 7 a 8

9. Ako sa predpisuje tepelné spracovanie celej súčiastky a tepelné spracovanie určitej časti súčiastky?
10. V mierke 1 : 1 narysujte a zakótujte súčiastku podľa obr.6.20. Vyznačte tepelné spracovanie celej súčiastky, ak požadovaná tvrdosť má byť  $HRC 50 \pm 5$ .



Obrázok č. 6.20, K cvičeniu 10

## 7 Výkres súčiastky

Študenti, určite si spomínate na to, keď sme si v druhej kapitole tejto učebnice definovali technický výkres ako dôležitý dorozumievací prostriedok medzi konštruktérom a výrobou, bez ohľadu na odbor jeho pôvodu alebo použitia.

Technický výkres obsahuje všetky potrebné údaje pre výrobu súčiastky alebo zariadenia. Predpisuje tvar a rozmery, ale aj druh materiálu, dovolené odchýlky rozmerov a podobne. Je dôležité spomenúť, že za presnosť a správnosť údajov, ktoré sú uvedené na výkrese zodpovedá konštrukcia. Na druhej strane sa však dielňa musí pri výrobe súčiastky alebo zariadenia presne pridržovať technického výkresu.

**Význam technických výkresov možno zhrnúť do troch bodov:**

1. Podľa výkresu môžeme súčiastky alebo zariadenia vyrobiť v ľubovoľnom závode za predpokladu, že daný závod má potrebné vybavenie.
2. Podľa výkresu môžeme súčiastku kedykoľvek vyrobiť a nahradiť ňou chybnú súčiastku.
3. Podľa výkresov môžeme vyrábať súčiastky alebo časti zariadení naraz v niekoľkých závodoch.

### 7.1 Všeobecné požiadavky na technické výkresy

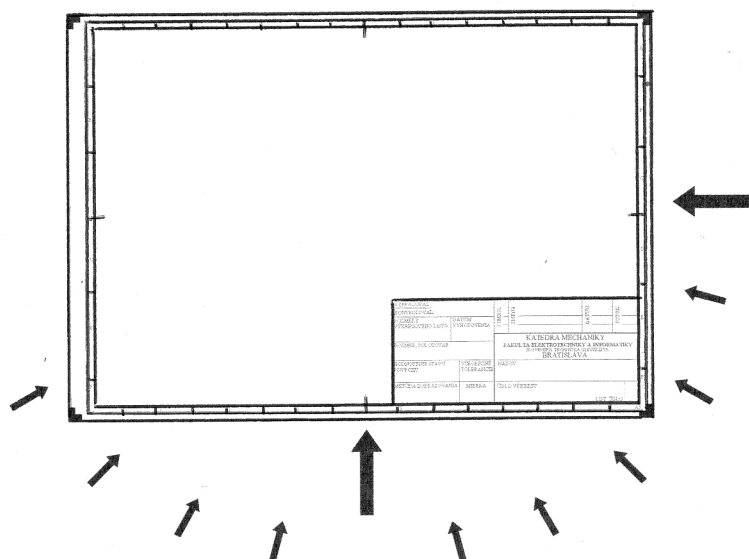
**Pri kreslení technického výkresu je potrebné dodržiavať tieto všeobecné požiadavky:**

- **presnosť** - nielen presne vyhotoviť výkres, ale dbať tiež na najvyššiu hospodárnosť, trvanlivosť, vymeniteľnosť a účelnosť
- **vecnosť** - je predpokladom správnej funkcie zobrazenej súčiastky
- **kresliarska a formálna správnosť** - vyžaduje jednoznačné, jednoduché, úplné, zrozumiteľné a prehľadné vyhotovenie výkresu
- každú súčiastku musíme nakresliť na samostatný list normalizovaného formátu, výnimkou sú len tieto prípady:
  - súčiastky vyrobené z profilového alebo tvarového materiálu, ktoré sú vyrobené napr. len odrezaním
  - súčiastky kruhového, štvorcového alebo obdĺžnikového prierezu odrezané alebo vystrihnuté z plechu bez ďalšieho obrobenia
  - súčiastky, ktorých tvar a konečné rozmery sa určia až pri montáži
  - normalizované a nakupované súčiastky, prípadne časti iných výrobkov, ktoré sa používajú bez dodatočného obrobenia
  - súčiastky, ktoré sa dajú úplne určiť v súpise položiek
- každý výkres musí obsahovať titulný blok, ak je výkres nakreslený na niekoľkých listoch, titulný blok musí byť na každom liste
- názvy výrobkov a ich súčiastok majú byť čo najkratšie a výstižné
- na výkresoch súčiastok sa musia uvádzať všetky potrebné údaje, ktoré charakterizujú vlastnosti materiálu hotovej súčiastky, ako aj vlastnosti základného materiálu, z ktorého sa bude súčiastka vyrábať
- všetky požiadavky na hotový výrobok, ktoré sa nemôžu uviesť v obrázku súčiastky sa musia uviesť nad titulným blokom výkresu
- počet kótovaných rozmerov na výkrese musí byť minimálny, pritom však musí stačiť pre výrobu a kontrolu zobrazenej súčiastky

- Nedodržiavaním a nesplnením týchto požiadaviek vzrastajú prestojoyé a stratové časy, narastá výroba nepodarkov, čím klesá produktivita práce.

