

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
STROJNÍCKA FAKULTA**

**TECHNICKÉ KRESLENIE
časť I.**

**doc. Silvia MALÁKOVÁ, PhD.
Ing. Daniela KEPEŇ HARACHOVÁ, PhD.
Ing. Lucia ŽUĽOVÁ**

2024

POĎAKOVANIE

Podakovanie patrí grantovej agentúre KEGA, ktorá prostredníctvom projektu: KEGA 037TUKE-4/2024 - Vytvorenie interaktívneho nástroja pre zvýšenie zručností a kompetencií študentov v rámci výučby predmetov zameraných na tvorbu konštrukčnej dokumentácie, podporila vydanie tejto učebnice.

AUTORSKÝ KOLEKTÍV:

doc. Ing. Silvia MALÁKOVÁ, PhD.
Ing. Daniela KEPEŇ HARACHOVÁ, PhD.
Ing. Lucia ŽUŠOVÁ

TECHNICKÉ KRESLENIE, časť I.

RECENZENTI:

prof. Ing. Marián DZIMKO, CSc.
doc. Ing. Jozef BRONČEK, PhD.

ISBN 978-80-553-4760-8

© Silvia Maláková, 2024

OBSAH

OBSAH	3
ÚVOD	6
1 VÝVOJ A TVORBA TECHNICKEJ DOKUMENTÁCIE	7
<i>ŽULOVÁ Lucia</i>	
2 NORMALIZÁCIA V TECHNICKOM KRESLENÍ	11
<i>MALÁKOVÁ Silvia</i>	
2.1 Technické normy	11
2.1.1 Medzinárodné normalizačné orgány	13
2.1.2 Druhy technických noriem	14
2.1.3 Slovenské technické normy	15
2.2 Technická dokumentácia	17
2.2.1 Technické výkresy	18
2.2.2 Formáty výkresov a úprava výkresových listov	20
2.2.3 Mierky zobrazovania	23
2.2.4 Technické písmo	24
2.2.5 Čiary na technických výkresoch	25
3 ZOBRAZOVANIE NA TECHNICKÝCH VÝKRESOCH	29
<i>MALÁKOVÁ Silvia</i>	
3.1 Axonometrické zobrazenie	30
3.2 Kolmé (ortografické) zobrazovanie	31
3.2.1 Metóda premietania v 1. kvadrante (metóda E)	33
3.2.2 Metóda premietania v 3. kvadrante (metóda A)	34
3.3 Pravidlá pre zobrazovanie na výkresoch	36
3.4 Vznik tvaru strojových súčiastok	38
3.5 Metóda umiestnenia obrazov s použitím referenčných šípok	40
3.6 Zobrazovanie pomocou miestnych pohľadov	42
3.7 Zobrazovanie pomocou rozvinutých pohľadov	42
3.8 Zobrazovanie pomocou prerušených pohľadov	43
3.9 Zobrazovanie prienikov	44
3.10 Zobrazovanie súmerných predmetov	46
3.11 Zobrazovanie rovnakých pravidelne sa opakujúcich prvkov	47
3.12 Zobrazovanie rovinných plôch	48
3.13 Zobrazovanie tvarových podrobností	48
3.14 Zobrazovanie pomocou rezov a prierezov	49
3.14.1 Rez	53
3.14.2 Prierez	53
3.14.3 Polovičný rez	55
3.14.4 Miestny rez	56

3.14.5	Rozvinutý rez	57
3.14.6	Zvláštne rezy vytvorené viacerými rovinami rezu	58
3.14.7	Sklopený prierez	59
3.14.8	Vysunutý prierez	59
3.14.9	V pozdĺžnom reze nekreslíme	61
4	KÓTOVANIE NA TECHNICKÝCH VÝKRESOCH	63
	<i>MALÁKOVÁ Silvia</i>	
4.1	Základné pojmy a pravidlá kótovania	63
4.1.1	Kóty	63
4.1.2	Kótovacie čiary	64
4.1.3	Predlžovacie čiary	65
4.1.4	Hraničné značky	66
4.1.5	Odkazové čiary	67
4.1.6	Základné pravidlá kótovania	68
4.2	Kótovanie rozmerov základných geometrických prvkov	69
4.2.1	Kótovanie polomerov	69
4.2.2	Kótovanie kruhových oblúkov	70
4.2.3	Kótovanie priemerov	70
4.2.4	Kótovanie guľových plôch	71
4.2.5	Kótovanie uhlov	71
4.2.6	Kótovanie sklonu	71
4.2.7	Kótovanie kužeľovitosti	72
4.2.7	Kótovanie ihlanovitosti	74
4.2.8	Kótovanie zrazených hrán	74
4.2.9	Kótovanie dier	75
4.2.10	Kótovanie štvorhranov	76
4.2.11	Kótovanie šesťhranov	77
4.2.12	Kótovanie opakujúcich sa prvkov	77
4.2.13	Kótovanie hrúbky súčiastok (plechov)	78
4.3	Sústavy kót	79
4.3.1	Reťazcové kótovanie	79
4.3.2	Kótovanie od spoločnej základne	79
4.3.3	Zmiešaná kótovanie	80
4.4	Príklady kótovania	81
5	ZOBRAZOVANIE A KÓTOVANIE ZÁVITOV	83
	<i>KEPEŇ HARACHOVÁ Daniela</i>	
5.1	Závity	83
5.2	Kreslenie a kótovanie závitu	93
6	PODPORNÉ A NOSNÉ SÚČIASTKY	100
	<i>KEPEŇ HARACHOVÁ Daniela</i>	
6.1	Klzné ložiská	101

6.2 Valivé ložiská.....	105
6.2.1 Základný výpočet valivých ložísk.....	110
6.2.2 Zobrazovanie valivých ložísk na výkresoch zostáv	111
6.2.3 Upevňovanie valivých ložísk	116
6.2.4 Základy konštrukcie valivého uloženia.....	117
6.3 Mazanie ložísk.....	118
6.3.1 Tesnenie ložísk.....	118
6.3.2 Zobrazovanie hriadeľových tesnení na výkresoch zostavení...	121
LITERATÚRA.....	124

TECHNICKÉ
KRESLENIE
časť I.

ÚVOD

Človek sa už odpradávna snažil svoje nápady a zlepšenia transformovať z ich myšlienkového podoby do vizuálnej formy pomocou nakreslenia. Prvotné náčrty sa od jednoduchých kresieb na stenách jaskýň vyvíjali a menili v priebehu tisícročí. Názorným príkladom sú obrazové štúdie rôznych predmetov a strojov renesančného veľikána Leonarda da Vinci.

Cieľom technického zobrazovania je vytvoriť obrazovú prezentáciu ideovej koncepcie takým spôsobom, aby bola zrozumiteľná pre celú komunitu odborníkov v predmetnej oblasti. Preto bol vytvorený celosvetovo jednotný a zrozumiteľný jazyk tvorby technickej dokumentácie podľa platných medzinárodných technických štandardov, t.j. technických noriem platných pre zobrazovanie a kótovanie technických objektov. V každej krajine je vytvorená inštitúcia zodpovedná za tvorbu technických noriem. Na Slovensku má názov „Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky“.

Predkladaná vysokoškolská učebnica je určená pre študentov príslušných študijných programov v rámci všetkých stupňov vysokoškolského štúdia na Strojníckej fakulte Technickej univerzity v Košiciach, ako aj na ostatných fakultách technického zamerania. Má slúžiť ako praktická a názorná učebná pomôcka, konkrétne v študijných predmetoch „Základy konštruovania“, „Konštruovanie“ a „Vybrané kapitoly zo základov konštruovania“.

Je dôležité zdôrazniť tú skutočnosť, že technické kreslenie systematicky a logicky nadväzuje na ostatné odborné predmety a podieľa sa tak na vytváraní znalostnej bázy každého technika. Táto učebnica je špecifická tým, že cielene obsahuje výrazne zvýšený podiel ilustratívnych obrázkov a schém, vďaka čomu je možné ju charakterizovať ako tzv. „zážitkovú učebnicu“. Zážitková učebnica je taká forma učebného textu, ktorá si nečiní nárok na strohú exaktnosť, ale snaží sa priblížiť sumu dôležitých poznatkov a informácií prirodzenejšie vnímateľnou formou vizualizácie textu prostredníctvom farebných ilustrácií.

Autorky dúfajú, že táto učebnica nájde uplatnenie u čitateľov takým spôsobom, ktorý zodpovedá spôsobu jej koncipovania.

1 VÝVOJ A TVORBA TECHNICKEJ DOKUMENTÁCIE

Konštruovanie je už dlhodobo považované za činnosť, pri ktorej sa na jednej strane vyžadujú poznatky získané na základe nazbieraných skúseností, na druhej strane si vyžaduje duševno-tvorivé schopnosti. Približne od konca 50-tych a vo väčšej miere od začiatku 70-tych rokov minulého storočia boli rozvíjané tzv. kvalitatívne metódy konštruovania, na základe ktorých boli uskutočnené pokusy o systematizáciu celého procesu konštruovania [3].

Táto snaha sa stala charakteristickou črtou pre novú etapu vedecko-technickej revolúcie. Sporadické využívanie počítačovej techniky v súčasnosti prerástlo do využívania a vytvárania komplexných technicko-organizačných systémov. Ich hlavnou úlohou je snaha podstatne skrátiť čas potrebný na vývoj a návrh nových technických výrobkov, ktoré sa vyznačujú vysokou spoľahlivosťou, nízkou materiálovou a energetickou náročnosťou a nie sú škodlivé na životné a pracovné prostredie [3].

Konvenčné oblasti metodiky konštruovania pracujú v súčasnosti na doplnení a spresnení doposiaľ známej teórie. Dnešný stav je charakterizovaný jednotlivými konštrukčnými školami, ktoré majú v zásade identické ciele, a to:

- dokonale pochopiť konštruovanie ako proces a na základe jeho popisu dať konštruktérom k dispozícii účinný prostriedok systematizácie a zvýšenia efektívnosti práce,
- zautomatizovať celý proces konštruovania [3].

1.1 Tvorba technickej dokumentácie

Technické kreslenie je nástroj pre jednoduche, jednoznačné, presné a zároveň účelne popísanie technickej skutočnosti alebo predstavy grafickými prostriedkami, ktoré sú štandardizované v medzinárodných normách. Je dorozumievacou rečou medzi technikmi a normy, ktoré technické kreslenie usmerňujú, sú akoby gramatikou a súčasne prekladovým slovníkom na celom svete.

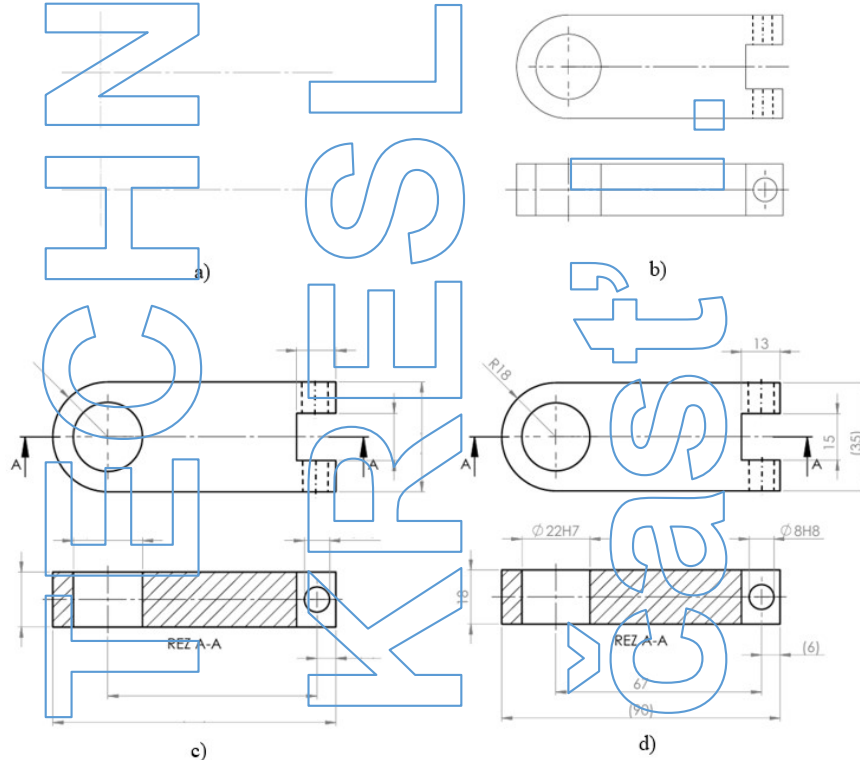
Počas tvorby výkresovej dokumentácie je potrebné, aby bola vyhotovená podľa všeobecne dohodorených (normalizovaných) požiadaviek tak, aby ten, ktorý túto dokumentáciu bude potrebovať pre svoj odbor (technolog, výpočtár, metrológ...) presne vedel jednoznačne a zrozumiteľne identifikovať každý jej prvok. Preto sa aj tvorcovia noriem, ktoré sa používajú v technickom kreslení, snažia obmedziť jazykovú závislosť informácií uvedených na výkrese na minimum [23].

Na obr. 1.1 je znázornený postup vytvorenia výkresu súčiastky hranolovitého tvaru.

Pre každú súčiastku sa vyhotovuje samostatný výkres s informáciami, ktoré zabezpečujú jej funkciu, výrobitelnosť a použiteľnosť:

- **tvar** je definovaný *zobrazením*, v potrebnom počte pohľadov a rezov a vhodnej mierke,
- **rozмеры** súčiastky sú zadefinované systémom *kótovania*,
- **presnosť rozmerov a geometrie** súčiastky je predpísaná všeobecnými *toleranciami*, toleranciami rozmerov a geometrickými toleranciami,
- **povrch** súčiastky je definovaný značkami *drsnosti*,
- **materiál a polotovár** súčiastky je označený *podľa noriem* v titulnom bloku,
- **iné technické požiadavky**, napr. pre kontrolu, výrobu alebo skúšky, sú uvedené *textom nad titulným blokom* [3].

Pri vyhotovení technickej dokumentácie je nutné rešpektovať aj ďalšie normalizované a zavedené pravidlá pre výkresy **špecifických súčiastok** (napr. skrutky, ozubené kolesá, hriadele a pod.) a ich **častí** (závity, zápichy, žliabkovanie...). Taktiež je potrebné uplatniť zvláštne pravidlá pre výrobné výkresy vystrihnutých a ohýbaných z plechu, odliatkov a výkovkov.



Obr. 1.1 Súčiastka hranolovitého tvaru s jej postupom kreslenia

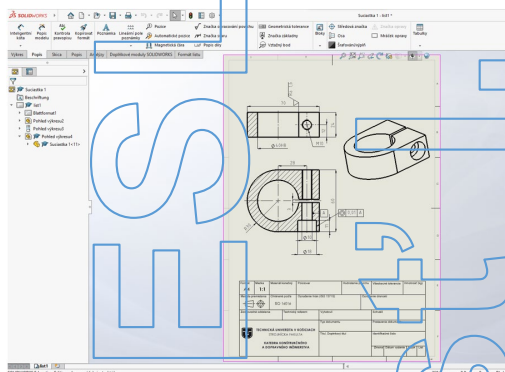
1.2 Tvorba technickej dokumentácie pomocou CAD systémov

Trend využitia výpočtovej techniky sa v posledných rokoch uplatnil aj v technickom kreslení, pretože technické kreslenie nie je nič iné ako proces spracovania technických informácií. Tvorivá práca a rozhodovanie stále ostáva prácou konštruktéra, technológa, alebo iného technického pracovníka, avšak použitie počítačovej techniky mu môže výrazne pomôcť.

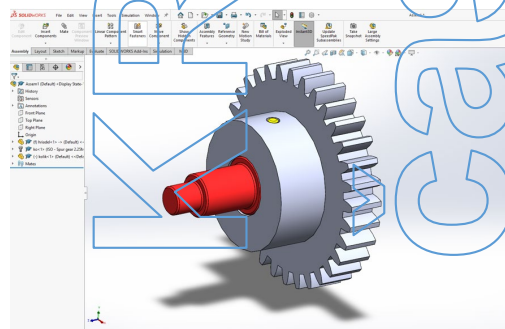
CAD systém, z angl. *Computer Aided Design*, znamená v preklade *podpora konštruovania počítačom*. Vysoká produktivita kreslenia zmien a variantov riešenia, vysoká presnosť a kvalita výkresov, ako aj použitie nadstavieb a už nakreslených súčiastok z databáz, to sú výhody, prečo sú tieto systémy preferované pri príprave technickej dokumentácie, ale aj v iných technických činnostiach, ako napríklad vo výrobe, riadení, prevádzke, distribúcii a pod.

Z hľadiska prípravy výkresovej dokumentácie môžeme CAD systémy rozdeliť do dvoch skupín:

- **2D CAD systémy:** programy, pomocou ktorých konštruktér kreslí výkresy v dvojrozmernom priestore, teda akoby na ploche výkresu (Obr. 1.2),
- **3D CAD systémy:** v nich konštruktér modeluje súčiastky alebo zostavy, zostaví mechanizmy a celé stroje v trojrozmernom priestore. (Obr. 1.3).



Obr. 1.2 Kreslenie výkresu súčiastky v 2D priestore



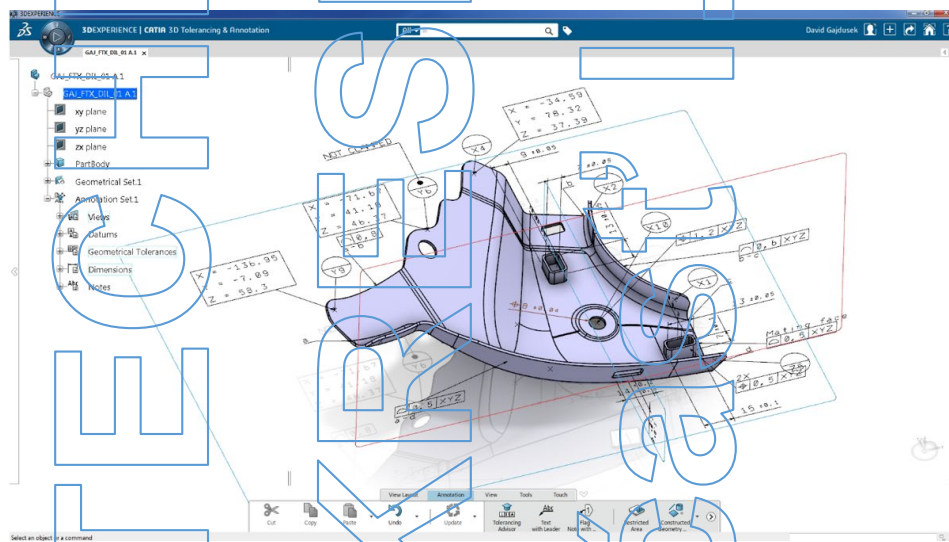
Obr. 1.3 Model zostavy v 3D priestore

1.3 Normalizácia v 3D modeloch

Z pohľadu používania moderných softvérov a trendu Priemysel 4.0 sa moderné podniky snažia uchovávať informácie z 2D výkresu v živých 3D modeloch a databázach pre ich následnú aplikáciu v rôznych oblastiach strojnictva (výroba, metrológia, simulácie a pod.) [3].

Počas vývoja technických výkresov sa vyskytovali nejasnosti pri zobrazovaní, kótovaní, tolerovaní, a preto *normalizácia technických výkresov* prispela k tomu, aby sa rozdiely v spôsoboch prevedenia technických výkresov zrovnali. V súčasnej dobe tiež dochádza k normalizácii v rámci bezvýkresovej dokumentácie (Obr. 1.4), teda k zobrazovaniu a zadávaniu funkčných požiadaviek priamo v 3D modeloch [3].

Normalizácia technických výkresov prebehla tak na národnej úrovni (STN, ČSN, DIN, EN..) ako aj na medzinárodnej úrovni (normy ISO). Preberaním noriem EN do STN (označenie STN EN) nás zaväzuje na dohody v rámci Európskeho výboru pre normalizáciu (CEN). Táto normalizácia je základom pre certifikáciu výroby a výrobkov, ktoré z tejto normy vznikajú. Vďaka tejto normalizácii sa technické výkresy v rôznych štátoch výrazne zjednotili, a ak sa líšia, tak len v niektorých podrobnostiach. Táto výhoda prispela k tomu, že technický výkres sa stáva *medzinárodným dorozumievacím prostriedkom* bez potreby nákladných prekladov [3].



Obr. 1.4 Editácia kótovania, tolerovania a anotácií priamo do 3D modelu

2 NORMALIZÁCIA V TECHNICKOM KRESLENÍ

Technická normalizácia je tvorivá činnosť, pri ktorej pre významné, opakujúce sa úkony, činnosti, predmety a výrobky sa určuje najvýhodnejšie riešenie z hľadísk hospodárnosti, akosti, bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a ochrany životného prostredia. Je to teda činnosť, ktorou sa zavádzajú ustanovenia na všeobecné a opakované použitie. Jej zámerom je dosiahnutie optimálneho stupňa poriadku s ohľadom na aktuálne alebo potenciálne problémy danej oblasti. Táto činnosť sa skladá najmä z postupov vypracúvania, vydávania a zavádzania noriem. Dôležitým prínosom normalizácie je zlepšenie vhodnosti výrobkov, procesov a služieb na zamýšľané účely, predchádzanie prekážkam v obchode a uľahčenie technickej spolupráce.

Primárnym cieľom technickej normalizácie je, aby výrobok, proces alebo služba boli vhodné pre zamýšľaný účel. Stanovené ciele môžu byť rôzne a taktiež sa môžu vzájomne prekrývať. Cieľmi technickej normalizácie sú napríklad: regulácia rozmanitosti, použiteľnosť, zlučiteľnosť, zameniteľnosť, zdravie, bezpečnosť, ochrana životného prostredia, ochrana výrobku, vzájomné porozumenie, ekonomická výkonnosť, obchod, a pod.

2.1 Technické normy

Výsledkom technickej normalizácie sú **normy**. Objektom technických noriem môžu byť:

- **všeobecná technická problematika**, ako sú veličiny, jednotky, názvoslovie, značky, výkresy, výpočtové metódy, vyvolené čísla a pod., sem patrí aj problematika technického kreslenia,
- **technické predmety**, ako sú suroviny, materiály, polovýrobky, výrobky a zariadenia, konštrukčné prvky a ich tvary, rozmery, parametre, vzťahy, fyzikálne, chemické a iné vlastnosti,
- **technické činnosti**, a to výrobné, kontrolné, schvaľovacie a iné postupy, receptúry, postupy manipulácie, balenia, uskladňovania, skúšania, označovania surovín a výrobkov, údržby strojov a zariadení, likvidácie,
- **bezpečnosť** technických zariadení, ochrana zdravia pri práci a ochrana a tvorbu životného prostredia.

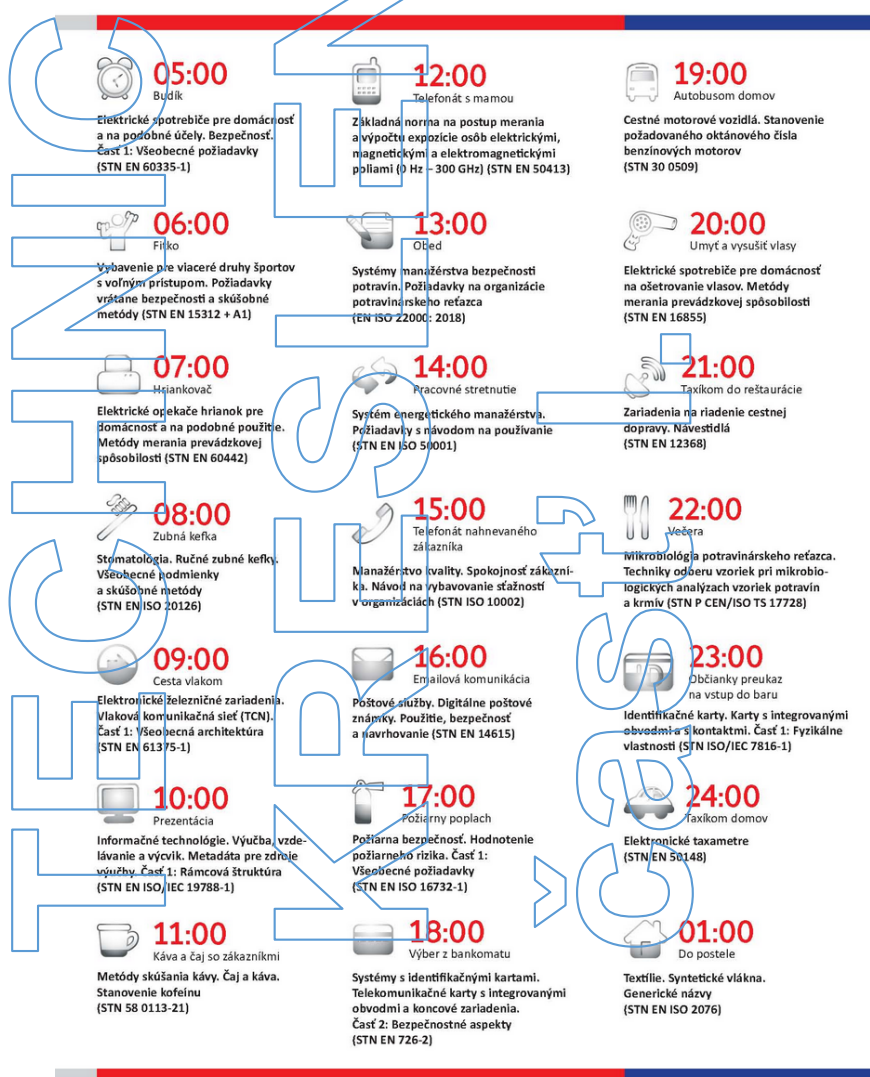
V skrate sa dá konštatovať, že technická norma je:

- podrobný dokument, ktorý určuje požiadavky na kvalitu a bezpečnosť, dôležité parametre či vlastnosti materiálu, výrobku, súčasti alebo pracovného postupu;
- dokument určený na dobrovoľné používanie; technická norma nie je

TECHNICKÉ KRESLENIE, časť I.

- záväzná ako všeobecne záväzný právny predpis (napr. zákon),
- do 31.12.2000 boli technické normy záväzné, od 01.01.2001 sa stali dobrovoľnými,
 - cesta ako pracovať efektívne, redukovať riziká,
 - nástroj konkurenčnej schopnosti pre výrobcov, predajcov, dovozcov,
 - prispieva k ochrane spotrebiteľov, uľahčuje medzinárodný obchod.

Technické normy sa uplatňujú v rôznych oblastiach (napr. stavebníctvo, automobilový priemysel, zdravotníctvo, IT, ochrana životného prostredia), týkajú sa postupov, procesov, výrobkov, služieb s ktorými sa stretávame v každodenných činnostiach (obr. 2.1).



Obr. 2.1 Deň s technickými normami [28]

2.1.1 Medzinárodné normalizačné orgány

Medzinárodné organizácie zaoberajúce sa normalizáciou a vydávaním noriem vznikali historicky z potreby dorozumenia a medzinárodnej kooperácie a sú to:

IEC (International Electrotechnical Commission - Medzinárodná elektrotechnická komisia) je mimovládna nezisková medzinárodná organizácia, ktorej poslaním je dosiahnuť celosvetové používanie medzinárodných noriem a systémov posudzovania zhody s cieľom zabezpečiť bezpečnosť, účinnosť, spoľahlivosť a interoperabilitu elektrických, elektronických a informačných technológií a posilniť medzinárodný obchod. Bola prvou organizáciou, ktorá zabezpečovala medzinárodnú technickú normalizačnú činnosť. Vznikla v roku 1904 v Saint Louis (USA). IEC vydávala odporúčania a predpisy pre činnosti a výrobky súvisiace s výrobou a používaním elektrotechnických zariadení. V roku 1947 sa pripojila k ISO, normy nesú označenie ISO/IEC.

ISO – (International Organization for Standardization - Medzinárodná organizácia pre normalizáciu) je mimovládna nezisková medzinárodná organizácia, ktorá prostredníctvom svojich členov spája odborníkov, aby si vymieňali poznatky a vyvíjali dobrovoľné, na základe konsenzu založené medzinárodné normy relevantné pre trh, ktoré podporujú inovácie a poskytujú globálne riešenia. Vo všetkých ostatných technických odboroch medzinárodná normalizačná činnosť začala v roku 1926 založením ISA - International Standards Association, ktorá sa v roku 1946 pretransformovala na ISO s centrálnym sekretariátom v Ženeve. Úlohou ISO je koordinovať medzinárodnú normalizačnú činnosť v oblasti všeobecne platných a základných technických noriem pre jednotlivé oblasti hospodársko-výrobnej činnosti. V súčasnosti združuje 151 štátnych normalizačných orgánov.

CEN, CENELEC a ETSI sú tri európske normalizačné organizácie zodpovedné za tvorbu dobrovoľných technických noriem na európskej úrovni. *Slovenská republika je členom CEN-u a CENELEC-u od 1.10.2003.*

CEN (Comité Européenne de Normalisation - European Committee for Standardization – Európsky výbor pre normalizáciu) poskytuje platformu pre tvorbu európskych noriem a iných technických dokumentov vo vzťahu k rôznym druhom produktov, materiálov, služieb a procesov. CEN podporuje normalizačné činnosti vo vzťahu k širokému spektru oblastí a sektorov vrátane: ovzdušia a vesmíru, chémie, stavebníctva, spotrebných produktov, obrany a bezpečnosti, energetiky, životného prostredia, potravín a krmív, zdravia a bezpečnosti, zdravotnej starostlivosti, strojov, materiálov, tlakových zariadení, služieb, inteligentného bývania, dopravy a balenia.

CENELEC (Comité Européenne des Normes Electrotechnique - uropean Committee for Electrotechnical Standardization – Európsky výbor pre

normalizáciu v elektrotechnike) tvorí dobrovoľné technické normy v oblasti elektrotechniky, ktoré pomáhajú uľahčiť obchod medzi krajinami, vytvárať nové trhy a podporovať rozvoj jednotného európskeho trhu. CENELEC podporuje normalizačné činnosti vo vzťahu k širokému spektru oblastí a sektorov vrátane: elektromagnetickej kompatibility, akumulátorov, primárnych článkov a batérií, izolovaných vodičov a káblov, elektrických zariadení a prístrojov, elektromotorov a transformátorov, osvetľovacích zariadení a elektrických žiaroviek, elektrických inštalácií nízkeho napätia, inteligentnej siete, solárnej elektrickej energie, atď.

ETSI (European Telecommunications Standards - Európsky inštitút pre telekomunikačné normy) poskytuje svojim členom otvorené, inkluzívne a kolaboratívne prostredie. Toto prostredie podporuje včasný vývoj celosvetovo platných noriem pre systémy, aplikácie a služby s podporou IKT (informačno-komunikačné technológie). Výhody členstva zahŕňajú prístup k najaktuálnejším informáciám o normách z oblasti IKT a priamej účasti na tvorbe noriem, ktoré zabezpečia konkurenčnú výhodu vďaka ich skorému prijatiu.

2.1.2 Druhy technických noriem

Podľa rozsahu pôsobnosti, resp. stupňa dôležitosti sa normy delia na:

- **Medzinárodné normy** – majú charakter odporúčaní a ich platnosť sa zavádza prevzatím do štátnej normy. Popri medzinárodných normách určených pre celosvetovú potrebu (ISO - International Standards Organization) sú aj medzinárodné normy vytvorené určitou skupinou štátov, alebo regionálnych ekonomických zoskupení (napríklad normy EN záväzné pre Európsku úniu).
- **Štátne (národné) normy** – platia len na území určitého štátu (STN Slovenská technická norma, DIN nemecké, ANSI americké, ČSN české, BS – britské, GOST – ruské, NF – francúzske, NS – nórske, SN – švajčiarske, ...).

Medzinárodné normy (ISO, IEC) – sú prijímané do sústavy slovenských technických noriem na základe podnetov odbornej verejnosti, resp. odborových združení, podnikateľských subjektov, či orgánov štátnej správy. *Slovenská republika ako člen ISO a IEC nemá povinnosť prijať všetky nimi vydané medzinárodné normy.*

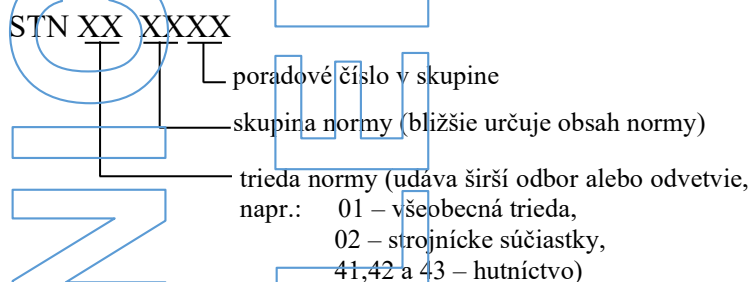
Európske normy (EN) – prijímajú sa do sústavy slovenských technických noriem najneskôr do 6 mesiacov od ich sprístupnenia európskymi normalizačnými orgánmi (CEN a CENELEC) prevažne v pôvodnej (anglickej) verzii. Časť z týchto európskych noriem je prijímaná do sústavy slovenských technických noriem prekladom do štátneho jazyka. *Slovenská republika ako člen CEN a CENELEC, má povinnosť prijať všetky európske normy do sústavy STN a zrušiť pôvodné slovenské technické normy, ktoré sú s nimi v rozpore.*

2.1.3 Slovenské technické normy

V Slovenskej republike platí sústava noriem STN (Slovenská Technická Norma). Podľa zákona NR SR č. 2/1992 Zb. sa od 1.1.1993 normalizačnú činnosť na Slovensku riadi Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky - ÚNMS SR so sídlom v Bratislave, ktorý pre tento účel zriadil Slovenský Ústav Technickej Normalizácie - SÚTN.

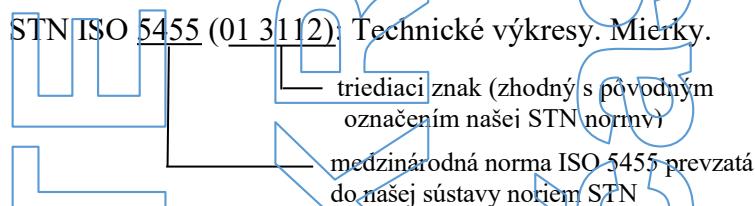
Normy v sústave STN môžu byť **pôvodné** alebo **vytvorené prevzatím**.

Pôvodné STN, tvoria sa a vydávajú iba v tých prípadoch, keď vznikne odôvodnená požiadavka na vytvorenie určitej normy a nie je možné použiť platné normy ISO, ISO/IEC, EN alebo ETS. Ich označenie pozostáva zo značky STN a šesťmiestneho čísla (Obr. 2.2).



Obr. 2.2 Označenie pôvodných STN noriem

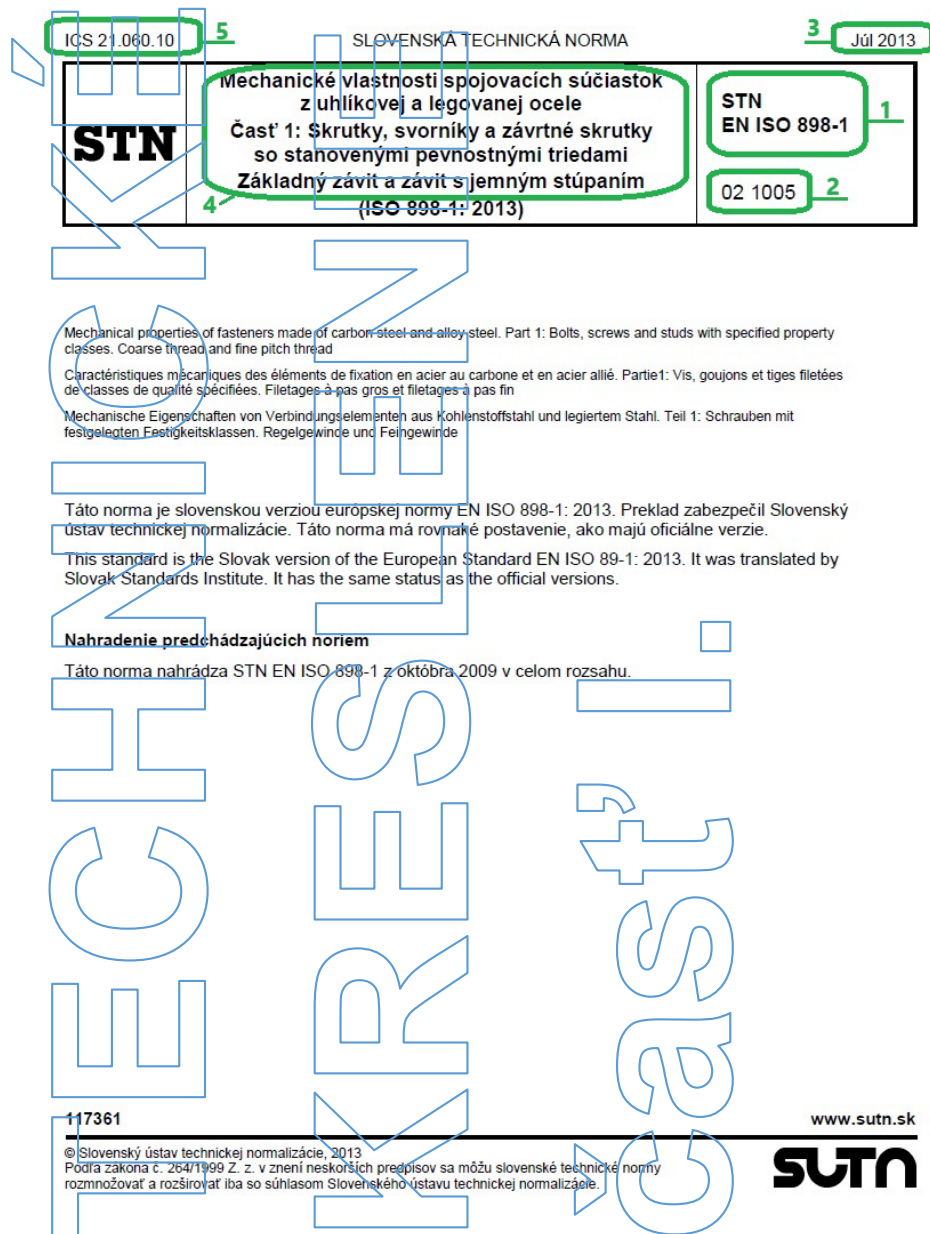
Normy STN vytvorené prevzatím majú vždy označenie prevzatej normy s predponou STN oddelenou od pôvodného značenia normy medzerou. Toto označenie je doplnené šesťmiestnym triediacim znakom zhodným s pôvodným triedením odborov v sústave STN (Slovenská technická norma) oddelenou od pôvodného označenia normy medzerou (Obr. 2.3).



Obr. 2.3 Príklad označenia STN normy vytvorenej prevzatím

Prevzaté zo systému noriem ČSN (do r. 1993), sú to väčšinou normy staršieho vydania, postupne sa nahrádzajú

Prevzaté zo systému noriem ISO alebo EN, sú neustále doplňované novými normami alebo revíziami jestvujúcich noriem.



Obr. 2.4 Príklad prvej strany normy ISO prevzatej do sústavy STN

Príklad prvej strany normy ISO prevzatej do sústavy STN je na obr. 2.4. Normy STN vytvorené prevzatím zo systému noriem ISO alebo EN majú vždy

označenie prevzatej normy s predponou STN oddelenou od pôvodného označenia normy medzerou (odkaz 1 na obr. 2.4). V odkazoch na príslušnú normu treba uviesť **úplné znenie označenie** (4 na obr. 2.4) **s dátumom vydania normy** (3 na obr. 2.4). **Triediaci znak 2** sa uvádza podľa triedenia odborov, ktoré je u nás dávno zaužívané. Napr.: STN ISO 7573: 1997 (01 3260) Technické výkresy. Súpis položiek. **Medzinárodná normalizačná klasifikácia ICS** - International Classification of Standards **5** je znakom triedenia noriem ISO podľa odborov.

2.2 Technická dokumentácia

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. Vo všetkých fázach životného cyklu výrobku sa používa technická dokumentácia, ktorá výrobok definuje a popisuje procesy v ňom prebiehajúce. Vztahuje sa spravidla na konkrétny proces alebo objekt.

Technická dokumentácia musí byť **jednoduchá, úplná, zrozumiteľná a významovo jednoznačná**. Aby taká bola, pre formu a obsah technickej dokumentácie platí rozsiahla štandardizácia, vyhotovuje sa podľa noriem. Technickej dokumentácii výrobku je venovaná norma *STN EN ISO 11442 (Technická dokumentácia výrobku)*.

Súčasťou každého technického dokumentu je súbor informácií sústredený na vyhradenom mieste a táto technická dokumentácia by mala obsahovať:

- identifikačný znak - číslo podľa nejakého systému označovania (číslovanie),
- identifikačný text - označenie, titul, alebo názov dokumentu,
- dátum vyhotovenia, vydania,
- miesto uloženia - organizačná jednotka alebo podnik, ktorá dokument spravuje,
- druh (výkres zostavy, schéma zapojenia, správa...) a veľkosť (A4, A3...),
- stav zmien - predbežné vydanie, konečné, označenie podľa vykonanej poslednej zmeny, vyradené,
- iné špecificky požadované údaje, napr. potvrdenia schvaľovacích a kontrolných orgánov, atesty, označenie príslušnosti k súboru dokumentácie, autor, jazyk a podobne,
- údaje o užívateľoch - počet a miesta distribúcie kópií.

Z hľadiska účelu použitia dokumentácie výrobku môžeme rozlíšiť dokumentáciu konštrukčnú, výrobnú a prevádzkovú.

Konštrukčnú dokumentáciu môžeme definovať ako súbor dokumentov definujúcich výrobok, napr. konštrukčné výkresy, výpočty, výsledky skúšok, technické správy, analýza bezpečnostných rizík, FMEA, atesty materiálov, dokumentácia a certifikáty prevzatých komponentov a podobne.

Výrobná dokumentácia je súbor dokumentov potrebných na výrobu produktu, napr. výrobné výkresy súčiastok upravené pre konkrétnu technológiu a organizáciu výroby, montážne výkresy, postupové výkresy, výkresy špeciálneho náradia, rozpisy materiálu a polotovarov, technologické postupy, normy práce a podobne.

Prevádzkovú dokumentáciu definujeme ako súbor dokumentov potrebných na prevádzku, napr. návody na uvedenie do prevádzky, obsluhu a údržbu, plán opráv, zoznam náhradných dielov, certifikáty kvality, FMEA pre prevádzku, analýza bezpečnostných rizík a bezpečnostné opatrenia, špeciálna dokumentácia pre vyhradené technické zariadenia (zariadenie, zoznam prvkov, plán revízií, kniha revízií).

2.2.1 Technické výkresy

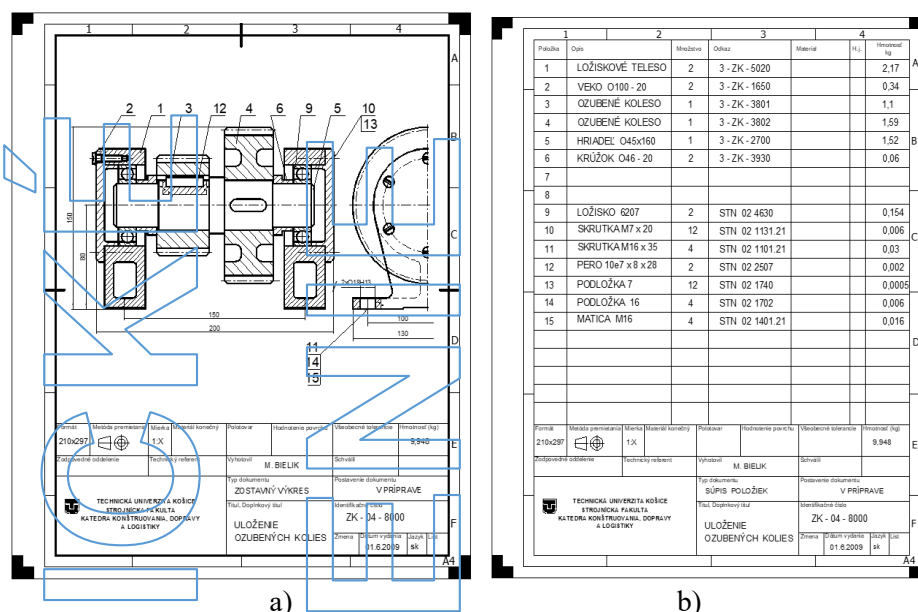
Norma *STN EN ISO 10209-1: 2022 (Technická dokumentácia výrobku. Názvoslovie)* definuje základné pojmy.

Vo všeobecnosti môžeme povedať, že technický výkres:

- je nositeľ technickej myšlienky,
- je to grafické vyjadrenie predstavy konštruktéra,
- je dorozumievací prostriedok medzi konštruktérom a výrobou,
- obsahuje potrebné údaje pre výrobu súčiastky alebo zariadenia,
- predpisuje tvar, rozmery, druh materiálu, odchýlky rozmerov a pod.,
- vyhotovuje sa na výkresoch normalizovaných rozmerov, s predpísanou úpravou, titulným blokom a súpisom súčiastok, musí byť jednoznačný, zrozumiteľný, prehľadný, úhladný.

Podľa **obsahu a ich určenia** technické výkresy delíme na:

- výkres súčiastky,
- výkres zostavy,
- výkres podzostavy,
- súpis položiek,
- obrysový výkres,
- montážny výkres,
- výkres základu,
- výkres polotovaru.



Obr. 2.6 Príklad a) výkresu zostavy b) samostatného súpisu položiek

Podľa spôsobu vyhotovenia rozlišujeme:

- **náčrtky**, zobrazujú technické objekty, kreslia sa voľnou rukou,
- **originály**, sú výkresy kreslené pomocou kresliacich pomôcok (ručne alebo pomocou PC), v normalizovanej mierke, kreslia sa na priehľadné alebo nepriehľadné materiály za účelom reprodukcie z originálu,
- **kópie**, sú reprodukcie získané z originálu.