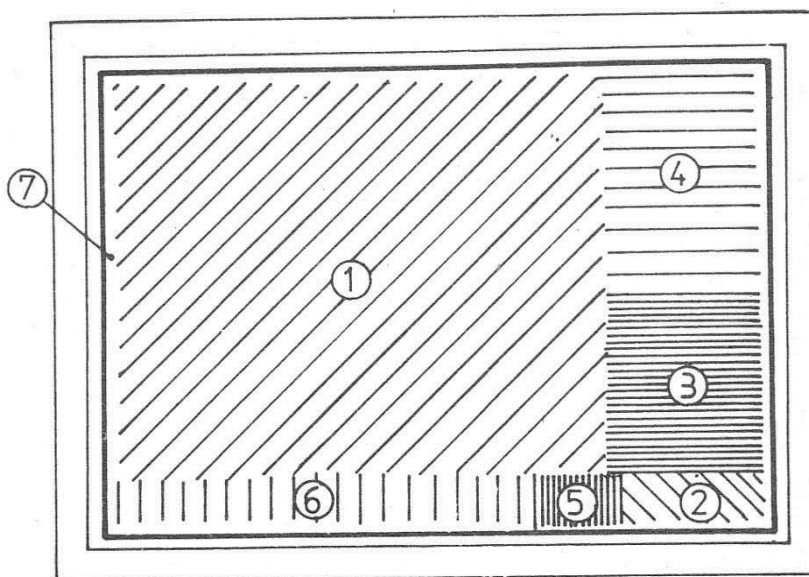
Pri ručnom kreslení technického výkresu sa pracuje s rozmermi rovnako ako pri kreslení v AutoCADE. Rozdiel je však v tom, že pri ručnom kreslení takmer nezáleží na tom, kde sa položí počiatočný bod prvej čiary na kresliacom liste, kým v AutoCADE sa pracuje so súradnicami koncových bodov čiar a nové čiary sa musia pripájať k už nakresleným s absolútnou presnosťou. V AutoCADE preto existuje niekoľko príkazov, ktoré túto prácu zjednodušujú a zrýchľujú.

Obrazy telies v rôznych priemetniach, rezy, prierezy, kóty a popisy sa majú na technickom výkrese umiestniť tak, aby ich bolo možné čítať v smere od dolného alebo pravého okraja výkresu. Smer pohľadov na výkres sú na obr.7.1.



Rozvrh jednotlivých obrazov a ďalších údajov, ako aj celková úprava technického výkresu musia umožňovať ľahkú, rýchlu a jednoznačnú orientáciu na výkrese. Pri rozvrhnutí orientácii na výkrese sa

vždy vychádza od pravého dolného rohu. Obrazy a ďalšie potrebné údaje sa na výkrese umiestňujú podľa tabuľky 7.1 obr.7.2 .



Obrázok č. 7.2, Umiestnenie obrazov a textových informácií na výkrese

Tabuľka č. 7.1, Umiestnenie obrazov a popisov na výkrese

| Označenie plochy (obr. 7.2) | Popis                                                                                                                                                 |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | Obrazová plocha na technickom výkrese (môže sa použiť aj plocha 3, 4 ,6)                                                                              |
| 2                           | Titulný blok výkresu                                                                                                                                  |
| 3                           | Miesto pre súpis položiek, legendy, údaje o skúškach, schválení výkresu, odkazy na súvisiace výkresy, záznam o zmenách na výkrese, doplňujúce tabuľky |
| 4                           | To iste ako plocha 3, ak táto plocha nestačí. V pravom hornom rohu je vyradené miesto pre prepis drsnosti povrchu                                     |
| 5                           | Pečiatky kontrol a technologických previerok, údaje pre snímkovanie, umiestnenie polohového rámčeka. Pri formáte A4 sa použije plocha 3.              |
| 6                           | Vysvetlivky k výkresu, legendy, pokiaľ nestačí plocha 3 a 4.                                                                                          |
| 7                           | Voľný pruh po celom obvode výkresu široky cca 10 mm. Na tejto ploche sa nesmie kresliť ani popisovať.                                                 |

### 7.3 Číslovanie výkresov

Do hrubo orámovanej časti titulného bloku sa zapisuje identifikačné číslo výkresu. Toto číslo nemá iba evidenčný charakter, ale slúži na označenie hotovej súčiastky a výrobných pomôcok na vyhotovenie danej súčiastky rozšírenej o príslušné značky.