2.2.2 Formáty výkresov a úprava výkresových listov

Norma STN EN ISO 5457: 2000 (Technická dokumentácia výrobu. Rozmery a úprava výkresových listov) určuje rozmery a úpravu výkresových listov technických výkresov pre všetky technické odvetvia. Norma určuje dva druhy rozmerov:

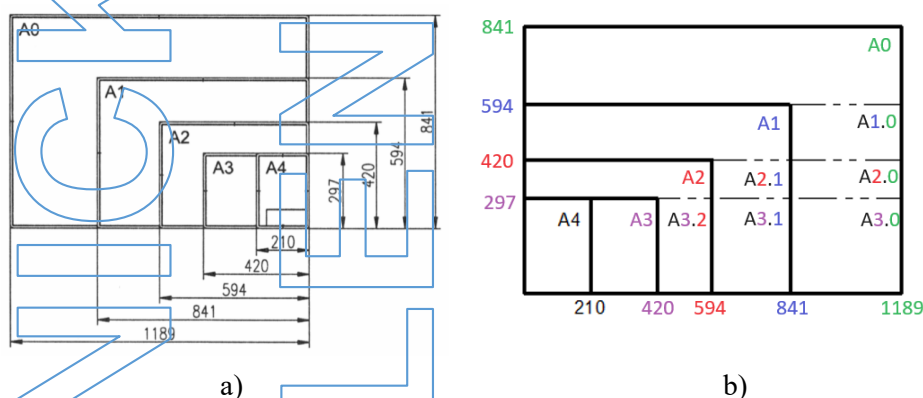
- rozmery formátov hlavného radu ISO-A (obr.2.7-a),
- rozmery predĺžených formátov (obr.2.7-b).

Formáty **hlavného radu ISO-A** sú formáty: **A0, A1, A2, A3, A4** (Tabuľka 2.1) Základný formát z ktorého sa odvodzujú ďalšie, je **A0** s plochou $1m^2$ a pomerom strán $1:\sqrt{2}$. 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.

Tab. 2.1 Rozmery formátov hlavného radu ISO-A

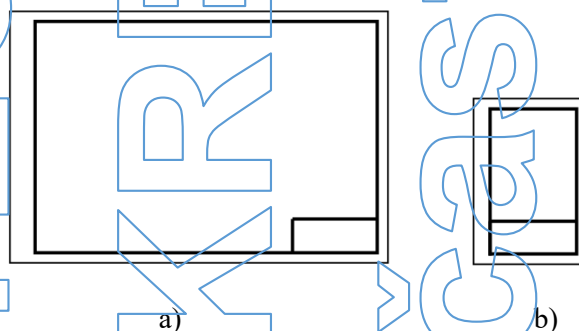
Označenie	Orezaný výkresový list [mm]
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297



Obr. 2.7 Rozmery a) hlavného radu ISO-A formátov, b) predĺžených formátov

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 (obr.2.8 – a).

Formát A4 sa smie používať len vo **vertikálnej polohe** a titulný blok sa umiestňuje na spodnej (kratšej) strane formátu (obr.2.8 – b).

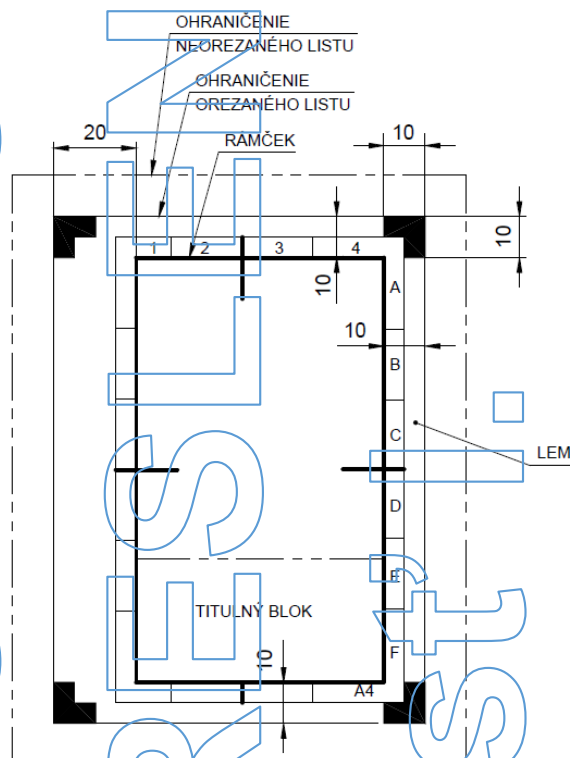


Obr. 2.8 Polohy formátov výkresov a) horizontálne pre A3 až A0, b) vertikálna pre A4

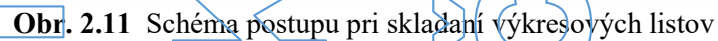
Každý list technického výkresu musí mať nasledovnú úpravu zobrazená na obrázku 2.9 pre formát A4 a na obrázku 2.10 pre formáty A3 až A0.

Originál výkresu sa má vyhotoviť na výkresovom liste takých najmenších rozmerov, ktoré zabezpečia požadovanú prehľadnosť a zreteľnosť grafických a textových informácií na výkrese.

Originály výkresov sa archivujú neskladané. **Kópie výkresov sa skladajú na formát A4** harmonikovite na dĺžku aj na výšku. **Titulný blok je vždy na čelnej strane.** Výkres sa najprv skladá na dĺžku na rozmer 210mm a potom na výšku na rozmer 297mm. Schéma postupu pri skladaní výkresových listov na voľné uloženie je na obr. 2.11.



Obr. 2.9 Úprava výkresového listu formátu A4



– **mierka skutočnej veľkosti** 1 : 1

– **mierky zväčšenia** 2 : 1 5 : 1 10 : 1
20 : 1 50 : 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

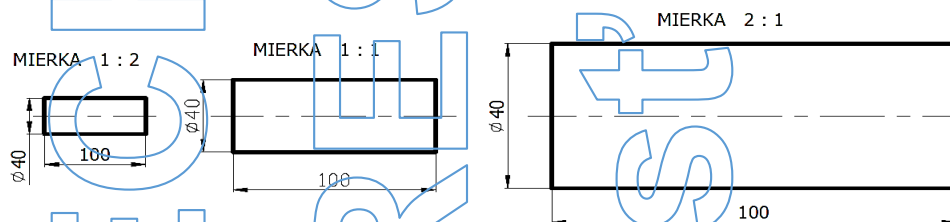
Obrazy technických objektov (súčiastok montážnych celkov a pod.), pokiaľ to ich veľkosť dovoľuje, sa kreslia na výkresoch v **skutočnej veľkosti**, t. j. v mierke **1:1**.

Obrazy väčších tvarovo jednoduchých objektov sa musia kresliť v **mierke zmenšenia 1 : X**.

Obrazy malých výrobkov, tvarovo zložité výrobky, popřípade tvarové podrobnosti sa kreslia v **mierke zväčšenia X : 1**.

Pri voľbe mierky obrazu je nutné dbať na to, aby bola zaručená jeho čitateľnosť, možnosť úplného okótovania a zapísania všetkých potrebných znakov a textových údajov.

Označenie mierky použitej na výkrese sa zapisuje do príslušnej časti titulného bloku. Ak je potrebné použiť na výkrese viac ako jednu mierku, zapisuje sa do titulného bloku mierka hlavného obrazu, všetky ostatné mierky sa zapisujú priamo pri obrazoch predmetu, ktorý má inú mierku ako hlavný obraz a to napr. MIERKA 2:1.



Obr. 2.12 Príklad zobrazenia mierok

Ak je súčiastka na výrobnom výkrese zobrazená v mierke zväčšenia, alebo zmenšenia, **kóty udávajú skutočnú veľkosť** (obr. 2.12).

2.2.4 Technické písmo

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

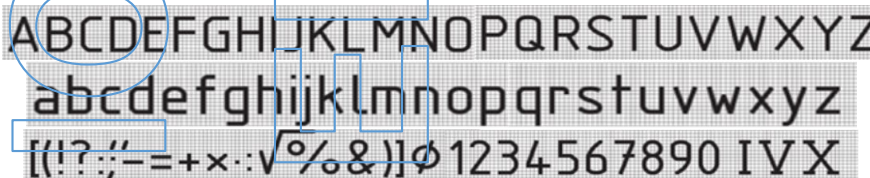
STN EN ISO 3098-0 až 6: 1999 až 2001 Technická dokumentácia výrobu.
Písmo.

Menovitým rozmerom písma je **výška veľkých písmen** abecedy ***h***. Druhým dôležitým parametrom je **hrúbka čiar** písma ***d***. Normalizované sú dva pomery hrúbky čiar k menovitej výške písma ***d/h*** a to:

- $d/h = 1/14$ - pre typ písma A,
- $d/h = 1/10$ - pre typ písma B.

Podľa uhla písma obidva typy písma môžu byť:

- **kolmé**, vertikálne,
- **šikmé**, sklonené k horizontále pod uhlom 75°.
-



Obr. 2.13 Kolmé technické písmo typu B

Výška písma *h* sa môže používať 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20mm

Bežne sa používa vertikálne písmo (obr. 2.13). Popisy výkresov sa musia robiť tak, aby nenarúšali prehľadnosť výkresov.

2.2.5 Čiary na technických výkresoch

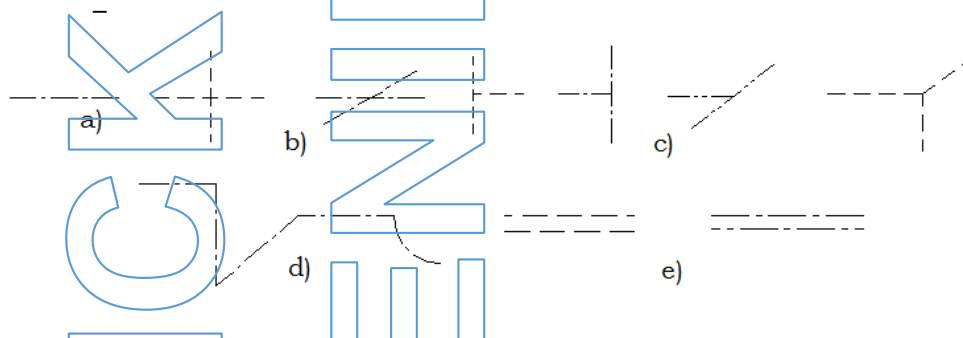
Vyhotovením a použitím čiar na technických výkresoch sa zaoberajú normy STN ISO 128-20 (Technické výkresy. Všeobecné pravidlá zobrazovania. Časť 20: Základné pravidlá pre čiary), STN EN ISO 128-21: 2002 (013121). Technické výkresy. Všeobecné zásady zobrazovania. Časť 21: Vyhotovovanie čiar systémami CAD a STN ISO 128-24 (Technické výkresy. Všeobecné pravidlá zobrazovania. Časť 24: Čiary na strojníckych výkresoch.).

Čiara je základným prostriedkom zobrazovania. Každá čiara nakreslená na technickom výkrese má svoj význam. Vyhotovením a použitím čiar na technických výkresoch sa zaoberajú normy.

Hrúbka čiar *d* je stanovená nasledovne 0,13; 0,18; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1; 1,4; 2 mm. Pomer hrúbok **veľmi hrubej, hrubej a tenkej** čiar je **4:2:1**.

Na technických výkresoch sa používajú tieto druhy čiar:

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

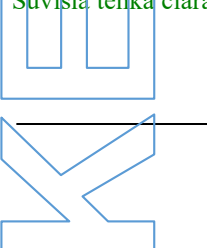
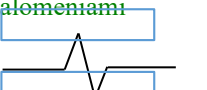
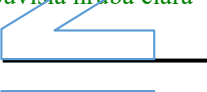
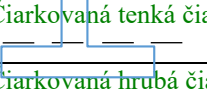
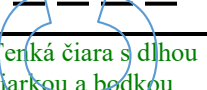
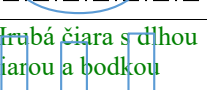
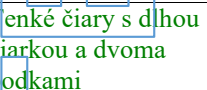
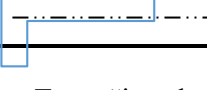


Obr. 2.14 Pravidlá pre kreslenie čiar

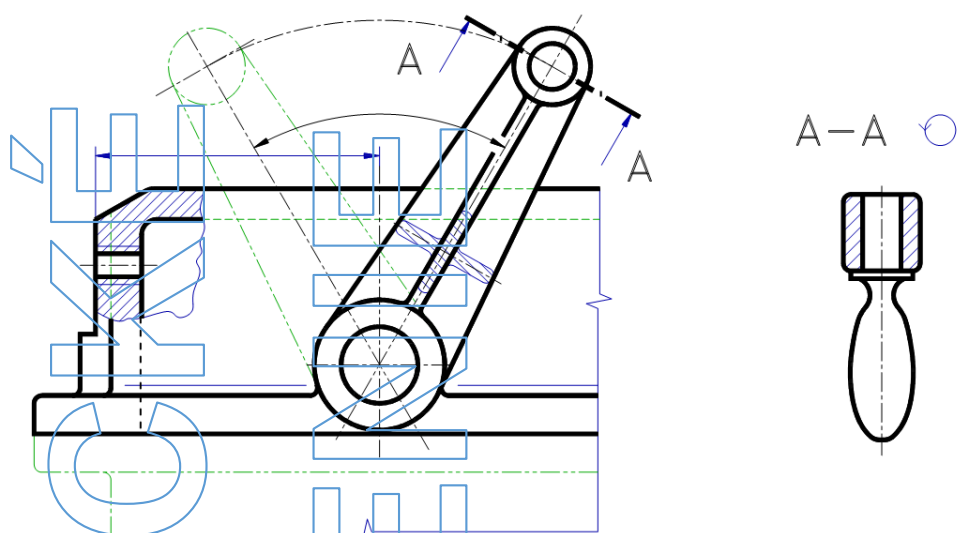
Pri kreslení čiar sa riadime nasledujúcimi pravidlami:

- najmenšia medzera medzi dvoma rovnobežnými čiarami je 0,7 mm,
- dĺžka čiarok, veľkosť bodiek, resp. krátkych čiarok a veľkosť medzier tej istej prerušovanej čiar, musí byť vždy rovnaká,
- čiar s dlhou čiarkou a bodkou sa začínajú a končia čiarkou (obr. 2.14-a),
- čiar sa križujú čiarkami, križenie čiar medzerou nie je prípustné (obr. 2.14-b),
- čiar sa navzájom spájajú čiarkami, spájanie čiar medzerami nie je prípustné (obr. 2.14-c),
- zlomy a ohyby čiar vytvárajú vždy čiarky (obr. 2.14-d),
- pri rovnobežných prerušovaných a striedavých čiarach umiestnených blízko vedľa seba sa majú čiarky a medzery, poprípade vložené obrazové prvky, navzájom striedať (obr. 2.14-e).

Tab. 2.2 Typy čiar a ich používanie na strojníckych výkresoch

Opis a zobrazenie	Použitie čiary
Súvislá tenká čiara 	Myslené čiary prienikov, pomocné čiary, kótovacie čiary, odkazové čiary a ich zástavky, šrafovanie, obrysy sklopených priereзов, krátke osi, ukončenie kótovacej čiary (šikmá úsečka), uhlopriečky na označenie rovinatej plochy povrchu, čiary označujúce miesto ohybu na výstrižkoch a rozvinutých obrazoch predmetov, ohraničenie podrobnosti, naznačenie opakujúcich sa prvkov, čiara označenia miesta údaja rozmeru klinových prvkov (napr. kužel, predmet so sklonom a pod.), označenie vrstiev, premietajúce lúče, čiary siete.
Súvislá tenká vyhotovená „od ruky“ 	Prednostne ručne vyhotovená čiara na zobrazenie ohraničenia čiastočných alebo prerušených pohľadov, rezov a priereзов v prípadoch, keď ohraničením nie je os súmernosti.
Súvislá tenká čiara so zalomeniami 	Prednostne mechanicky vyhotovená čiara na zobrazenie čiastočných alebo prerušených pohľadov, rezov a priereзов v prípadoch, keď ohraničením nie je os súmernosti.
Súvislá hrubá čiara 	Viditeľné obrysy a hrany, čiara chrbtov závitov, ohraničenie dĺžky závitu s plnou hĺbkou profilu, zobrazenie grafov v diagramoch a hlavné prvky na mapách a vývojových diagramoch, zobrazenie osových dĺžok priečkovej konštrukcie, deliace čiary odliatkov na obrazoch pohľadov.
Čiarkovaná tenká čiara 	Zakryté hrany a obrysy.
Čiarkovaná hrubá čiara 	Označenie úpravy povrchu.
Tenká čiara s dlhou čiarkou a bodkou 	Osi, čiary na označenie súmernosti, rozstupová čiara ozubení, rozstupová čiara dier.
Hrubá čiara s dlhou čiarkou a bodkou 	Označenie ohraničenej časti plochy, napr. tepelné spracovanie, označenie rovín rezov, označenie deliacich rovín odliatkov v obrazoch rezov.
Tenké čiary s dlhou čiarkou a dvoma bodkami 	Obrys príľahlých (susediacich) súčiastok, krajné polohy pohyblivých súčiastok, ťažiskové osi, obrysy alternatívneho spôsobu vyhotovenia, zobrazenie konečných obrysov predmetov v obraze polovýrobku (predkovku, odliatku a pod.), ohraničenie určitej plochy alebo oblasti.

Typy čiar ako aj ich používanie sú uvedené v tabuľke 2.2. Príklad použitia rôznych typov čiar na technickom výkrese je na obr. 2.15.



Obr. 2.15 Príklad použitia jednotlivých čiar

3 ZOBRAZOVANIE NA TECHNICKÝCH VÝKRESOCH

Pod **zobrazovaním** rozumieme **nakreslenie technických predmetov predpísaným spôsobom premietania**, a to obyčajne v určitej mierke na technický výkres.

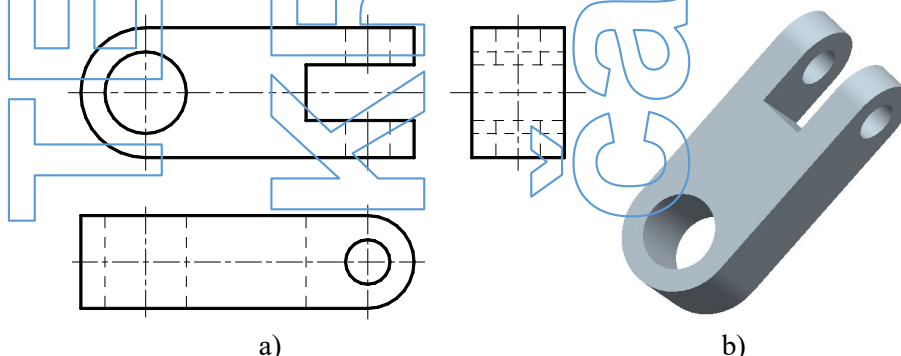
Zobrazovanie musí jednoznačne vystihovať tvar predmetu a vzájomnú väzbu jeho súčiastok, pričom určuje požadované geometrické vlastnosti príslušného predmetu.

O zobrazovaní na technických výkresoch pojednávajú technické normy:

- STN EN ISO 5456-1:2001/1 (013120), Technické výkresy. Metódy premietania Časť 1 Prehľad,
- STN EN ISO 5456-2:2001/1 (013120), Technické výkresy. Metódy premietania Časť 2 Kolmé (ortografické) zobrazovanie,
- STN EN ISO 5456-3:2001/1 (013120), Technické výkresy. Metódy premietania Časť 3: Axonometrické zobrazovanie,
- STN EN ISO 5456-4: 2002 (013120), Technické výkresy. Metódy premietania. Časť 4: Stredové premietanie,
- STN ISO 128-40: 2002 (01 3121), Technické výkresy. Všeobecné zásady zobrazovania Časť 40 Základné pravidlá vyhotovovania rezov a prierezov,
- STN ISO 128-44: 2002 (01 3121), Technické výkresy. Všeobecné zásady zobrazovania Časť 44 Rezy a prierezy na strojníckych výkresoch,
- STN ISO 128-50: 2002 (01 3121), Technické výkresy. Všeobecné zásady zobrazovania Časť 50 Základné pravidlá znázorňovania plôch rezov a prierezov.

Najpoužívanejšie spôsoby zobrazovania sú:

- **kolmé** (ortografické) zobrazovanie na viac priemetní, metódy 2D (obr.3.1 - a),
- **axonometrické** zobrazovanie na jednu priemetňu, metódy 3D (priestorové zobrazovanie), (obr.3.1 -b).



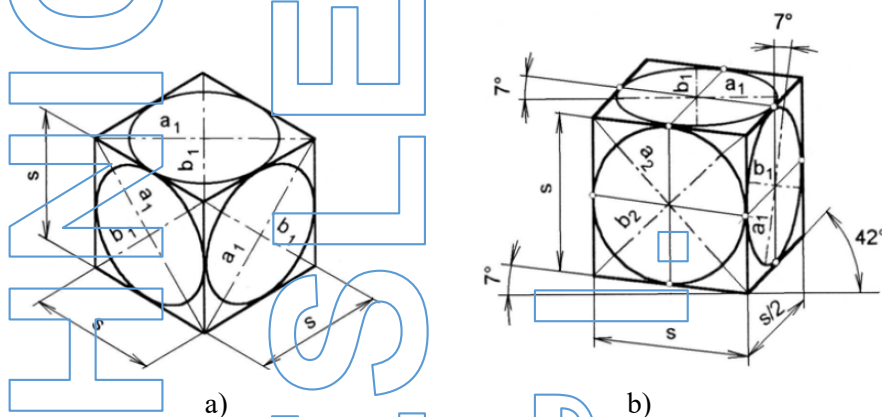
Obr. 3.1 Príklad zobrazenia **a)** 2D – kolmé, **b)** 3D – axonometrické zobrazenie

3.1 Axonometrické zobrazenie

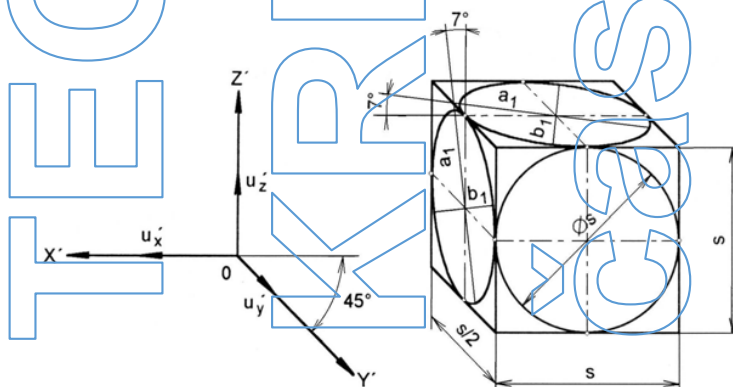
Axonometrické zobrazovanie je **názorné – priestorové** zobrazenie obrazu na **jednu priemetňu**. Poskytuje veľmi prehľadné a ľahko zrozumiteľné priemety bez väčšej náročnosti na predstavivosť o skutočnom tvare predmetov.

Z veľkého počtu spôsobov axonometrického zobrazovania známych z konštruktívnej geometrie, sú pre praktické využívanie v norme STN EN ISO 5456-3 odporúčané na technické výkresy všetkých technických oblastí (strojnictvo, elektrotechnika, stavebníctvo a iné) nasledovné axonometrické zobrazovacie metódy:

- **kolmá (pravouhlá) axonometria**, kde patrí *izometrická* axonometria (obr.3.2 – a) a *dimetrická* axonometria (obr.3.2.– b),
- **šikmá (kosouhlá) axonometria**, kde patrí *kavalierna* axonometria, *kabinetná* axonometria a *planometrická* axonometria. Z uvedených druhov sa najčastejšie používa **šikmá kabinetná axonometria** (obr.3.3).

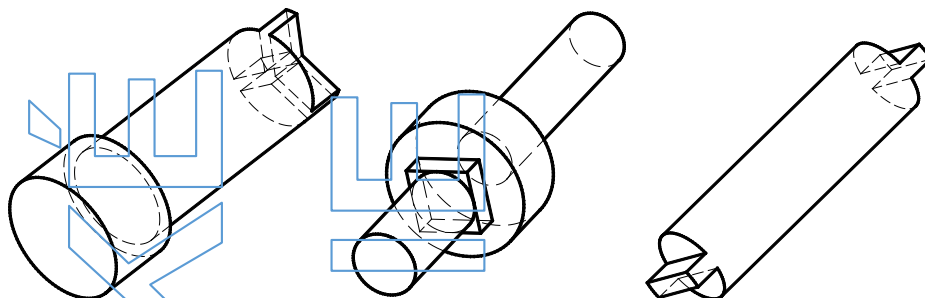


Obr.3.2 Príklad zobrazenia kocky pomocou **a)** izometrickej axonometrie, **b)** dimetrickej axonometrie.

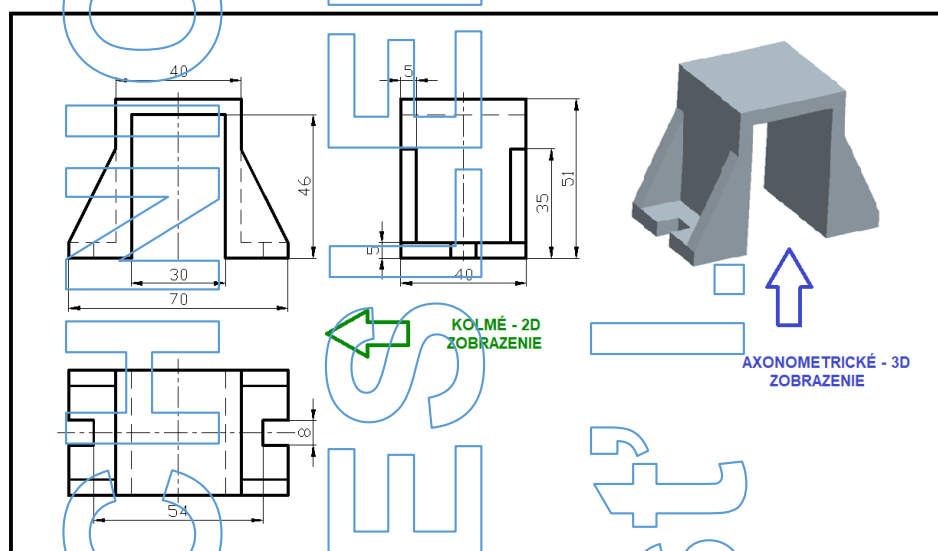


Obr.3.3 Príklad zobrazenia kocky pomocou šikmej kabinetnej axonometrie

Na obrázku 3.4 sú príklady zobrazenia rotačných súčiastok pomocou šikmej kabinetnej axonometrie.



Obr. 3.4 Príklady zobrazenia pomocou šikmej kabinetnej axonometrie



Obr. 3.5 Príklad použitia zobrazenia pomocou šikmej

Na dielenských výkresoch súčiastok sa axonometrické zobrazenie používa najčastejšie len pre poskytnutie predstavy o skutočnom tvare predmetu (obr. 3.5).

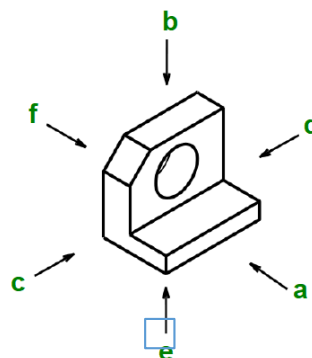
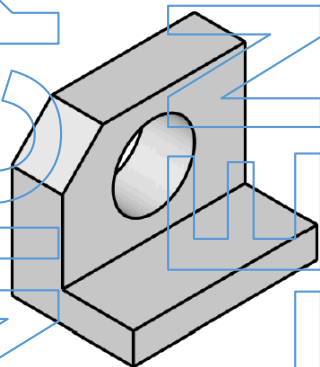
3.2 Kolmé (ortografické) zobrazovanie

Na technických výkresoch sa predmety zobrazujú najčastejšie kolmým premietaním na viac vzájomne kolmých priemetní. Podľa umiestnenia zobrazovaného predmetu vzhľadom k priemetni a pozorovateľovi sa rozlišujú

tieto metódy premietania:

- v **1. kvadrante** (metóda E),
- v **3. kvadrante** (metóda A).

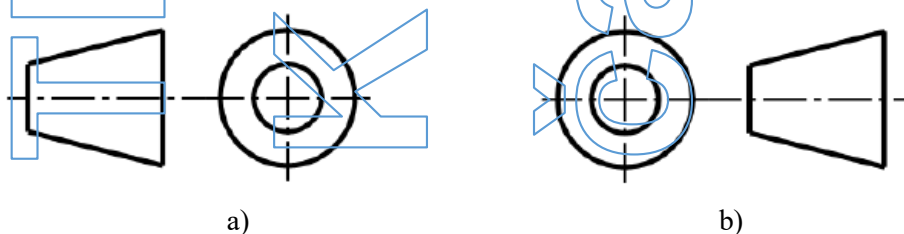
Pre úplné zobrazenie predmetu sa môže použiť **maximálne šesť základných pohľadov**, ktoré sú v rovine rozmiestnené sklápaním priemetní do výkresovej plochy. Smery pohľadov v poradí dôležitosti sa označujú písmenami a, b, c, d, e, f. Obrazy priemetov sa označujú im odpovedajúcimi písmenami veľkej abecedy (obr.3.6).



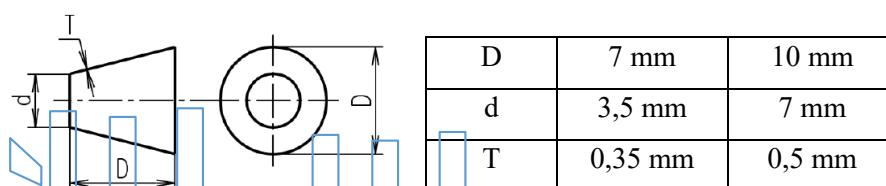
Pohľad v smere **a** – **A pohľad spredu**
Pohľad v smere **b** – **B pohľad zhora**
Pohľad v smere **c** – **C pohľad zľava**
Pohľad v smere **d** – **D pohľad sprava**
Pohľad v smere **e** – **E pohľad zdola**
Pohľad v smere **f** – **F pohľad zozadu**

Obr. 3.6 Označovanie smerov pohľadov

Tieto metódy majú svoje grafické značky, ktoré sa zadávajú v titulného bloku (alebo v jeho blízkosti) na každej výkresovej dokumentácii. Ich tvar je zobrazený na obrázku 3.7 a ich rozmery na obr. 3.8.



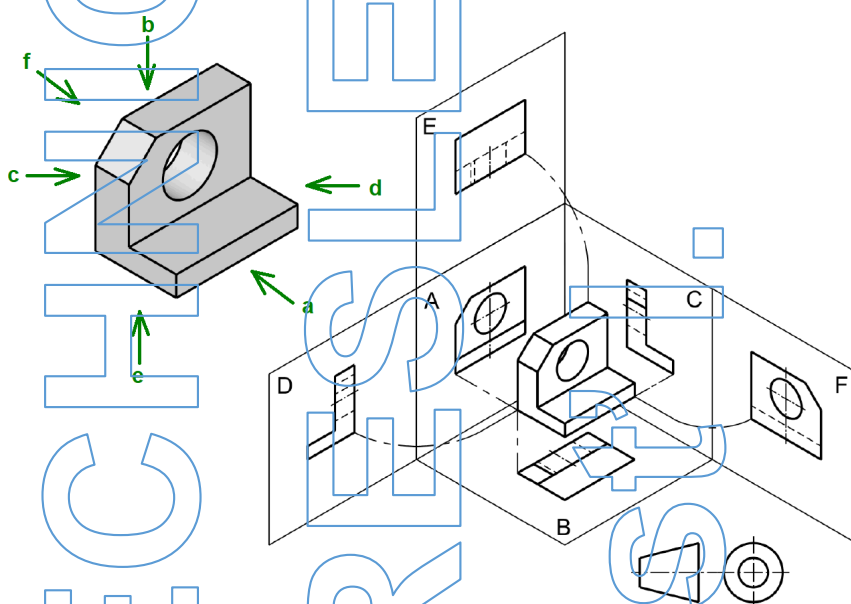
Obr. 3.7 Grafické značky pre premietanie **a)** v 1. kvadrante,
b) v 3. kvadrante



Obr. 3.8 Rozmery grafickej značky premietania

3.2.1 Metóda premietania v 1. kvadrante (metóda E)

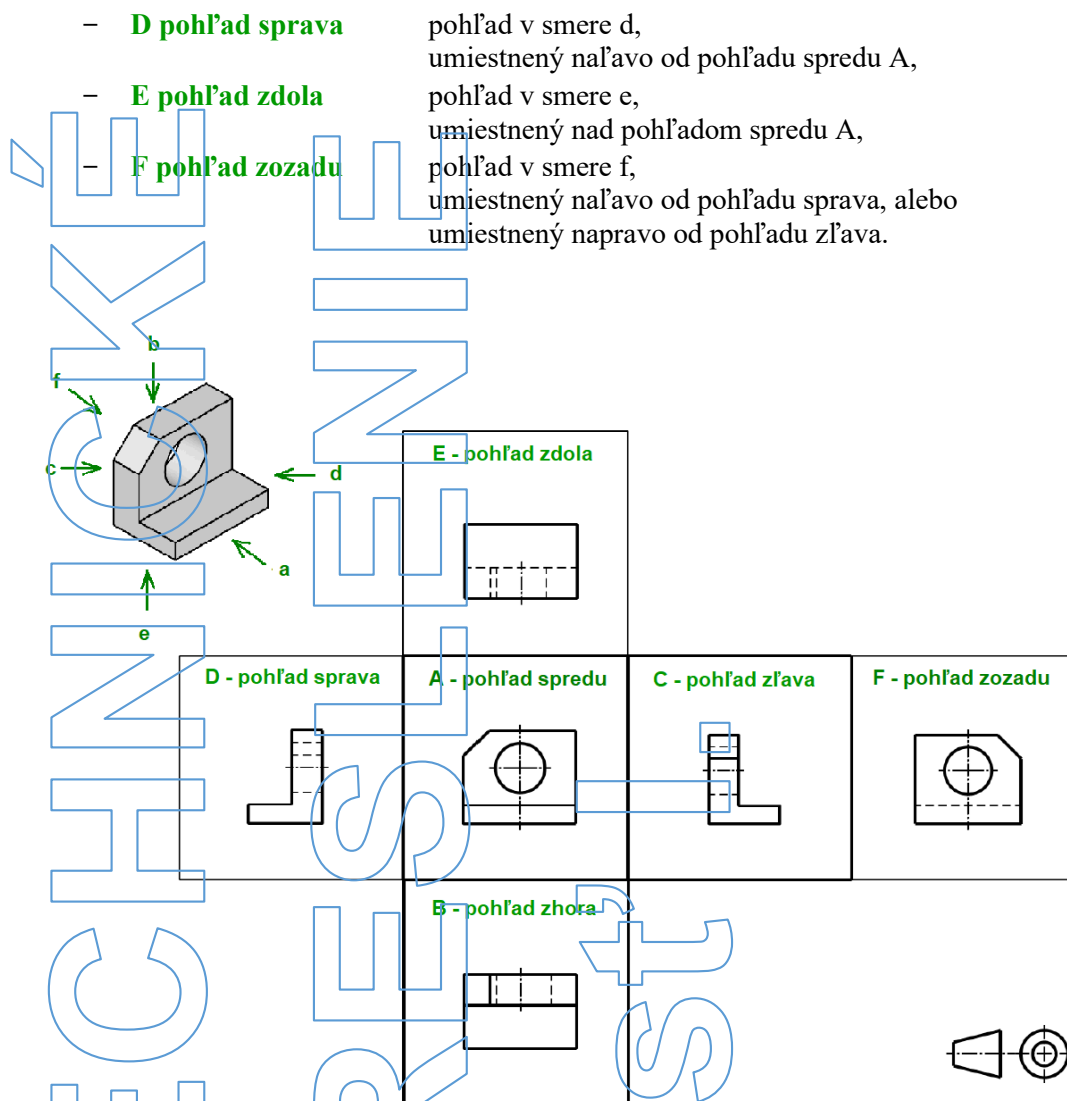
Premietanie v 1. kvadrante je kolmé zobrazenie, ktoré sa predtým nazývalo metóda E, alebo ISO E, alebo aj európsky spôsob zobrazenia, pri ktorom je zobrazovaný predmet umiestnený medzi pozorovateľom a rovinou, na ktorú sa predmet premietá (obr.3.9).



Obr. 3.9 Princíp zobrazenia pomocou premietania v 1. kvadrante

Pri tomto spôsobe premietania pre jednotlivé pohľady platí (pozri obr.3.10):

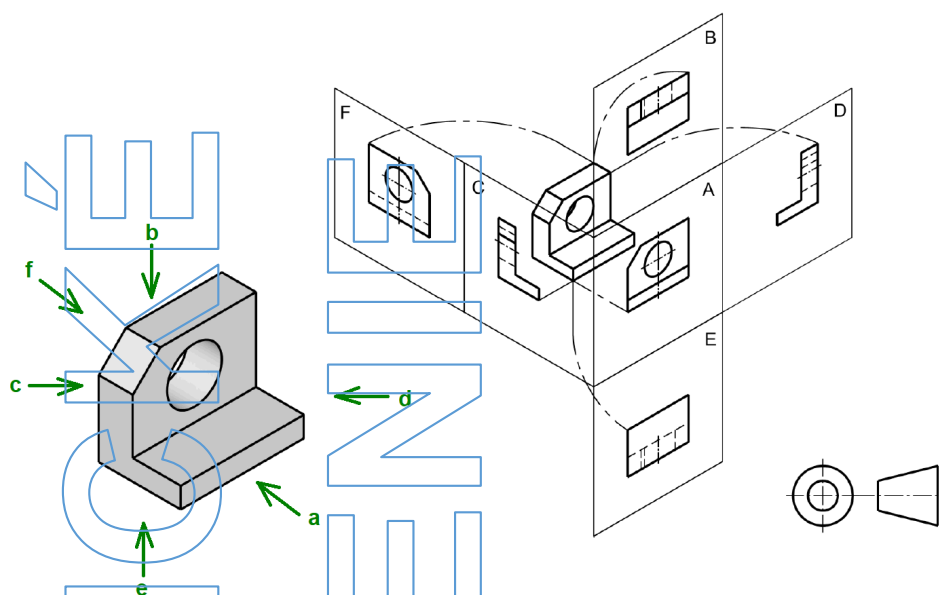
- **A pohľad spredu** základný pohľad v smere a, musí to byť pohľad, ktorý najlepšie charakterizuje daný predmet,
- **B pohľad zhora** pohľad v smere b, umiestnený pod pohľadom spredu A,
- **C pohľad zľava** pohľad v smere c, umiestnený napravo od pohľadu spredu A,



Obr. 3.10 Umiestnenie pohľadov pri zobrazovaní v pomocou premietania v 1. kvadrante

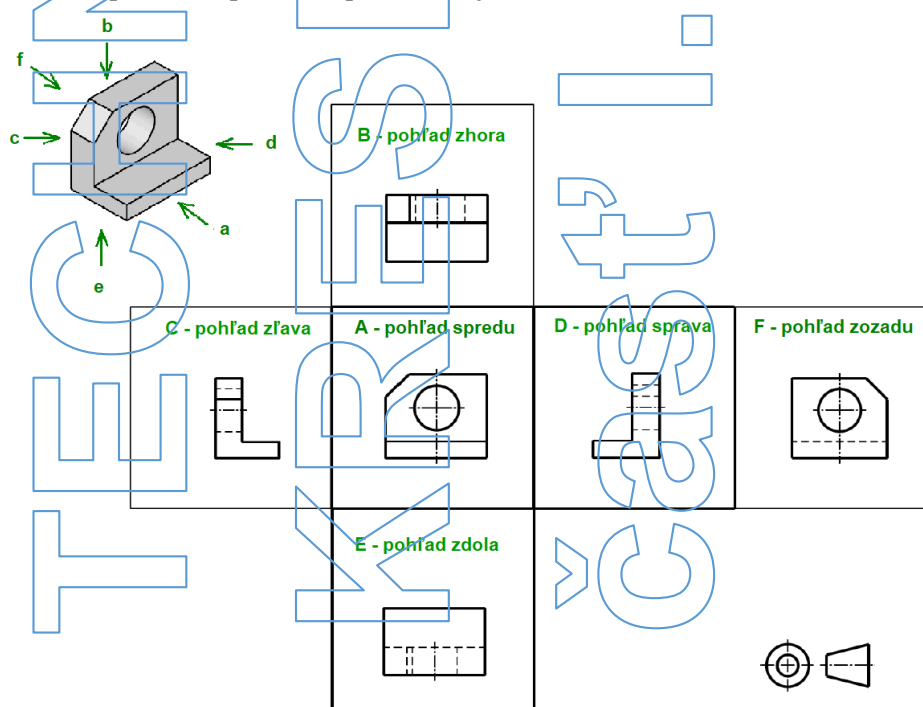
3.2.2 Metóda premietania v 3. kvadrante (metóda A)

Premietanie v 3. kvadrante je kolmé zobrazovanie, ktoré sa predtým nazývalo metóda A, alebo ISO A, alebo aj americký spôsob zobrazovania, pri ktorom je zobrazovaný predmet umiestnený pre pozorovateľa za rovinou, na ktorú sa predmet premieta (obr.3.11).



Obr. 3.11 Princíp zobrazenia pomocou premietania v 3. kvadrante

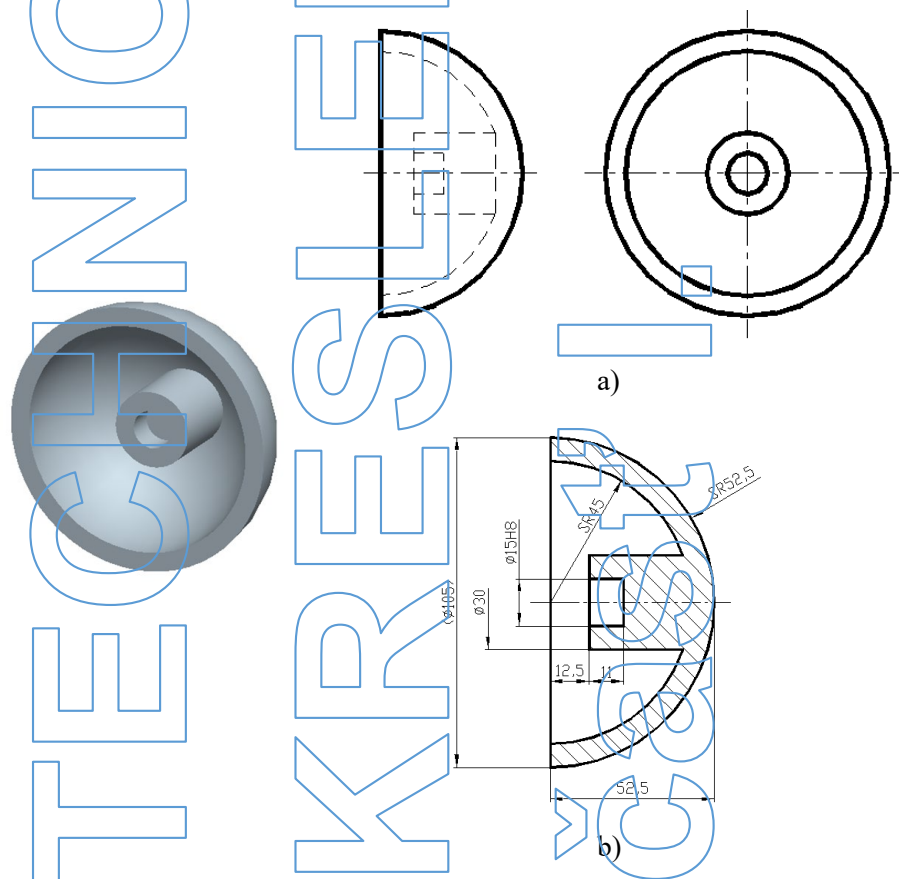
Rozloženie pohľadov pri tomto premietaní je zobrazené na obr. 3.12.



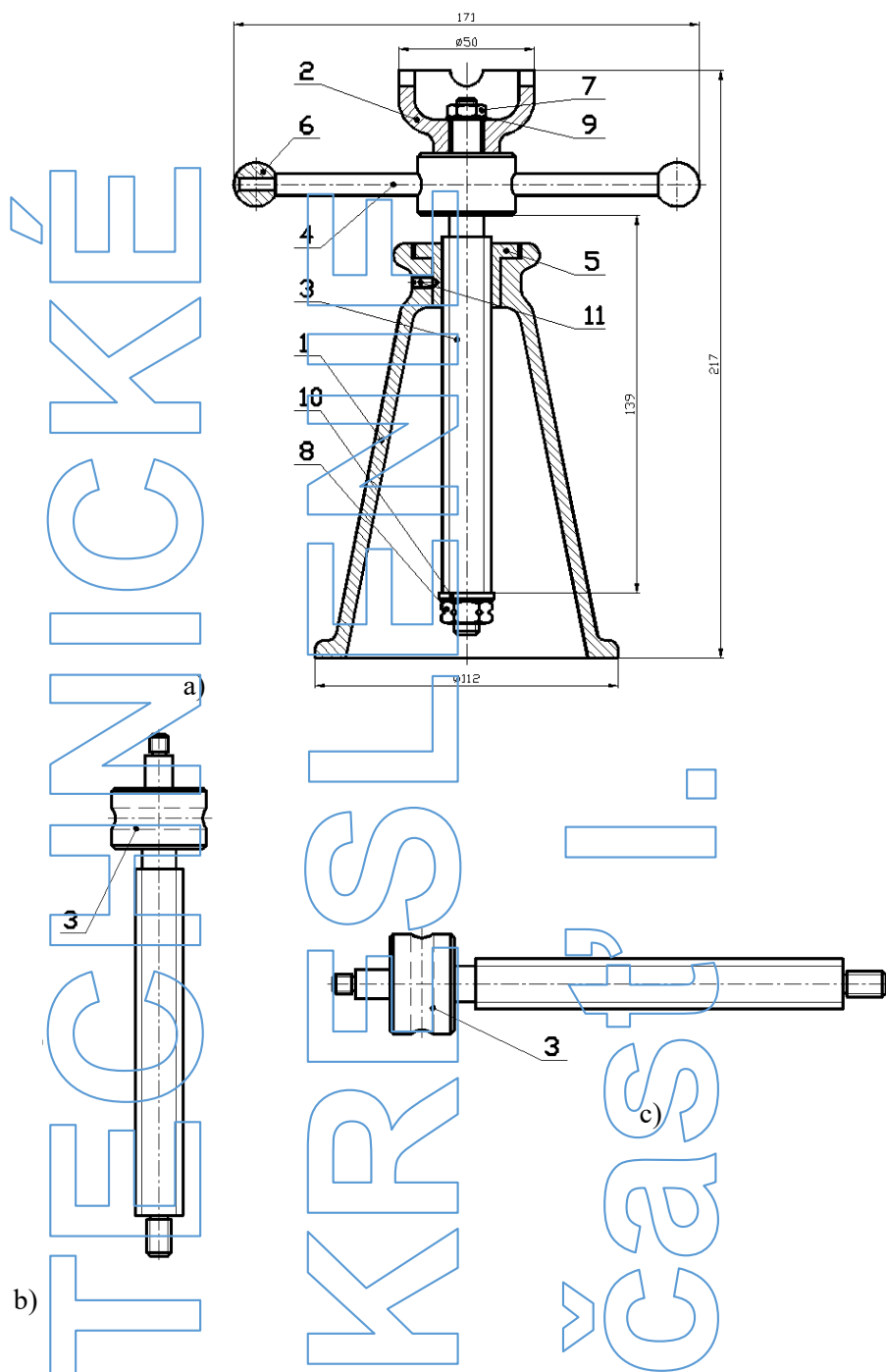
Obr. 3.12 Umiestnenie pohľadov pri zobrazovaní v pomocou premietania v 3. kvadrante

3.3 Pravidlá pre zobrazovanie na výkresoch

- Počet obrazov musí byť čo **najmenší**, ale taký, aby pri použití stanovených značiek a popisov dal úplnú predstavu o zobrazovanom predmete (obr.3.13).
- Pre **umiestnenie pohľadov** platia pravidlá pravouhlého zobrazovania.
- Obyčajne sa zobrazuje **konečný tvar** predmetu.
- **Viditeľné obrysy hrany** sa zobrazujú súvislou hrubou čiarou.
- **Neviditeľné obrysy** a hrany sa môžu zobraziť v prípade potreby (napríklad kvôli jasnejšej predstave o tvare telesa). Ak sa zobrazujú kreslia sa tenkou čiarkovanou čiarou.
- Hlavný pohľad (pohľad spredu alebo rez) by mal čo **najviac vystihovať tvar telesa**.
- Predmet sa má zobraziť vo **funkčnej polohe** alebo v polohe **vhodnej pre výrobu** (obr. 3.14).



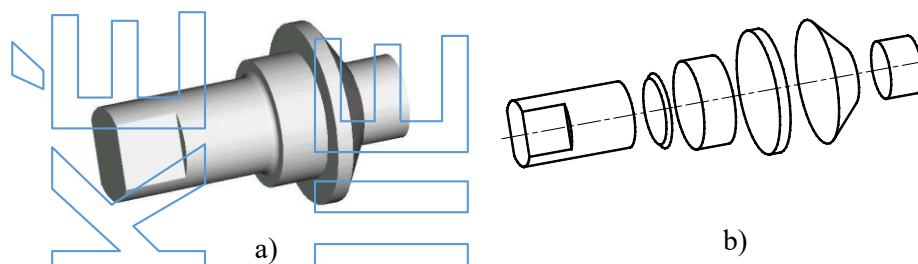
Obr. 3.13 Minimálny počet pohľadov pre zobrazenie telesa **a)** bez kótovania, **b)** s uvedením kót v reze telesa



Obr. 3.14 a) Zostava s pozičnými číslami jednotlivých komponentov a zakótovanými hlavnými rozmermi, b) zobrazená súčiastka vo funkčnej polohe c) vo výrobnjej polohe

3.4 Vznik tvaru strojových súčiastok

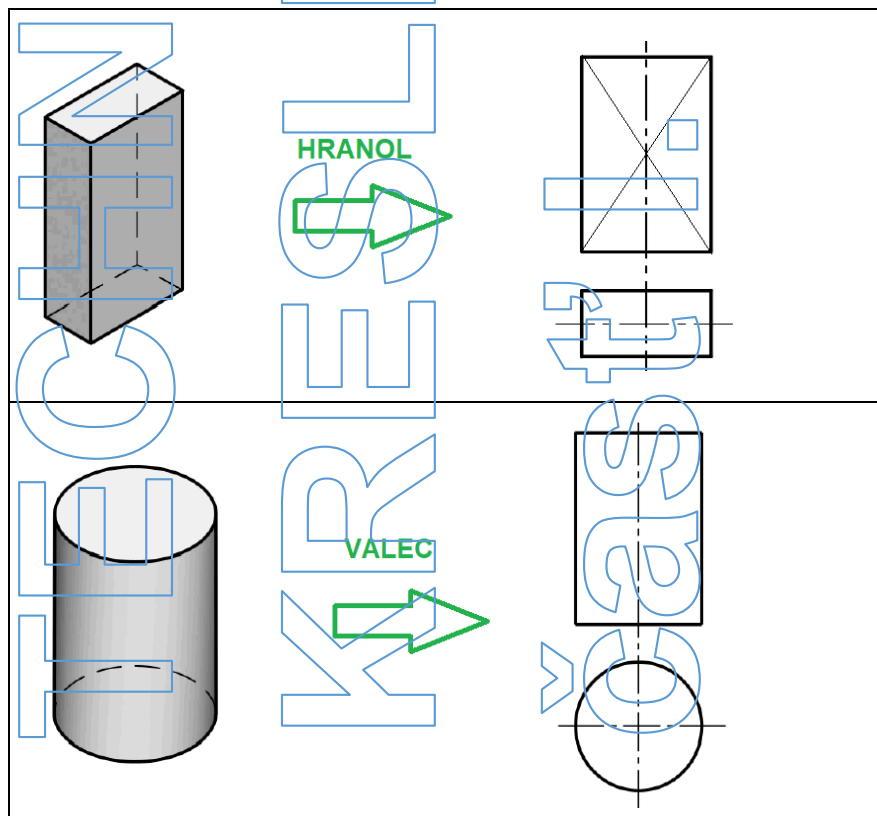
Strojové súčiastky vieme rozdeliť na základné geometrické telesá (obr.3.15).

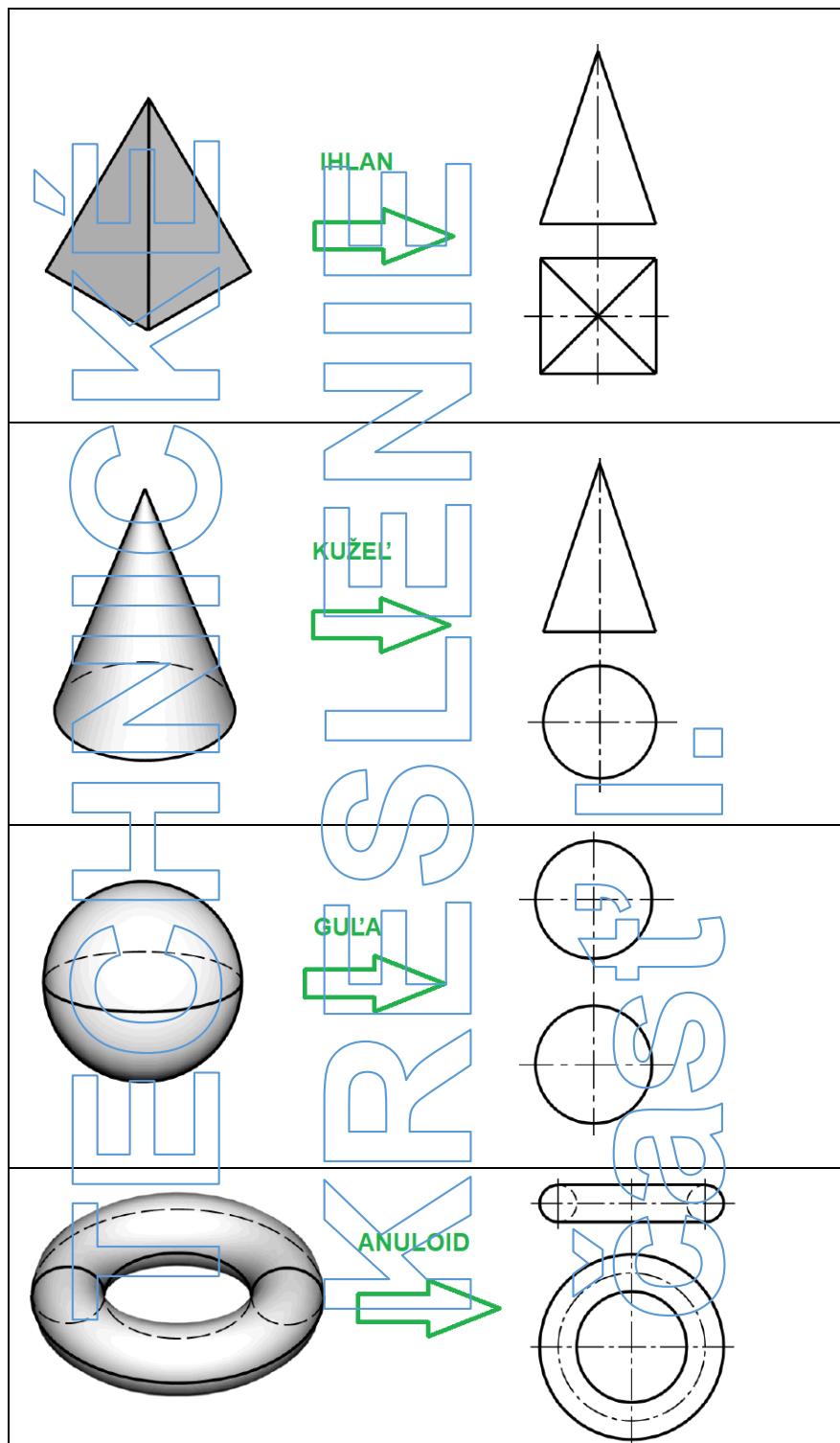


Obr. 3.15 Zobrazenie súčiastky **a)** axonometrické – názorné, **b)** rozloženie súčiastky na jednotlivé geometrické telesá.

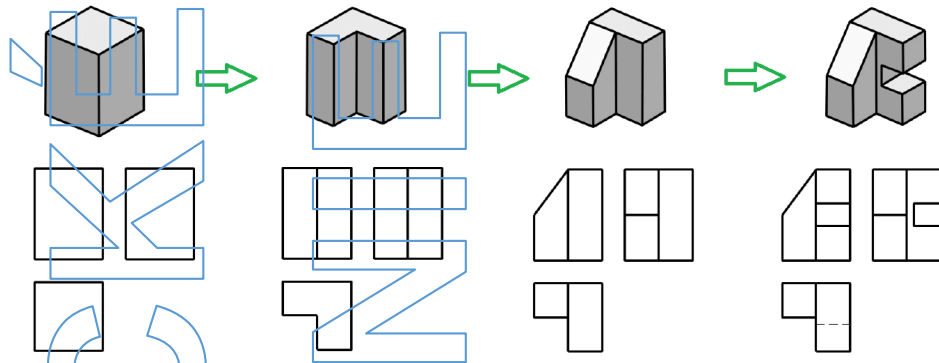
Zobrazenie jednotlivých geometrických telies je zobrazené v Tabuľke 3.1.

Tab. 3.1 Zobrazenie základných geometrických telies





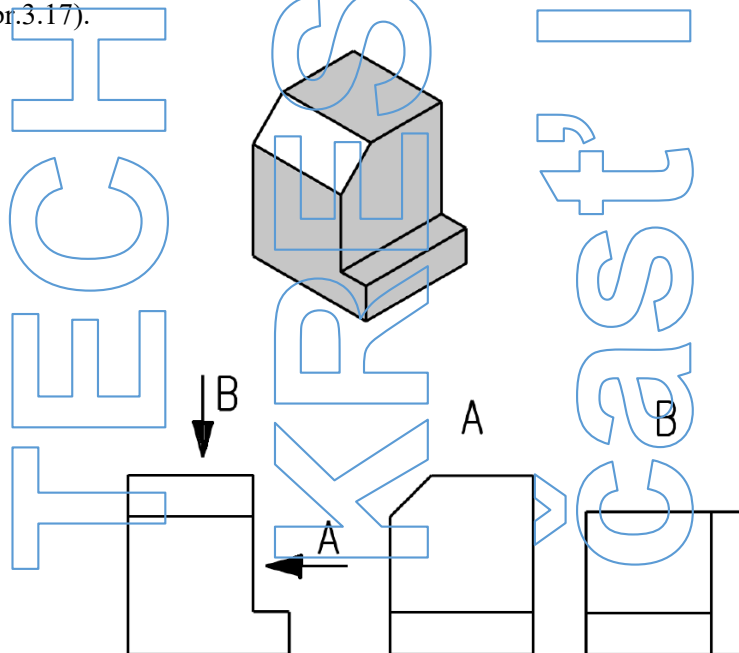
Strojové súčiastky môžeme tiež vnímať ako telesá, ktoré vznikajú odvodením (vyrezávaním jednotlivých tvarov) do základných telies (obr.3.16).



Obr. 3.16 Postup vzniku strojových geometrických súčiastok

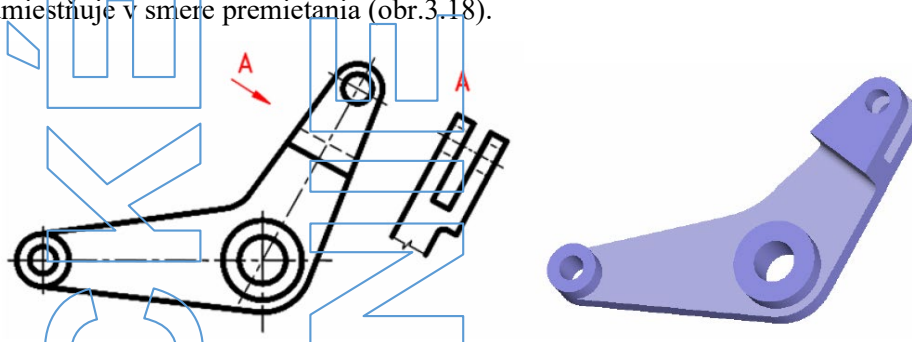
3.5 Metóda umiestnenia obrazov pohľadov s použitím referenčných šípok

Pokiaľ je pohľad umiestnený na inom mieste ako má byť z hľadiska zásad premietania, musí sa **směr premietania označiť šípkou pri základnom obraze**. Nad šípkou a nad pohľadom sa uvádza rovnaké písmeno veľkej abecedy (obr.3.17).



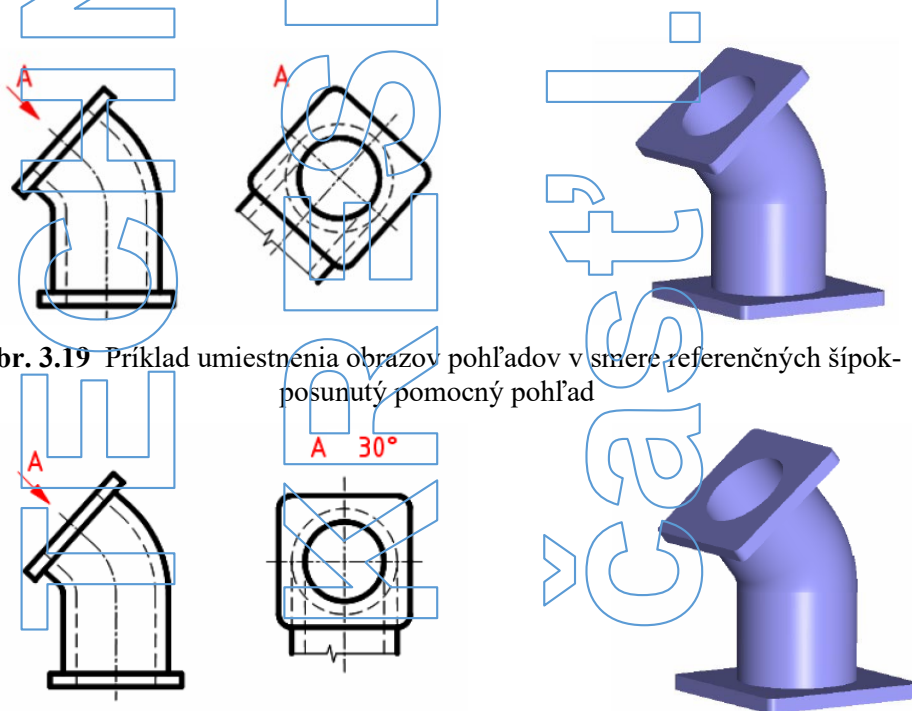
Obr. 3.17 Príklad umiestnenia obrazov pohľadov v smere referenčných šípok

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 **pomocný pohľad**, ktorý sa umiestňuje v smere premietania (obr.3.18).



Obr. 3.18 Príklad umiestnenia obrazov pohľadov v smere referenčných šípok-
pomocný pohľad

Takýto pomocný pohľad možno aj posunúť (obr.3.19) alebo pootočiť (obr.3.20), pričom sa môže viesť aj uhol pootočenia.

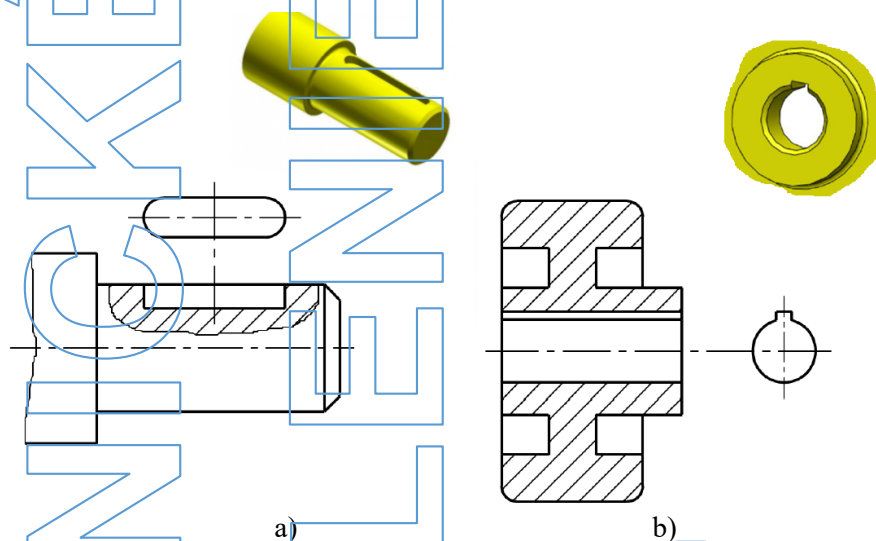


Obr. 3.19 Príklad umiestnenia obrazov pohľadov v smere referenčných šípok-
posunutý pomocný pohľad

Obr. 3.20 Príklad umiestnenia obrazov pohľadov v smere referenčných šípok-
posunutý a pootočený pomocný pohľad

3.6 Zobrazovanie pomocou miestnych pohľadov

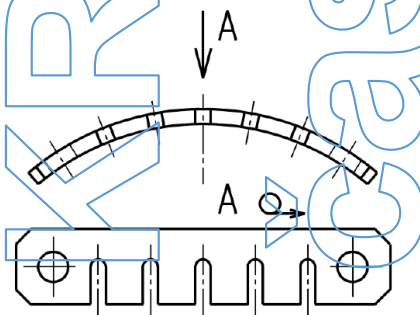
Miestny pohľad sa používa, ak je potrebné zobraziť iba tvar určitého prvku (žliabok pre pero v hriadeli alebo v náboji). Tieto pohľady sú spojené so základným pohľadom tenkou bodkočiarkovanou čiarou kreslenou v osi prvku. Miestny pohľad sa zobrazuje metódou premietania v tretom kvadrante (obr.3.21) bez ohľadu na to, aké je usporiadanie obrazov na výkrese.



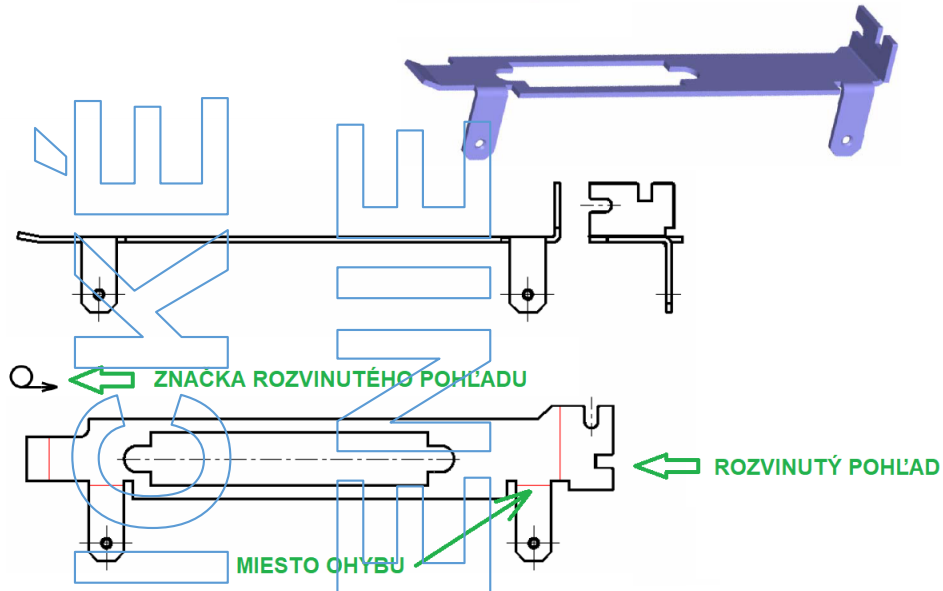
Obr. 3.21 Príklad zobrazenia pomocou miestneho pohľadu žliabku pre pero
a) na hriadeli, b) v náboji

3.7 Zobrazovanie pomocou rozvinutých pohľadov

Predmety so zakriveným tvarom alebo predmety zhotovené ohýbaním sa zobrazujú **rozvinuté** do priemetne hlavného obrazu. **Miesta ohybu** sa zobrazia súvislou tenkou čiarou. Nad rozvinutý pohľad sa umiestni grafická značka pre rozvinutý pohľad (obr.3.22 a obr. 3.23).



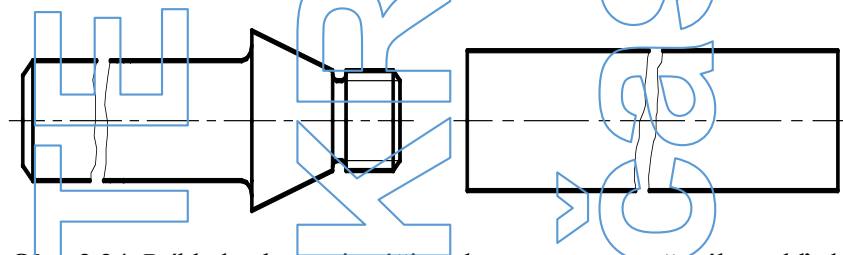
Obr. 3.22 Zobrazenie zakrivenej súčiastky pomocou rozvinutého pohľadu



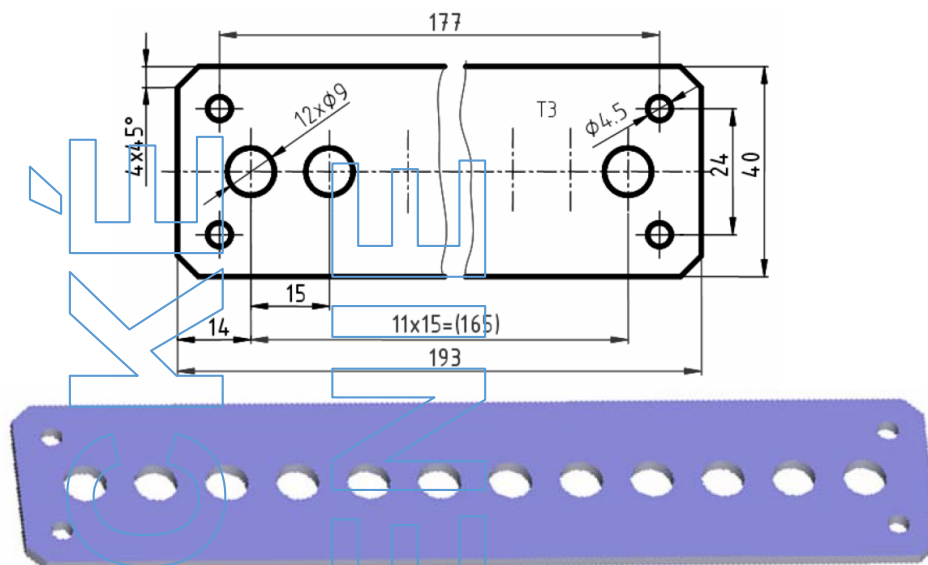
Obr. 3.23 Príklad zobrazenia ohýbanej súčiastky pomocou rozvinutého pohľadu

3.8 Zobrazovanie pomocou prerušených pohľadov

Pri zobrazení dlhých predmetov sa zobrazujú len tie časti predmetov, ktoré sú postačujúce na ich určenie. Vznika tým **prerušený pohľad**. Na zobrazených častiach predmetu sa v mieste prerušenia ohraničia obrazy **tenkými čiarami od ruky** alebo **tenkými čiarami so zalomeniami** (obr.3.24). Príklad zobrazenia a kótovania pri použití prerušeného pohľadu je na obrázku 3.25.



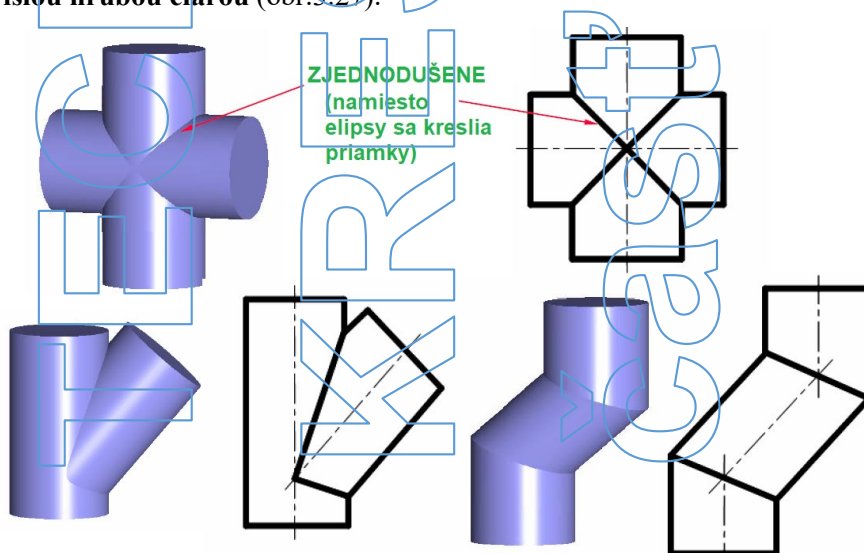
Obr. 3.24 Príklad zobrazenia súčiastok pomocou prerušeného pohľadu



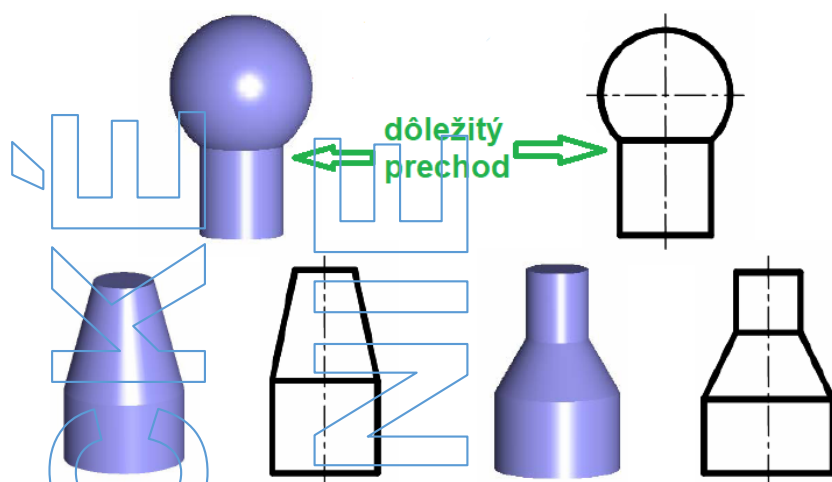
Obr. 3.25 Príklad zobrazenia a kótovanie súčiastky pomocou prerušeného pohľadu

3.9 Zobrazovanie prienikov

Prieniky a prechody medzi plochami sa môžu zobrazovať zjednodušene (obr.3.26). **Ostré prieniky a prechody** (teda bez zaoblenia) sa zobrazujú súvislou hrubou čiarou (obr.3.27).

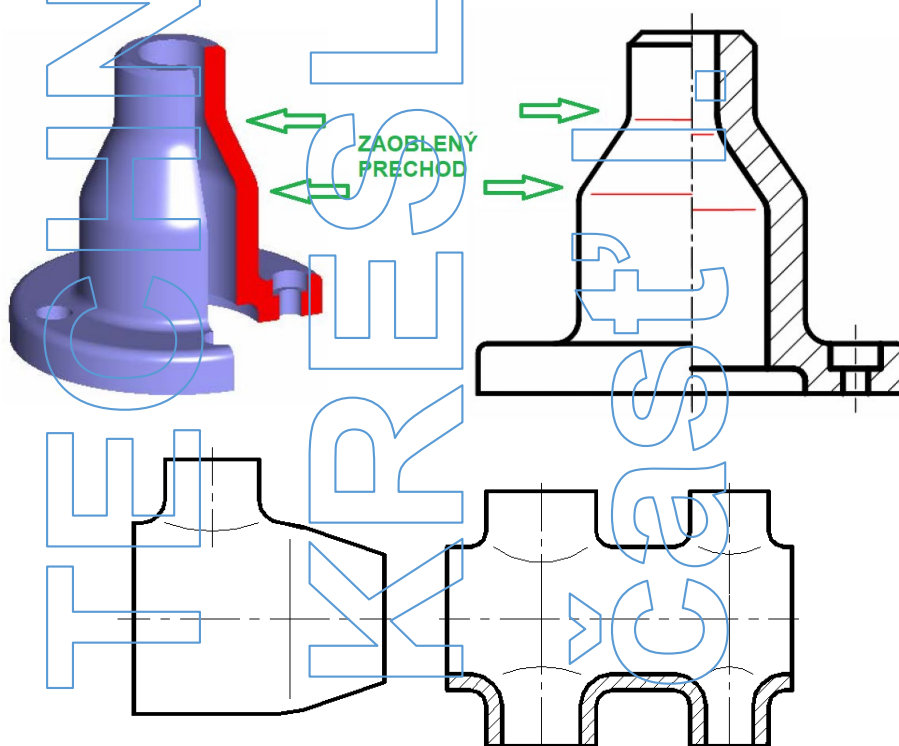


Obr. 3.26 Príklad zjednodušeného zobrazenia ostrého prieniku



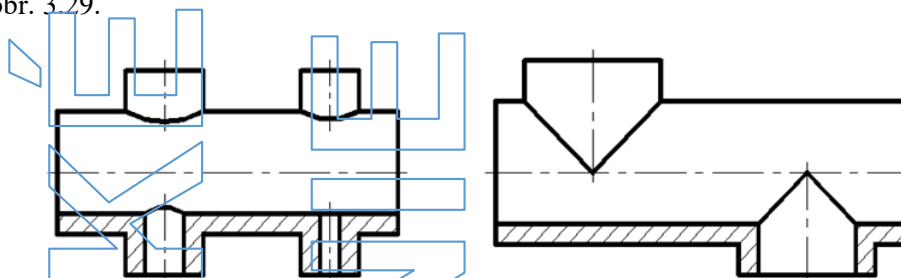
Obr. 3.27 Príklad zobrazenia ostrého prieniku

Zaoblené prieniky a prechody sa zobrazujú súvislou tenkou čiarou, ktorá sa nedotýka obrysu súčiastok (obr.3.28).



Obr. 3.28 Príklady zobrazenia zaoblených prechodov

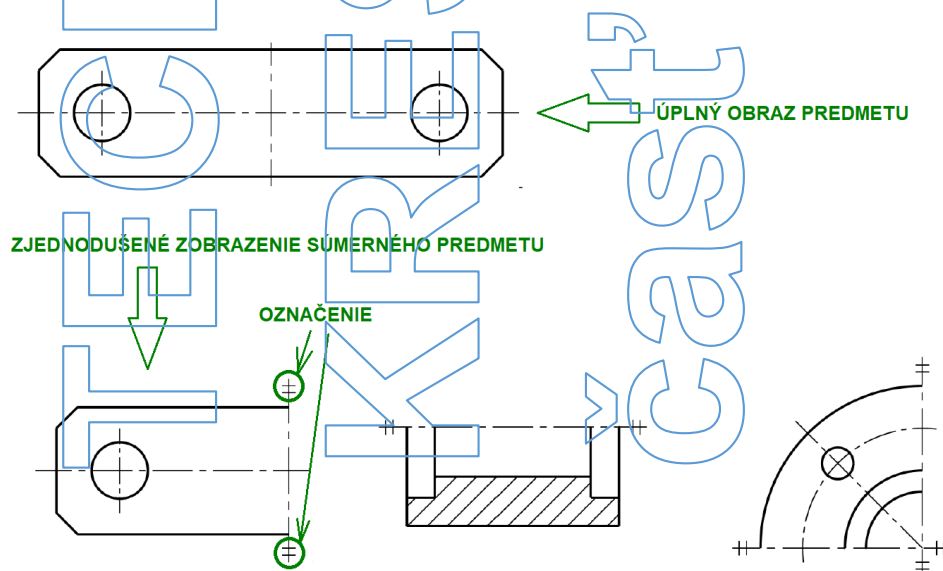
Skutočný obraz prieniku je možné nahradit' kruhovým oblúkom (namiesto krivky) alebo priamkou (kreslenú namiesto oblúka s malým priemerom), pozri obr. 3.29.



Obr. 3.29 Príklady zobrazenia prienikov

3.10 Zobrazovanie súmerných predmetov

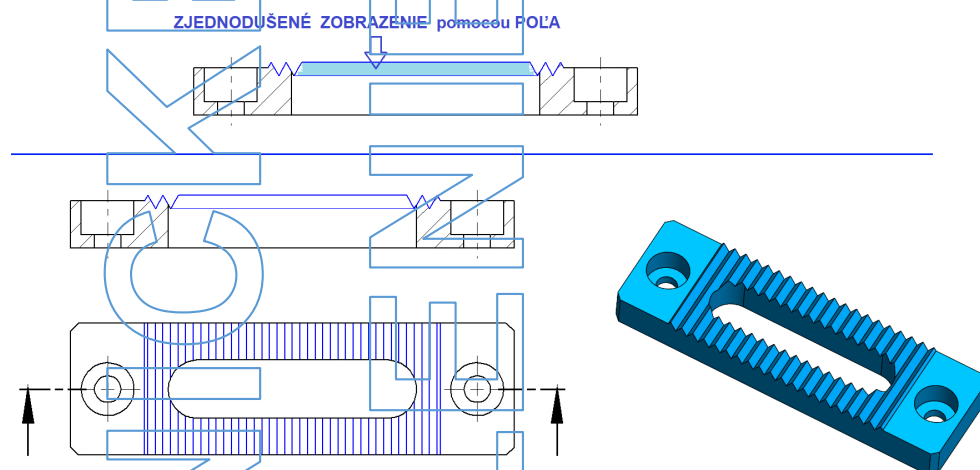
Pri **súmerných** predmetoch je možnosť kresliť **polovicu** alebo **štvrtinu obrazu** (obr.3.30). Osi súmernosti sa v týchto prípadoch označia na oboch koncoch dvomi tenkými rovnobežnými úsečkami kolmými k osi a kreslenými tenkou čiarou v dĺžke najmenej h a odstupom najmenej $0,3 \cdot h$, kde h je výška písma kót.



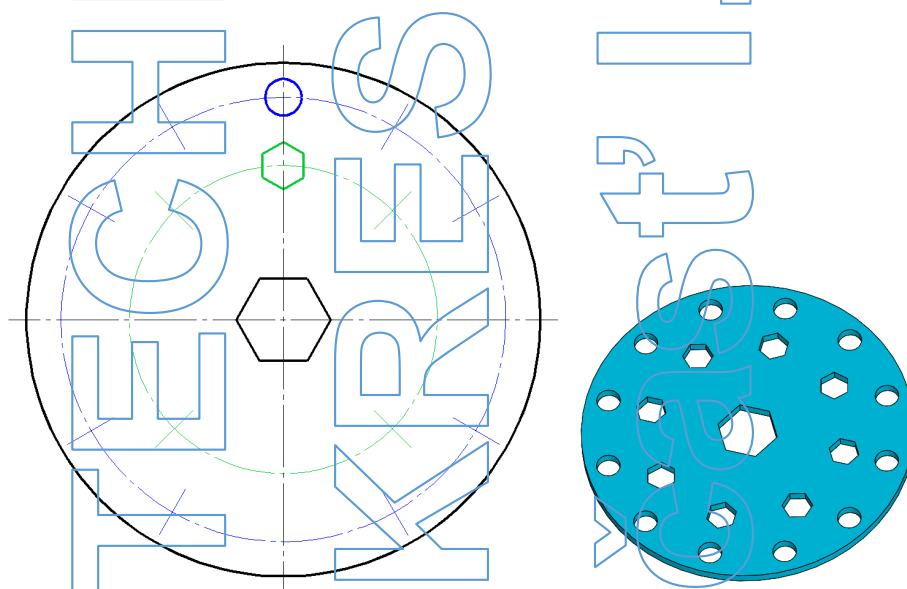
Obr. 3.30 Príklady zobrazenia súmerných predmetov

3.11 Zobrazovanie rovnakých pravidelne sa opakujúcich prvkov

Ak má zobrazovaný predmet **rovnaké pravidelne sa opakujúce prvky**, potom je možné tieto prvky **zobraziť zjednodušene** na obraze predmetu. Zjednodušenie spočíva v tom, že sa úplne kreslí jeden až dva prvky a ostatné sa znázorňujú plnou osami alebo tenkou čiarou, takzvaným poľom (obr.3.31, obr.3.32). Pri kótovaní sa uvedie počet zhodných prvkov.



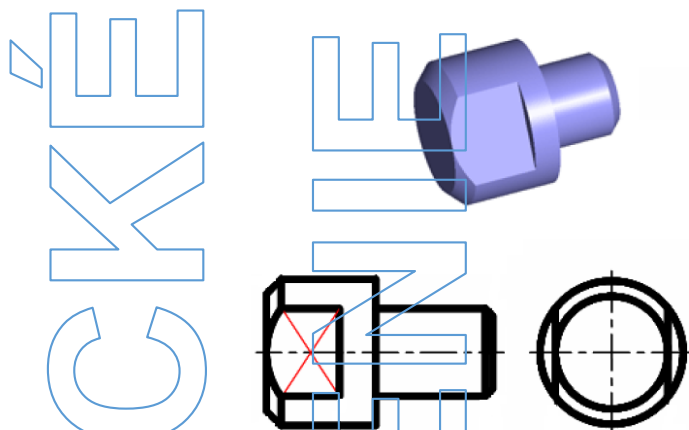
Obr. 3.31 Príklad zobrazenia pravidelne sa opakujúcich prvkov



Obr. 3.32 Príklad zjednodušeného zobrazenia súčiastky obsahujúcej viacero pravidelne sa opakujúcich prvkov

3.12 Zobrazovanie rovinných plôch

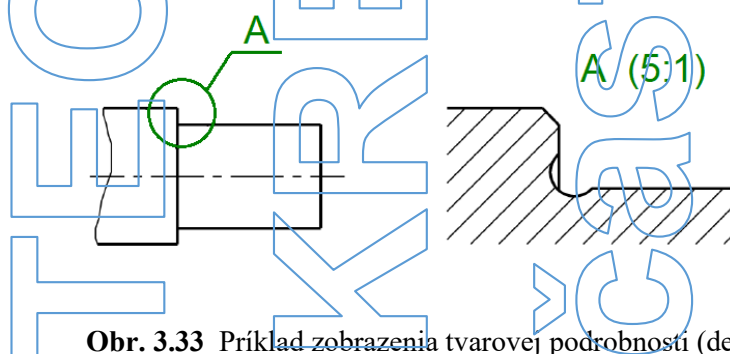
Rovinné plochy sa na zdôraznenie tvaru predmetu označujú uhlopriečkami kreslenými tenkými plnými čiarami (obr.3.33).



Obr. 3.33 Príklad zobrazenia rovinných plôch na súčiastke

3.13 Zobrazovanie tvarových podrobností

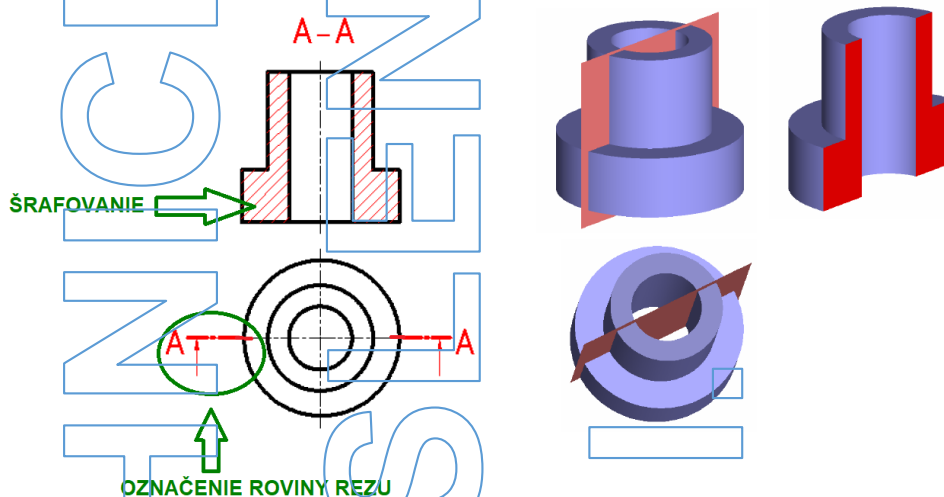
Ak súčiastka obsahuje **tvarové prvky**, ktoré nemožno dosť jasne znázorniť a zakótovať podrobnosti v hlavnom obraze, tie sa potom kreslia vo zväčšenej mierke. Prvok sa nakreslí vo **zväčšenej mierke** na **čiasťočnom obraze**. Na hlavnom obraze sa tvarový prvok orámuje oválom alebo kružnicou tenkou čiarou a označí veľkým písmenom. Zväčšený obraz sa označí rovnakým identifikačným písmenom a za ním sa uvedie do zátvorky mierka zväčšenia (obr. 3.34).



Obr. 3.33 Príklad zobrazenia tvarovej podrobnosti (detailu)

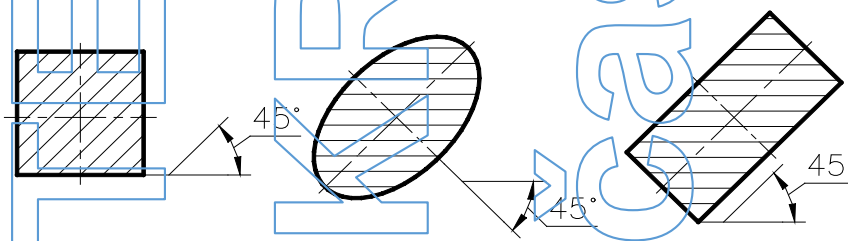
3.14 Zobrazovanie pomocou rezov a prierezov

V obrazoch dutých predmetov zobrazujeme neviditeľné vnútorné tvary tenkými čiarkovanými čiarami. Tieto **neviditeľné hrany predmetu môžeme zobraziť viditeľne** tým, že sa predmet nakreslí v myslenom reze, t. j. niektorá časť predmetu sa myslene oddelí rezovou rovinou, a potom sa nakreslí pohľad na zostávajúcu časť predmetu do roviny rovnobežnej s reznou rovinou. **Poloha roviny rezu** sa v hlavnom pohľade označuje pomocou **hrubej bodkočiarkovanej čiary s dlhými čiarkami**. **Smer pohľadu na plochu rezu** sa udáva referenčnými šípkami. **Materiál** súčiastky v reze sa vyznačuje šrafovaním (obr-3.34).



Obr. 3.34 Vytvorenie obrazu rezu pomocou rezovej roviny

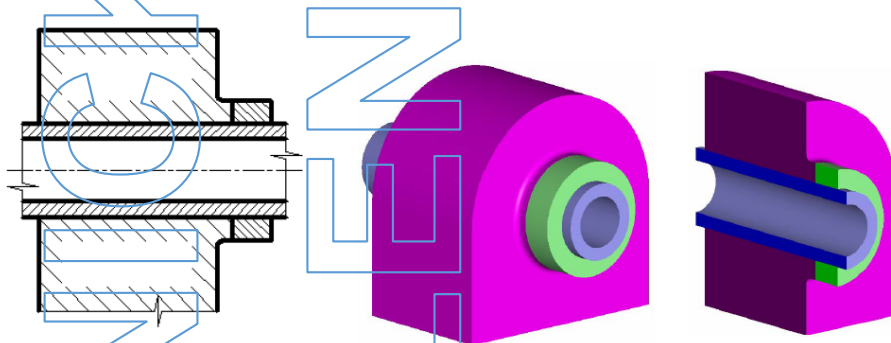
Obrysy vzniknuté pri prieniku rezovej roviny s povrchom predmetu sa kreslia **súvislými hrubými čiarami** a plochy rezu sa graficky označia **tenkými súvislými čiarami** (šrafujú sa) vzájomne rovnobežnými so sklonom obvyčajne 45° proti základnému obrysu kresleného obrazu (obr.3.35).