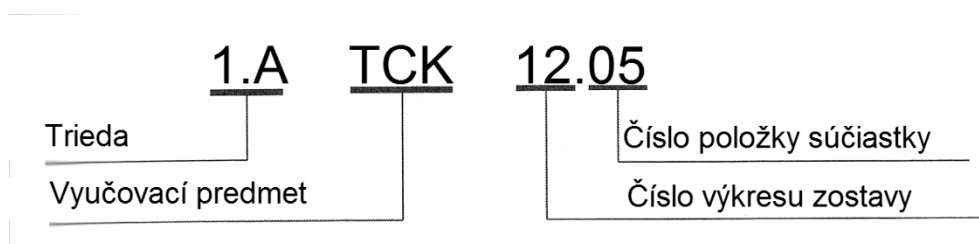
Doteraz nebol zavedený všeobecne platný systém číslovania výkresov. Používané spôsoby zatiaľ nespĺňajú a nevyhovujú všetkým naň kladeným požiadavkám.

Identifikačné číslo výkresu sa skladá z číslíc, zo skupín číslíc alebo zo skupín písmen a číslíc.

V praxi sa stretávame s týmito druhmi číslovania:

- **poradové číslovanie** je najjednoduchšie, ale nevyhovuje ani v malých prevádzkach, výkresy sa číslujú v poradí, v akom boli nakreslené
- **formátové číslovanie** vzniklo z poradového číslovania predradením čísla formátu, je nevýhodné, pretože nemožno z neho zistiť tvar súčiastky ani k akému celku súčiastka patrí
- **tvarové číslovanie** je vhodnejšie ako predchádzajúce spôsoby, pretože možno z neho zistiť tvar a veľkosť súčiastky, je vhodné pre kusovú výrobu
- **vetvené číslovanie** sa používa v sériovej a hromadnej výrobe, číslo sa skladá zo skupiny čísel alebo dvojčísel, z ktorých každé má iný význam, jednotlivé dvojčísla sa môžu oddeliť bodkou, čiarkou, pomlčkou, medzerou

**Technické výkresy, ktoré nakreslíme u nás v škole budeme číslovať takto:**



## 7.4 Čítanie výrobných výkresov súčiastok

Na zvládnutie a organizovanie výroby treba každú súčiastku vyrábaného zariadenia nakresliť na samostatný výkres – výkres súčiastky. Výkres súčiastky musí obsahovať všetky údaje potrebné na vyrobenie a kontrolu v konečnom stave (pred montážou).