Obr. 3.35 Príklady označovania rezovej plochy - šrafovania

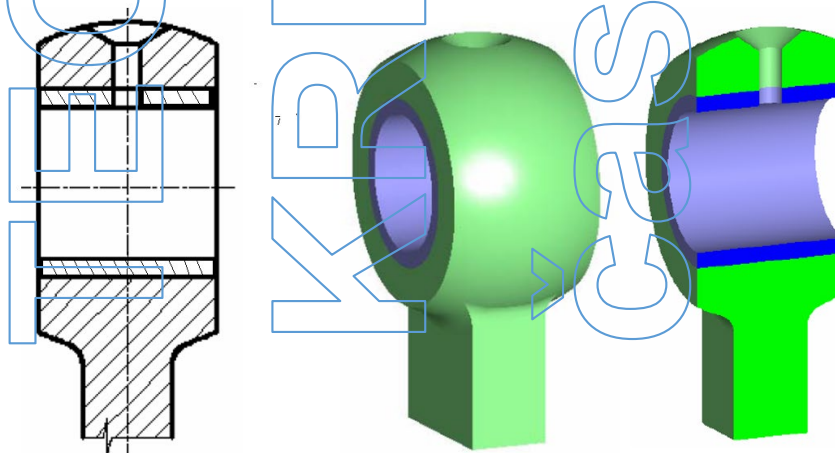
Vzdialenosť medzi rovnobežnými čiarami grafického označenia rezu (hustota čiar šrafovania), **má byť rovnaká pre všetky rezy daného predmetu** kreslené v rovnakej mierke. Táto vzdialenosť sa volí podľa veľkosti rezanej plochy.

Dve alebo niekoľko vzájomne priľahlých **plôch rezu** na zostavných výkresoch sa **rozlišujú sklonom** čiar grafického označenia, príp. sa **volí rôzna hustota** čiar šrafovania (obr.3.36). Plochy veľkých rozmerov sa môžu šrafovať len po okrajoch do primeranej vzdialenosti od obrysových čiar, ako u telesa ložiska na zostave nižšie.



Obr. 3.36 Príklad grafického označovania plôch rezu na výkrese zostavy

Úzke plochy rezov tenkými predmetmi, ktorých rozmer hrúbky na výkrese je menší alebo rovný 3 mm sa znázorňujú **plným vyčiernením**. Pri priľahlých vyčiernených rezoch musí sa medzi vyčiernenými plochami rezov urobiť medzera najmenej 0,7 mm (obr. 3.38).



Obr. 3.37 Príklad šrafovania

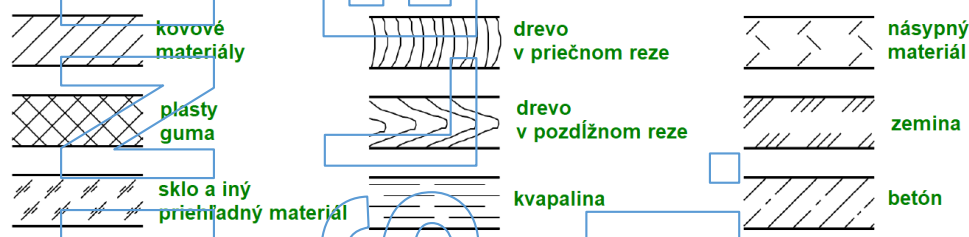


Obr. 3.38 Príklad šrafovania úzkych plôch

Ak sú v zostave (montážnej jednotky alebo komplexu) časti a súčiastky vyhotovené z **rôznych materiálov** (napr. kov, drevo, plast, betón a pod.), tak jednotlivé druhy materiálu v reze zostavy sa môžu rozlíšiť **osobitným znázornením (šrafovaním)** (Obr. 3.39). Ak sa použije osobitné znázornenie, tak jeho význam sa musí jasne definovať na výkrese (napríklad legendou alebo odkazom na príslušné normy).

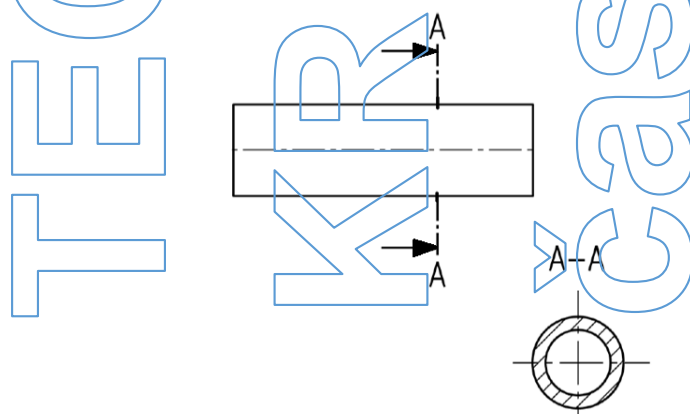
VŠEOBECNÉ PLOCHY V REZE

PLOCHY V REZE PODĽA DRUHU MATERIÁLU



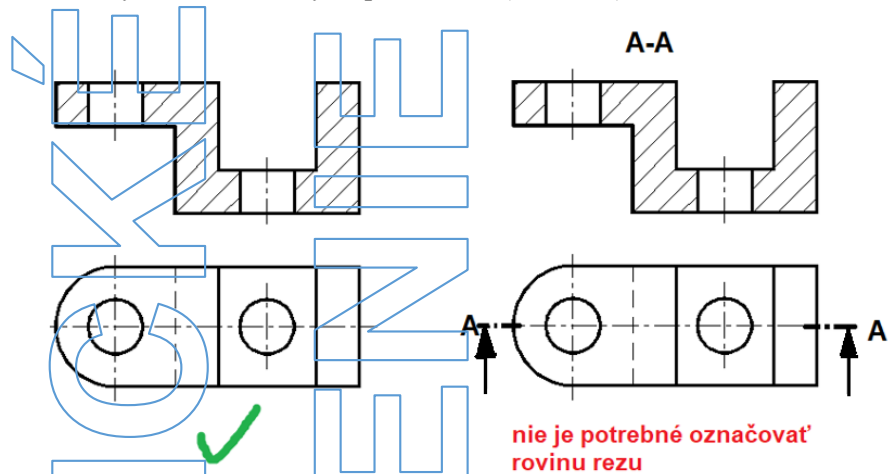
Obr. 3.39 Typy šrafovania v závislosti od materiálu

Obrázky rezov sa na výkrese spravidla umiestňujú podľa rovnakých pravidiel, aké platia pre usporiadanie pohľadov. Písmenami označené obrázky rezov a prierezov sa môžu vzhľadom na pohľad, v ktorom sa označila rovina rezu, umiestniť ľubovoľne (obr.3.40).

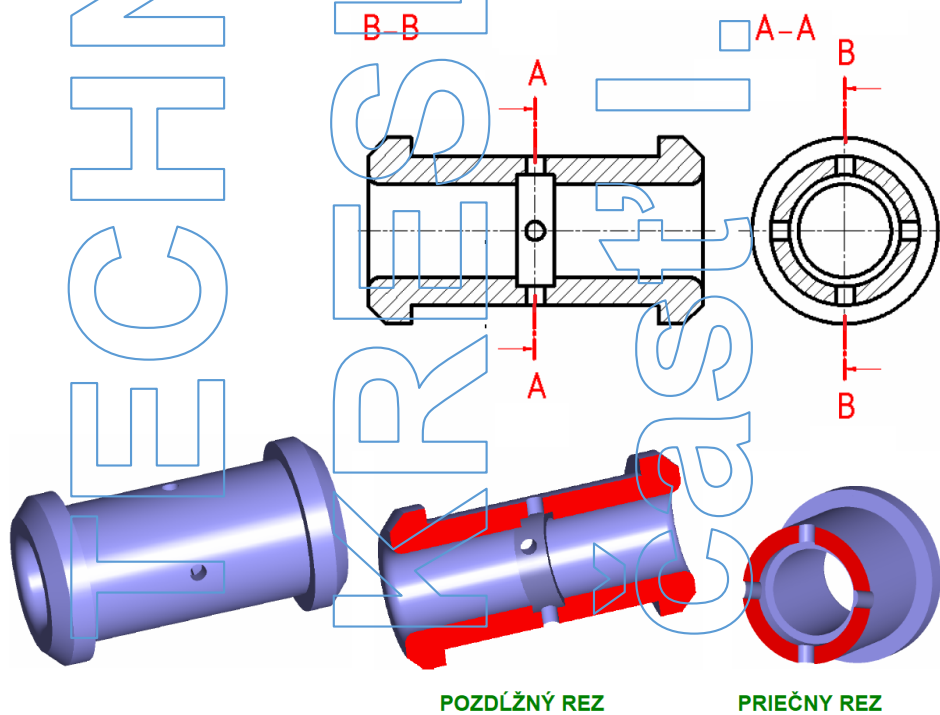


Obr. 3.40 Ľubovoľné umiestnenie pri označení rezu

Ak je **poloha rezu zrejmá** a obraz rezu je **umiestnený podľa pravidiel** pravouhlého premietania, **nemusi byť rovina rezu označená**, ani obraz rezu pomenovaný dvoma rovnakými písmenami (obr. 3.41).



Obr. 3.41 Neoznačený rez



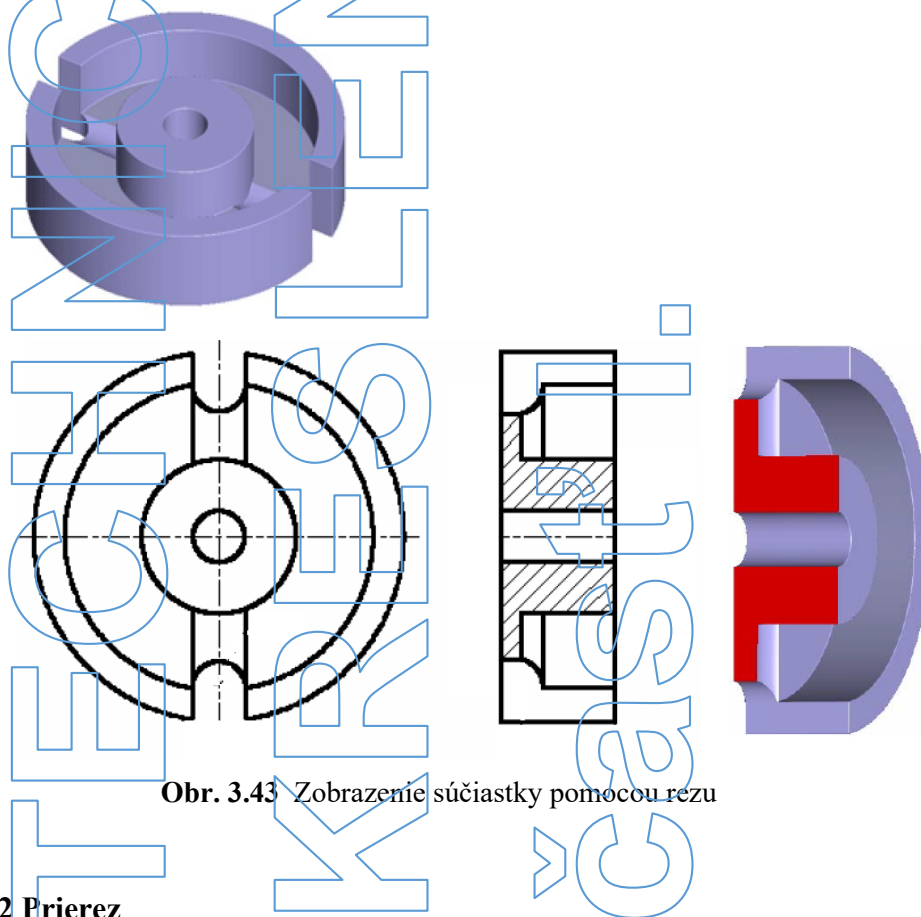
Obr. 3.42 Priechý a pozdĺžny rez

Priečný rez vznikne vtedy, ak rezová rovina prechádza kolmo na pozdĺžnu os alebo os rotácie predmetu (obr.3.42).

Pozdĺžny rez vznikne vtedy, ak rezová rovina prechádza pozdĺžnou osou predmetu alebo osou rotácie predmetu (obr.3.42).

3.14.1 Rez

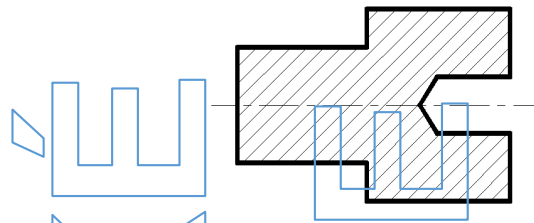
Rez (obraz rezu) je zobrazenie predmetu rozrezaného myslennou rovinou, ktorý je pravouhlo premietnutý do roviny rovnobežnej s rovinou rezu. Zobrazujú sa tie časti, ktoré ležia v rezovej rovine a za rezovou rovinou (obr.3.43).



Obr. 3.43 Zobrazenie súčiastky pomocou rezu

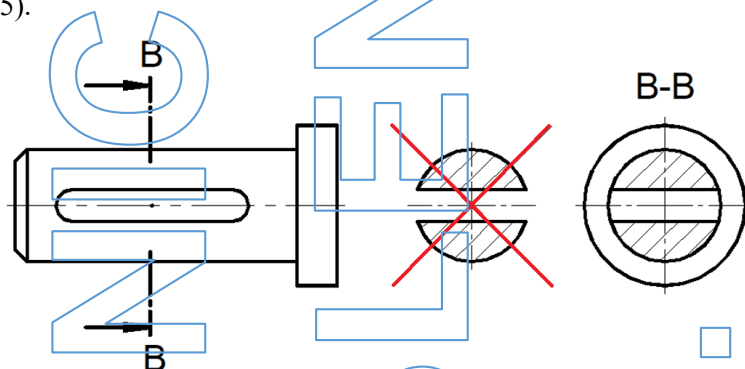
3.14.2 Prierez

Prierez je zobrazenie predmetu rozrezaného jedinou myslennou rezovou rovinou pravouhlo premietnutého na priemetňu rovnobežnú s reznou rovinou. V obraze prierezu sú zobrazené len tie časti predmetu, ktoré ležia v myslenej rezovej rovine (obr.3.44).

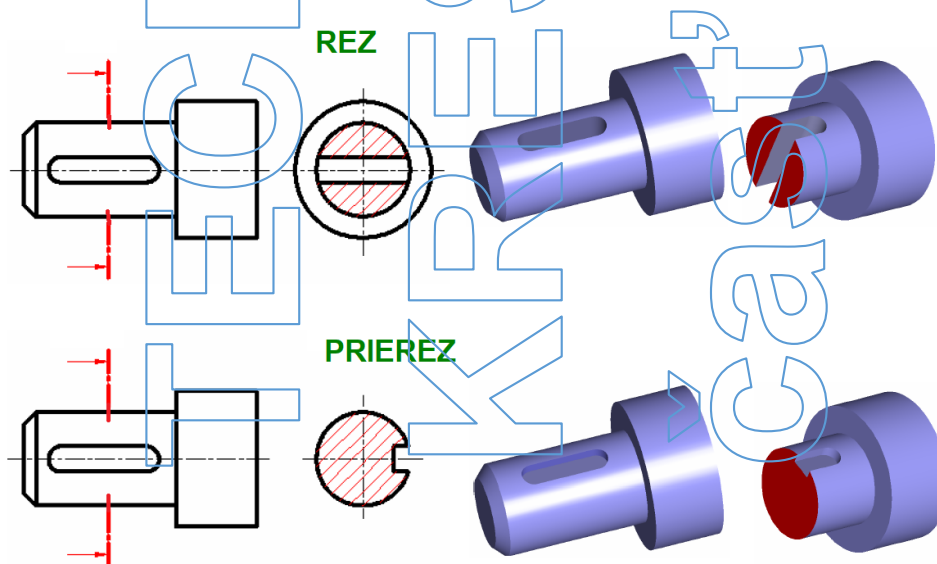


Obr. 3.44 Zobrazenie súčiastky pomocou pozdĺžneho prierezu

Pokiaľ by pri zobrazení prierezu predmetu vznikol nesúvislý obraz (napr. zobrazený obraz prierezu by sa rozpadol na samostatné časti), musí sa kresliť rez (obr.3.45).



Obr. 3.45 Zobrazenie súčiastky pomocou prierezu nie je možné, musí sa použiť zobrazenie pomocou rezu.

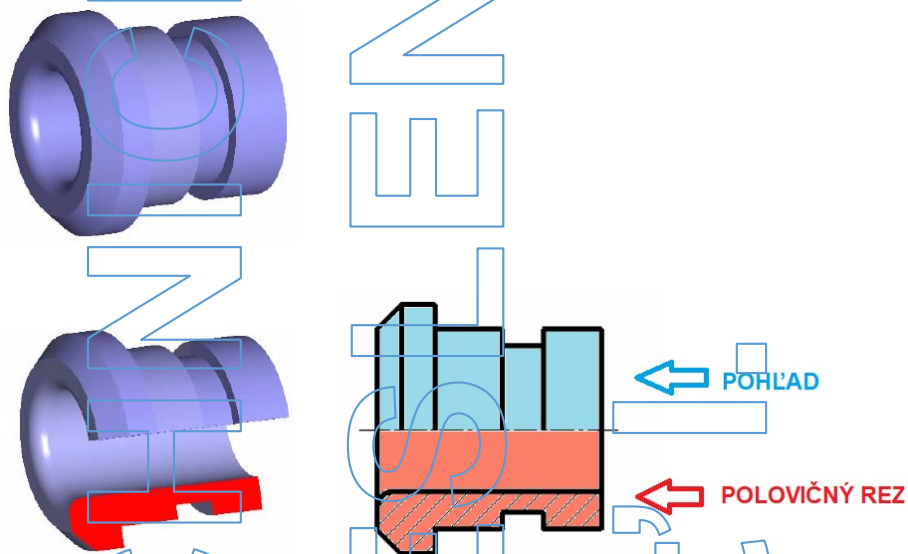


Obr. 3.46 Rozdiel medzi rezom a prierezom

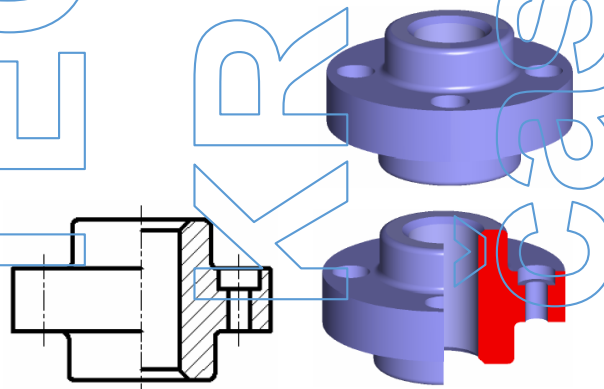
Rozdiel medzi použitím rezu a prierezu je jasný aj z obr.3.46, pričom žliabok pre pero na hriadeľi sa bežne zobrazuje pomocou prierezu.

3.14.3 Polovičný rez

Polovičný rez sa používa pri **súmerných predmetoch**, ktoré sa zobrazujú v jednej polovici obrazu v reze a v druhej polovici obrazu v pohľade. **Rozhranie** medzi pohľadom a rezom tvorí **os súmernosti** obrazu. V reze sa má zobraziť *dolná alebo pravá polovica predmetu*. Polovičný rez sa neoznačuje žiadnou značkou (obr.3.47, 3.48).



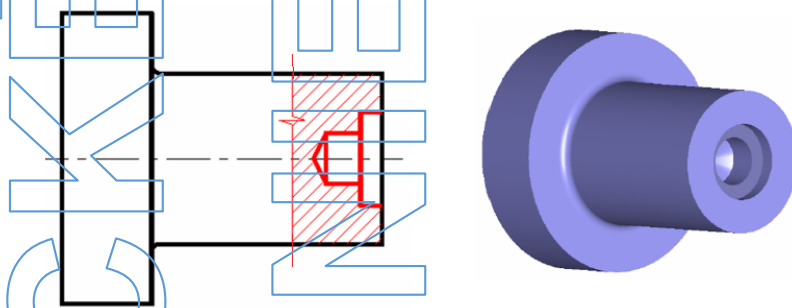
Obr. 3.47 Polovičný rez, ak je os symetrie vodorovná



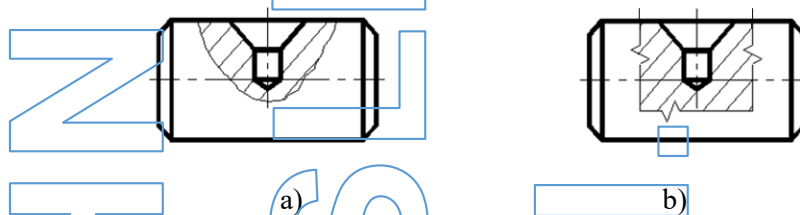
Obr. 3.48 Príklad zobrazenia príruby pomocou polovičného rezu, ak os symetrie je zvislá

3.14.4 Miestny rez

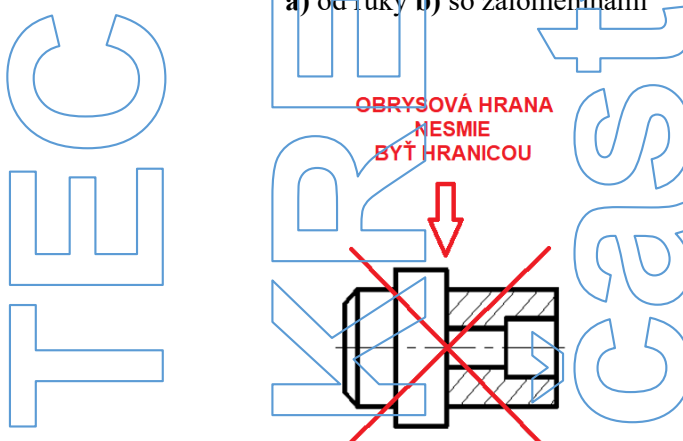
Miestny rez zobrazuje iba **vymedzenú časť** predmetu zobrazeného v pohľade. **Rozhranie** medzi pohľadom a rezom sa označí súvislou tenkou **čiarou od ruky**, resp. súvislou tenkou **čiarou so zalomeniami** (obr.3.49, 3.50). Rozhranie medzi pohľadom a rezom *nesmie byť* v mieste, kde je *čiara zobrazujúca hranu alebo plochu predmetu* (obr. 3.51).



Obr. 3.49 Príklad zobrazenia súčiastky pomocou miestneho rezu (hranica medzi pohľadom a rezom = súvislá čiara so zalomeninami)

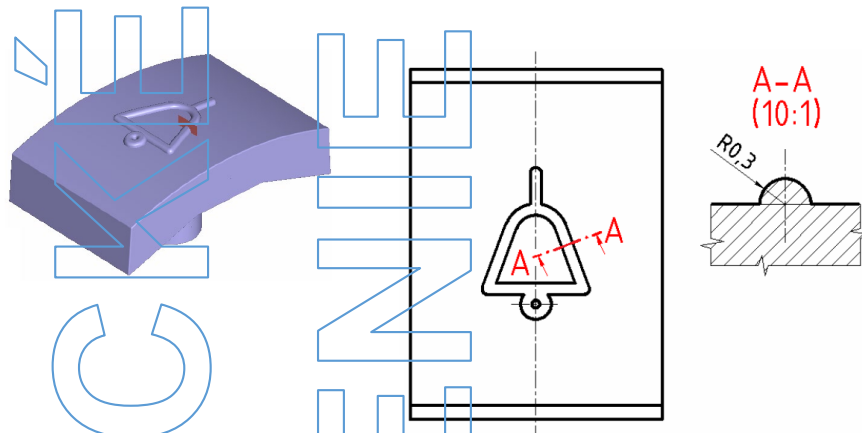


Obr. 3.50 Príklad zobrazenia súčiastky pomocou miestneho rezu hranica medzi pohľadom a rezom zobrazená pomocou súvislej tenkej čiary **a)** od ruky **b)** so zalomeninami



Obr. 3.51 Nesprávne ukončenie miestneho rezu

Príklad zobrazenia podrobnosti pomocou miestneho rezu je na obrázku 3.52, kde tento miestny rez je zobrazený v mierke zväčšenia.



Obr. 3.52 Použitie miestneho rezu k zobrazeniu podrobnosti

Príklad zobrazenia súčiastky pomocou rezu, prierezu, polovičného rezu a miestneho rezu podľa pravidiel technického kreslenia je na obrázku 3.53.

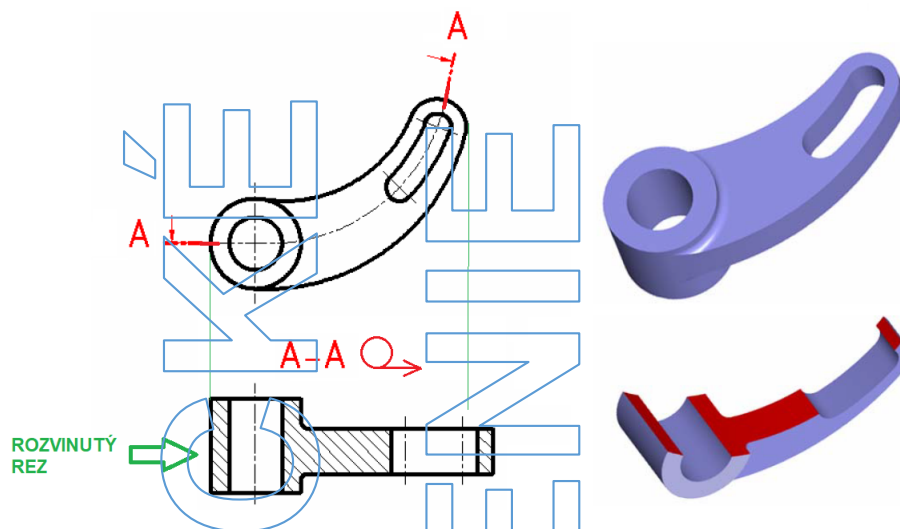


Obr. 3.53 Príklad správneho zobrazenia súčiastky

3.14.5 Rozvinutý rez

Rozvinutý rez sa volí pri **zakrivených predmetoch**, ktoré sa môžu rozvinúť do roviny tak, aby **vznikol neskreslený obraz** (obr.3.54). Označí sa príslušnou značkou rozvinutia.

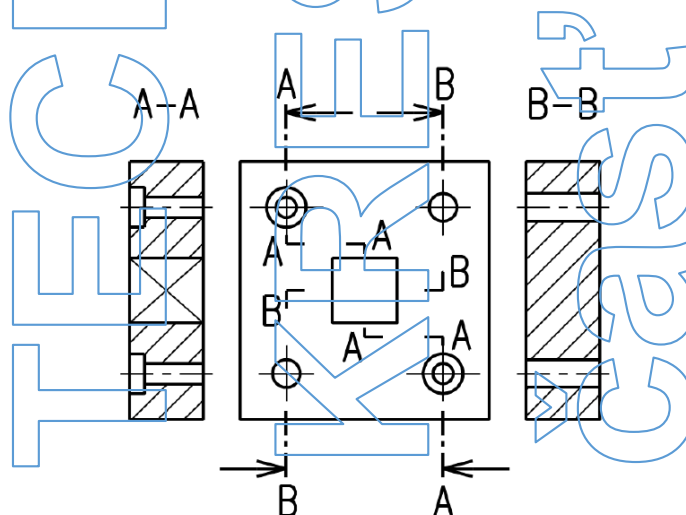




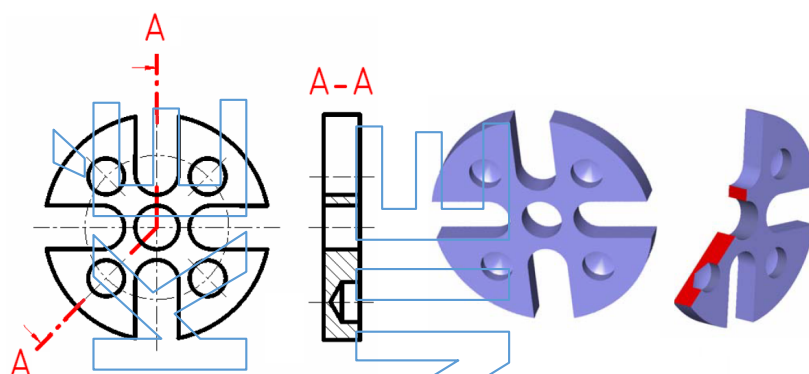
Obr. 3.54 Príklad zobrazenia pomocou rozvinutého rezu

3.14.6 Zvláštne rezy vytvorené viacerými rovinami rezu

Obráz rezu možno vytvoriť dvomi, prípadne viacerými rovnobežnými (paralelnými) rezovými rovinami, dvomi alebo viacerými priľahlými alebo pretínajúcimi sa rezovými rovinami (obr. 5.54, obr. 5.55). Je zaužívané označenie zobrazenie súčiastky pomocou lomeného rezu.



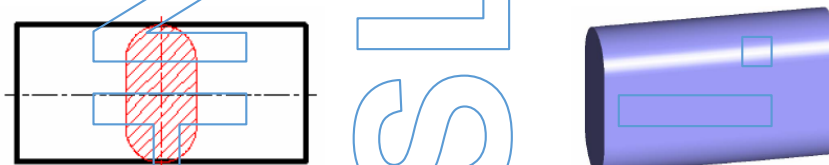
Obr. 3.55 Príklad zobrazenia súčiastky pomocou dvoch lomených rezov



Obr. 3.56 Príklad zobrazenia súčiastky pomocou dvoch pretínajúcich sa rezových rovín

3.14.7 Sklopený prierez

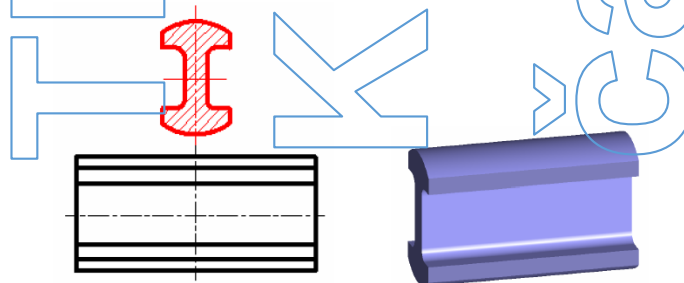
Sklopené prierezy sa **kreslia do pohľadu** obrazu súčiastky **tenkou plnou čiarou** a plocha rezu sa graficky vyznačí tenkými plnými čiarami (vyšrafuje sa) (obr.3.57).



Obr. 3.57 Príklad kreslenia sklopeného prierezu

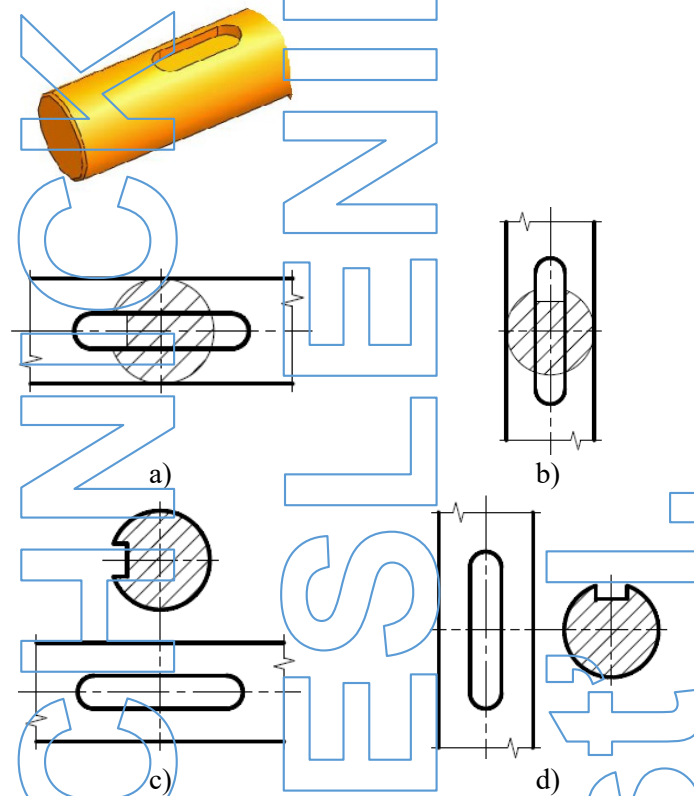
3.14.8 Vysunutý prierez

Vysunuté prierezy sa kreslia na ľubovoľnú stranu pohľadu a umiestňujú sa na os otáčania, ktorá zároveň označuje polohu myslenej rezovej roviny. Obraz prierezu sa kreslí **hrubou plnou čiarou**. Ak je prierez symetrický, nemusí sa rezová rovina označovať (obr.3.58); pri nesymetrickom tvare prierezu sa musí označiť rezová rovina a smer pohľadu.

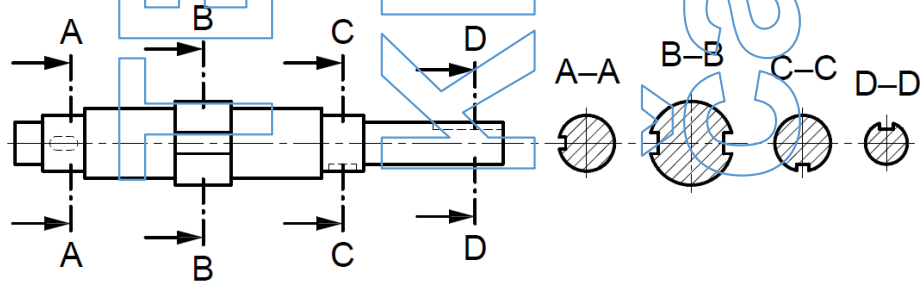


Obr. 3.58 Príklad kreslenia vysunutého prierezu

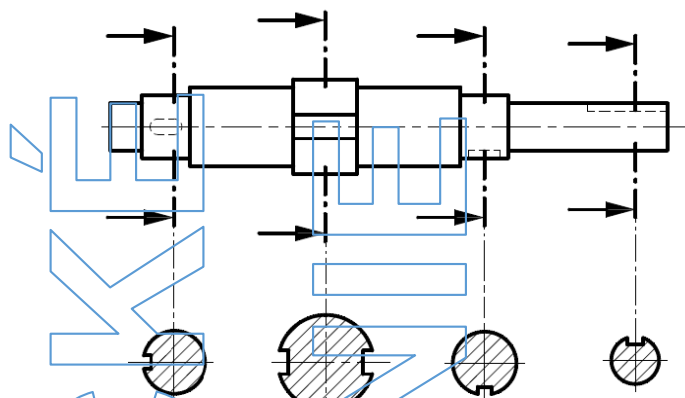
Na obrázku 3.59 sú zobrazené jednotlivé možnosti zobrazenia žliabku pre pero na hriadeľ. Zobrazenie sklopeného prierezu pre hriadeľ vo vertikálnej polohe je na obrázku 3.59-a), vo zvislej polohe na obr. 3.59-b). Nevýhodou týchto zobrazení je neprehľadnosť v prípade kótovania rozmerov žliabku. Preto je výhodnejšie použiť zobrazenie žliabku pre pero ako vysunutého prierezu (obr.3.59-c) a d).



Obr. 3.59 Možnosti zobrazenia žliabku pre pero na hriadeľi.



Obr. 3.60 Možnosti zobrazenia prierezov pri označení a pomenovaní rezových rovín



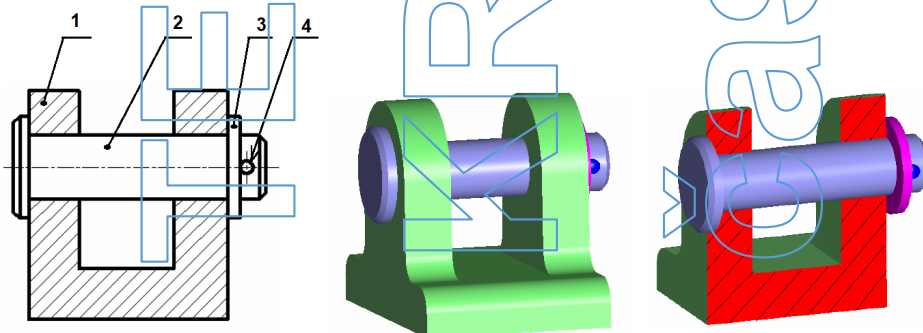
Obr. 3.61 Možnosti zobrazenia prierezov ako vysunutých prierezov

Príklad zobrazenia prierezov podľa pravidiel premietania v 1. kvadrante, je na obrázku 3.60. Keďže sú v tomto prípade jednotlivé prierezy pomenované, môžu byť umiestnené kdekoľvek na kresliacej ploche výrobného výkresu tohto hriadeľa. Pokiaľ nie sú pomenované, zobrazujú sa ako vysunuté prierezy (obr.3.61).

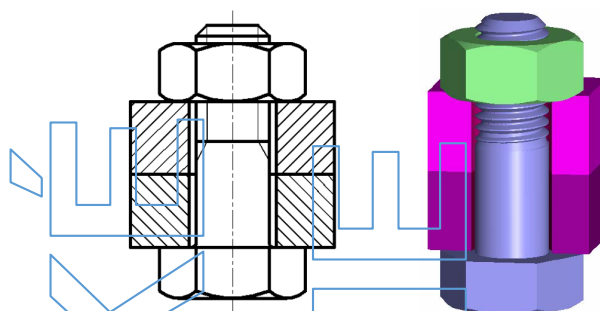
3.14.9 V pozdĺžnom reze nekreslíme

V pozdĺžnom reze na výkresoch zostavných výkresoch kreslených pomocou rezu nekreslíme **nešrafujeme**:

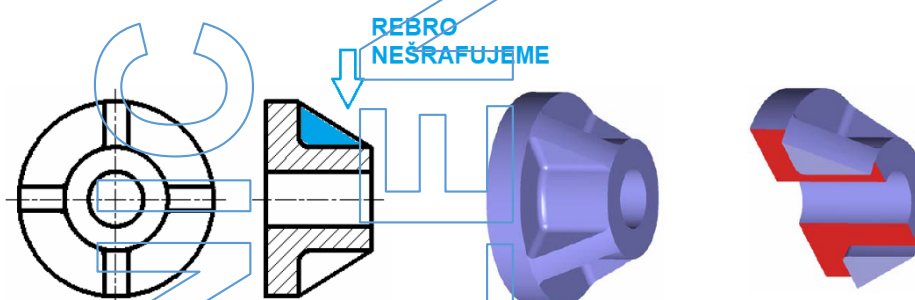
- plné súčiastky vyrobené z tyčí (hriadele, čapy, kolíky) (obr. 3.62),
- normalizované súčiastky (skrutky, matice, podložky, perá, klíny, kolíky,...) (obr.3.63),
- rebrá, ramená kolies, výstuhy a podobne (obr.3.64).



Obr. 3.62 Plné súčiastky vyrobené z tyčí nešrafujeme

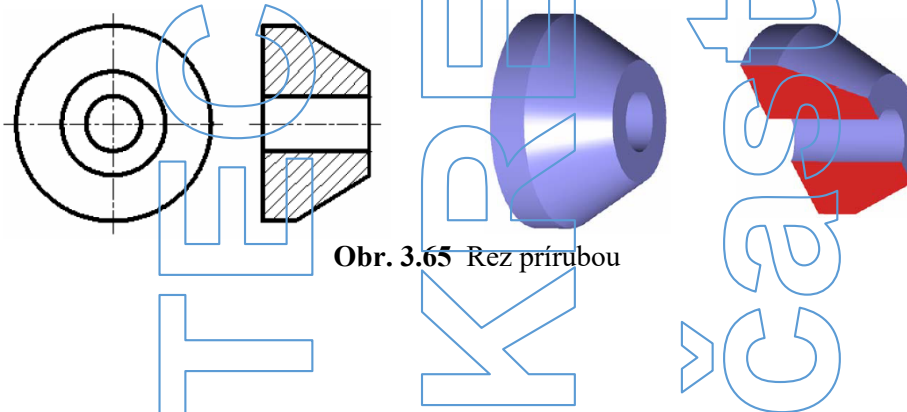


Obr. 3.63 Normalizované súčiastky nešrafujeme



Obr. 3.64 Rebrá sa nešrafujú

Dôvod prečo sa rebrá nešrafujú je jasný z obrázka 3.65. Ak by sa šrafovali, vznikol by obraz úplne inej súčiastky.



Obr. 3.65 Rez prírubou

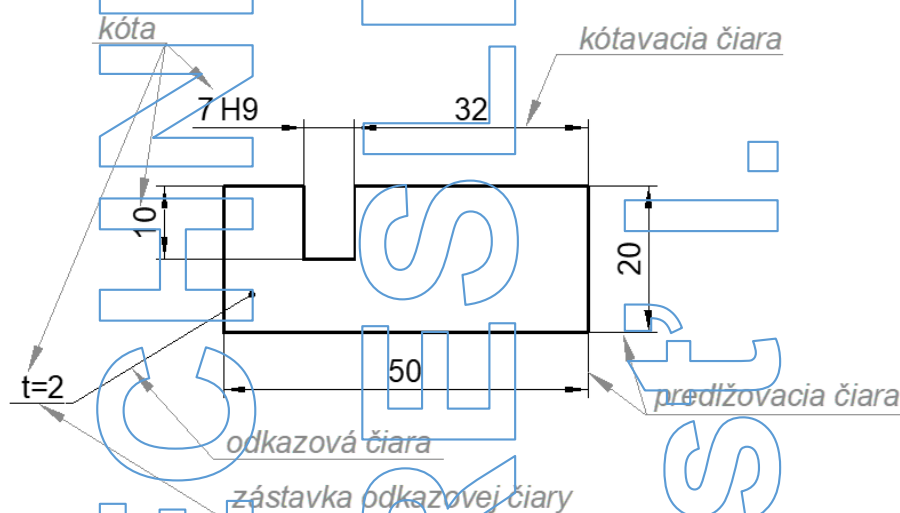
4 KÓTOVANIE NA TECHNICKÝCH VÝKRESOCH

Kótovanie je jedna z najdôležitejších vecí sa výrobných výkresoch. Pre **určenie rozmerov a polohy predmetov** (konštrukcií) alebo ich častí (prvkov) sú rozhodujúce len **kóty**, t. j., **čísla určujúce** požadovanú **veľkosť rozmerov**, poprípadu polohu predmetu a jeho prvkov, **bez ohľadu na mierku**, v ktorej je obraz na výkrese nakreslený.

Všeobecné zásady kótovania, predpisovanie niektorých údajov o tvare a požadovaných vlastnostiach výrobkov s prihliadnutím na technologické postupy v strojárstve stanovuje norma STN EN ISO 129-1: 2021 (01 3130), Technická dokumentácia výrobku (TPD). Kótovanie a tolerovanie Časť Všeobecné zásady (ISO 129-1: 2018).

4.1 Základné pojmy a pravidlá kótovania

Základné pojmy potrebné pre určenie rozmerov sú zobrazené na obrázku 4.1.



Obr. 4.1 Kótovanie – základné pojmy

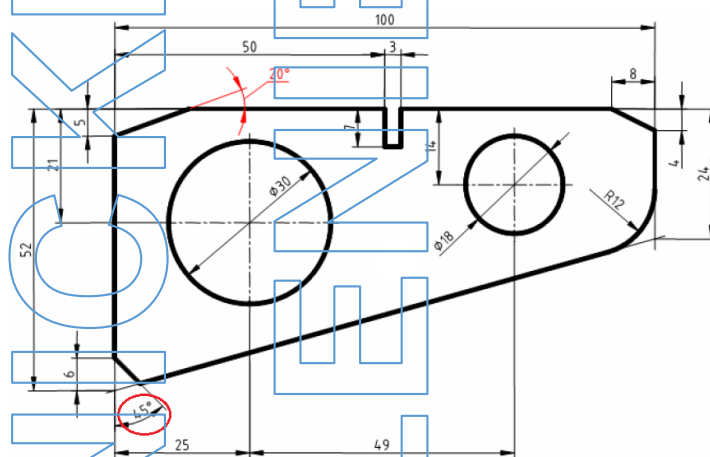
4.1.1 Kóty

Kóta je číslo určujúce požadovanú alebo skutočnú **veľkosť rozmeru** alebo polohu predmetu, bez ohľadu na mierku zobrazenia predmetu (súčiastky).

Kóty sa umiestňujú v tom pohľade alebo reze, v ktorom je úplne jasný ich vzťah ku kótovanému prvku. Kóty toho istého prvku sa umiestňujú, pokiaľ je to možné do jedného obrazu.

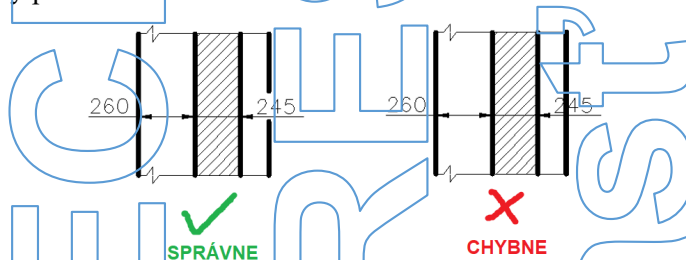
Dĺžkové rozmery sa na celom výkrese kótujú v **rovnakých jednotkách**, na strojárskych výkresoch sú to **milimetre**, symbol pre túto dĺžkovú jednotku sa ku kóte (číslo, rozmeru) nepíše.

Ak **kótujeme veľkosti uhlov**, je potrebné **uviesť aj jednotky** uhlov (napríklad „°“ - stupne, „rad“ – radiány a podobne (obr.4.2). Kóty sú čitateľné zhora a zľava.



Obr. 4.2 Zápis jednotiek pri kótovaní uhlov

Kóty sa musia **umiestniť rovnobežne s ich kótovacími čiarami**, blízko stredu kótovacej čiar, prehľadne nad ňou s medzerou rovnou dvojnásobku hrúbky čiar písma.

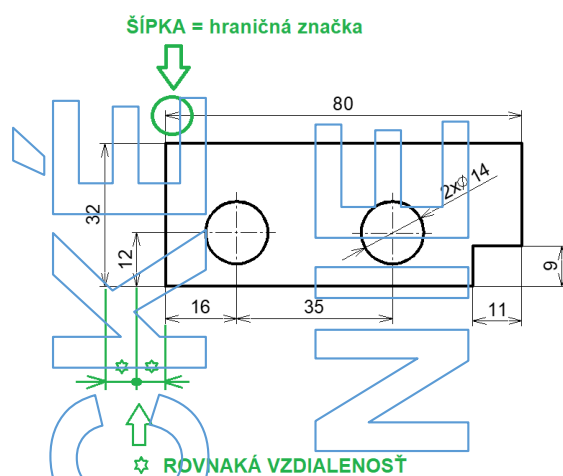


Obr. 4.3 Zápis kót

Kóty sa musia umiestniť tak, aby ich **nepretínali a nerozdeľovali** žiadne čiaru na výkrese (obr.4.3).

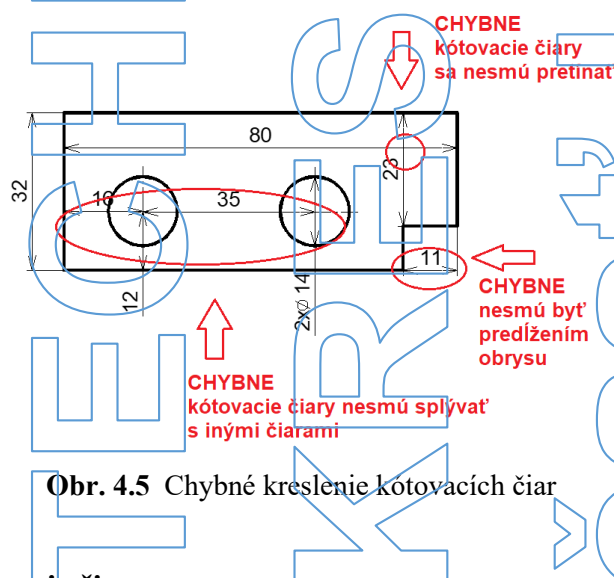
4.1.2 Kótovacie čiaru

Kótovacie čiaru sa kreslia tenkými plnými čiarami a najčastejšie sú ukončené šípkami.



Obr. 4.4 Kreslenie kótovacích čiar

Kótovacie čiary sa kreslia **rovnobežne** a kótovaným rozmerom (obr.4.4), alebo ako kruhový oblúk so stredom vo vrchole uhla. Ohraničené sú hraničnými značkami. Kótovacie čiary sa **nesmú navzájom pretínať**, ani **nesmú splývať** s inou čiarou (hranou, osou a podobne) (obr.4.5).

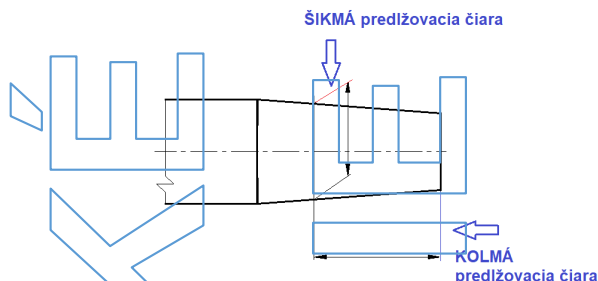


Obr. 4.5 Chybné kreslenie kótovacích čiar

4.1.3 Predlžovacie čiary

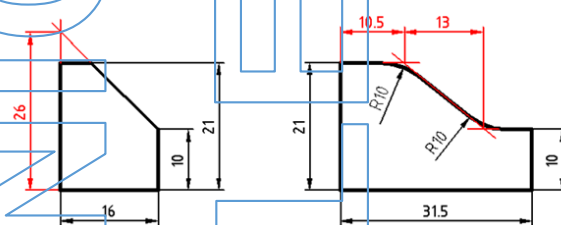
Predlžovacie čiary sa kreslia tenkými plnými čiarami a môžu sa pretínať. Kreslia spravidla kolmo na kótovaný lineárny rozmer predĺžením obrysov a hrán a predlžujú sa za kótovacie čiary (o dĺžku rovnú približne 2mm v závislosti od hrúbky kótovacích a predlžovacích čiar). Ak to prispeje k prehľadnosti kótovania,

môžu sa nakresliť šikmo (obr.4.6).



Obr. 4.6 Kreslenie predĺžovacích čiar

Pri kótovaní **skosených a zaoblených hrán a prechodov** predĺžovacie čiary sa vedú od priesečníkov predĺžení hrán a obrysov (obr. 4.7).



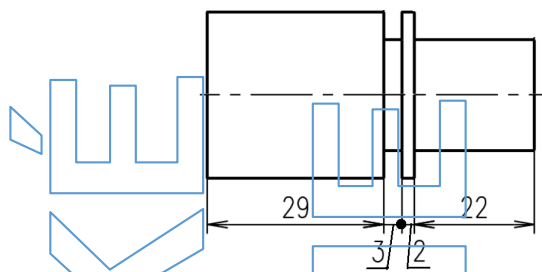
Obr. 4.7 Kreslenie predĺžovacích čiar pri kótovaní skosených a zaoblených hrán

4.1.4 Hraničné značky

Existuje viacero normalizovaných hraničných značiek (obr.4.8). Okrem týchto hraničných značiek sa môže použiť aj bodka s priemerom $0,5 \cdot h$, ktorá sa smie použiť len vtedy, keď nie je dost' miesta pre šípky. Susediace šípky musia smerovať proti bodke (obr. 4.9).

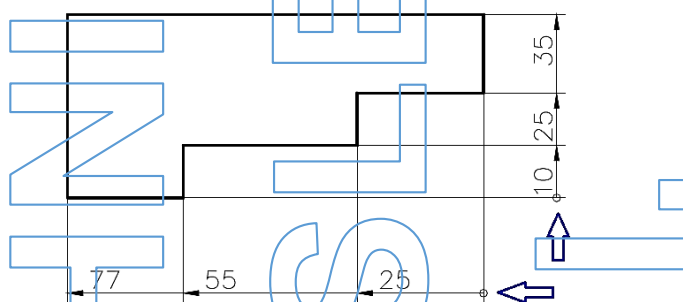


Obr. 4.8 Hraničné značky



Obr. 4.9 Hraničné značky, príklad použitia bodky

Začiatok kótovacej čiary (značka počiatku) pri nadstavenom priebežnom kótovaní alebo začiatok súradníc pri súradnicovom kótovaní sa označuje prázdny kružkom s priemerom 0,8h (obr. 4.10).



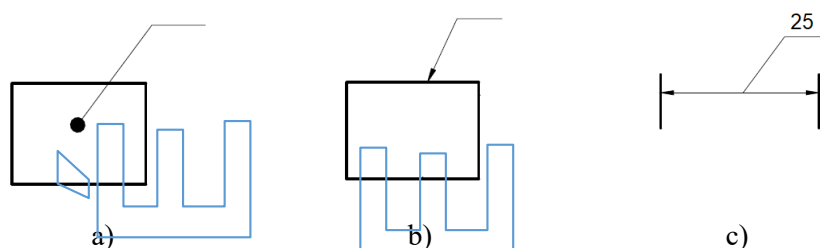
Obr. 4.10 Začiatok kótovacej čiary (značka počiatku)

4.1.5 Odkazové čiary

Odkazové čiary sú tenké, plné, lomené priamky, ktoré spájajú kóty alebo slovné údaje s príslušným tvarovým prvkom, súčiastkou, obrysou alebo kótovacou čiarou. Odkazové čiary môžu začínať:

- bodkou (obr.4.11-a), ak začína v obryse (ploche),
- šípkou (obr.4.11-b), ak začínajú na obrysoch a hranách,
- bez hraničnej značky (obr.4.11-c), ak začína na kótovacej čiare alebo ose súmernosti.

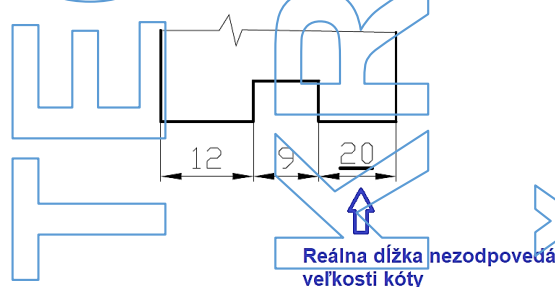
Spravidla sa kreslia so zástavkou, ktorá má rovnakú pevnú dĺžku ($l = 20 \times$ hrúbka čiary, čo je približne 4...5 mm) alebo dĺžku potrebnú na napísanie potrebných údajov uvádzaných na zástavke.



Obr. 4.11 Odkazová čiara začínajúca a) bodkou, b), šípkou, c) bez označenia

4.1.6 Základné pravidlá kótovania

- Každý prvok má byť na výkrese zakótovaný iba raz.
- Kóta udáva skutočnú veľkosť bez ohľadu na mierku (obr.2.12).
- Kóty sa umiestňujú v tom pohľade alebo reze, v ktorom je úplne jasný ich vzťah ku kótovanému prvku.
- Kóty toho istého prvku sa umiestňujú, pokiaľ je to možné do jedného obrazu.
- Dĺžkové rozmery sa na celom výkrese kótujú v rovnakých jednotkách, na strojárskych výkresoch v milimetroch, pričom značka jednotiek (mm) sa neudáva.
- Jednotky iných veličín (napr. uhlov) sa musia uvádzať.
- Kóta, kótovacie čiary a hraničné značky (šípky) majú pri zobrazení prednosť, ostatné čiary, ktoré by ich pretínali sa musia prerušiť (obr.4.3).
- Kóta, ktorej zobrazenie "viditeľne" nezodpovedá mierke obrazu, napr. po zmene a oprave výkresu, sa musí podčiarknuť hrubou čiarou (obr.4.12).
- Nekótujú sa prvky, ktoré nevidíme, teda nekótuje sa od neviditeľných hrán (to čo nevidím – to nekótujem).



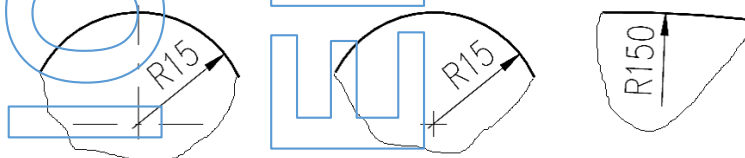
Obr. 4.12 Zápis kót, ktorých hodnota nezodpovedá zobrazeniu v mierke

4.2 Kótovanie rozmerov základných geometrických prvkov

Ako už bolo povedané (kapitola 2), tvary súčiastok sa spravidla skladajú z jednoduchých geometrických telies, ktorých princíp kótovania je normalizovaný. To prispieva k efektívnosti konštrukčných prác, ako aj k prehľadnosti a jednoznačnosti kótovania na výkresoch.

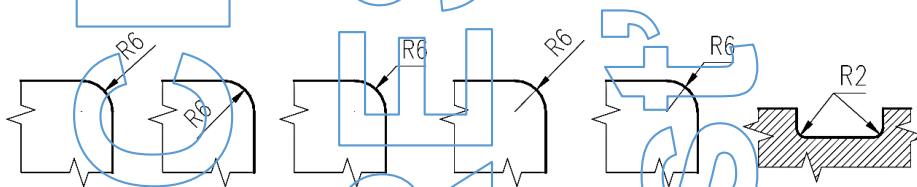
4.2.1 Kótovanie polomerov

Kótovacie čiary pre kótovanie polomerov sa vedú zo stredu oblúka alebo v smere, kde leží stred oblúka, pričom sa **ohraničia jednou šípkou** pri oblúku a pred číselnú hodnotu polomeru sa píše písmeno **R** (obr.4.13).



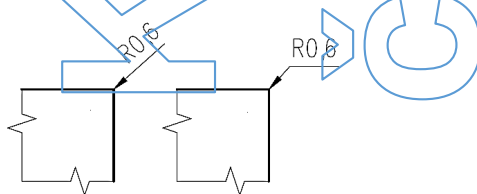
Obr. 4.13 Príklady kótovania polomeru

Pri malých polomeroch (obvyčajne menších ako 7mm na výkrese) sa kótovacia čiara vedie od neoznačeného stredu oblúka a kótovacia čiara sa ohraničí šípkou vo vnútri oblúka, alebo zvonku oblúka. Kóta (teda číselný údaj veľkosti) sa môže písať aj na predĺženú kótovaciu čiaru, alebo na odkazovú čiaru, pripojenú na koniec kótovacej čiary, alebo na spoločnú odkazovú čiaru (obr.4.14).



Obr. 4.14 Príklady kótovania polomerov malých rozmerov

Pri celkom malých polomeroch, ktoré nie je možné nakresliť sa zakótuje ostrá hrana (obr.4.15).

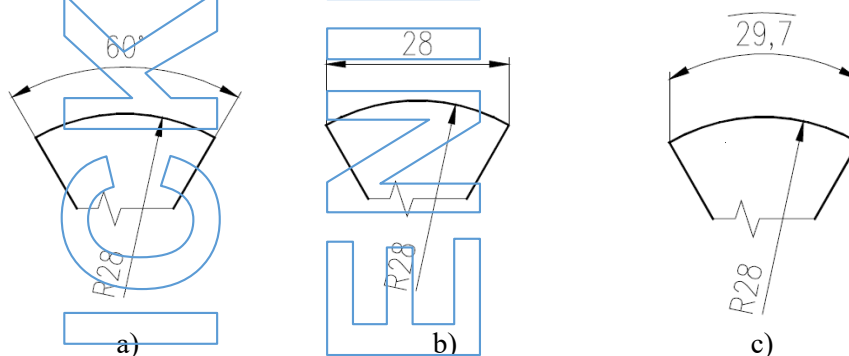


Obr. 4.15 Príklady kótovania polomerov, ktoré sa nekreslia

4.2.2 Kótovanie kruhových oblúkov

Kruhové oblúky sa kótujú polomerom (symbol **R**) a ďalším prvkom, ktorým môže byť:

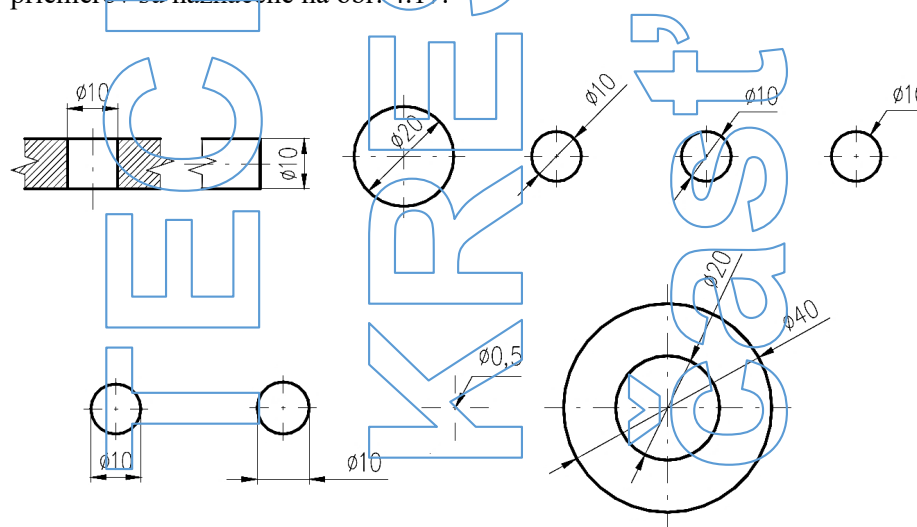
- kóta stredového uhla (obr.4.16-a),
- kóta dĺžky tetivy (obr.4.16-b),
- dĺžkovou kótou oblúka na danom polomere (obr.4.16-c).



Obr. 4.16 Príklady kótovania kruhových oblúkov

4.2.3 Kótovanie priemerov

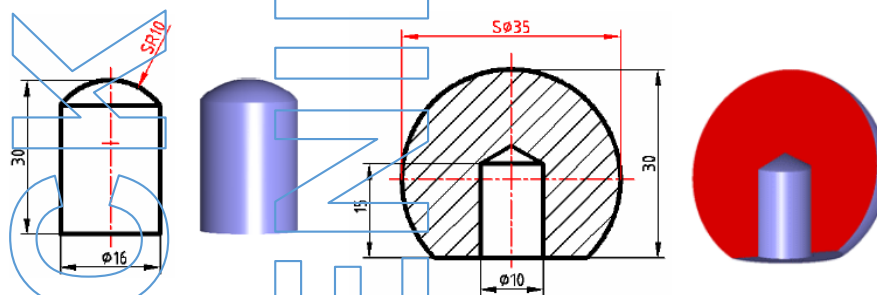
Pri kótovaní priemerov pred číselnou hodnotou kóty sa musí písať značka $\varnothing$ (veľké písmeno gréckej abecedy – čítame „fí“). Rôzne spôsoby kótovania priemerov sú naznačené na obr. 4.17.



Obr. 4.17 Príklady kótovania priemerov

4.2.4 Kótovanie guľových plôch

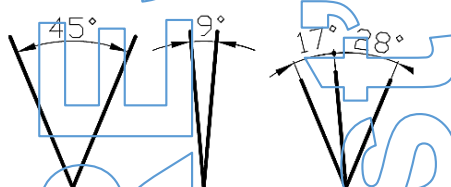
Guľové plochy sa kótujú podľa zhodných zásad ako platia pre polomery a priemery kružníc. Pred značku určujúcu priemer $\varnothing$ (viac ako polovica guľovej plochy) alebo polomer R (menej ako polovica guľovej plochy) sa však musí uviesť písmeno S (sphere – guľová plocha), pozri obr. 4.18).



Obr. 4.18 Príklady kótovania guľových plôch

4.2.5 Kótovanie uhlov

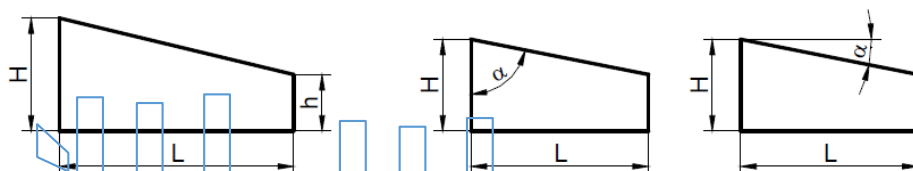
Pri kótovaní uhlov sa kótovacie čiary kreslia ako kruhové oblúky (obr.5.19) so stredom vo vrchole uhla.



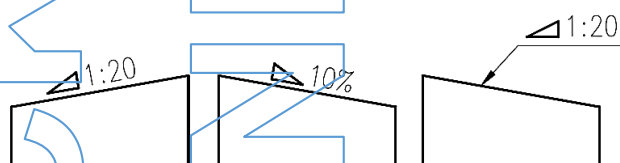
Obr. 4.19 Príklady kótovania uhlov

4.2.6 Kótovanie sklonu

Pri kótovaní sklonu existuje viacero spôsobov, dvôležité j zakótovať tri prvky podľa obr. 4.20. Ďalšou možnosťou je kótovanie sklonu pomocou značky, ktorá môže byť orientovaná zhodne so sklonom hrany, alebo je zakótovaná pomocou odkazovej čiary (obr.4.21).



Obr. 4.20 Príklady kótovania sklonu



Obr. 4.21 Príklady kótovania sklonu pomocou značky

4.2.7 Kótovanie kužeľovitosti

Pravidlá pre kótovanie a tolerovanie kužeľov stanovuje norma *STN EN ISO 3040: 2012 Geometrické špecifikácie výrobkov (GPS). Kótovanie a tolerovanie. Kužele*.

Na určenie kužeľa sa môžu použiť nasledujúce charakteristiky a rozmery:

- kužeľovitost' „X“ – definovaná ako pomer rozdielu priemerov kužeľa v dvoch priečných rezoch a vzdialenosti medzi nimi (obr. 4.22), t.j.

$$X = \frac{D-d}{L} = 2 \cdot \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

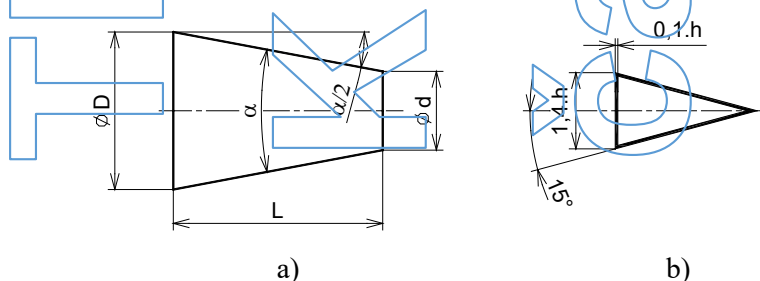
kde

α – vrcholový uhol [°],

D – priemer kužeľa na veľkej základni [mm],

d – priemer kužeľa na malej základni [mm],

L – dĺžka kužeľa [mm].

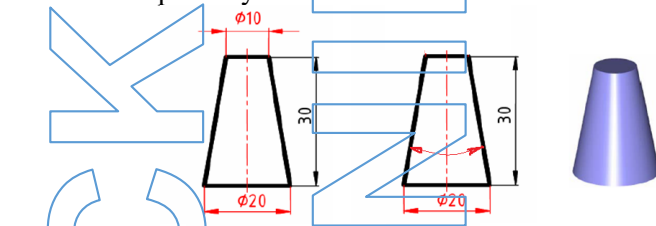


Obr. 4.22 a) Kótovanie kužeľov, b) grafická značka pre kužeľ

Hodnotu kužeľovitosti „X“ je možné vyjadriť:

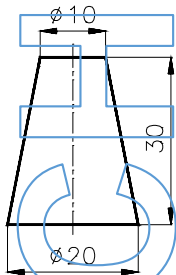
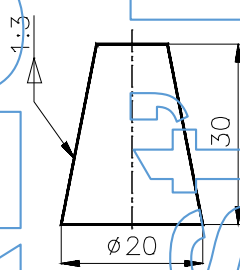
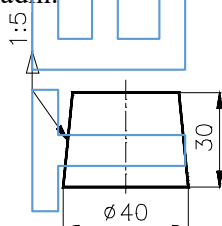
- pomerom 1 : X, napríklad 1 : 5,
- alebo 0,2 : 0,
- alebo v percentách napr. 20 %.

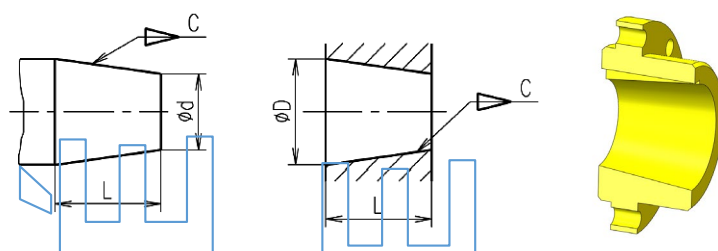
Na obrázku 4.23 je jeden z možných prípadov kótovania zrezaného kužeľa. V tabuľke 4.1 sú príklady riešenia úloh na kužeľovitosť.



Obr. 4.23 Kótovanie zrezaného kužeľa - príklady

Tab. 4.1 Príklady riešenia úloh na výpočet kužeľovitosti

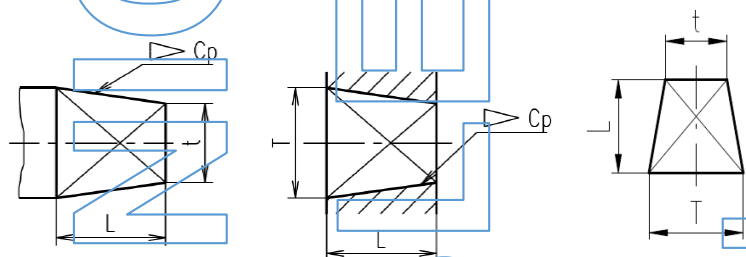
Úloha	Riešenie
Zistite akú kužeľovitosť má daná súčiastka. 	Výpočet kužeľovitosti: $X = \frac{D-d}{L} = \frac{20-10}{30} = \frac{1}{3}$ 
Určte priemer kužeľa na malej základni. 	Jedná sa o kužeľovitosť 1 : 5. $X = \frac{D-d}{L}$ Podľa vzťahu: $\frac{1}{5} = \frac{40-d}{30}$ Po dosadení: $d = 34 \text{ mm}$ Priemer kužeľa na malej základni je 34 mm.



Obr. 4.24 Kótovanie zrezaného kužľa pomocou kužeľovitosti

4.2.7 Kótovanie ihlanovitosti

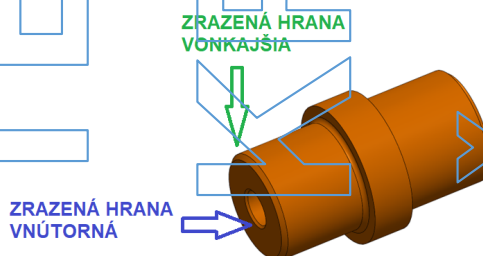
Pre kótovanie ihlanov a ihlanovitosti platia obdobné pravidlá, ako pre kótovanie kužeľov a kužeľovitosti (obr.4.25).



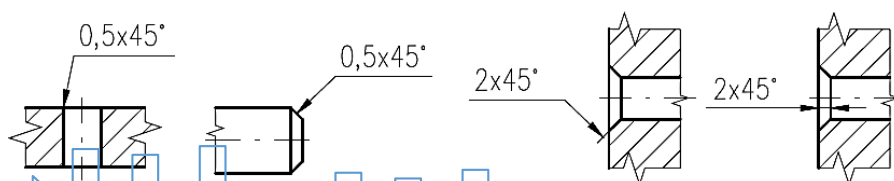
Obr. 4.25 Príklady kótovania zrezaných ihlanov

4.2.8 Kótovanie zrazených hrán

Hrany zrazené (obr.4.26) sa kótujú v závislosti od uhla. Hrany zrazené pod uhlom 45° sa kótujú ako súčin výšky zrazenia a uhla 45° (napr. $2 \times 45^\circ$). To sa zapisuje buď na kótovaciu čiaru alebo na pomocnú čiaru. Malé zrazenia netreba zobrazit', ale stačí ich vyznačiť kótovaním na odkazovej čiare (obr.4.27).

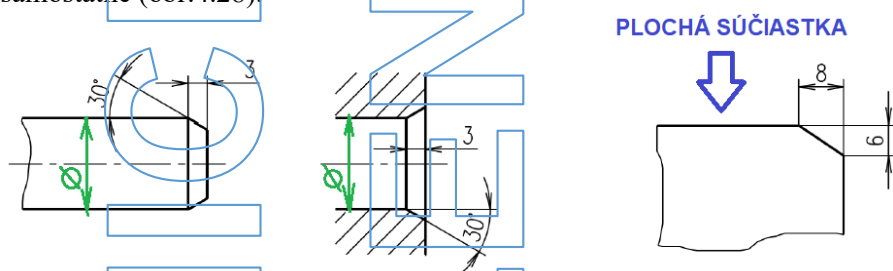


Obr. 4.26 Zrazené hrany na súčiastke



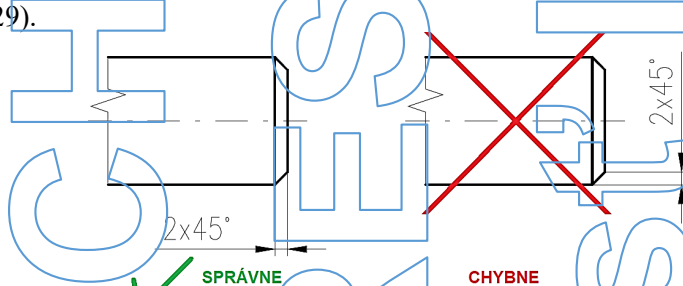
Obr. 4.27 Príklady kótovania zrazených hrán pod uhlom 45°

Hrany zrazené pod uhlom iným ako 45° sa kótujú tak, že uhol zrazenia aj jeho dĺžka sa zakotujú samostatne (obr.4.28), typickým príkladom toho sú valcové konce hriadeľov. Zrazenia na plochých súčiastkach sa kótujú obe dĺžkové rozmery samostatne (obr.4.28).



Obr. 4.28 Príklady kótovania zrazených hrán pod iným uhlom ako 45°

Zrazené hrany zrazené hrany na rotačných súčiastkach kótujú tak, že kótovacia čiara zrazenej hrany musí byť rovnobežná s osou rotácie súčiastky (obr.4. 29).



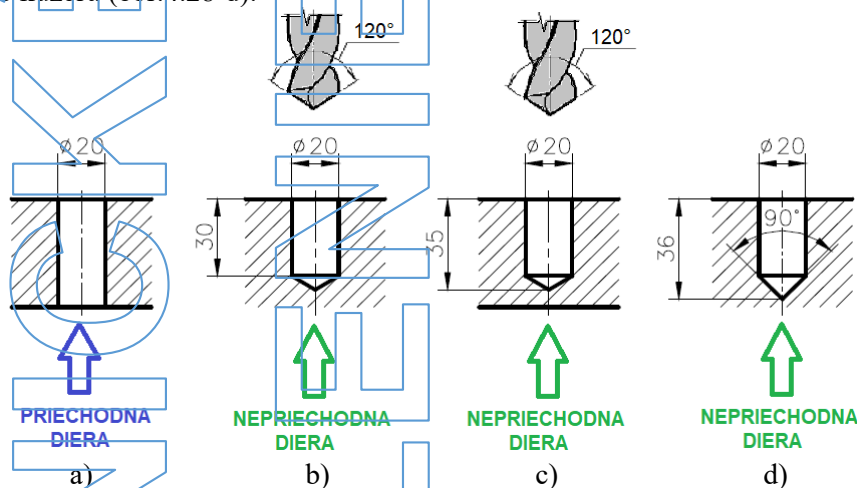
Obr. 4.27 Kótovanie zrazenej hrany na rotačnej súčiastke

Hrany zrazené pod uhlom iným ako 45° sa kótujú buď dvoma dĺžkovými rozmermi alebo jedným dĺžkovým a jedným uhlovým rozmerom (obr.4.28).

4.2.9 Kótovanie dier

U priechodných a nepriechodných dier kótujeme ich priemer a polohu osi vzhľadom k inej ose, obrysovej čiare alebo hrane a podobne. U nepriechodných dier kótujeme navyše aj ich hĺbku (obr.4.28). Hĺbka vrtanej diery sa najčastejšie kótuje bez kužeľového ukončenia (obr.4.28-b). Diery sú najčastejšie vyrábané

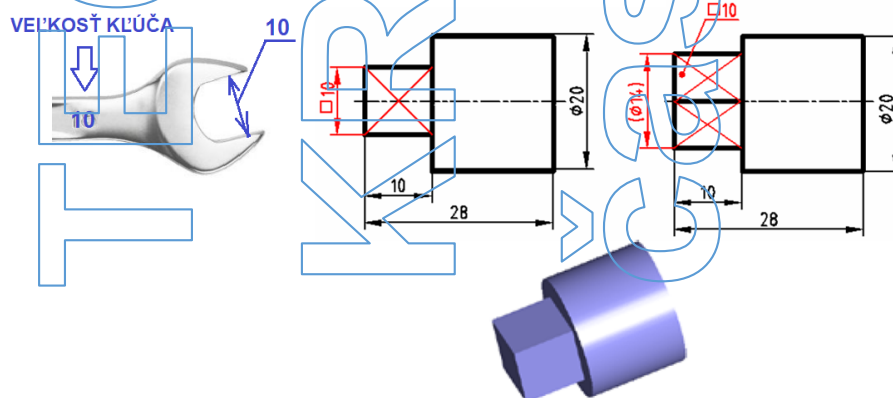
vrtaním. Vrcholový uhol bežného vrtáka je 118 stupňov (kreslíme asi 120°), ale nekótujeme. V prípade súčiastok kde je nebezpečie, že by hrot kužeľa vrtáka mohol poškodiť alebo prevrtáť súčiastku naskrz sa hĺbka diery kótuje až k vrcholu kužeľového zakončenia (obr.4.28-c). Pokiaľ je diera ukončená kužeľom s iným vrcholovým uhlom než má bežný skrutkový vrták, kótuje sa aj vrcholový uhol tohto kužeľa (obr.4.28-d).



Obr. 4.28 Kótovanie dier

4.2.10 Kótovanie štvorhranov

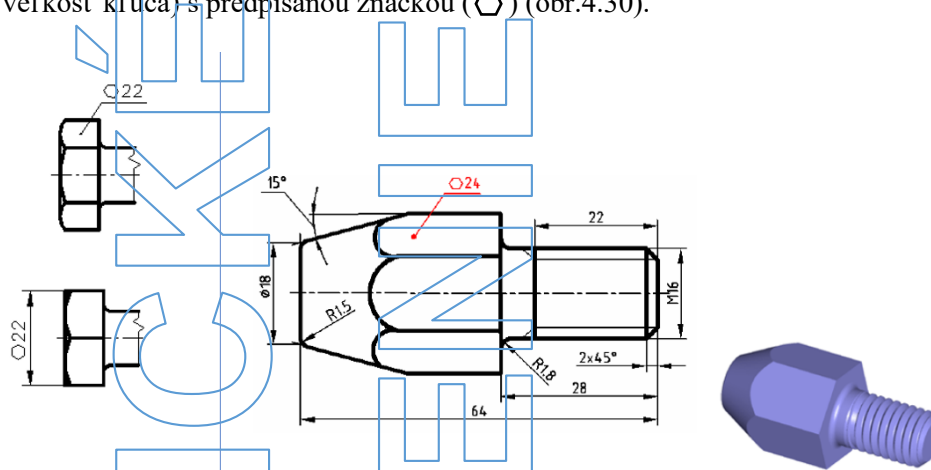
Pravidelné štvorboké hranoly sa kótujú vzdialenosťou dvoch rovnobežných bočných plôch (čo predstavuje veľkosť kľúča) s predpísanou značkou ($\square$). Ak je štvorhran zobrazený v rohovej polohe, kótuje sa pomocou odkazovej čiary (obr.4.29).



Obr. 4.29 Kótovanie štvorhranov

4.2.11 Kótovanie šesťhranov

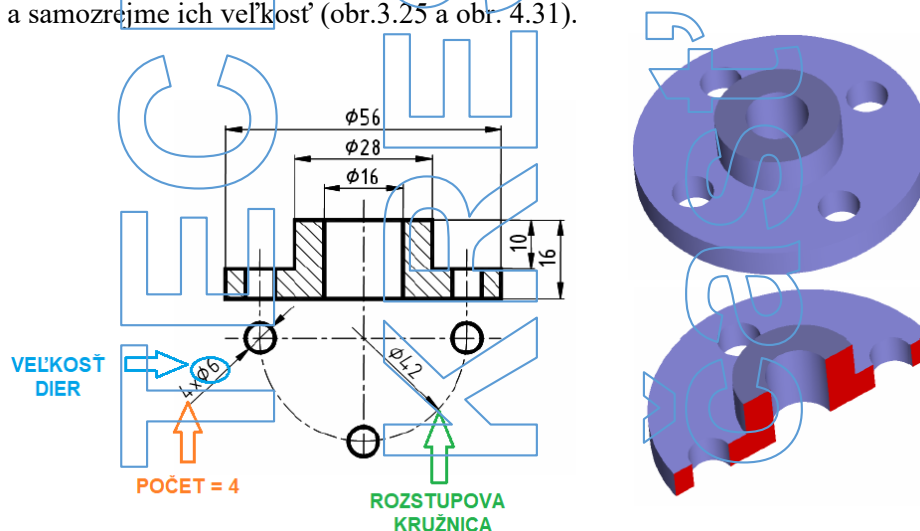
Aj pri pravidelných šesťhranoch kótujeme podobne ako pri pravidelných štvorhranoch vzdialenosť dvoch rovnobežných bočných plôch (čo predstavuje veľkosť kľúča) s predpísanou značkou ($\square$) (obr.4.30).



Obr. 4.30 Príklady kótovania šesťhranov

4.2.12 Kótovanie opakujúcich sa prvkov

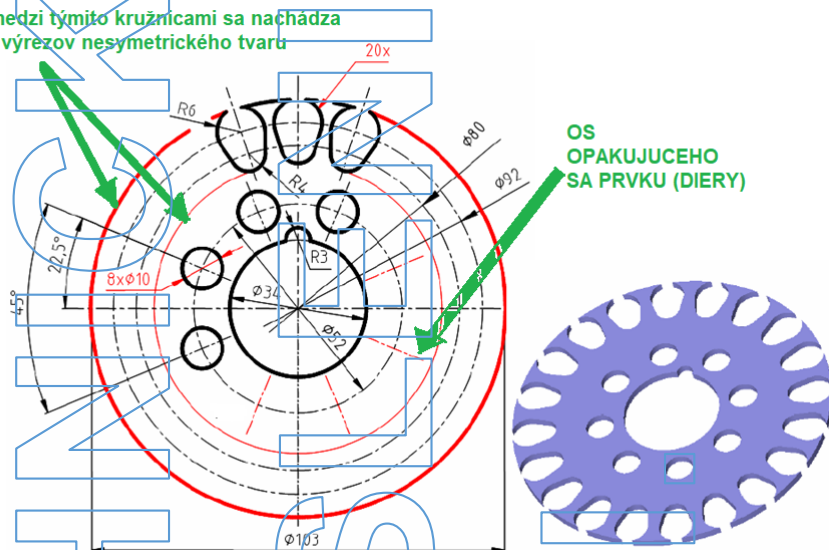
Rozmery opakujúcich sa rovnakých prvkov (dier, zubov, drážok a pod.) na súčiastke je možné kótovať len raz, musí sa však okótovať ich poloha a samozrejme ich veľkosť (obr.3.25 a obr. 4.31).



Obr. 4.31 Príklady kótovania príruby s opakujúcimi sa otvormi

Rovnaké symetrické (kruhovú otvory) alebo nesymetrické tvarové podrobnosti (zuby, zárezy a pod.) umiestnené pravidelne sa nemusia zobrazovať všetky (obr. 4.32). Musí sa zobraziť najmenej jedna ale tak, aby boli ich tvar a umiestnenie jednoznačné. V prípade nesymetrických tvarov sa musí vyznačiť pole, teda plocha v ktorej sa ostatné opakujúce prvky nechádzajú (na obr.4.32 sú to nesymetrické otvory, ktorých celkový počet je 20). Obdobne je tomu aj v prípade prvkov na obrázku 4.33). Pri symetrických prvkoch sa poloha ďalších prvkov zobrazí osami (na obr.4.31 sú to osi dier o priemere 10mm).

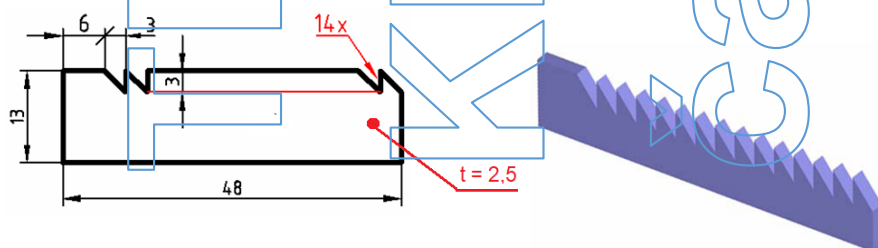
POLE = medzi týmito kružnicami sa nachádza
20 kusov výřezov nesymetrického tvaru



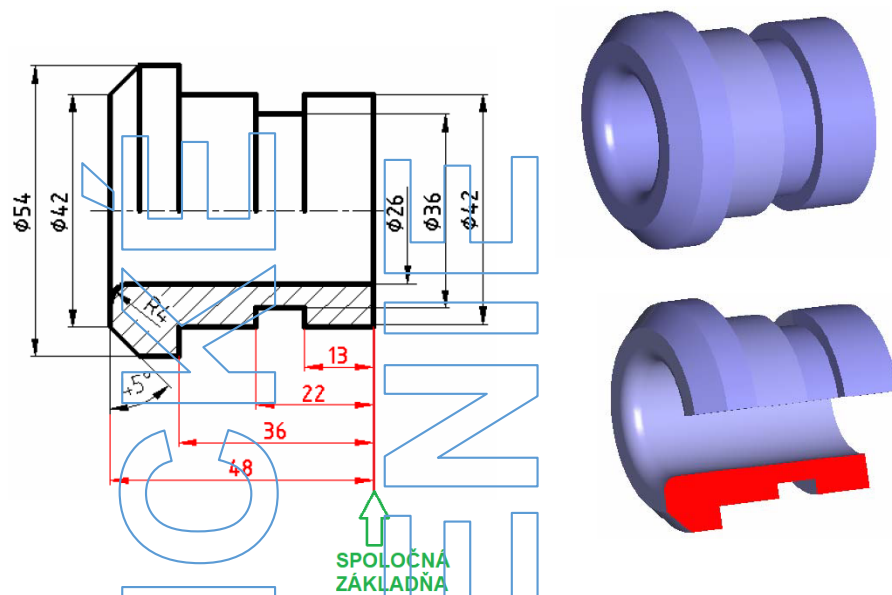
Obr. 4.32 Príklad kótovania súčiastky s viacerými opakujúcimi sa prvkami

4.2.13 Kótovanie hrúbky súčiastok (plechov)

Spôsob kótovania hrúbky častky ($t=2,5$) uvedenej na obrázku 4. 33 môžeme použiť iba v prípade, ak túto hrúbku súčiastky už neobrábame a na plochy nesťahujeme geometrické tolerancie.



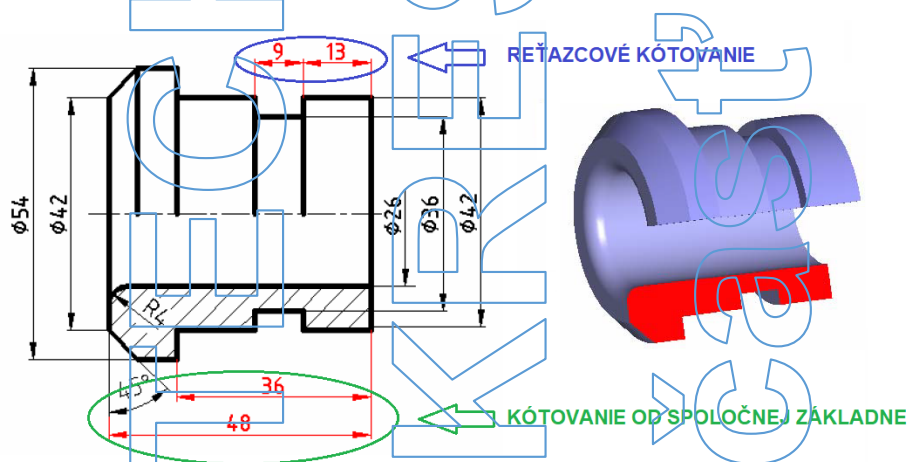
Obr. 4.33 Príklad kótovania hrúbky a opakujúcich sa prvkov



Obr. 4.35 Príklad použitia kótovania dĺžok od spoločnej základne

4.3.3 Zmiešané kótovanie

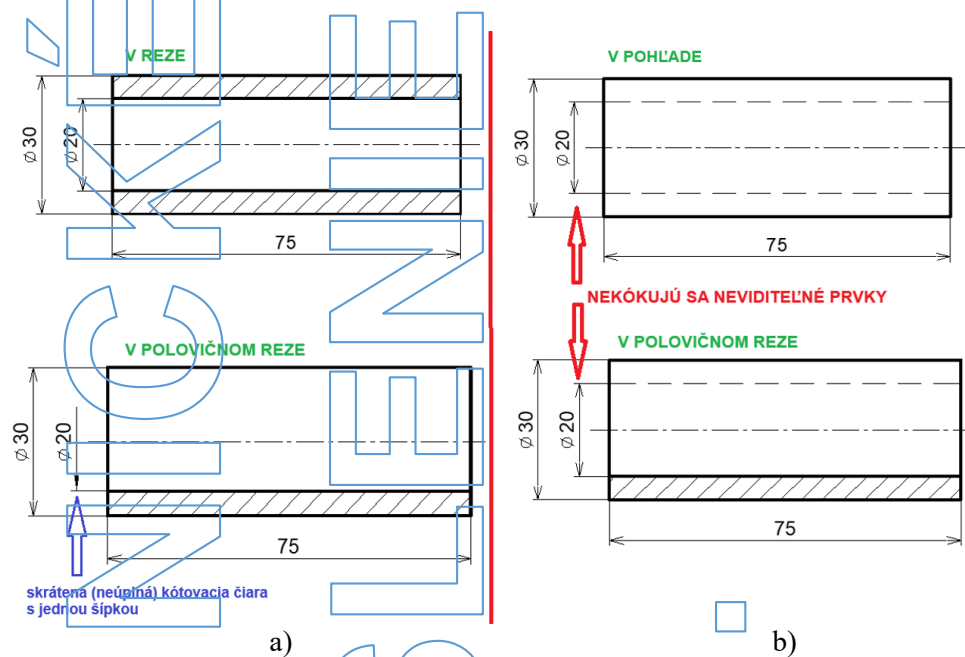
Zmiešané kótovanie, ktoré je kombináciou kótovania reťazcového a kótovania od základne, sa používa vtedy, ak je to účelné z hľadiska funkčného alebo technologického (obr.4.36).