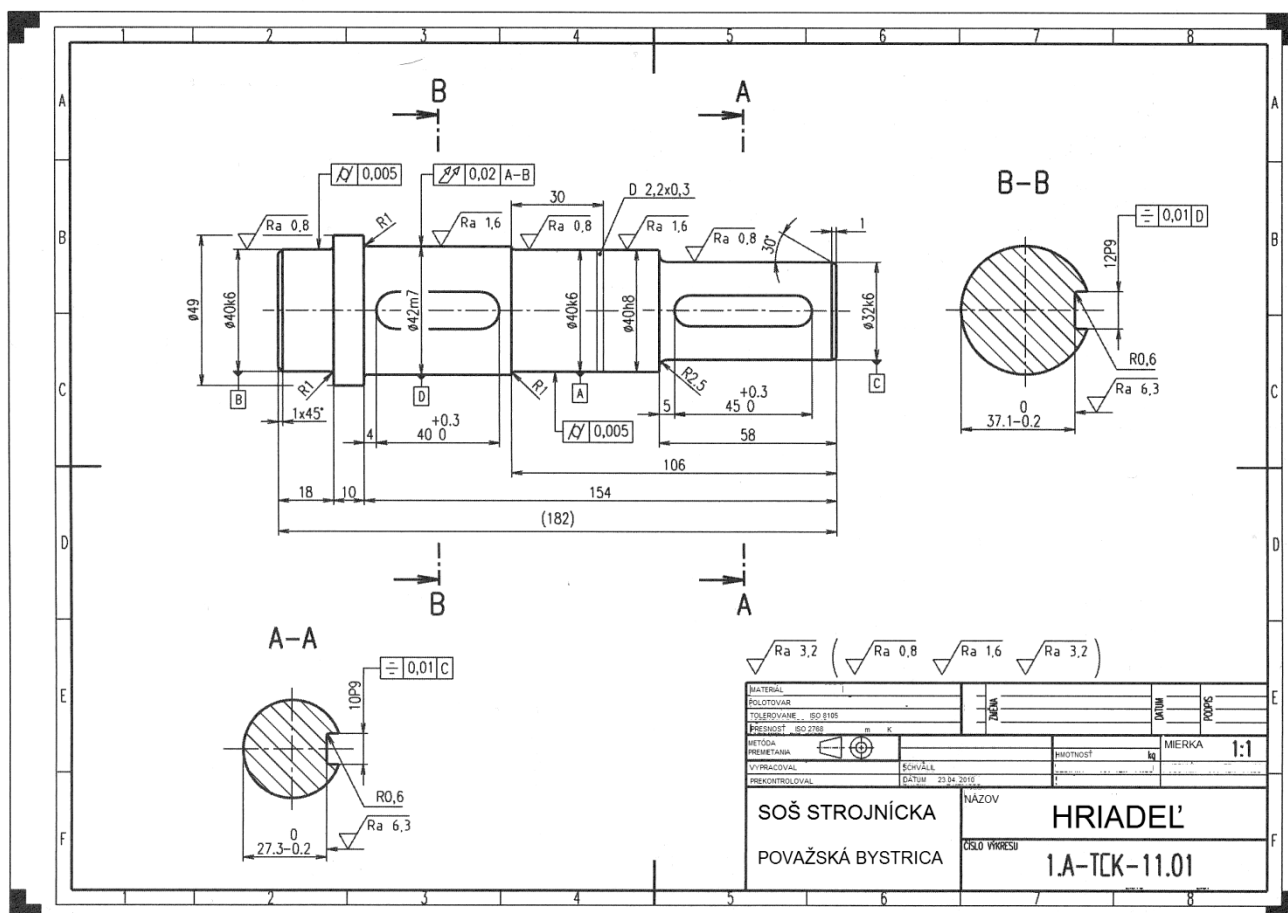
**Výkres súčiastky musí obsahovať:**

1. **Tvar** celkom dokončenej súčiastky.
2. **Veľkosť** súčiastky, ktorá je určená zakótovaním jej rozmerov.
3. **Presnosť** výroby, ktorú určujú predpísané tolerancie niektorých rozmerov, tolerancie geometrického tvaru a polohy funkčných plôch.
4. **Charakter** povrchu a rôzne úpravy povrchov.
5. **Titulný blok** s údajmi o rozmeroch polotovaru, o druhu materiálu a pod..
6. **Ďalšie údaje** potrebné pre výrobu, kontrolu alebo skúšanie súčiastky.

Týchto šesť bodov je zároveň akýmsi návodom pre každého študenta, ktorý bude robiť rozbor (čítanie) výrobného výkresu súčiastky.

Pre lepšie pochopenie rozboru výkresu súčiastky podľa predchádzajúcich šiestich bodov si uvedieme konkrétny príklad.

**Príklad.** Urob rozbor (čítanie) výrobného výkresu súčiastky na obr.7.3.



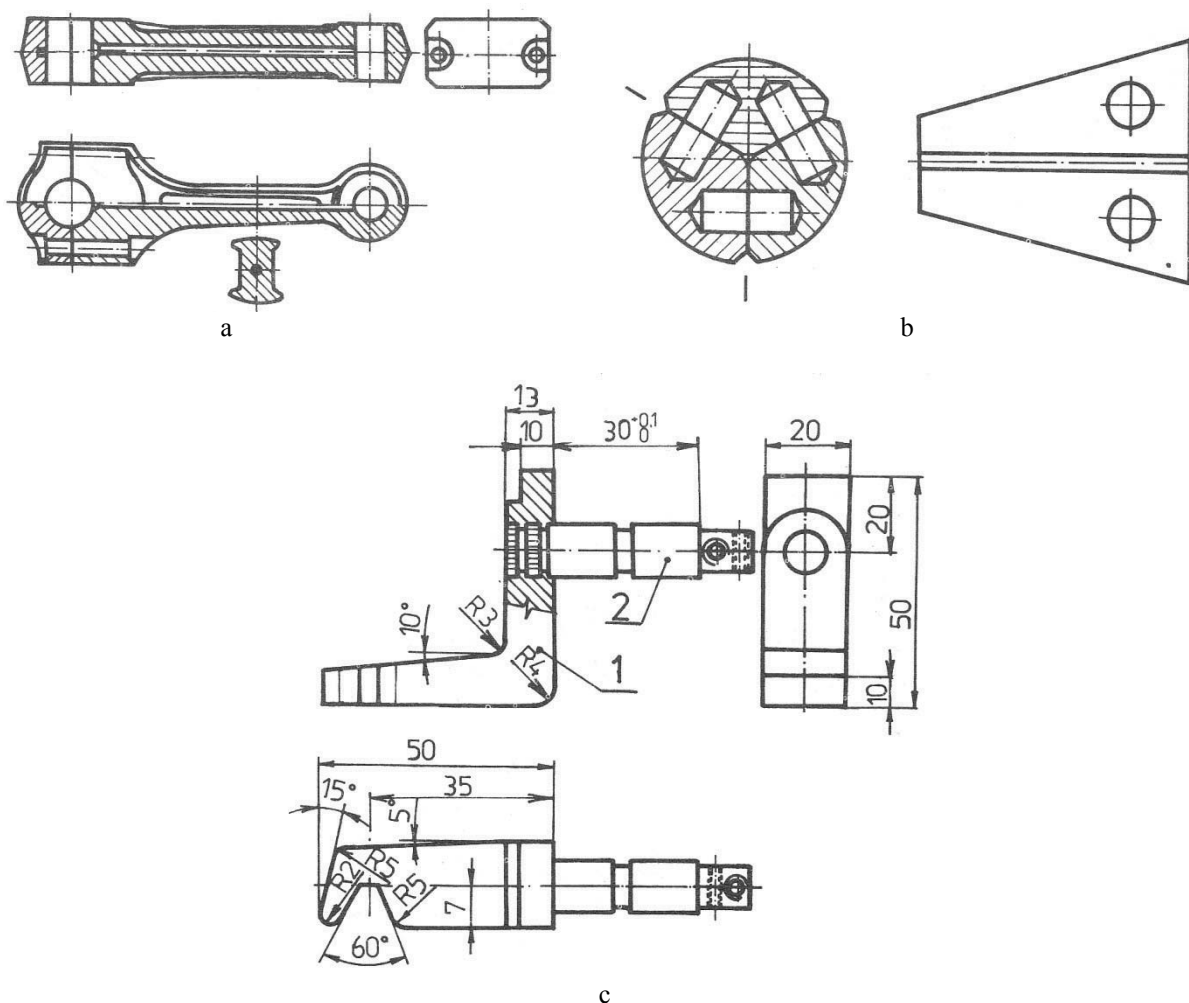
Obrázok č. 7.3, Výrobný výkres hriadeľa

1. Ak chceme čítať výrobný výkres musí nám byť jasné, aké tvary má súčiastka, ktorá je na výkrese zobrazená. Na našom výkrese je zobrazená súčiastka, ktorá má valcový tvar. Je zobrazená v pohľade a dva dôležité detaily sú zobrazené v priereze.
2. Určujeme veľkosť súčiastky, ktorá je daná jej rozmermi. Všimame si kótovanie dĺžok, priemerov, polomerov, zrazených hrán, označenie zápchov.. Na našom výkrese je dĺžka hriadeľa zakótovaná zmiešaným kótovaním (reťazové aj od základne), celková dĺžka 180mm je v zátvorke, pretože je informatívna. Priemery majú pred číselnou značkou písmeno  $\varnothing$  (napr.  $\varnothing 49$ ), polomery písmeno R (napr. R1). Zrazené hrany sú na výkrese zakótované dvoma spôsobmi ( $1 \times 45^\circ$ , uhlom  $30^\circ$  a dĺžkou 1mm). Normalizovaný zápch je tvaru D so šírkou 2,2mm a hĺbkou 0,3mm.
3. Presnosť rozmerov je predpísaná tolerančnou značkou (napr.  $\varnothing 40_{k6}$ , 12P9), ale aj medznými odchýlkami (napr.  $40^{+0,3}_0$ ). Geometrická presnosť je predpísaná toleranciami tvaru (valcovitosť), polohy (súmernosť) a celkového hádzania v tolerančných rámčekoch. Pre toleranciu tvaru (pre rozmer  $\varnothing 40_{k6}$ ) je tolerančný rámček rozdelený na dva diely, pre toleranciu polohy (pre rozmer 12P9 a  $\varnothing 42_{m7}$ , 10P9 a  $\varnothing 32_{k6}$ ) a celkového hádzania (pre rozmer  $\varnothing 42_{m7}$  a  $\varnothing 40_{k6}$ ) na tri diely.
4. Charakter povrchu je predpísaný pomocou značky, ktorá hovorí o tom, že požadované vlastnosti povrchu sa dosiahnu iba obrábaním. Číselné hodnoty (0,8; 1,6; 3,2; 6,3) udané v mikrometroch sú dôkazom toho, že budú použité rôzne spôsoby obrábania plôch na hriadeľi.
5. O obsahu titulného bloku i o jeho vyplňaní sa dozvieme viac v druhom ročníku. Zatiaľ vieme z titulného bloku prečítať nasledovné: metódu zobrazovania, mierku, v ktorej je súčiastka na výkrese narysovaná, hodnotenie stavu povrchu Ra, všeobecné tolerancie, dátum vyhotovenia, rozmery výkresového listu, názov výkresu, číslo výkresu, majiteľa výkresu.