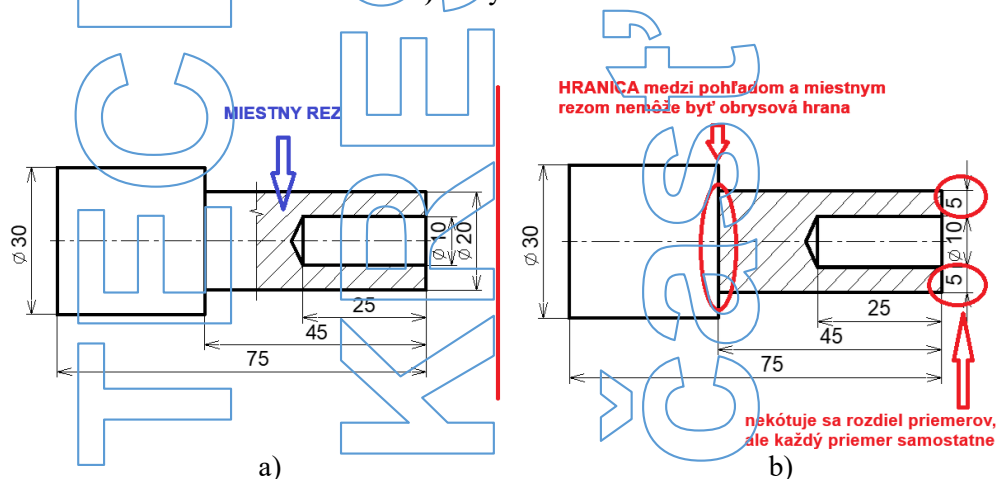
Obr. 4.36 Príklad použitia kombinovaného kótovania dĺžok

4.4 Príklady kótovania

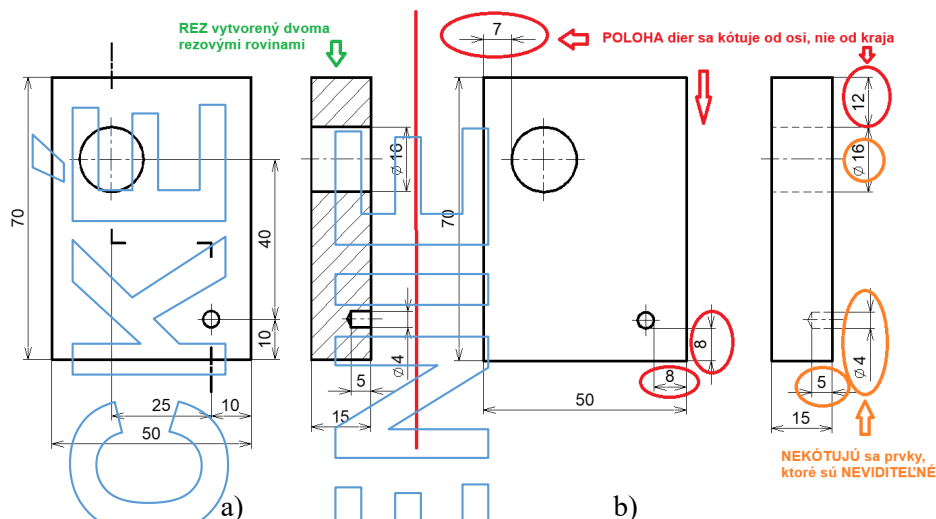
Na obrázku 4.37 je zobrazené a zakótovaná súčiastka – rúrka. Pri súčiastkach, ktoré obsahujú neviditeľné prvky, musíme použiť rez, ak je potrebné tieto prvky zakótovať.



Obr. 4.37 Kótovanie trubky a) podľa pravidiel technického kreslenia b) s chybami

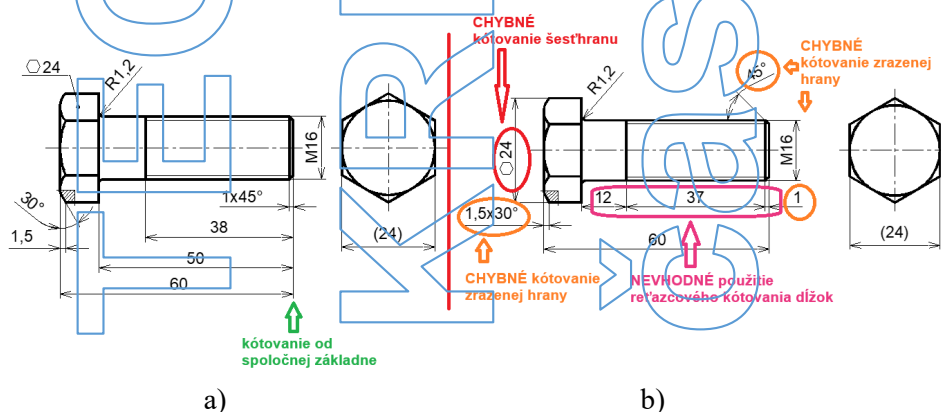


Obr. 4.38 Kótovanie súčiastky pri zobrazení pomocou miestneho rezu a) podľa pravidiel technického kreslenia b) s chybami



Obr. 4.39 Kótovanie hranatej súčiastky
a) podľa pravidiel technického kreslenia, b) s chybami

Na obrázkoch 4.39 a 4.40 sú zobrazené a zakótované súčiastky. Naľavo sú zakótované podľa pravidiel technického kreslenia a na obrázkoch vpravo s chybami, ktoré sú vyznačené v obrázku. Prečo tieto spôsoby kótovania sú považované za chyby je vysvetlené v texte v kapitolách, ktoré sa zaoberajú kótovaním týchto jednotlivých prvkov. Pri kótovaní zrazených hrán, iba pri uhle zrazenia 45° môžeme kótovať zápisom napríklad „ $1 \times 45^\circ$ “. Poloha dier a otvorov sa vždy kótuje k osi diery a otvoru. Kóta pravidelného šesťhrana na zapisuje na kótovaciu čiaru v prípade, ak je to vzdialenosť dvoch rovnobežných strán šesťhrana (teda veľkosť kľúča).



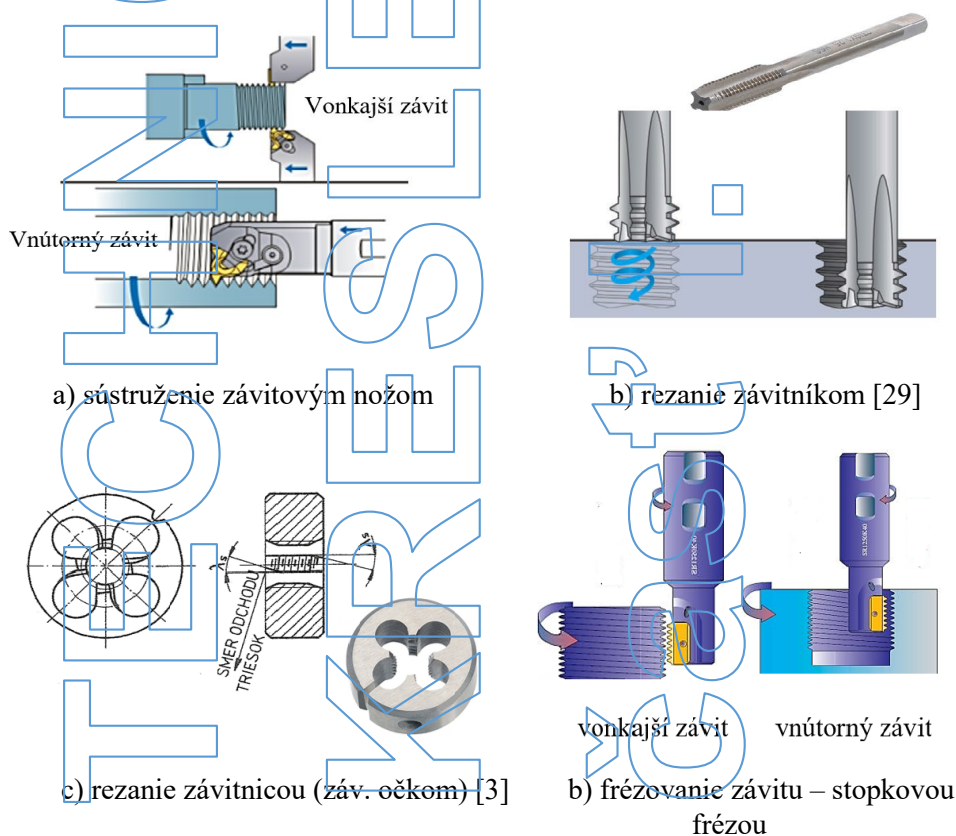
Obr. 4.40 Kótovanie skrutky
a) podľa pravidiel technického kreslenia, b) s chybami

5 ZOBRAZOVANIE A KÓTOVANIE ZÁVITOV

Skrutky a matice patria medzi najpoužívanjšie normalizované strojné súčiastky. Ich vzájomným spojením sa vytvorí rozoberateľný skrutkový spoj, ktorý je jednoduchý a spoľahlivý. **Skrutkový spoj** sa používa na zabezpečenie vzájomnej polohy dvoch súčiastok, na nastavenie ich vzdialenosti, na prenos síl alebo krútiaceho momentu, na zabezpečenie tesnosti. Najdôležitejšou časťou každej skrutky a matice je **závit**, ktorý v už uvedených prípadoch plní ich funkčnú úlohu.

5.1 Závit

Závit – norma STN 01 4001:1995 – *Závity. Terminológia*, sa zhotovujú obrábaním, pri ktorom sa postupným odoberaním materiálu na polovýrobku (valcovom alebo kužeľovom) vytvorí vonkajší alebo vnútorný závit požadovaného druhu a tvaru. Hlavné spôsoby zhotovenia závitú sú zobrazené na obr. 5.1.



Obr. 5.1 Schémy hlavných spôsobov zhotovenia závitov

Závit je geometricky určený závitovou plochou, ktorá vzniká pohybom profilu závitú tak, že každý jeho bod opisuje skrutkovicu.

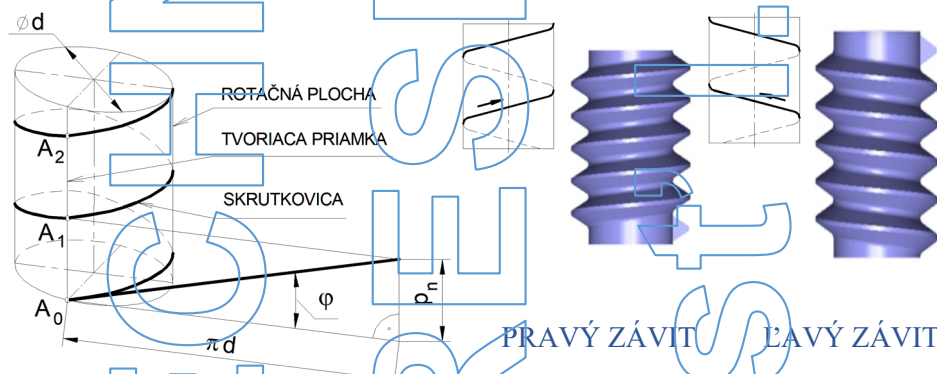
Skrutkovica je dráha (čiara) na rotačnej ploche (valci, kuželi) vytvorená bodom, ktorý pri pohybe má stály pomer medzi osovým posunutím a príslušným uhlovým natočením (obr.5.2).

Každý bod profilu závitú tvorí vlastnú skrutkovicu. Tieto majú spoločnú os a rovnaké stúpanie. **Stúpanie skrutkovice** P_h je definované ako vzdialenosť dvoch najbližších rovnobežných priesečníkov skrutkovice s tvoriacou priamkou rotačnej plochy. Rozvinutím valcovej rotačnej plochy do roviny sa zmení skrutkovica na priamku, ktorá zvierá s rovinou kolmou na os valcovej plochy uhol stúpania skrutkovice φ , ktorého hodnotu vypočítame z rovnice 5.1.

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{P_h}{\pi \cdot d} \quad (5.1)$$

Podľa zmyslu otáčania tvoriacej plochy vznikne:

- **skrutkovica pravá** - bod skrutkovice pri pohľade v smere osi sa pri otáčaní v smere pohybu hodinových ručičiek vzdiaľuje od pozorovateľa (obr. 5.3),
- **skrutkovica ľavá** - bod skrutkovice pri pohľade v smere osi sa pri otáčaní proti pohybu hodinových ručičiek vzdiaľuje od pozorovateľa (obr.5.3).



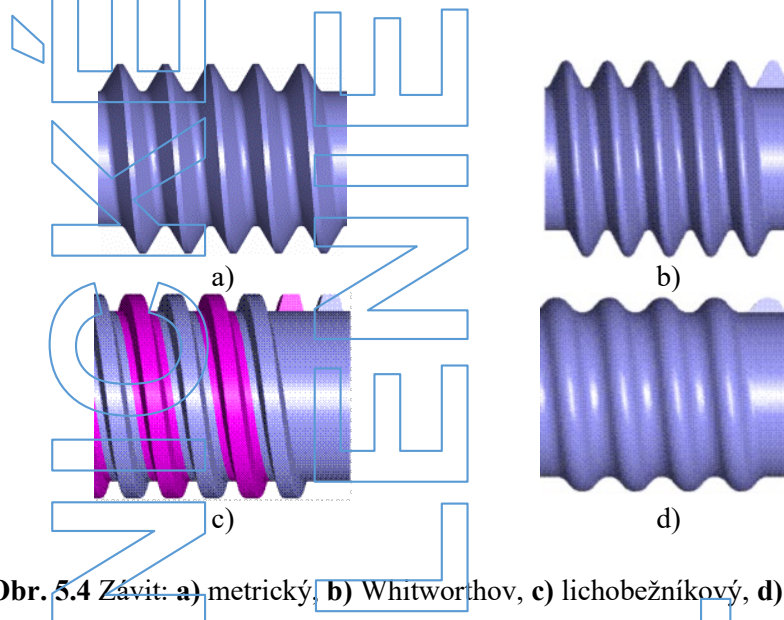
Obr. 5.2 Vytvorenie skrutkovice na valcovej ploche

Obr. 5.3 Podľa zmyslu vinutia závitú

Rozdelenie závitov možno uskutočniť podľa nasledujúcich hľadísk:

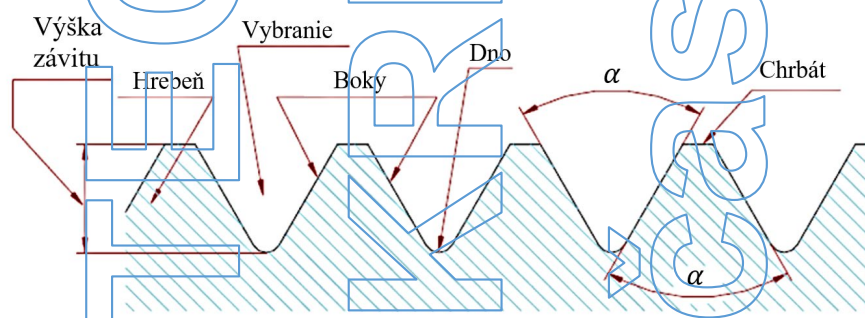
- podľa miesta vytvorenia závitú na tvoriacej ploche na závit *vonkajší* a *vnútorný* vytvorený na *vonkajšom* alebo *vnútornom* povrchu valcovej alebo kužeľovej plochy ,
- podľa zmyslu vinutia závitú - závit *pravý* a *ľavý* (obr. 5.3),
- podľa počtu závitových plôch - závit *jednoduchový* (obr. 5.7a) a *viacchodový* (obr. 5.7b),

- podľa tvaru rotačnej plochy - závitý *valcový* a *kužeľový*,
- podľa tvaru závitového profilu - závitý metrický, Whitworthov, lichobežníkový, oblý a pod. (obr. 5.4).

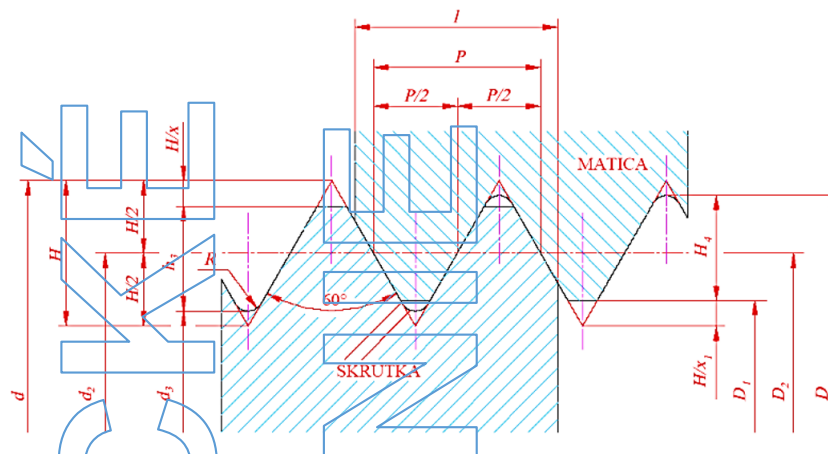


Obr. 5.4 Závit: a) metrický, b) Whitworthov, c) lichobežníkový, d) oblý

Profil závitu (obr. 5.5) je lomená alebo súvislá čiara v rovine prechádzajúcou osou závit. **Základný profil závit** je teoretický a je v rovine prechádzajúcej osou závit určený teoretickými rozmermi a uhlami. Tvar a rozmery základného profilu závit sú odvodené zo základného trojuholníka. Protiľahlé boky profilu závit zvierajú *uhol profilu* α . Rozmer H sa nazýva *výška základného trojuholníka*, H_1 - *výška vnútorného závit* a rozmer h_3 - *výška vonkajšieho závit*.

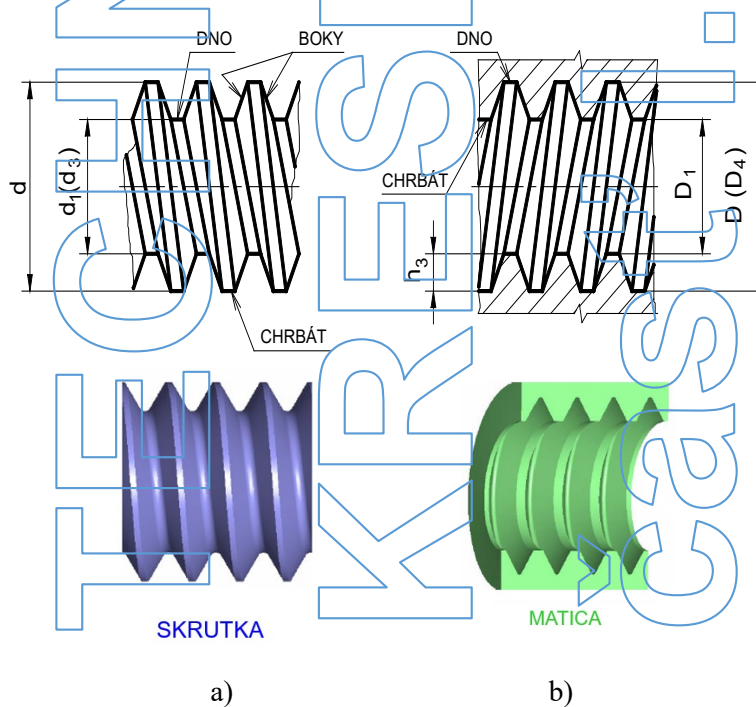


Základné prvky závit



Obr. 5.5 Základný trojuholník a základný profil závitu [30]

Veľký priemer závit d , D (D_4) (obr. 5.6) je priemer mysleného valca opísaného chrbtom vonkajšieho závit, alebo valca vpísaného dnom vnútorného závit. **Malý priemer závit** d_1 (d_3), D_1 (obr. 5.6) je priemer mysleného valca vpísaného dnám vonkajšieho závit a opísaného chrbtom vnútorného závit.

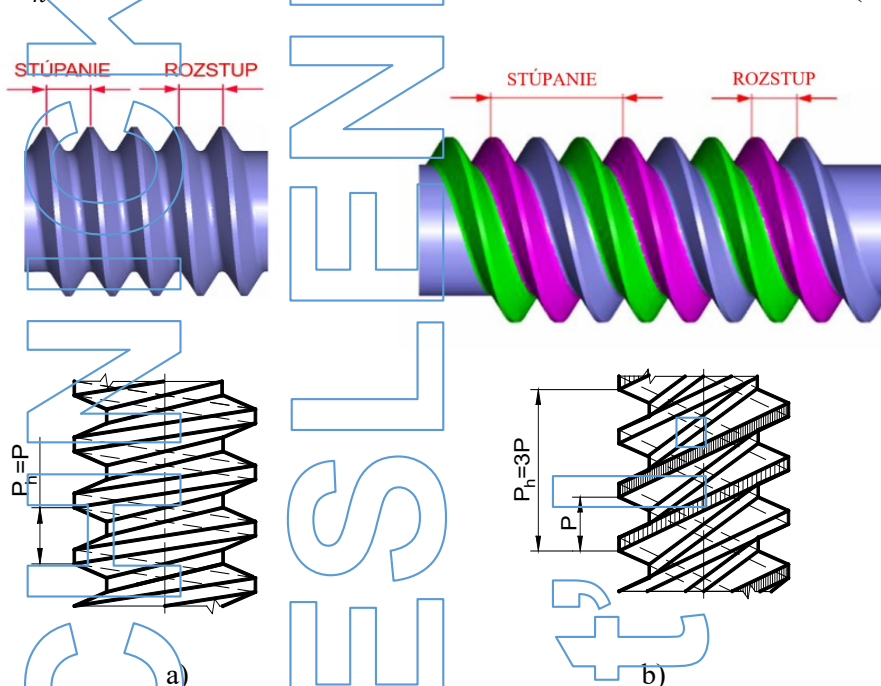


Obr. 5.6 Základné prvky závit: a) vonkajší závit; b) vnútorný závit

Rozstup závitu P (obr. 5.7) je vzdialenosť medzi rovnolahlými bokmi susedných závitov meraná v smere osi závitu.

Stúpanie P_h (obr. 5.7) je vzdialenosť medzi rovnolahlými bokmi jedného závitu meraná v smere osi závitu. Ak sa nachádza v rozsahu jedného stúpania P_h iba jeden základný profil, hovoríme o *jednochodovom závite*. Pri počte viacerých základných profilov v rozsahu jedného stúpania P_h hovoríme o *viacchodovom závite*, kde počet chodov sa označí písmenom n . Stúpanie viacchodového závitu P_h je násobkom rozstupu závitu P , t. j.:

$$P_h = P \cdot n \quad (5.2)$$



Obr. 5.7 Druhy závitov podľa počtu chodov: **a)** jednochodový; **b)** viacchodový (trojchodový)

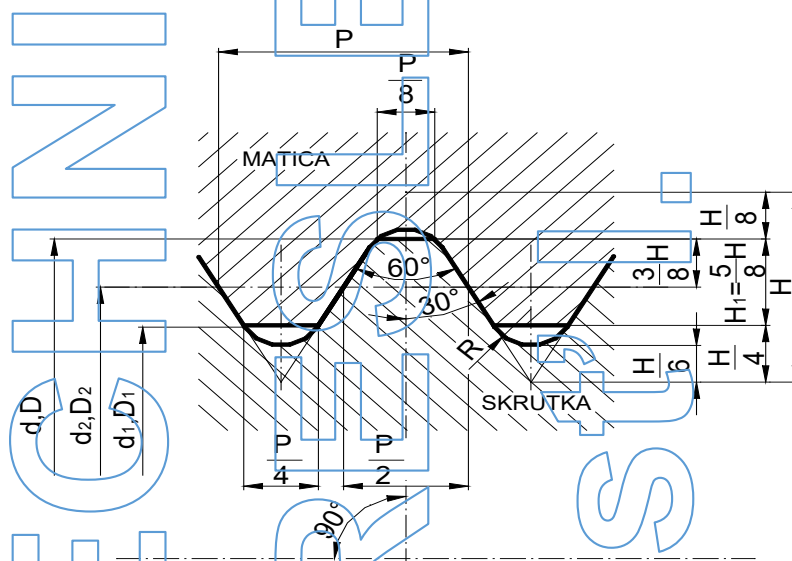
5.1.1 Označovanie závitov

Metrické závitky ISO (M) sú normalizované v normách *STN ISO 261:2000 - Metrické závitky ISO. Všeobecné stanovenia* a v *STN ISO 262:2000 - Metrické závitky ISO. Vybrané veľkosti pre skrutky a maticy*. Pre obe normy sa stanovuje základný profil podľa *ISO 68-1*. Základným profilom je rovnostranný trojuholník s uhlom profilu $\alpha = 60^\circ$ (obr. 5.8). Podľa rozstupu P sa rozdeľujú na závitky so **základným rozstupom** a s **jemným rozstupom**. Všetky rozmery sú stanovené v milimetroch. V norme ISO 261 sú rozmery odstupňované podľa menovitého priemeru závitu D, d od 1 do 300 mm a rozstup P od 0,2 mm do 6 mm. V norme

ISO 262 sú rozmery odstupňované podľa menovitého priemeru závitu D , d od 1 do 64 mm a rozstupu P od 0,25 mm do 6 mm.

Tolerovanie metrických závitov ISO (M) stanovujú normy skupiny ISO 965. Podľa STN ISO 965-1:2000 – *Metrické závity ISO. Tolerancie. Časť 1: Princípy a základné údaje*, označenie jednochodého závitu skrutky sa skladá z písmena **M**, za ktorým nasledujú hodnoty **menovitého priemeru d** , napr. **M10**. Ak sa jedná o závit s **jemným rozstupom**, uvádza sa za značkou **M** a priemerom d , pričom je oddelený znamienkom „x“, napr. **M10x1,5**. V označení sa môže hodnota rozstupu vynechať, ak ide o základný rozstup podľa ISO 261. Za označením sa potom pripíše **tolerančná značka**, napr. **M10x1,25-6g**. Pre **ľavé závity** sa k základnému označeniu pripíšu písmená **LH**, napr. **M20x2-6g-LH**. Ak je potrebné vyznačiť **pravý závit** pripíše sa **RH**. Ak sú na jednej súčiastke pravé aj ľavé závity, potom treba označiť aj pravé a ľavé závity skratkami **RH**, resp. **LH**.

Označenie dĺžkovej skupiny závitov krátky **S** a dlhý **L** sa vkladá za označenie tolerančného poľa oddelením napr. **M8x0,5-5H-S**. Vynechanie označenie dĺžkovej skupiny závitu znamená skupinu normálny **N**.



Obr. 5.8 Profil metrického závitu

Metrický závit pre jemnú mechaniku a optiku je normalizovaný v norme STN 01 4021. Označenie sa skladá z písmena **M**, hodnoty menovitého priemeru d a stupenia P , napr. **M52,5x0,5**. Používa sa všade tam, kde bežný metrický závit nevyhovuje funkčným a konštrukčným požiadavkám.

Metrický závit pre súčiastky z plastov sa člení na závit s veľmi hrubým rozstupom, hrubým a jemným rozstupom. Označovanie závitov je zhodné s označením bežných metrických závitov, napr. **M24x1**.

Palcové závity ISO sú normalizované v norme ISO 725, ktorá stanovuje

základné rozmery závitov pre menovité priemery od 0,06 palca do 6 palcov a rozstupy P vyjadrené počtom rozstupov na dĺžku 1 palca a to od 80 do 4. Sú normalizované vo viacerých radoch: hrubých UNC, jemných UNF, zvlášť jemných UNEF a rad závitov s konštantným počtom rozstupov na 1 palec. Profil palcového závit ISO na bežné použitie stanovuje norma ISO 68-2. Základným profilom je rovnostranný trojuholník s uhlom profilu $\alpha = 60^\circ$. Označenie palcových závitov ISO sa skladá z označenia veľkosti závit, počtu rozstupov na dĺžku 1 palca, označenia radu, tolerančnej značky a prípadne značky ľavého závit a označenie dĺžky zaskrutkovania, napr. **1/4-20 UNC-3A-LH**.

Whitworthov závit je normalizovaný v norme STN 01 4030:1988 – *Základné pravidlá zamieniteľnosti. Whitworthov závit*. Základný profil tvorí rovnoramenný trojuholník s uhlom profilu $\alpha = 55^\circ$. Označenie Whitworthov závit sa skladá z písmena **W** a veľkého priemeru závit **d** v anglických palcoch (1 angl. palec 1"= 25,4 mm), napr. **W 1 1/2**. Tento závit sa u nás dnes používa výnimočne iba pri opravách starých strojov.

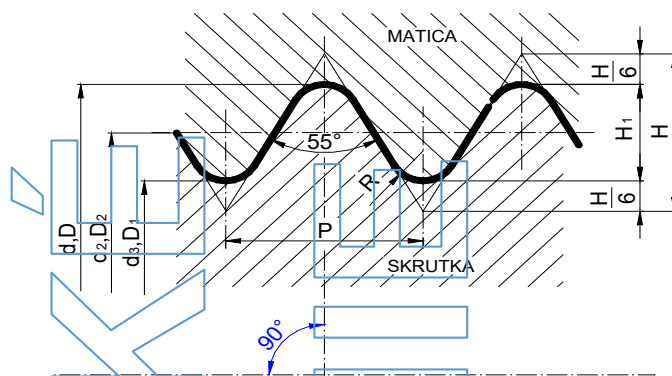
Závitové spojenie, v ktorých sa používa rúrkový závit sa člení na spojenia, v ktorých sa tesniaci účinok dosiahne medzi bokmi závitov (tesnosť sa dosiahne licovaním závitov) a na spojenia, kde tesnosť treba zabezpečiť iným spôsobom.

Rúrkové závit na spoje tesniace v závitoch sú normalizované v norme ISO. Na vytvorenie spojenia možno použiť kombinácie kužeľového a valcového závit:

- **vonkajší rúrkový závit kužeľový**; úplné označenie sa skladá z popisného označenia **Rúrkový závit**, označenia medzinárodnej normy **ISO 7**, z písmenovej značky **R** a z údajov menovitej svetlosti rúrky DN v palcoch **1 1/2**, príklad úplného označenia pre pravý závit napr. **Rúrkový závit ISO 7-R 1 1/2**;
- **vnútorný kužeľový závit**; úplné označenie sa skladá z popisného označenia **Rúrkový závit**, označenia medzinárodnej normy **ISO 7**, z písmenovej značky **R_c** a z údajov o menovitej svetlosti rúrky DN v palcoch **1 1/2**, príklad úplného označenia pre pravý závit napr. **Rúrkový závit ISO 7-R_c 1 1/2**;
- **vnútorný rúrkový závit valcový**; príklad úplného označenia pre pravý závit napr. **Rúrkový závit ISO 7-R_p 1 1/2**.

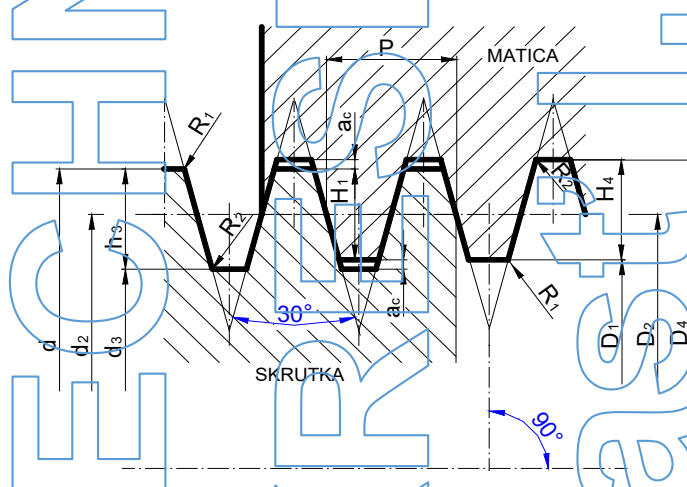
Príklady označenia možných kombinácií závitového spojenia: **Rúrkový závit ISO 7-R_c/R 1/2** a **R_p/R 1/2**.

Rúrkové závit na spoje netesniace v závitoch sú normalizované v norme STN EN ISO 228-1: 2004 – *Rúrkové závit na spoje netesniace v závitoch. Časť 1: Rozmery, tolerancie a označovanie*. Závit má tvar profilu závit zhodný s profilom Whitworthov závit, má ale menší rozstup. Nemá tesniaci účinok medzi bokmi závitov a tesnosť spoja treba zabezpečiť iným spôsobom. Označenie rúrkového závit valcového sa skladá z písmena **G**, z označenia rozmeru závit v palcoch (zodpovedá približne svetlosti rúrky DN, pre ktorú je závit určený) a z údajov o triede presnosti závit **A**. Príklad úplného označenia vonkajšieho rúrkového závit pre pravý závit napr. **Rúrkový závit ISO 228-G 1 1/2 - A**.



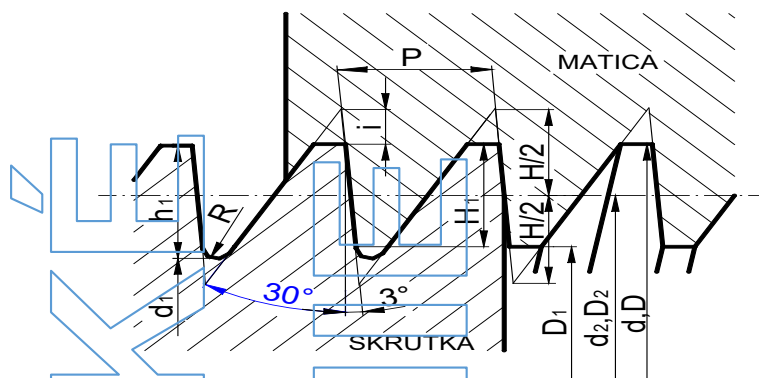
Obr. 5.9 Profil rúrkového závitu valcového

Lichobežníkový závit rovnomerný (obr. 5.10) je normalizovaný v STN 01 4050: 1990 - *Lichobežníkový závit rovnomerný jednochodový* a v STN 01 4051: 1990 - *Lichobežníkový závit rovnomerný viacchodový*. Základný profil je rovnoramenný lichobežník s uhlom profilu $\alpha = 30^\circ$. Označuje sa písmom **Tr**, menovitým priemerom d , stúpaním P_h a pri viacchodových závitoch v zátvorke písmenom **P** s číselnou hodnotou rozstupu, napr. **Tr 20×4; Tr 50×16(P8)**. Príklad označenia tolerovaného trojchodového ľavého závitu matice je **Tr 52×21(P7)LH-8H**.



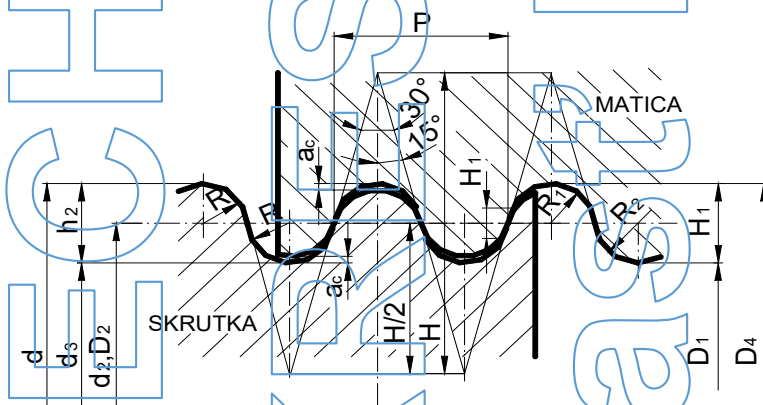
Obr. 5.10 Profil lichobežníkového závitu rovnoramenného

Lichobežníkový závit nerovnomerný (obr. 5.11) je normalizovaný v STN 01 4052: 1966 - *Lichobežníkový závit nerovnomerný*. Základné rozmery. Základný profil je nerovnomerný lichobežník s uhlom profilu $\alpha = 33^\circ$ a s uhlami bokov závitu $\beta = 30^\circ$ a $\gamma = 3^\circ$. Označuje sa **S**, menovitým priemerom d a rozstupom P , napr. **S48×8**.



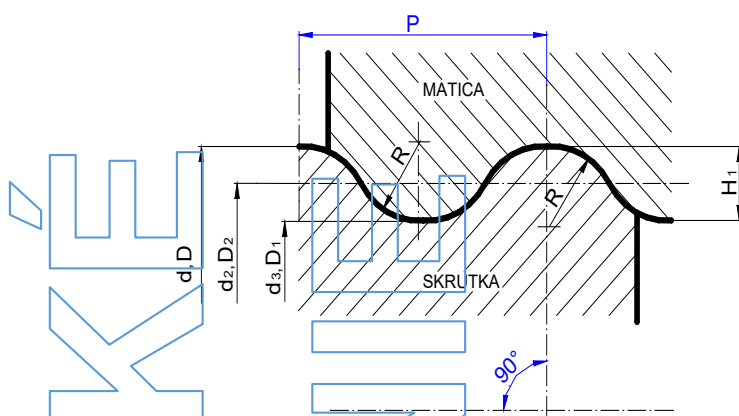
Obr. 5.11 Profil lichobežníkového závitu nerovnoramenného

Oblý závit (obr. 5.12) je normalizovaný v STN 01 4037: 1992 – Základné pravidlá zameniteľnosti. Oblé závity ako jednochodový ako viacchodový pre menovité priemery d od 8 do 200 mm. Rozstup oblého závitu je definovaný počtom rozstupov pripadajúcich na dĺžku 1 palca. Základný profil závitu je trojuholník s uhlom profilu $\alpha = 30^\circ$ a so zaobleným chrbtom a dnom. Jednochodový oblý závit sa označuje písmenami **Rd** a menovitým priemerom závitu, napr. **Rd 40**. Viacchodový oblý závit sa označuje písmenom **Rd**, menovitým priemerom závitu, číselnou hodnotou stúpania P_h (v milimetroch) a v zátvorke písmenom **P** s číselnou hodnotou rozstupu, napr. **Rd 40 x 8,466 (P4,233)**.



Obr. 5.12 Profil oblého závitu

Edisonov závit (obr. 5.13) je normalizovaný v STN 01 4038 – Edisonov závit. Edisonov závit je používaný napríklad na žiarovkách. Označuje sa **E** a menovitým priemerom d , napr. **E14**. Profil závitu je zobrazený na obr. 5.13.



Obr. 5.13 Profil Edisonovho závitu

Tab. 5.1 Prehľad označenia normalizovaných závitov

Druh závitu		Značka	Označenie	Príklad označenia
Metrický ISO	so základným rozstupom	M	$M d$	M 20
	s jemným rozstupom		$M d \times P$	M 20 x 1,5
Metrický pre jemnú mechaniku a optiku		M	$M d$	M 45
Metrický pre súčiastky z plastov		M	$M d \times P$	M 45 x 0,75
Whitworthov		W	$W d$	W 3/4
Rúrkový valcový	bez tesniaceho účinku	G	G DN	G 3/8
	s tesniacim účinkom	Rp	Rp DN	Rp 1 1/2
Rúrkový kužeľový	vonkajší	R	R DN	R 2
	vnútorný	Rc	Rc DN	Rc 2
Lichobežníkový rovnoramenný	jednochodový	Tr	$Tr d \times P$	Tr 16 x 2
	viacchodový	Tr	$Tr d \times P_h$ (PP)	Tr 16 x 12(P4)
Lichobežníkový nerovnoramenný		S	$S d \times P$	S 48 x 8
Oblý	jednochodový	Rd	$Rd d$	Rd 40
	viacchodový	Rd	$Rd d \times P_h$ (PP)	Rd 32 x 6,35(P3,175)

5.2 Kreslenie a kótovanie závitu

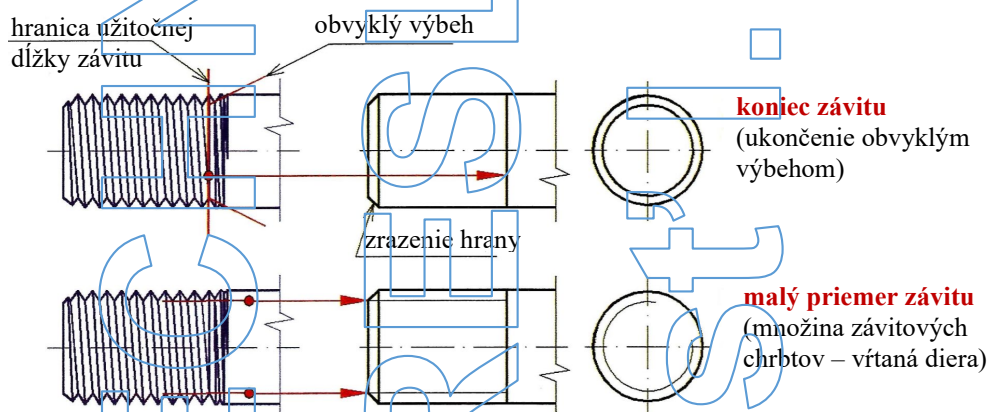
Zásady kreslenia závitov a závitových častí na technických výkresoch určuje norma STN EN ISO 6410-1: 2000 - *Technické výkresy. Závity skrutiek a závitové časti. Časť 1: Všeobecné zásady*.

5.2.1 Kreslenie vonkajšieho a vnútorného závitu

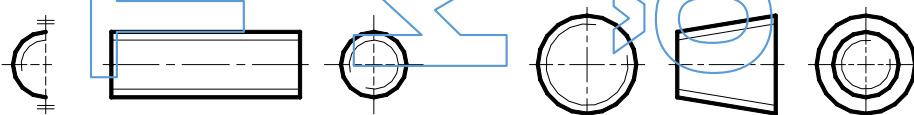
U **viditeľného závitu** sa **množina závitových chrbtov** (veľký priemer vonkajšieho závitu d a malý priemer vnútorného závitu D_1) zobrazuje v pohľade a reze súvislou **hrubou** čiarou. Postup kreslenia vonkajšieho závitu je znázornený na obr. 5.14.

Množina závitových dien, t. j. malý priemer vonkajšieho závitu d_1 (resp. d_3) a veľký priemer vnútorného závitu D (resp. D_4) sa zobrazuje **súvislou tenkou** čiarou.

V pohľade v smere osi závitu sa malý priemer vonkajšieho závitu a veľký priemer vnútorného závitu zobrazuje kružnicou kreslenou súvislou tenkou čiarou v dĺžke **približne troch štvrtín obvodu** (obr. 5.14, 5.15, 5.16 a obr. 5.17). Vynechaná časť 1/4 obvodu kružnice má byť podľa možnosti v prvom hornom kvadrante.



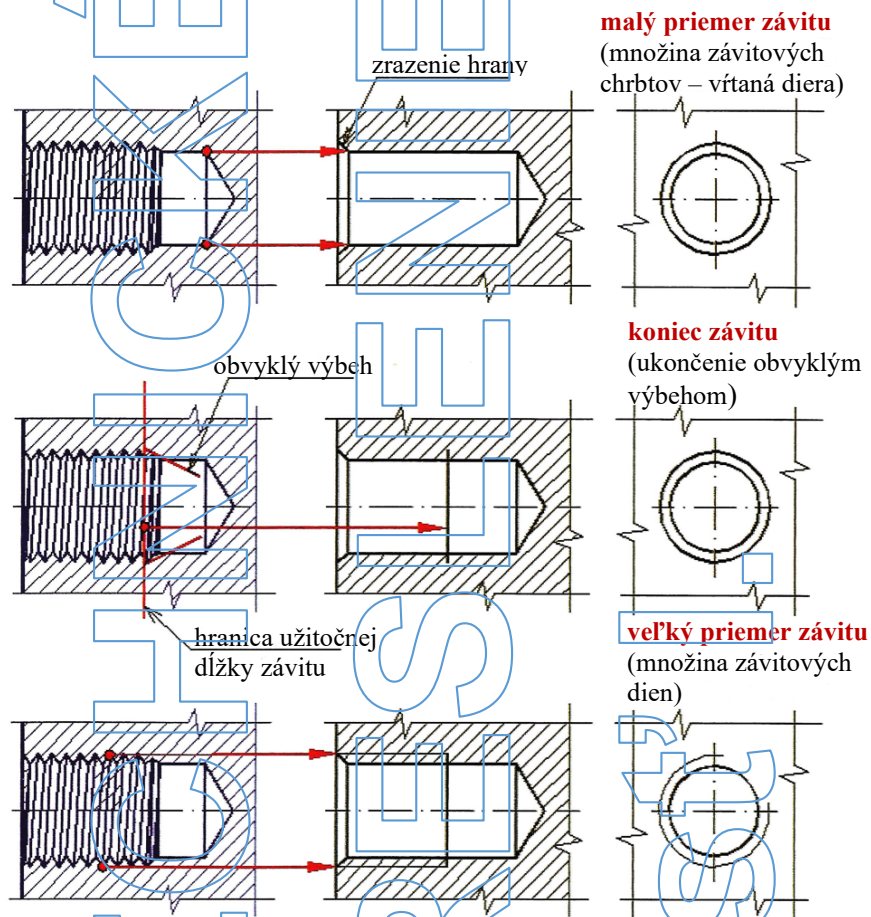
Obr. 5.14. Postup kreslenia vonkajších závitov



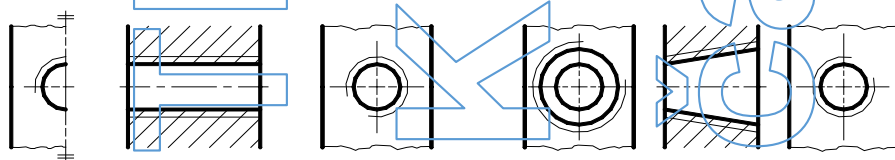
Obr. 5.15. Zobrazenie závitu na vonkajšej ploche: a) valcovej, b) kužeľovej

Vzdialenosť medzi čiarami predstavujúcimi malý a veľký priemer závitú má byť rovná výške závitú, najmenej však dvojnásobku hrúbky súvislej hrubej čiary, alebo minimálne 0,7 mm.

Vyznačenie materiálu súčiastky v reze (šrafovanie) sa zhotovuje až k čiare, ktorá predstavuje množinu závitových chrbtov (obr. 5.16, 5.17).

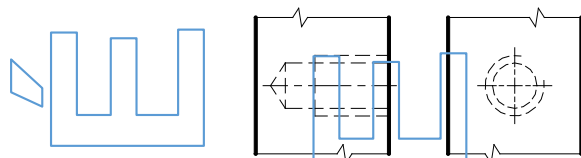


Obr. 5.16 Postup kreslenia vnútorných závitov [3]



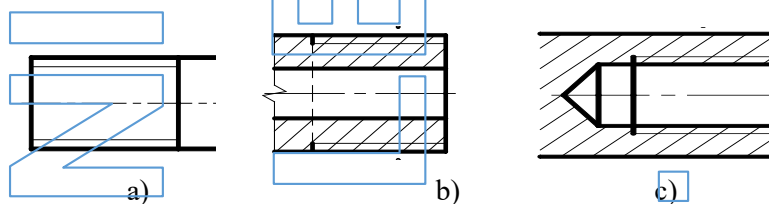
Obr. 5.17 Zobrazenie závitú na vnútornej ploche: a) valcovej, b) kužeľovej

U **zakrytého závit** - neviditeľného (obr. 5.18) sa množina závitových chrbtov a dien zobrazuje *čiarkovanou tenkou čiarou*.