6. Ďalšie údaje potrebné pre výrobu, kontrolu alebo skúšanie súčiastky na tomto výkrese nie sú uvedené.

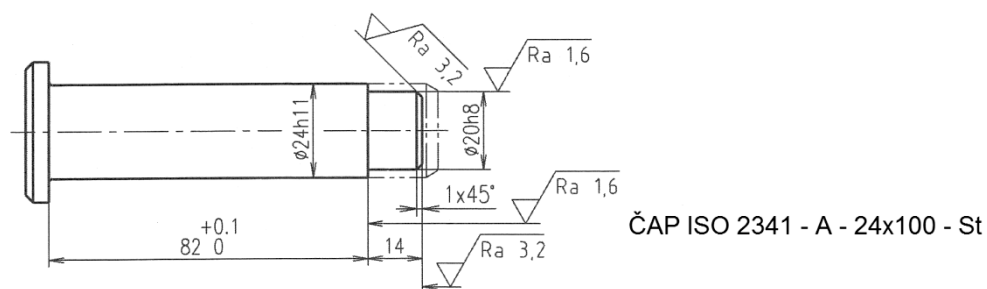
Zásadu, že na jednom výkrese súčiastky je nakreslená iba jedna súčiastka možno porušiť. Znamená to, že na jeden výkres súčiastky možno nakresliť dve aj viac súčiastok v týchto prípadoch:

- ak sa súčiastky spoločne obrábajú, napr. delené ložiskové puzdrá, delené ojnice s vekom a pod. (obr.7.4a)
- ak sú súčiastky vyrábané z jedného kusa a po vyhotovení sú rozrezané, napr. trojdielne upínacie čeľuste a pod. (obr.7.4b)
- ak sú na výkrese súčiastky, ktoré sú navzájom neoddeliteľne spojené napr. zaliatím, spájkovaním, zváraním, nalisovaním a pod. (obr. 7.4c)



Obrázok č. 7.4, Kreslenie dvoch alebo viac súčiastok na jednom výkrese

Súčiastky dohotovené z normalizovaných alebo už hotových súčiastok sa kreslia podľa všeobecných pravidiel technického kreslenia. Na výkrese sa uvedú rozmery, charakter povrchu a ďalšie údaje, ktoré sú potrebné pre výrobu. Obrys východiskového tvaru sa nakreslí tenkou bodkočiarkovanou čiarou s dvoma bodkami (obr.7.5).

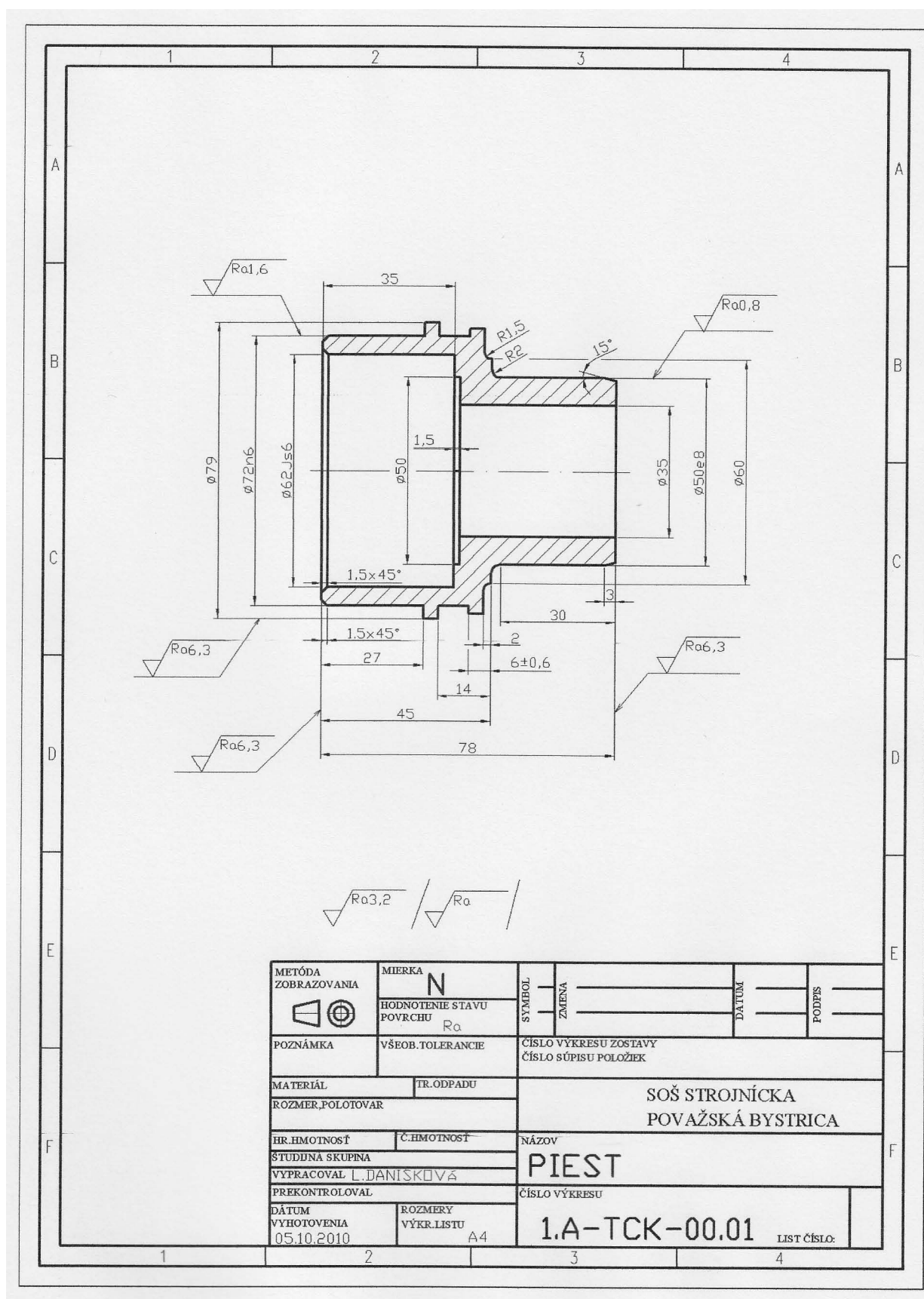


Obrázok č. 7.5, Úprava normalizovanej súčiastky

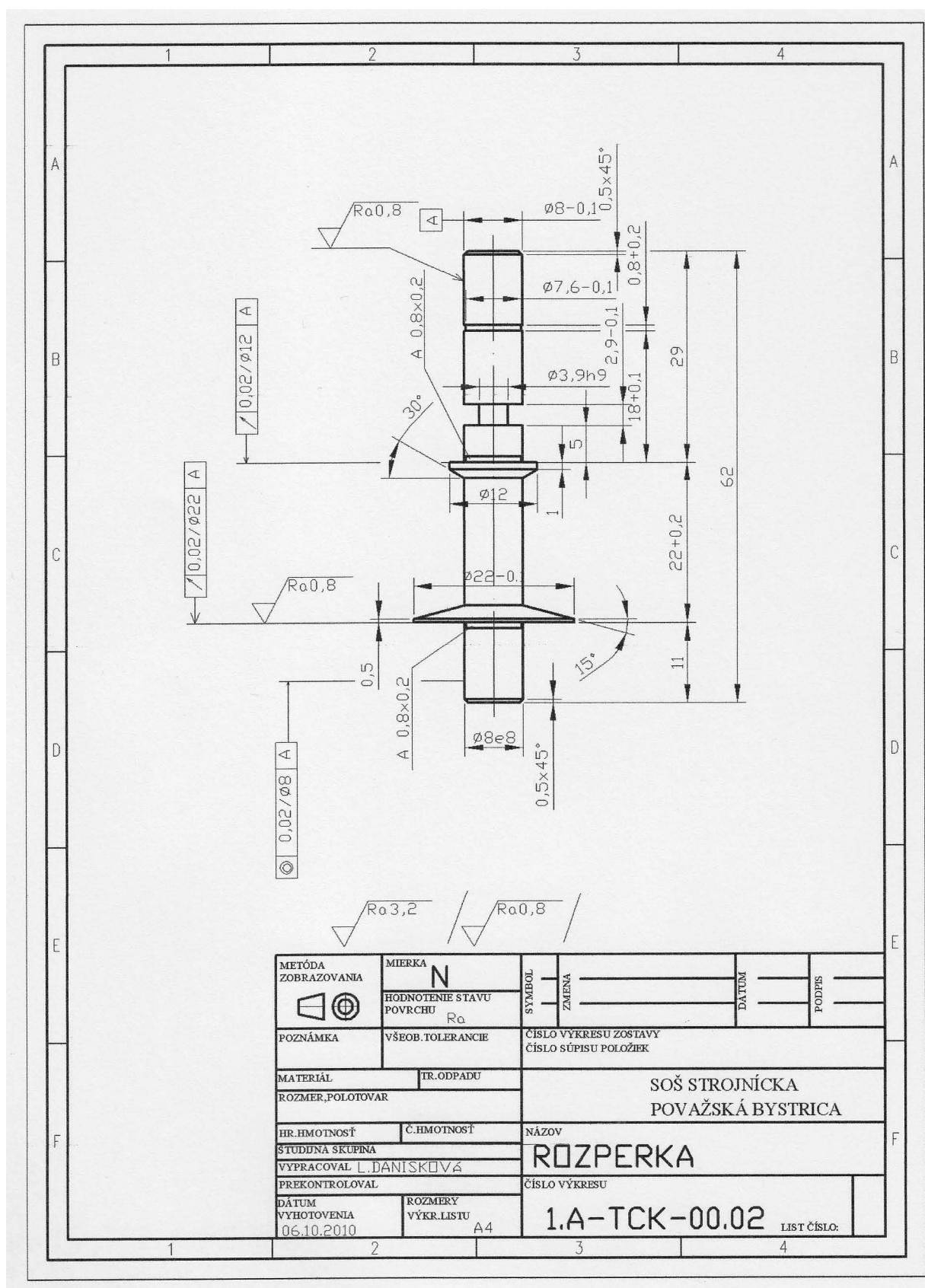


## Otázky a cvičenia

1. Popíšte význam technických výkresov.
2. Vysvetlite číslovanie technických výkresov.
3. Koľko súčiastok sa kreslí na výkrese súčiastky?
4. Aké údaje musí obsahovať výkres súčiastky?
5. Kedy sa nekreslí výkres súčiastky?
6. Urobte rozbor čítanie výkresu na obr.7.6 a 7.7.



Obrázok č. 7.6, K cvičeniu 7



Obrázok č. 7.7, K cvičeniu 7

## **Záver**

Študenti, dostali ste sa na koniec učebnice technického kreslenia, s ktorou ste pracovali na vyučovacích hodinách počas celého školského roka. Táto učebnica bola spracovaná s cieľom vytvoriť žiakom aj učiteľom vhodné pracovné podmienky na vyučovacích hodinách.

V súčasnej dobe s rýchlo sa rozvíjajúcim priemyslom sa rovnako rýchlo menia aj normy. V tejto učebnici sú zahrnuté najnovšie poznatky, normy, pravidlá podľa ktorých sa zobrazujú a kótujú strojové súčiastky. Dozvedeli ste sa podrobnosti o výkrese súčiastky. Výsledkom práce s touto učebnicou by tiež malo byť to, že dokážete narysovať výkres súčiastky so všetkými náležitosťami a urobiť rozbor (čítanie) výkresu súčiastky.