Obr. 5.18. Zobrazenie neviditeľného závit

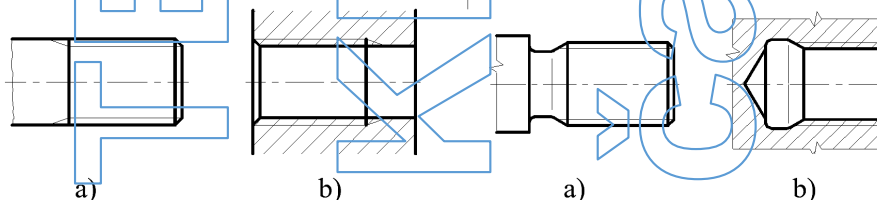
Hranica užitočnej dĺžky (ukončenie závit) u viditeľného závit sa zobrazuje súvislou **hrubou čiarou** (obr. 5. 19a,b a obr. 5. 23), ak je závit neviditeľný zobrazuje sa *čiarkovanou tenkou čiarou* (obr. 5.19c a obr. 5.23).



Obr. 5.19 Vyznačenie hranice užitočnej dĺžky závit:

a) na vonkajšej ploche, b) na vnútornej ploche, c) pre neviditeľný závit

Neúplný závit za hranicou užitočnej dĺžky (výbeh závit) **sa nezobrazuje**, okrem prípadov, keď je to z funkčného hľadiska nutné, alebo ak ide o iný ako obvyklý výbeh. V týchto prípadoch sa výbeh závit vyznačí dvoma šikmými tenkými čiarami, vychádzajúcimi z malého priemeru u vonkajšieho závit (obr. 5.20a) a z veľkého priemeru u vnútorného závit (obr. 5.20b).

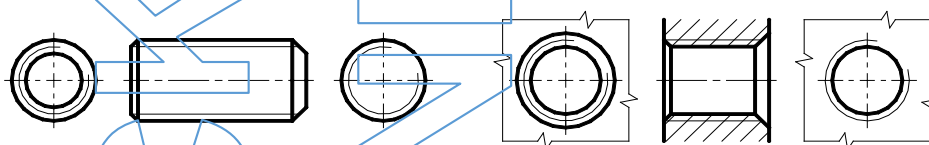


Obr. 5.20 Označenie výbehu závit

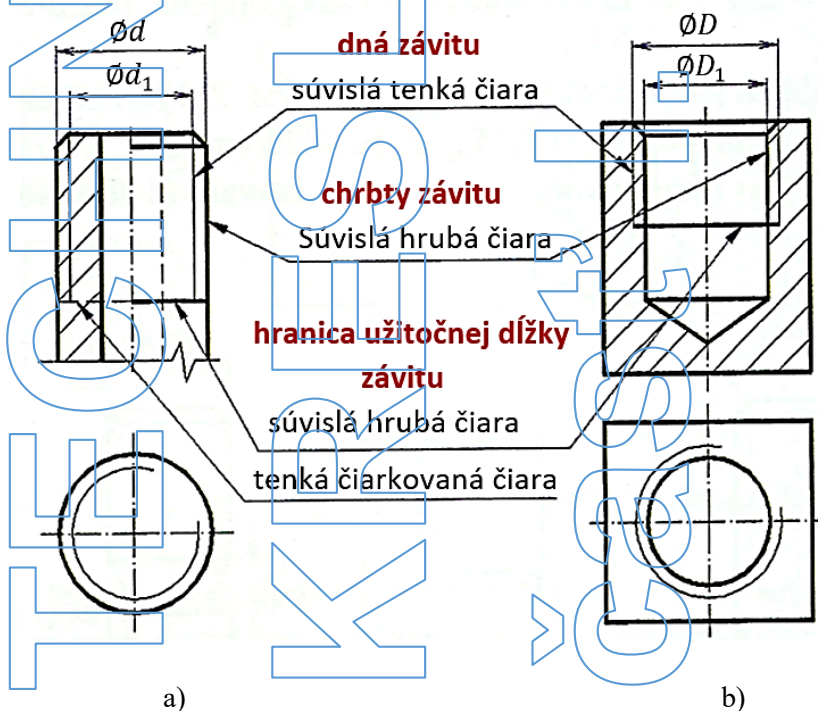
Obr. 5.21 Žliabok pre vonkajší a vnútorný metrický závit

Žliabok pre vonkajší a vnútorný metrický závit. Vonkajší a vnútorný závit sa v prípade potreby môže ukončiť **žliabkom** (obr. 5.21). Rozmery žliabkov a ich priradenie k závitom udávajú *STN ISO 4755 (02 1036): Žliabok pre vonkajšie metrické závit* a *STN 02 1037 Žliabky vnútorného metrického závit*.

Zrazenie hrany, ktorej rozmer je zhodný s výškou závit, sa v priemetoch do roviny kolmej k osi závit nezobrazuje. Zrazenie väčšie ako výška závit sa zobrazí (obr.5.22).

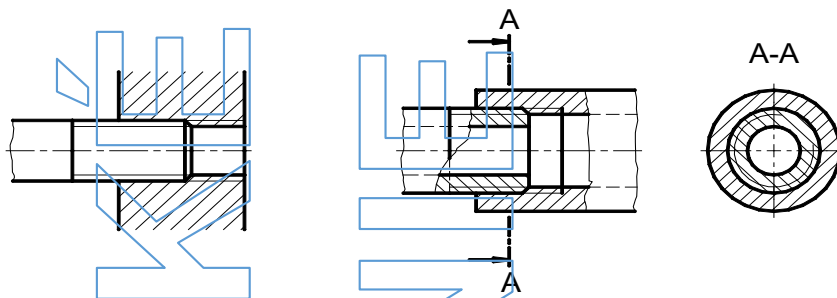


Obr.5.22. Zobrazenie skosených hrán na závitoch



Obr. 5.23 Zobrazenie závit: a) vonkajšieho závit, b) vnútorný závit [3]

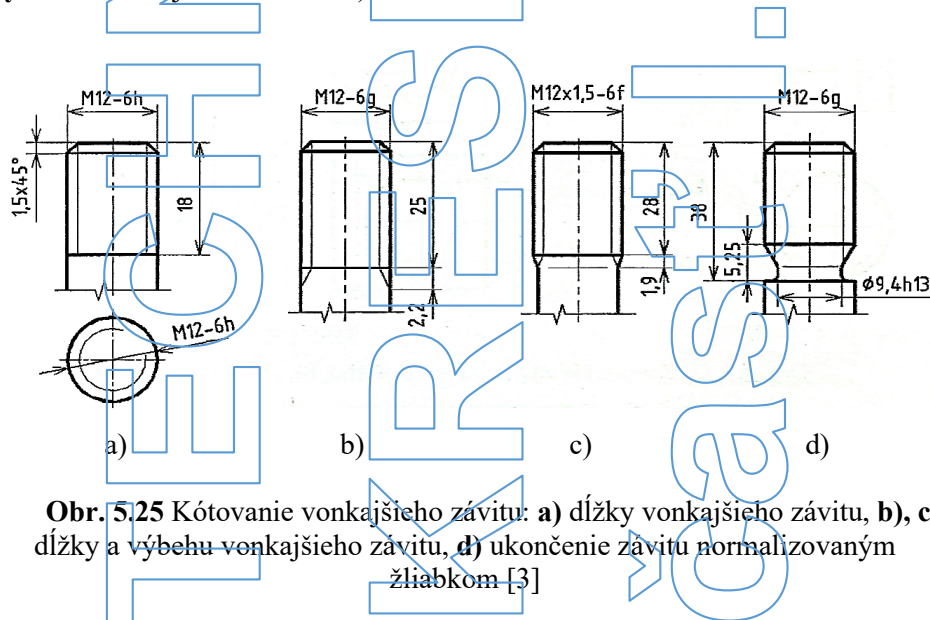
Závitové spoje (obr. 5.24) sa zobrazujú tak, že súčiastka s vonkajším závitom je zobrazená ako viditeľná a vždy súčiastky s vonkajšími závitmi budú zakrývať súčiastky s vnútornými závitmi.



Obr. 5.24 Zobrazenie spojenia závitových častí

5.2.2 Kótovanie závitov

Na závitoch vždy kótujeme veľký priemer a dĺžku závitu. Písmenom napr. M, Tr, S... udáme druh závit. Príklady kótovania **vonkajších závitov** sú na obr. 5.25. Zobrazené závitové sú ukončené **výbehom**: normálnym (obr. 5.25a) alebo krátkym (obr. 5.25b,c). Príklad kótovania vonkajšieho závitového ukončeného **normalizovaným žliabkom** je na obr. 5.25d).



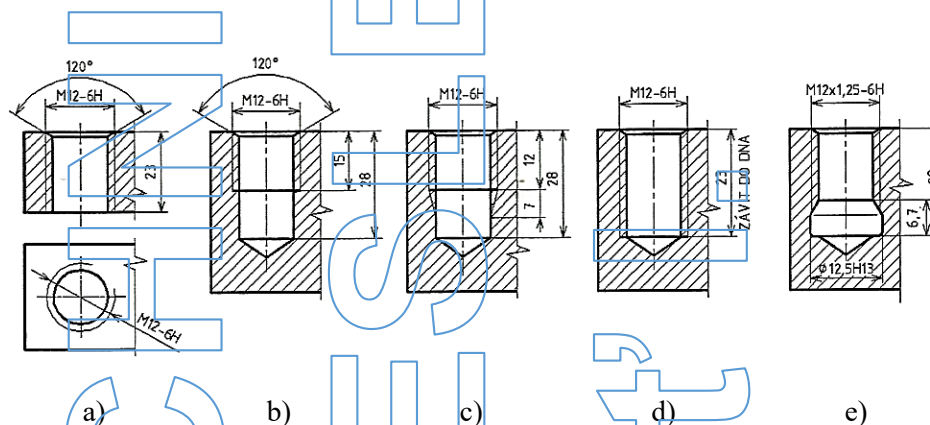
Obr. 5.25 Kótovanie vonkajšieho závitového: **a)** dĺžky vonkajšieho závitového, **b), c)** dĺžky a výbehu vonkajšieho závitového, **d)** ukončenie závitového normalizovaným žliabkom [3]

Vnútorne závit sa kótujú podľa obr. 5.26. Priemer predvrtanej diery pre vnútorný závit sa nekótuje. Vždy sa kótuje dĺžka závit. Kóta hĺbky nepriechoďnej diery l závisí od samotnej súčiastky a od nástroja, ktorý sa používa na vytvorenie závit. Keď kóta hĺbky nepriechoďnej diery l na výkrese nie je určená, znázorní sa hĺbka diery 1,25-krát dlhšia ako dĺžka závit.

Vnútorne závit zobrazené na obr. 5.26b) a c) sú ukončené **výbehom**: obvyklým (obr. 5.26b) alebo krátkym, resp. dlhým na obr. 5.26c). Na obr. 5.26e) je príklad kótovania vnútorného závit ukončeného normalizovaným **žliabkom**.

Vo výnimočných prípadoch sa požaduje zhotoviť **závit čo najhlbšie**, t.j. čo najbližšie ku dnu diery. Vtedy je kóta dĺžky závit zhodná s hĺbkou diery (obr. 5.26d), alebo predpis technologicky a cenovo náročného spravidla ručného dorezania závit „do dna“ treba uviesť v poznámke na výkrese.

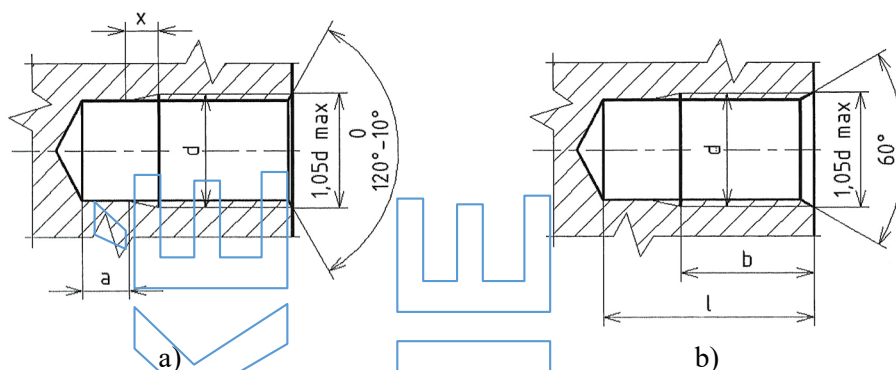
Kuželové zahĺbenie závitovej diery vyrobené zrazením hrany kuželovým záhlbníkom s vrcholovým uhlom kužela 120° , 90° , prípadne 60° obvykle nekótuje. Ak je nevyhnutné zahĺbenie zakótovať, kótuje sa iba požadovaný vrcholový uhol kužela zahĺbenia. Zahĺbenie sa uskutoční tak, aby jeho najväčší priemer bol zhodný s veľkým priemerom vnútorného závit.



Obr. 5.26 Kótovanie vnútorných závitov [3]

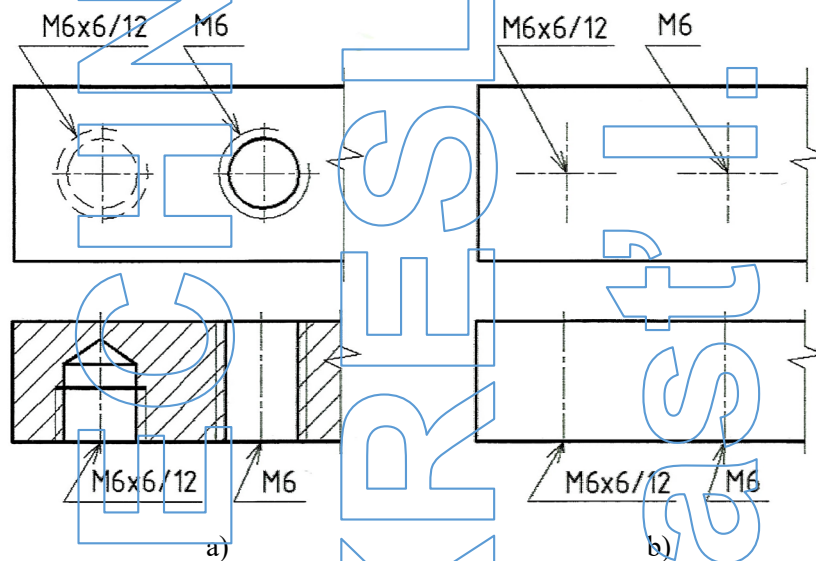
Pri nepriechoďných dierach (obr. 5.27) je dĺžka závit a hĺbka predvrtanej diery závislá od veľkosti závit a od druhu materiálu spojovaných častí. Konkrétne hodnoty týchto rozmerov sú stanovené v STN 02 1034: 1987 – Výbehy vnútorného metrického (obr. 5.27a) a v STN 02 1051:1995 – Spojovacie súčiastky.

Hĺbka dier pre závrtné skrutky (obr. 5.27b). Norma STN EN ISO 6410-1 určuje vždy kótovať dĺžku závit b , kóta hĺbky nepriechoďnej diery t nemusí byť uvedená. Ak nie je hĺbka diery určená, znázorní sa na výkrese hĺbka diery $t \approx 1,25 b$.



Obr. 5.27 Nepriechodné diery: a) výbehy vnútorného metrického závitu, b) hĺbka dier pre závrtné skrutky [3]

Zobrazenie a kótovanie vnútorných závitov možno zjednodušiť podľa STN EN ISO 6410-3: 2000 - *Technické výkresy. Závitové skrutky a závitové časti. Časť 3: Zjednodušené zobrazenie*. Norma povoľuje zjednodušené zobrazenie (obr. 5. 28) v prípadoch, ak je priemer závitov zobrazeného na výkrese menší ako 6 mm alebo ak sa opakujú prvky dier, alebo závitov rovnakej veľkosti.

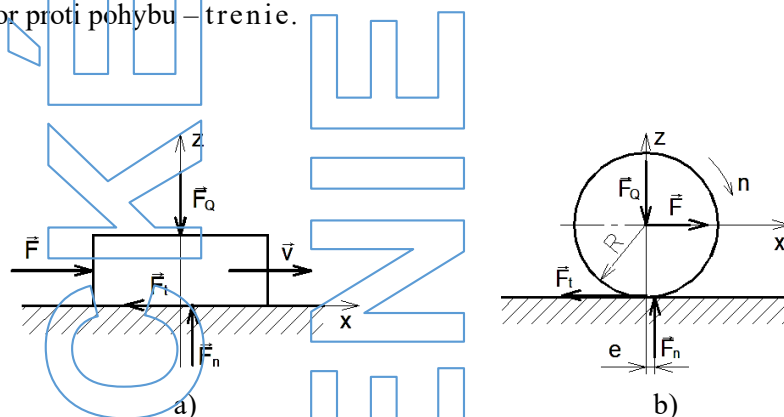


Obr. 5.28 Zjednodušené spôsoby označenia a zobrazenia vnútorných závitov [3]

Stupeň zjednodušenia závisí od mierky zobrazenia a účelu dokumentácie. Označenie sa zapisuje na zástavku odkazovej čiary, ktorá smeruje k osi diery a končí šípkou (obr. 5. 28 a, b).

6 PODPORNÉ A NOSNÉ SÚČIASTKY

Súčiastky, ktoré sa používajú na uloženie čapov hriadeľov sa nazývajú ložiská. Nesú (podopierajú) hriadele, umožňujú ich otáčanie a zachytávajú sily na ne pôsobiace. Pri vzájomnom relatívnom pohybe ložiskového uzla vzniká odpor proti pohybu – trenie.



Obr. 6.1. Prezentácia a) klzného a b) valivého trenia

Pri **klznom trení** sila odporu voči pohybu (trecia sila) F_t (obr. 6.1) a pôsobí v opačnom zmysle ako sila ťahová F a je úmerná hodnote normálneho zaťaženia F_n . Súčiniteľ trenia f je závislý od materiálov klzných povrchov, klznej rýchlosti, druhu a množstva maziva a pod., čiže a je definovaný vzťahom.

$$f = \frac{F_t}{F_n} \quad (6.1)$$

Valivé trenie vzniká medzi pohyblivou časťou valivých telies a nepohyblivou časťou ložiska alebo vedenia (obr. 6.1b). Pri ňom, valivý súčiniteľ trenia vyplýva f_v z podmienky momentovej rovnováhy vo valivom dotyku: $e \cdot F_n = F_t \cdot R$ a je daný vzťahom

$$f_v = \frac{F_t}{F_n} = \frac{e}{R} \quad (6.2)$$

6.1 Klzné ložiská

Klzné ložiská sú typom ložísk (obr. 6.2), ktoré sa v priemyselných aplikáciách používajú už mnoho rokov. Sú to jednoduché, lacné a efektívne komponenty, ktoré poskytujú podporu rotujúcim alebo posuvným častiam strojov. Klzné ložiská sú typom ložísk, ktoré sa v priemyselných aplikáciách používajú už mnoho rokov.

Ďalšou výhodou klzných ložísk je ich životnosť. Sú vyrobené z materiálov, ako je bronz, mosadz alebo oceľ, vydržia veľké zaťaženie a vysoké rýchlosti bez toho, aby sa rýchlo opotrebovali. Z tohto dôvodu sa znižuje potreba častej výmeny, čo vedie k úspore nákladov na priemyselné prevádzky.

Klzné ložiská sú tiež známe svojou všestrannosťou. Môžu byť použité v širokej škále priemyselných aplikácií, vrátane strojov, dopravných zariadení a leteckých komponentov. Sú obzvlášť vhodné na použitie v aplikáciách s nízkou rýchlosťou a vysokým zaťažením, kde ich schopnosť absorbovať nárazy a vibrácie z nich robí vynikajúcu voľbu.

Klzné ložiská produkujú menej hluku a vibrácií, čo môže prispieť k tichšiemu a pohodlnejšiemu pracovnému prostrediu. Majú tiež nižší rozbehový a krútiaci moment, čo môže znížiť spotrebu energie a zlepšiť celkovú účinnosť.

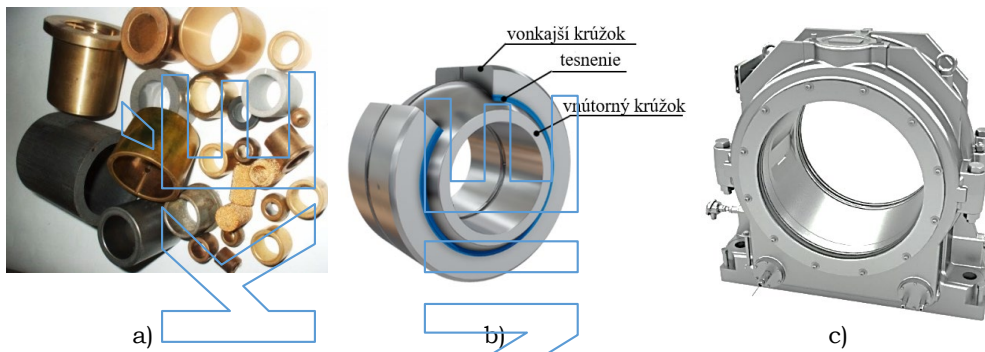
Nevýhody používania klzných ložísk a ako ich prekonať:

Klzné ložiská majú vysoký koeficient trenia, čo môže viesť k zvýšenému opotrebovaniu ložiska a hriadeľa. To môže viesť k zníženiu účinnosti a zvýšeným nákladom na údržbu. Na prekonanie tejto nevýhody je možné použiť mazanie na zníženie trenia medzi ložiskom a hriadeľom. Použitie vysokokvalitných mazív môže pomôcť znížiť opotrebovanie ložiska a predĺžiť jeho životnosť.

Klzné ložiská majú obmedzenú nosnosť v porovnaní s inými typmi ložísk, ako sú guľkové alebo valčekové ložiská. To znamená, že nemusia byť vhodné pre aplikácie s veľkým zaťažením. Na prekonanie tejto nevýhody je možné použiť väčšie alebo silnejšie klzné ložiská na zvýšenie ich únosnosti. Alternatívne sa môžu použiť iné typy ložísk, ako sú valčekové alebo guľôčkové ložiská v aplikáciách, kde dochádza k veľkému zaťaženiu.

Klzné ložiská majú v porovnaní s inými typmi ložísk obmedzený rozsah otáčok. Je to spôsobené vysokým koeficientom trenia medzi ložiskom a hriadeľom, ktorý môže spôsobiť nadmerné nahromadenie tepla pri vysokých rýchlostiach.

Klzné ložiská vyžadujú pravidelnú údržbu, ako je mazanie a čistenie, aby sa zabezpečilo ich správne fungovanie. Nesprávna údržba klzných ložísk môže viesť k zvýšenému opotrebovaniu ložiska a hriadeľa. Aby sa prekonala táto nevýhoda, mali by sa pre klzné ložiská stanoviť pravidelné plány údržby. To zahŕňa pravidelné čistenie a mazanie podľa odporúčaní výrobcu.

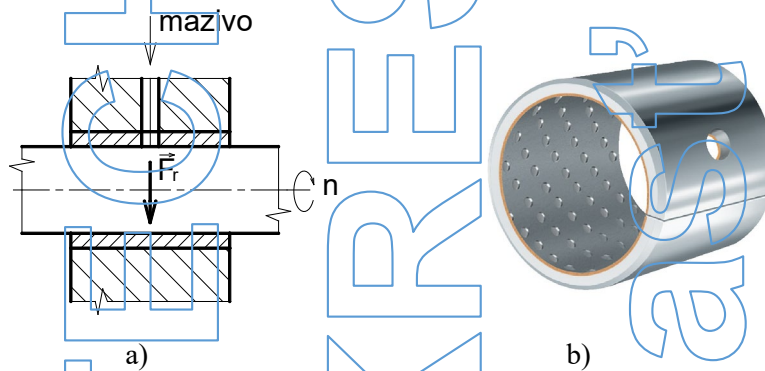


Obr. 6.2 Klzné ložiská: a) bronzové a železné púzdra, b) sférické klzné ložisko
c) horizontálne nosné klzné ložisko

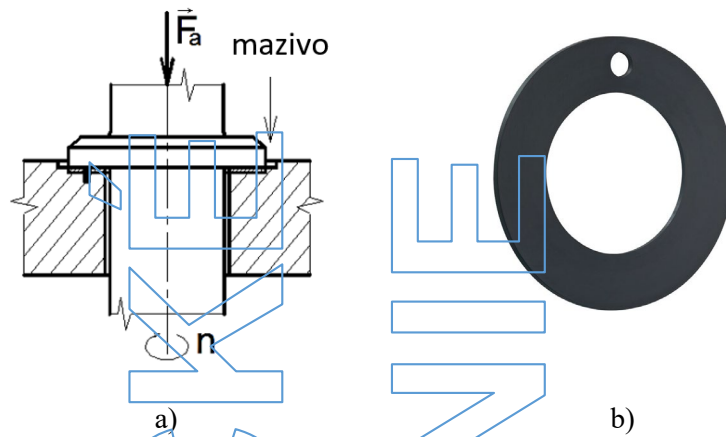
6.1.1 Rozdelenie klzných ložísk podľa smeru zaťažujúcej sily

Podľa smeru pôsobenia zaťažujúcej sily možno klzné ložiská rozdeliť na:

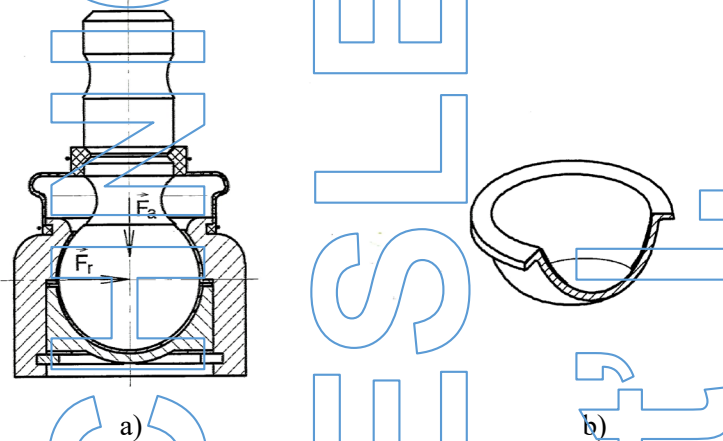
- a) ložiská *radiálne* - prenášajú sily kolmé na os ložiska (obr. 6.3).
- b) ložiská *axiálne* - prenášajú sily rovnobežné s osou ložiska (obr. 6.4),
- c) ložiská *kombinované* - prenášajú radiálne i axiálne sily (obr. 6.5).



Obr. 6.3 a) radiálne klzné ložisko, b) zakružovaným ložiskovým puzdrom [31]



Obr. 6. 4 a) axiálne klzné ložisko, b) tenkostenný axiálny krúžok [32]



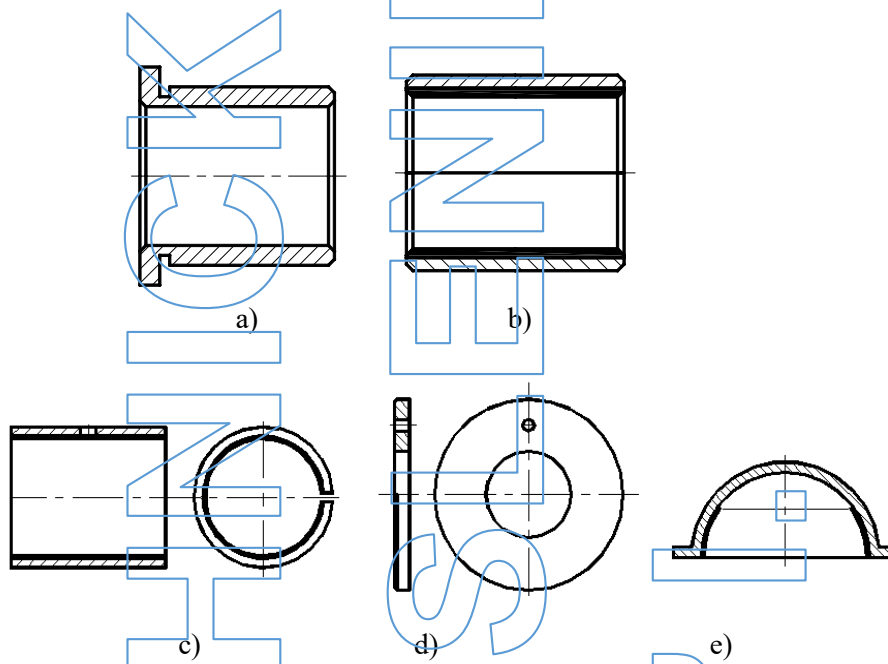
Obr. 6. 5 a) kombinované ložisko s guľovým čapom, b) polguľová ložisková panva

Klzné plochy čapov hriadeľov sa cementujú, nitridujú alebo povrchovo kalia a jemne brúsia, aby sa čo najmenej opotrebovali. Viac sa opotrebovávajú puzdrá a panvy, prípadne výstelky, ktoré sa pri nadmernom zväčšení vôle v ložisku vymenia.

Druhy klzných ložísk podľa konštrukčného vyhotovenia.

Funkčný povrch ložiskových puzdier a panvy sa zhotovuje zo špeciálnych ložiskových materiálov (zliatin medi, hliníka, plastov a pod.), a to tak, že *hrubostenné ložiská* sa zhotovujú ako *monometalické* (obr.6.6a), napr.

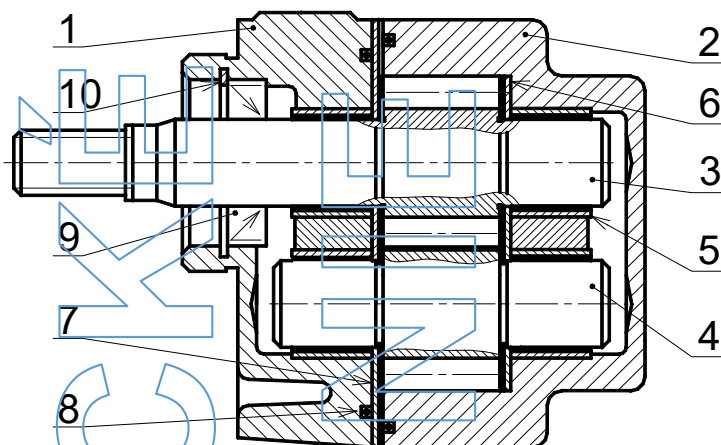
z bronzu, alebo sa pre úsporu deficitných farebných kovov a na zlepšenie funkčných vlastností ložísk zhotovujú puzdrá, panvy a iné tvary ložísk ako oceľové s tenkou výstelkou z rôznych ložiskových kovov (obr. 6.6b). Súčasná technológia výroby klzných ložísk spočíva vo výrobe klzných ložísk zakružovaním a tvarovaním (obr.6.6c,d) z tzv. *bimetalických pásov* (tenká klzná vrstva z ložiskových materiálov je nanosená metódami práškovej metalurgie), z *metaloplastických pásov* KU, KX (na oceľový pás je nanosená tenká pórovitá medzivrstva z ložiskových kovov a tenká klzná vrstva z teflónu), prípadne *samomazných pórovitých* klzných ložísk.



Obr. 6.6 Klzné ložiská : a) puzdro, b) panva, c) zakružované puzdrá, d) axiálny krúžok, e) polgulová ložisková panva

6.1.2 Zobrazovanie klzných ložísk

Klzné ložiská sú obvykle normalizované, z tohto hľadiska sa ich výkresy nekreslia. Pre neobvyklé ložiská musíme nakresliť výkresy. Na výkresoch zostavení sa kreslia podľa všeobecných zásad zobrazovania. V súpisoch položiek sa uvádzajú názvy podľa pomenovania v príslušných STN alebo katalógoch. Príklad nakreslenia klzných ložísk je uvedený na výkrese zostavy hydrogenerátora (obr. 6.7). Hriadele sú uložené pomocou tenkostenných puzdier a krúžkov (položky 5, 6 a 7).

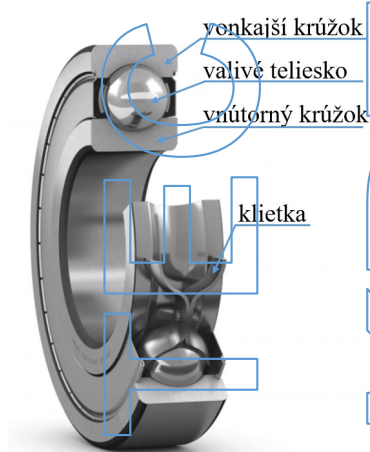


Obr. 6.7 Výkres zostavenia hydrogenerátora

Ak treba nakresliť výkres klzného ložiska (napr. pre výrobu, úpravu a pod.), kreslí sa podľa všeobecných pravidiel zobrazovania a kótovania súčiastok.

6.2 Valivé ložiská

Vo valivom ložisku vzniká valivé trenie. Okrem niektorých špeciálnych konštrukcií sa skladá obyčajné valivé ložisko z dvoch krúžkov s obežnými dráhami, valivých telies a kletky na ich vedenie (obr.6.8).



Valivé ložiská zvyčajne rozdeľujeme podľa smeru síl, ktoré môžu zachytávať na radiálne, axiálne a kombinované. Podľa základného tvaru valivého telieska sa rozlišujú na guľkové, kuželikové, valčekové, súdkové a ihlové. Podľa konštrukčného usporiadania valivých telies môžu byť ložiská jednoradové, dvojradové a viaceradové.

Obr. 6.8 Konštrukcia valivého ložiska
Guľkové ložiská

Jednoradové guľkové ložisko (obr.6.9a) sa v praxi používa najčastejšie. Má dobrú únosnosť v radiálnom a čiastočne aj axiálnom smere, pretože obežné dráhy valivých telies sú hlboké. Dotyk medzi valivým elementom (guľôčka) a valivou dráhou je bodový.

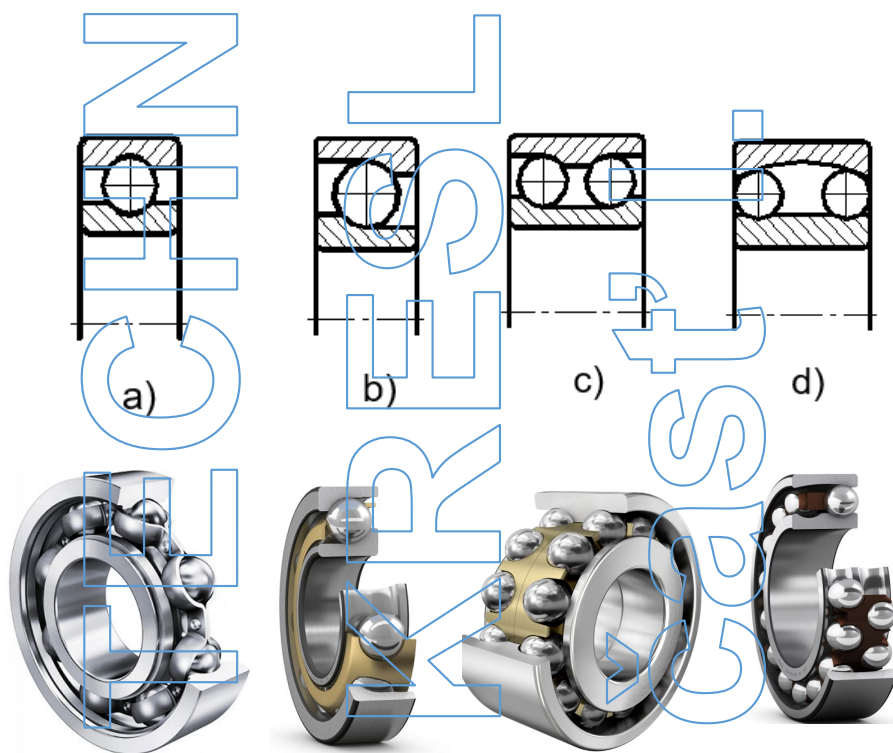
Jednoradové guľkové ložisko s kosouhlým stykom (obr.6.9b) má obežné dráhy presadené. Toto ložisko sa vyznačuje veľkou únosnosťou v radiálnom aj axiálnom smere. Ložiská sa montujú vo dvojici čelami proti sebe, alebo čelami od seba, alebo sa vytvorí dvojradové guľkové ložisko s kosouhlým stykom.

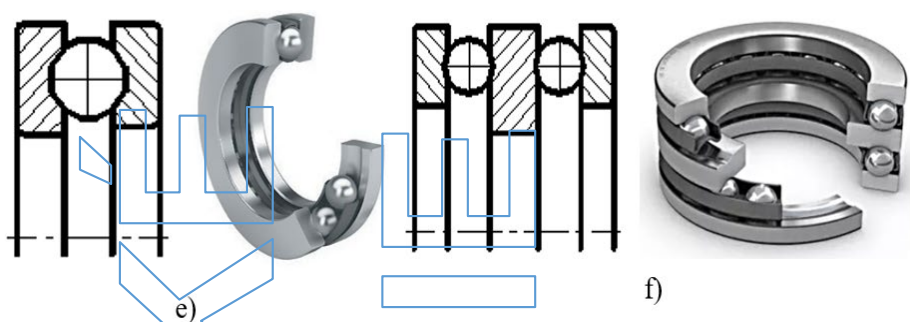
Guľkové ložiská dvojradové s kosouhlým stykom (obr.6.9c) majú malú vnútornú vôľu a môžu prenášať značné axiálne sily v oboch zmysloch. Sú vhodné na vyrovnanie malých nesúovostí spôsobených napr. montážou.

Dvojradové guľkové naklápacie ložisko (obr.6.9d) má vonkajšiu obežnú dráhu v tvare guľovej plochy. Docieľi sa tým prispôbenie vzájomnej polohy oboch krúžkov pri priehybe hriadeľov.

Jednosmerné axiálne guľkové ložisko (obr.6.9e) je schopné prenášať axiálnu silu len v jednom smere. Takéto ložisko je veľmi citlivé na odchýlky kolmosti.

Obojstranné axiálne guľkové ložisko (obr.6.9f) prenáša axiálnu silu v oboch smeroch.

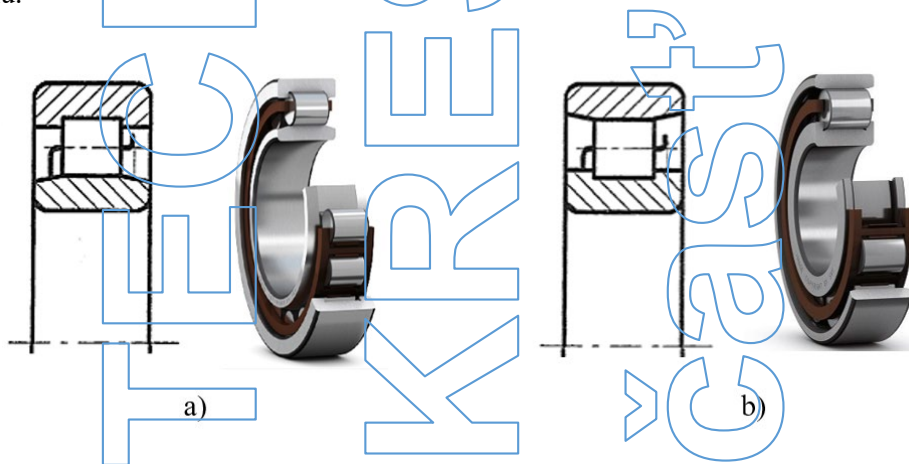


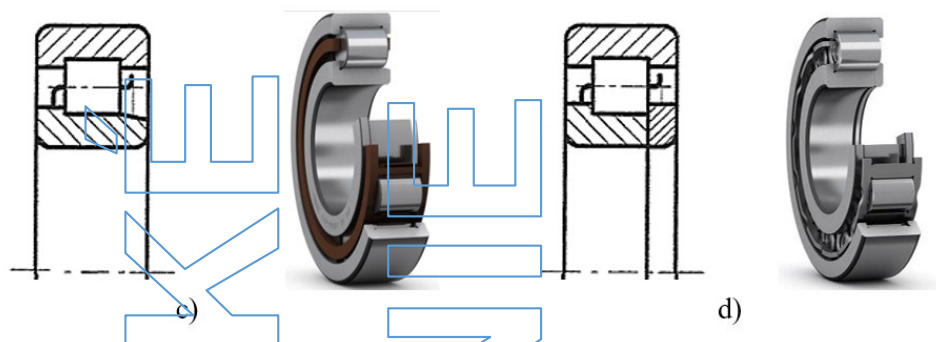


Obr. 6.9 a) jednoradové guľkové ložisko [33], b) jednoradové guľkové ložisko s kosouhlým stykom c) guľkové ložiská dvojradové s kosouhlým stykom d) dvojradové guľkové naklápacie ložisko [33], e) jednosmerné axiálne guľkové ložisko, f) obojstranné axiálne guľkové ložisko [34]

Valčekové ložiská

Jednoradové valčekové ložiská (obr. 6.10) sú rozoberateľné, je možné obidva ložiskové krúžky vkladať a vyberať nezávisle od seba. V porovnaní s guľkovými ložiskami (medzi guľkou a krúžkami je bodový dotyk) medzi valivým telieskom a krúžkom je priamkový dotyk, preto ich únosnosť je vyššia ako u rozmerovo podobných guľkových ložísk. Vyrábajú sa v týchto základných konštrukčných vyhotoveniach: NU, NJ a N. Ložiská typu NU a N môžu prenášať len radiálne zaťaženie. Ložiská NJ môžu zachytávať v jednom smere určitú relatívne malú axiálnu silu.

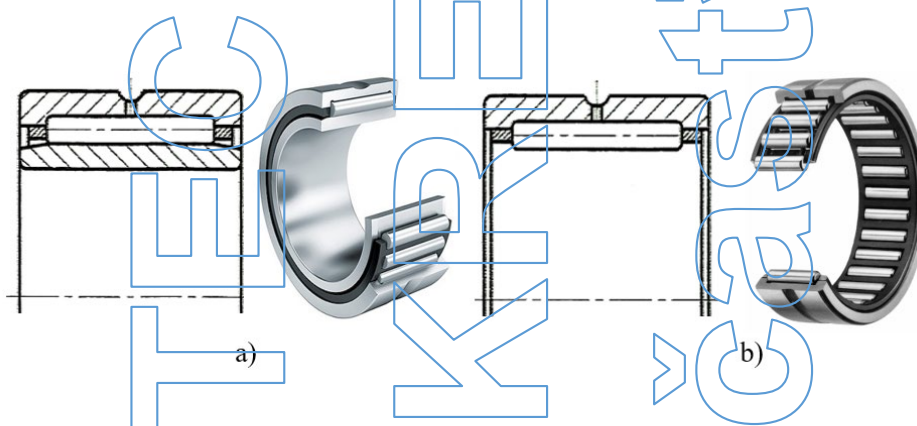




Obr. 6.10 Jednorádkové valčekové ložiská: **a)** s vodiacimi nákrúžkami na vonkajšom krúžku – NU, **b)** na vnútornom krúžku – N, **c)** s dvoma na vonkajšom a jedným na vnútornom krúžku – NJ, **d)** s plochým príložným krúžkom – NUP [33].

Ihlové ložiská jednorádkové

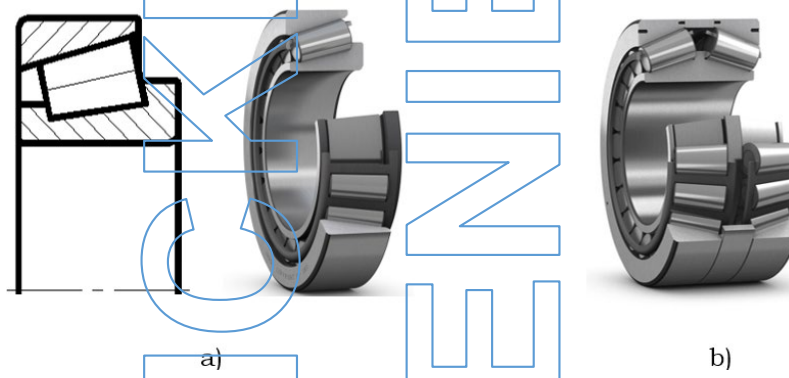
Sú zvláštnym druhom valčekových ložísk s dlhými valčekmi malého priemeru – ihlami. Ložiská sú vhodné na veľmi premenlivé a rázové zaťaženia a na kývavý pohyb, na prenos veľkých radiálnych síl pri malých obvodových rýchlostiach a malých radiálnych rozmeroch (obr. 6.11). V súčasnosti sa zhotovujú všeobecne s kovovou alebo plastovou kľetkou, ktorá zabezpečujú lepšie vedenie ihliel. V súčasnosti je k dispozícii rad špeciálnych ihlových ložísk úplných a neúplných, napríklad bez vnútorného krúžku, kľetky s ihlami, viacrádkových, kombinovaných a pod.



Obr. 6.11 Ihlové jednorádkové ložisko: **a)** s vodiacim nákrúžkom a s vnútorným krúžkom, **b)** bez vnútorného krúžku [33].

Kuželíkové ložiská

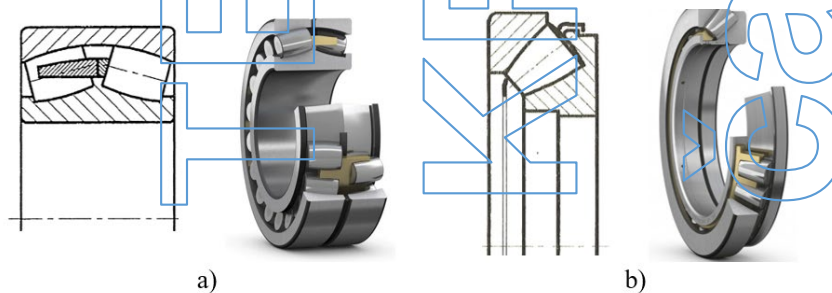
Majú kužeľový tvar obežných dráh, ktorých povrchové priamky sa pretínajú v spoločnom bode na osi ložiska. Kužeľové ložiská majú vysokú únosnosť v radiálnom aj axiálnom smere. Axiálnu silu prenášajú len v jednom smere, z toho dôvodu sa obvyčajne montujú dve ložiská (obr. 6.12).



Obr. 6.12 Kužeľové ložiská: a) jednoradové, b) dvojradové [35].