Okrem učebnice ste začali pracovať aj so strojníckymi tabuľkami. Znalosť práce s takýmto druhom odbornej literatúry je potrebná pre každého strojára a je rovnako dôležitá ako schopnosť dobre sa orientovať v technických výkresoch.

V druhom ročníku sa naučíte ako sa kreslia výrobné výkresy zostáv a tiež to ako sa normalizované súčiastky zakresľujú a zapisujú do týchto výkresov. Naučíte sa kótovať niektoré špeciálne súčiastky. Pri práci budete viac používať strojnícke tabuľky.

V ďalšom štúdiu vám želám veľa úspechov.

Autorka

## **Použitá literatúra**

TARBAJOVSKÝ, J.: Zbierka úloh z technického kreslenia pre I. ročník SPŠS. Banská Bystrica, 1978

TARBAJOVSKÝ, J. - FEDOR, P.: Technické kreslenie. Bratislava, 1984

TARBAJOVSKÝ, J.: Technické výkresy I. Bratislava, 1987

ČEKOVSÝ, J.: Čítanka z technického kreslenia. Bratislava, 1992

VÁVRA, P. - LEINVEBER, J.: Strojnícke tabuľky pre SOU. Bratislava, 1992

FREIWALD, A.: Technické kreslenie I. Bratislava, 2001

VÁVRA, P. A KOL.: Strojnícke tabuľky pre SPŠ strojnícke. Bratislava, 2003

ŘASA, J. – ŠVERCL, J.: Strojnické tabulky 1. Praha, 2004

KLETEČKA, J. - FOŘT, P.: Technické kreslení. Brno, 2007

SLOVENSKÉ TECHNICKÉ NORMY