Súdkové ložiská

Dvojradové súdkové ložiská (obr. 6.13a) sú schopné zachytávať veľké radiálne zaťaženie pri súčasnom pôsobení axiálneho zaťaženia v oboch smeroch. Vyznačujú sa veľkým počtom dlhých symetrických súdkov veľkého priemeru v dvoch radách s spoločnou guľovou dráhou na vonkajšom krúžku. Guľový tvar obežnej dráhy vonkajšieho krúžku umožňuje v prevádzke vzájomné naklopenie krúžkov, čím je zabezpečené rovnomerné rozloženie zaťaženia na valivé telesá aj pri menších výkyvoch hriadeľa, prípadne pri nedodržaní súosovosti úložných plôch ložísk. Tieto jedinečné parametre umožňujú súdkovým ložiskám dosiahnuť: nižšiu prevádzkovú teplotu a vyššie otáčky, prenášať vyššie axiálne zaťaženie, dlhšiu trvanlivosť.

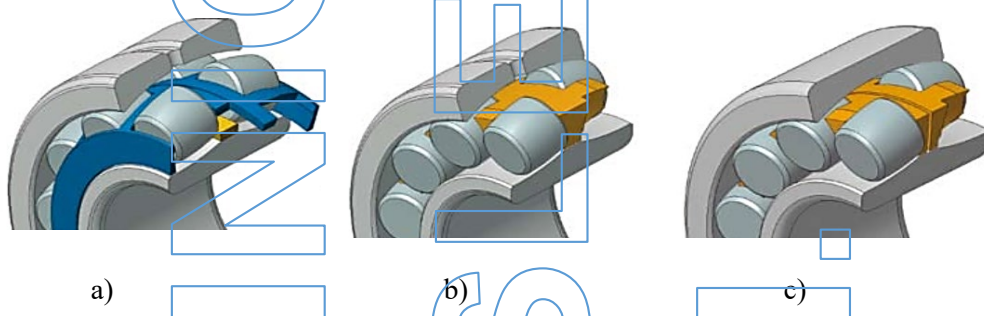


Obr. 6.13 a) dvojradové súdkové ložisko s valcovou dierou, b) axiálne súdkové ložisko.

Jednoradové súdkové ložiská (obr. 6.13b) sú naklápacie ložiská s čiarovým stykom. Sú vhodné predovšetkým pre uloženia, ktoré vyžadujú vysokú radiálnu únosnosť a vyrovnanie nesúososti. Konštrukcia sa osvedčila predovšetkým pri pôsobení rázového radiálneho zaťaženia.

Vnútorná konštrukcia dvojradových súdkových ložísk používa symetrické súdky a v závislosti od druhu klietky má niekoľko modifikácií:

- prevedenie s lisovanou dvojdielnou oceľovou klietkou a plávajúcim stredným nákrúžkom vnútorného krúžku (obr. 6.14 a)
- ložiská s jednodielnou hrebeňovou klietkou z mosadze, vedenou na vnútornom krúžku a dvojdielnou klietkou (obr. 6.14 b)
- axiálne súdkové ložiská dodávané s masívnou mosadznou klietkou, vedenou pomocou puzdra na hriadeľovom krúžku (obr. 6.14 c)



Obr. 6.14 Vnútorná konštrukcia dvojradových súdkových ložísk

6.2.1 Základný výpočet valivých ložísk

Základná dynamická únosnosť C je stále nepremennivé zaťaženie, pri ktorom ložisko dosiahne základnú *trvanlivosť jedného milióna otáčok*. Pre *radiálne ložisko* – C_r (vzťahuje sa len na radiálne zaťaženie), pre *axiálne ložisko* – C_a (čisto axiálne zaťaženie). Hodnoty základnej dynamickej únosnosti C_r a C_a sú uvedené v katalógoch ložísk pre každé ložisko.

Základná trvanlivosť ložiska – L_{10} v miliónoch otáčok je vyjadrená v tvare:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^m \quad (6.3)$$

kde: L_{10} (10^6 ot) je základná trvanlivosť,
 C (kN) – základná dynamická únosnosť C_r alebo C_a ,

- P (kN) – ekvivalentné dynamické zaťaženie ložiska,
 m (exponent) – pre guľkové ložiská $m = 3$,
 – pre valčekové, kuželíkové, ihlové ložiská $m = 10/3$.

Základná trvanlivosť v prevádzkových hodinách – L_{10h} je vyjadrená v tvare:

$$L_{10h} = \left(\frac{C}{P} \right)^p \cdot \frac{10^6}{60 \cdot n} \quad (6.4)$$

kde: L_{10h} (h) – je základná trvanlivosť,
 n (min^{-1}) – frekvencia otáčania,
 P (kN) – ekvivalentné dynamické zaťaženie ložiska.

Ak v ložisku pôsobí súčasne radiálne F_r aj axiálne zaťaženie F_a , potom uvažujeme radiálne ekvivalentné dynamické zaťaženie P_r (kN)

$$P_r = X \cdot F_r + Y \cdot F_a \quad (6.5)$$

kde: X, Y – sú súčinitele radiálneho, axiálneho zaťaženia.

Axiálne ložiská dokážu prenášať iba axiálne zaťaženie F_a , potom axiálne ekvivalentné dynamické zaťaženie P_a (kN) sa určuje podľa vzťahu

$$P_a = F_a. \quad (6.6)$$

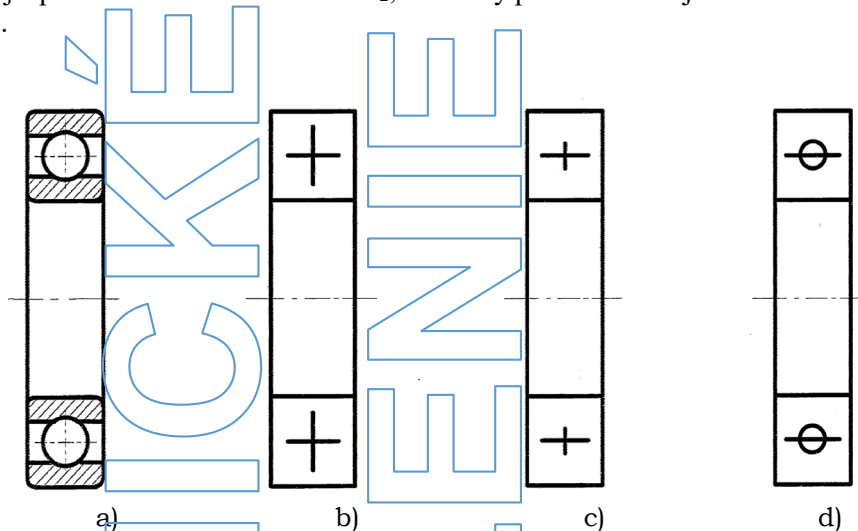
6.2.2 Zobrazovanie valivých ložísk na výkresoch zostáv

Valivé ložiská sú normalizované. Nie je preto potrebné pri zobrazovaní ložiska podrobne vykresliť všetky jeho tvary. Spôsoby zobrazovania valivých ložísk predpisuje norma STN ISO 8826. Podľa tejto normy možno pri zobrazovaní valivých ložísk na výkresoch zostavení použiť:

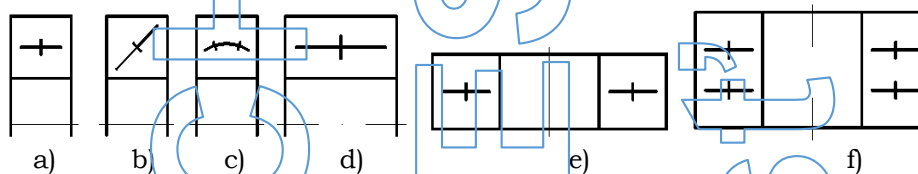
- podrobné zobrazenie (obr. 6.15 a)
- zjednodušené zobrazenie (obr. 6.15 b)
- podrobnejšie zjednodušené zobrazenie (obr. 6.15 c)
- alternatívny spôsob podrobnejšieho zobrazenia (obr. 6.15 d)

Vonkajší tvar ložiska sa nakreslí s presnými rozmermi a v mierke. Hlavné rozmery valivých ložísk (priemer diery vnútorného krúžku d , vonkajší priemer ložiska D , šírka ložiska B , resp. T, H a pod.) určujú rozmerové normy alebo katalógy valivých ložísk. Pretože výrobca neurčuje rozmery na podrobné zobrazenie vnútornej valivého ložiska, uvádzajú sa v národnej prílohe NA normy

STN ISO 8826 – 2 vzorce, pomocou ktorých možno určiť ostatné rozmery na nakreslenie ložiska (stredný priemer ložiska d_s , priemer valivého telesa D_w , vonkajší priemer vnútorného krúžku d_2 , vnútorný priemer vonkajšieho krúžku D_2 , a po.).



Obr. 6.15 Normalizované spôsoby zobrazovania valivých ložísk

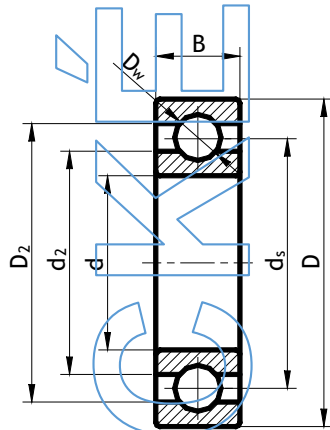


Obr. 6.16 Podrobnejšie zobrazenie valivých ložísk: a) guľkové, b) valivé s kosohľým stykom, c) dvojradové guľkové naklápacie, d) jednoradové ihlové, e) jednosmerné axiálne guľkové, f) obojsmerné axiálne guľkové.

6.2.2.1 Podrobné zobrazovanie ložísk

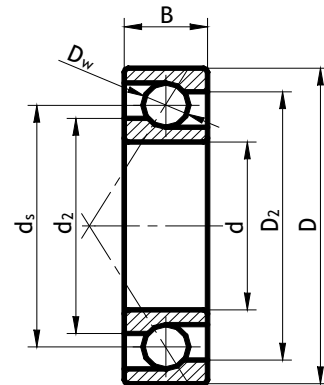
Ložisko je zobrazené tak, že na prvý pohľad je zrejmé o aké ložisko sa jedná. Je zobrazený valivý element aj ložiskové krúžky s obežnými dráhami. Klietka sa nezobrazuje. V katalógoch ložísk nájdeme rozmery D , d , B . Ostatné rozmery sa neuvádzajú. Aby ste ložisko vykreslili primerane je potrebné použiť funkčné vzťahy ktoré vám ostatné rozmery ložiska určia (prepočítajú sa cez D , d), v tejto publikácii uvádzame výňatok z [9].

Guličkové ložiská jednoradové
typ 160, 60, 62, 63, 64

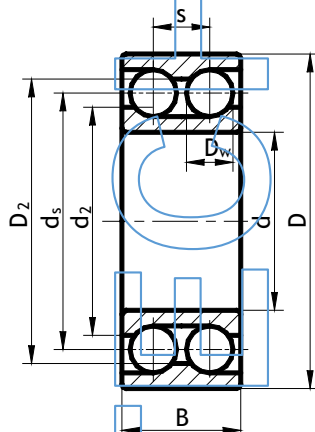


$$\begin{aligned}d_s &= 0,5(D + d) \\D_w &= 0,3(D - d) \\d_2 &= d_s - 0,6D_w \\D_2 &= d_2 + 0,6D_w\end{aligned}$$

Guličkové ložiská jednoradové
s kosouhlým stykom, typ 70, 72, 73

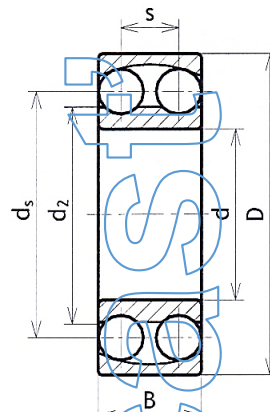


Guličkové ložiská dvojradové
s kosouhlým stykom typ 32, 33



$$\begin{aligned}D_w &= 0,28(D - d) \\d_s &= 0,5(D + d) \\d_2 &= d_s - 0,6D_w \\D_2 &= d_s + 0,6D_w \\s &= 0,5B\end{aligned}$$

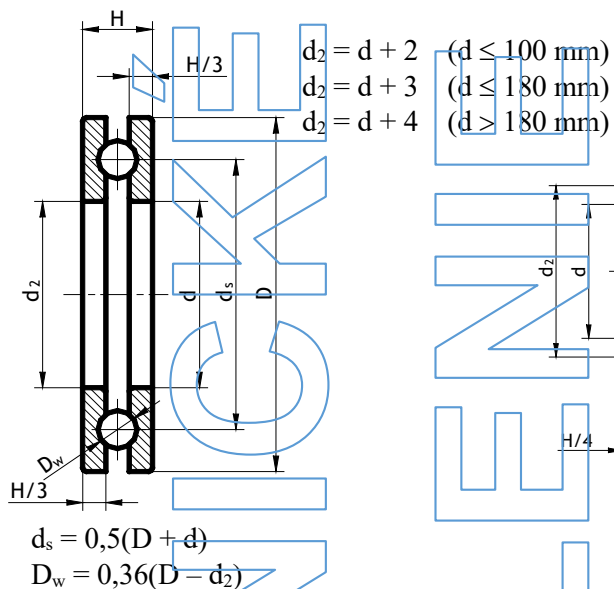
Axiálne guľkové ložisko
jednosmerné
typ 511, 512, 513, 541



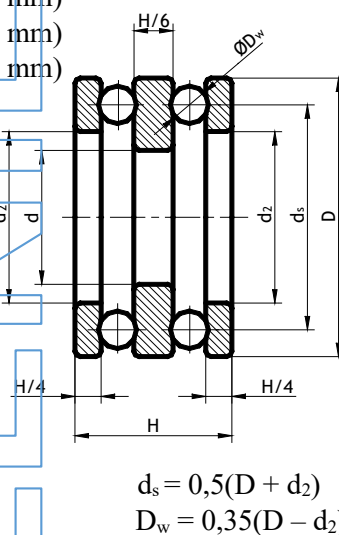
$$\begin{aligned}d_s &= 0,5(D + d) \\D_w &= 0,28(D - d) \\s &= B - D_w \\d_2 &= d_s - M_2 D_w\end{aligned}$$

Typ	12	13	22	23
M ₁	0,23	0,23	0,25	0,28
M ₂	0,8	0,5	0,8	0,8

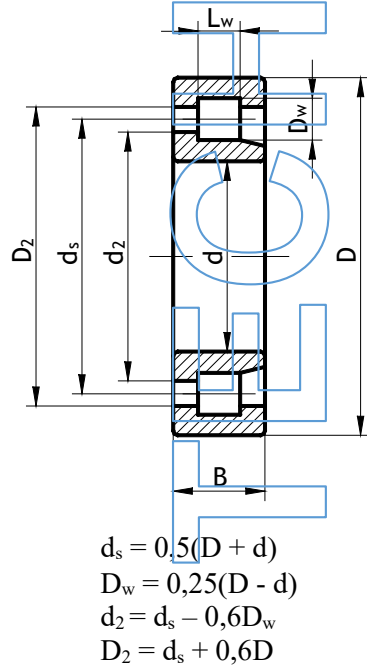
**Axiálne guľkové ložisko
jednosmerné**
typ 511,512,513,541



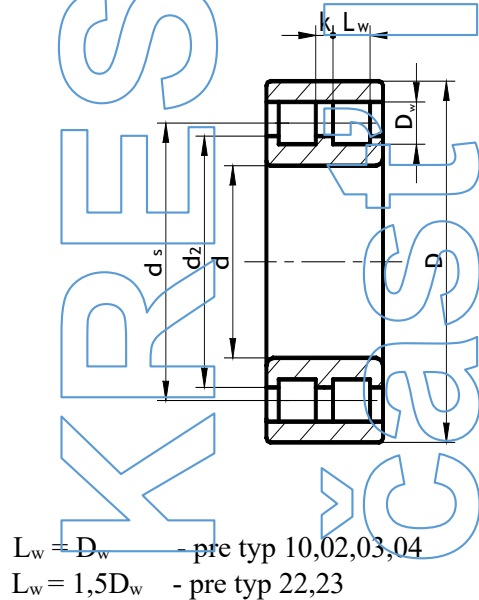
Axiálne guľkové ložisko obojsmerné
typ 522, 523, 524



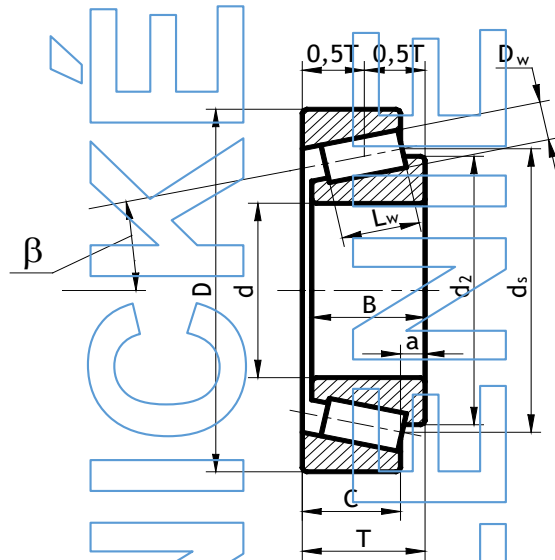
Valčkové ložiská jednoradové typ
typ – NU 10, 2, 3, 4, 22, 23



Valčkové ložisko dvojradové typ
typ – NN 30 s kužeľovou dierou

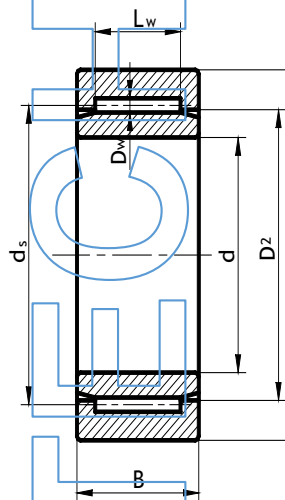


Kuželikové ložiská jednoradové
typ 320X, 302, 322, 303, 313, 323



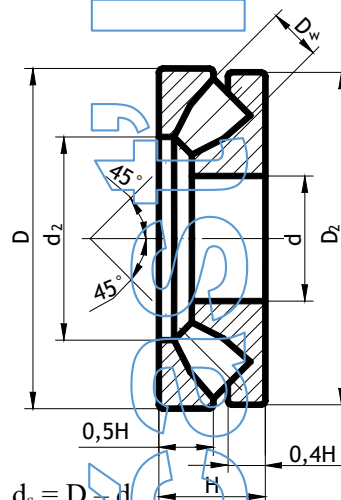
$d_s = 0,5(D + d)$
 $D_w = 0,25(D - d)$
 $a = 0,2C$
 $L_w = 0,8C$; $d_2 = 0,5(D + d)$; $\beta = 12^\circ$
 - pre typ 302, 303, 320, 322, 323
 $L_w = C$; $d_2 = 0,5(D + d) + 3$; $\beta = 25^\circ$
 - pre typ 313

Ihlové jednoradové ložisko
typ NA 49



$d_s = 0,5(D + d)$
 $D_w = 0,1(D - d)$
 $L_w = 0,7B$
 $D_2 = d_s - 0,6D_w$

Axiálne súdkové ložisko
typ 292, 293, 294

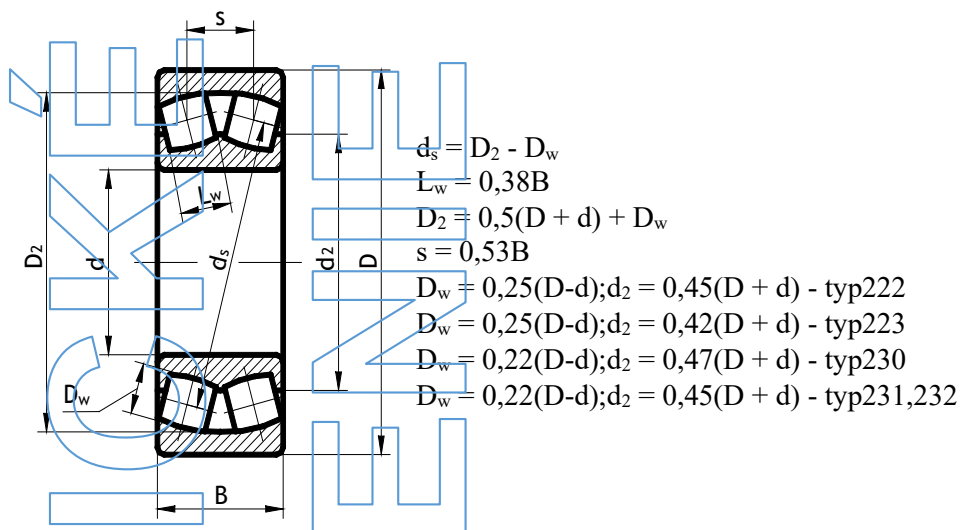


$d_s = D - d$
 $L_w = 0,38B$
 $D_2 = 0,5(D + d) + D_2$
 $s = 0,53R$

Typ	D_w
292	$0,37H$
293, 294	$0,42H$

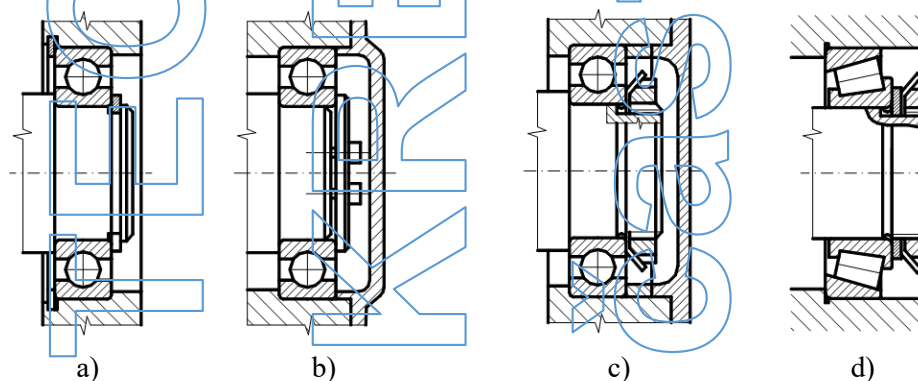
Súdkové ložisko dvojradové

typ 230, 231, 222, 232, 223



6.2.3 Upevňovanie valivých ložísk

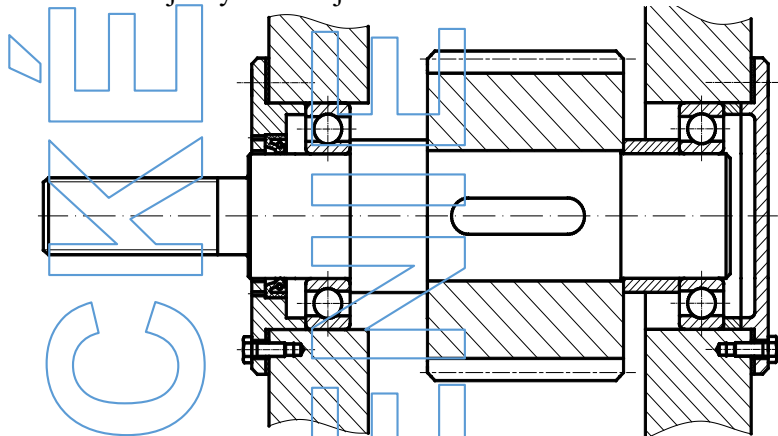
Vnútročné krúžky ložísk s valcovou dierou uložené pevne na čape sú spravidla čelnou plochou opreté o nákrúžok hriadeľa, axiálne sa zaistujú poistnými krúžkami na hriadele a v diere (obr. 6.17a), poistnou doskou pripojenou dvoma skrutkami (obr. 6.17b), upínacou maticou typu KM a poistnou podložkou typu MB (obr. 6.17c) a obr. 6.17d).



Obr. 6.17 Upevnenie krúžkov valivých ložísk

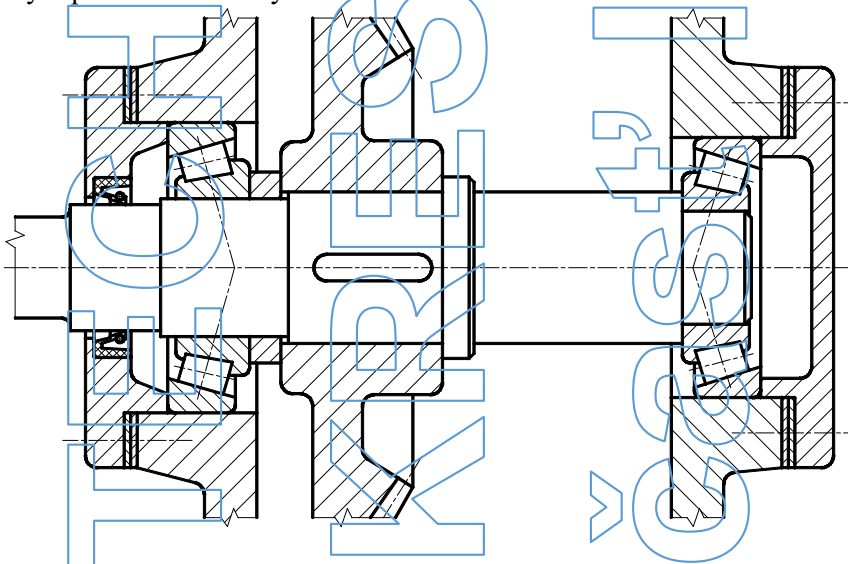
6.2.4 Základy konštrukcie valivého uloženia

Pri väčšine konštrukcií valivých uložení je hriadeľ uložený v dvoch ložiskách. Najjednoduchšie je nastavenie axiálnej polohy hriadeľa ložiskovými vekami (obr. 6.18), pričom každé z ložísk zachytáva axiálnu silu v jednom smere. Je vhodné len pre uloženie krátkych hriadeľov. Pri montáži sa musí zabezpečiť malá axiálna vôľa medzi jedným vonkajším krúžkom a vekom.



Obr. 6.18 Uloženie hriadeľa pomocou guľkových ložísk

Uloženie hriadeľa v ložiskách s kosouhlým stykom a s odnímateľnými krúžkami (napr. kuželíkové ložiská) musí mať konštrukčne zabezpečenú možnosť nastavenia ložiskovej vôle (obr. 6.19). V prevodoch s kužeľovým súkolesím musí konštrukčné riešenie umožniť aj nastavenie správneho záberu zubov vzájomným axiálnym posunom ozubených kolies.



Obr. 6.19 Uloženie hriadeľa pomocou kuželíkových kolies

6.3 Mazanie ložísk

Jednou z hlavných podmienok správnej činnosti klzného a valivého ložiska je jeho mazanie. Prevádzka klzných ložísk v rôznych oblastiach trenia vyžaduje špecifické nároky na spôsob mazania, na množstvo maziva, na vlastnosti a druh maziva. Mazivo má zabrániť priamemu kovovému dotyku valivých telies a obežných dráh, znižuje trenie medzi valivými telesami a kľetkou. Chráni ložisko pred koróziou v dôsledku vlhkosti vzduchu alebo pri vniknutí vody do ložiska a pod. Ložiská môžu byť mazané kvapalnými, plastickými alebo pevnými mazivami. Mazanie kvapalnými mazivami, napr. minerálnymi alebo syntetickými olejmi, sa používa pre klzné ložiská určené na prevádzku v oblasti kvapalinového trenia. Pre valivé ložiská sa používa len vtedy, keď tieto sú umiestnené spoločne v skriní s inými časťami mazanými olejom, napr. s ozubeným súkolesím. Podľa spôsobu privádzania oleja do ložísk rozlišujeme:

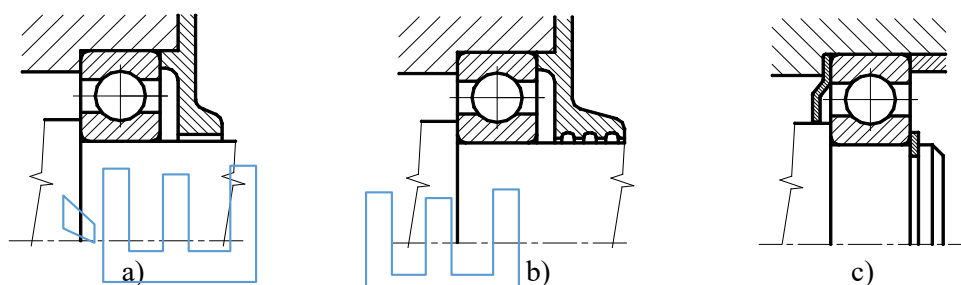
- olejový kúpeľ - hladina oleja má dosahovať len do polovice najspodnejšieho valivého telieska,
- obehové - olej sa k ložisku privádza napr. čerpadlom a rozvodným systémom,
- kvapkacie - olej sa do ložiska privádza po kvapkách v časových intervaloch,
- vstrekovacie - olej sa do ložiska vstrekuje z boku (vhodné pre odvod tepla),
- olejovou hmlou - olej sa stlačeným vzduchom alebo rotáciou kotúčov jemne rozstrekuje.

Mazanie plastickými mazivami je výhodné z hľadiska utesnenia ložísk proti nečistote, vlhkosti a pre ľahkú obsluhu. Mazanie pevnými mazivami (napr. grafit) sa používa pri vysokých teplotách.

6.3.1 Tesnenie ložísk

Hlavou úlohou tesnenia ložísk je zabrániť úniku maziva z priestoru ložiska a zamedziť vniknutiu nečistôt a vlhkosti z okolitého prostredia do priestoru ložiska. Prevádzkové podmienky v ktorých ložiská pracujú, sú rôzne, preto je potrebné zvážiť aký druh tesnenia je pre daný prípad najvhodnejší. Tesnenie valivých ložísk možno rozdeliť do troch skupín:

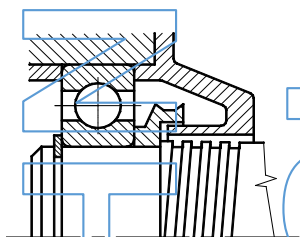
Tesnenie bezdotykové - pri bezdotykovom tesnení nemôže vzniknúť opotrebenie tesniacich plôch vplyvom trenia. Je vhodné pre vysoké obvodové rýchlosti a vysoké alebo nízko prevádzkové teploty. Nevýhodou je možnosť vnikania vlhkosti a jemného prachu. Môže byť vytvorené úzkou dlhou štrbinou (obr.6.20a), štrbinou s radiálnymi drážkami (obr. 6.20b), ktoré sa môžu vyplniť plastickým mazivom, aby sa zvýšil tesniaci účinok štrbiny. Úniku plastického maziva z ložiska je možné zabrániť plechovými krúžkami pre mazivo (obr. 6.20c), ktoré súčasne vymedzujú priestor pre mazivo. Pre ložiská mazané olejom sa v suchých a bezprašných miestach používajú odstrekovacie bezdotykové tesnenia (obr. 6.21).



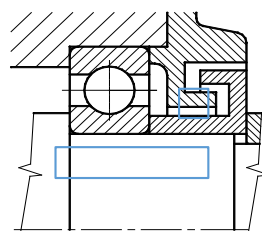
Obr. 6.20 Bezdotykové tesnenia

a) s úzkou dlhou štrbinou, b) štrbinou s radiálnymi drážkami, c) štrbinové s plechovým krúžkom

Odstrekovacie žliabky na hriadieli zabráňujú vytekaniu oleja. Veľmi účinné bezdotykové tesnenie je labyrintové tesnenie (obr. 6.22). Labyrinty môžu byť vytvorené radiálne alebo axiálne. Účinnok tesnenia sa zvýši, ak sa priestor labyrintu vyplní plastickým mazivom.

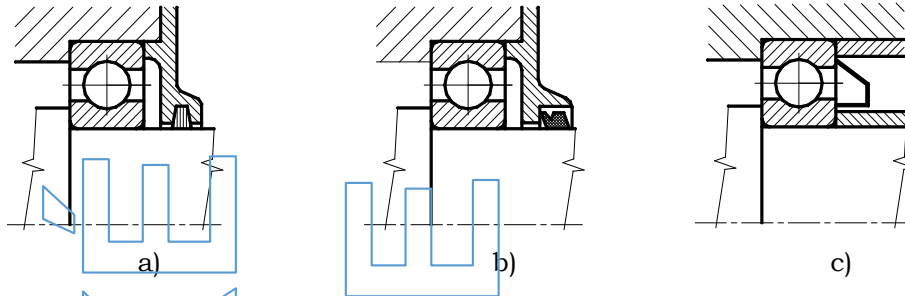


Obr. 6.21 Odstrekovacie tesnenie



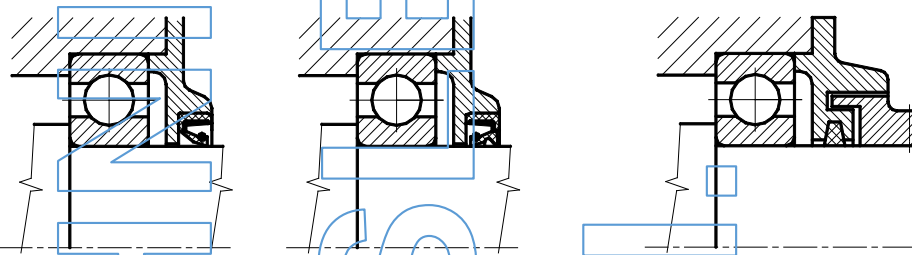
Obr. 6.22 Axiálne labyrintové tesnenie

Tesnenie trecie - sa zhotovuje z pružného, mäkkého avšak dostatočne pevného materiálu, ktorý sa vkladá medzi pevné a rotujúce časti uloženia. Toto uloženie dokonale zabráňuje vnikaniu škodlivín do ložiska a unikaniu maziva z ložiskového priestoru. Jeho nevýhodou je klzné trenie, a preto vyžaduje veľmi dobre opracované plochy rotujúcich častí, ktoré prichádzajú do styku s tesnením. Najjednoduchšie je tesnenie plstenými krúžkami (obr.6.23a). Používa sa pre obvodové rýchlosti od $4m.s^{-1}$ (jemne sústružené plochy) až do $8m.s^{-1}$ (pre plochy brúsené a lapované). Prípustný rozdiel teplôt je v rozsahu $-40^{\circ}C \div +80^{\circ}C$. Jednoduché a pomerne účinné je tesnenie krúžkami z plastov a gúmy (obr.6.23b). Dosadacia plocha krúžku musí byť jemne sústružená a leštená. Pri malých rýchlostiach je možné aj naklopenie tesniaceho krúžku o 2° až 3° bez toho, aby došlo k odľahčeniu tesniaceho jazýčka. Dobrú tesniacu schopnosť majú aj pružné kovové tesniace krúžky. Na obázku (obr.6.23c) je utesnenie pružným kovovým tesniacim krúžkom dosadajúcim na čelo vonkajšieho krúžku ložiska.



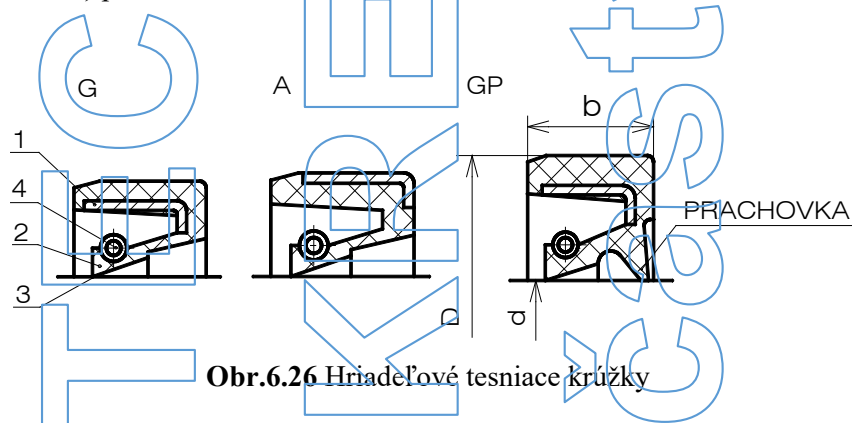
Obr. 6.23 Tesnenie trecie krúžkom
a) plsteným, b) z plastu, c) pružným kovovým

Zvýšenie tesniaceho účinku môžeme doceliť vhodnou kombináciou tesnenia bezdotykového a trecieho. Jednoduché spojenie tohto druhu je na obr.6.25. Hrubé nečistoty (voda a pod.) sú zachytené jednoduchým labyrintom. Plstený tesniaci krúžok zachytáva jemný prach a vlhkosť.



Obr. 6.24 Tesnenie hriadeľovým tesniacim krúžkom a) proti vnikaniu nečistôt, b) proti unikaniu maziva.

Obr. 6.25 Kombinované tesnenie.



Obr.6.26 Hriadeľové tesniace krúžky

Najrozšírenejší spôsob utesňovania hriadeľov je tesnenie manžetovými krúžkami (obr. 6.26). Krúžky s obchodným označením G sú zhotovené zo

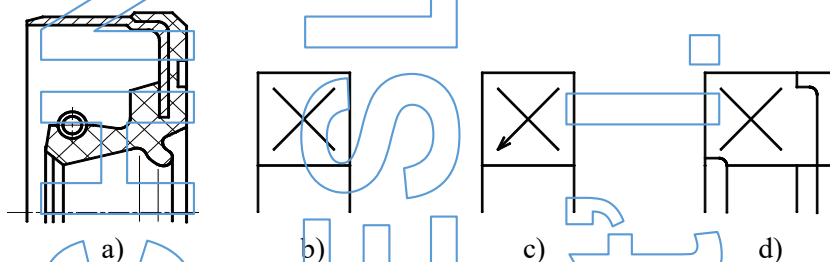
syntetickej gumy s kovovým výstužným krúžkom (1). Manžeta (2) má vytvorenú tesniacu hranu (3), ktorá je na hriadeľ pritláčaná ťažnou pružinou (4). Vo veľmi prašnom prostredí možno používať tesniace krúžky s prachovkou GP.

6.3.2 Zobrazovanie hriadeľových tesnení na výkresoch zostavení

Hriadeľové tesnenia sú obvykle vyrábané špecializovanými výrobcami a na výkresoch zostavení sa kreslia a označujú ako normalizované alebo typizované. Spôsob kreslenia tesnení určujú normy STN ISO 9222-1: 1995 *Tesnenia pohybujúcich sa častí. Časť 1: Schematické zobrazovanie. Všeobecné zásady* a STN ISO 9222-2: 1995 *Tesnia pohybujúcich sa častí. Časť 2: Schematické zobrazovanie*.

Normy určujú tieto spôsoby zobrazovania:

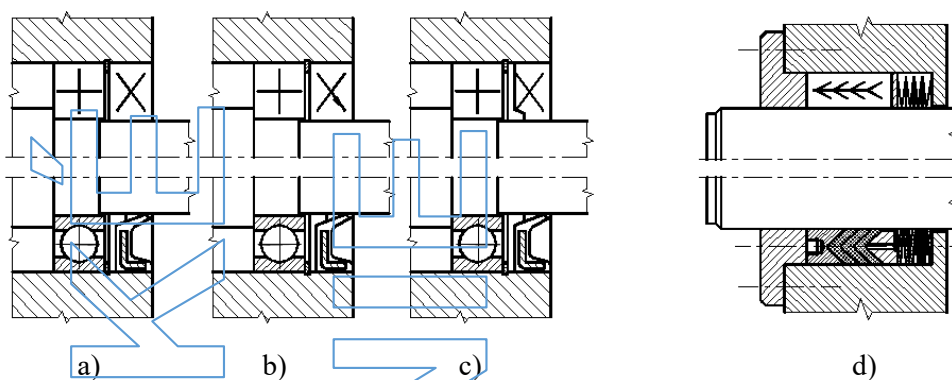
- 1) *Podrobné zobrazenie* s vykreslením všetkých prvkov tesnenia je na obr.6.27 - a). Zobrazenie sa používa len v tých prípadoch, keď je nutná väčšia názornosť (v katalógoch, prospektoch). Všetky obrysy a vnútorné podrobnosti sa kreslia tenkou súvislou čiarou (čiara typu B ISO 128) Ak to nie je nevyhnutné, plochy rezov sa nešrafujú.



Obr. 6. 27 Zobrazenie tesnenia: a) podrobné; b, c, d) schematické

- 2) *Schematické zobrazenie* všeobecnou značkou (obr 6.27b) má tvar štvorca s uhlopriečnym krížom umiestneným v strede štvorca, ktorý sa nedotýka obrysu tesnenia. Všetky čiary sa kreslia hrubou súvislou čiarou (čiara typu A ISO 128). Ak je nutné naznačiť smer pôsobenia tesnenia, doplní sa všeobecná značka šipkou (obr.6.27c). Ak je potrebné zobrazit presný tvar obrysu tesniacej sústavy, môže sa to urobiť zobrazením skutočnej čiary obrysu priečneho rezu s uhlopriečnym krížom umiestneným v strede štvorca, ktorý sa nedotýka obrysu tesnenia (obr.6.27d).

Príklady podrobného (v dolnej časti obrazu) a *schematického* zobrazenia ložísk (v hornej časti obrazu) sú uvedené na obr.6.28.



Obr. 6.28 Schematické a podrobné znázornenie a),b),c) hriadeľové tesnenia, d) upchávkové tesnenie

Tab. 6.1 Prvky podrobnejšieho schematického zorazenia tesnenia

Podpis prvku schematického zobrazenia		Vysvetlenie významu zobrazenia
Dlhá súvislá priama čiara, rovnobežná s povrchom tesniacej plochy		Statický(zalisovaný, upevnený) upevňovací prvok tesnenia alebo časť tesnenia.
Dlhá súvislá priama čiara, šikmá k obrysovým čiaram		Časť dynamického tesnenia (tesniaca hrana) alebo vyjadrenie pôsobenia (napr. časti tesnenia). V spojení s predchádzajúcim prvkom určuje polohu strany tesnenia smerom proti kvapaline (plynu).
Krátka súvislá priama čiara, šikmá k obrysovým čiaram a umiestňuje sa kolmo na šikmú priamu čiaru.		V kombinácii s predchádzajúcou čiarou sa používa na zobrazenie prachovky, stieracieho krúžku a pod.
Krátka šikmá priama čiara smerujúca do stredu štvorca		Tesniaca hrana U, resp. V manžety a pod.
Krátka súvislá priama čiara smerujúca do stredu štvorca		Tesniaca hrana U, resp. V manžety a pod.
T (tesniaca hrana)		Bezkontaktné tesnenie, napr. labirintové
T zasunuté v U		
U (žliabok)		

3) *Podrobnejšie schematické zobrazenie*, ak je potrebné bližšie v schematickom zobrazení určiť druh a funkciu tesnenia. Norma STN ISO 9222-2 uvádza rad príkladov, ako možno pomocou úsečiek vyznačiť statický prvok (upevňovaciu časť) a dynamický prvok tesnenia (tesniacu manžetu, tesniaci hrot, prachovka a pod.). Úsečky – prvky podrobnejšieho schematického zobrazenia sa zakreslia do obrysu zobrazenia tesnenia. Všetky čiary sa kreslia súvislou hrubou čiarou a to rovnakou ako viditeľné obrysy a hrany na výkrese. Prvky podrobnejšieho schematického zobrazenia tesnenia sú uvedené na tabuľke 6.1.

LITERATÚRA

- [1] ANTALA, J.: Základy strojného inžinierstva, skriptá, zbierka úloh, 116s, STU Bratislava 2005, ISBN 80-227-2267-7.
- [2] BAJLA, J.: Tvorba technickej dokumentácie. SPU v Nitre, Nitra, 2006, ISBN 978-80552-0235-8.
- [3] BRONČEK, J. a i.: Konštruovanie I, Žilinská univerzita v Žiline, Žilina, 20215, ISBN 978-80-554-1177-4.
- [4] ČILLÍK, L. a i.: Úvod do konštruovania, základné normy na tvorbu technickej dokumentácie. Zobrazenie a kótovanie. Žilina 1996, ISBN 80-7100-365-4.
- [5] ČILLÍK, L. a i.: Úvod do konštruovania. Predpisovanie presnosti rozmerov, geometrie a drsnosti súčiastok, Žilina 1995, ISBN 80-7100-300-X.
- [6] ČOMAJ, I. a i.: Časti a mechanizmy strojov, konštrukčné cvičenia, Alfa Bratislava 1989, ISBN 80-05-00222-X.
- [7] DRASTÍK, F.: Technické kreslení podle mezinárodních norem I. Pravidla tvorby výkresů ve strojírenství MONTANEX 1994, ISBN 80-85780-10-0.
- [8] DRASTÍK, F. a i.: Strojnícké tabulky pro konstrukci a dílnu, MONTANEX 1995, ISBN 80-85780-22-4.
- [9] FIALA, J. a i.: Strojnícké tabulky I, 2, 3 SNTL Praha 1988.
- [10] GIESECKE, F. a i.: Technical Drawing, New York, 1986, ISBN 0-02-342600-4.
- [11] GREGA, R., MALÁKOVÁ, S., KRAJŇÁK, J.: Základy konštruovania – pracovný zošit, Edícia študijnej literatúry, Košice 2024, ISBN 978-80-553-4418-8.
- [12] HALKO, J.: Zásady technického zobrazovania. Zborník prednášok zo seminára: Nové informácie na tvorbu technickej dokumentácie, Prešov, FVT Prešov 2006, s.29-36, ISBN 80-8073-626-X.
- [13] HOMIŠIN, J., MALÁKOVÁ, S., VOJTKOVÁ, J.: Praktické riešenie úloh v predmetoch konštruovania, Edícia študijnej literatúry, Košice 2003, ISBN 978-80-553-1571-3.
- [14] HOMIŠIN, J. a i.: Základy strojného inžinierstva, Vienaľa Košice 2001, ISBN 80-7165-359-4.
- [15] HOMIŠIN, J. a i.: Základy strojného inžinierstva, Vienaľa Košice 2003, Druhé vydanie, ISBN 80-7165-359-4.
- [16] KŘÍŽ, R.: Strojnícké tabulky II. Pohony (Hřídele, ozubené převody, řetězové a řemenové převody), MONTANEX 1997.
- [17] LEINVEBER, J. a i.: Technické kreslení, SNTL Praha, 1989, 230 s., ISBN 80-03-00099-8.
- [18] MEDVECKÝ, Š. a i.: Základy konštruovania, EDIS Žilina 1999, ISBN 80-7100-547-9.
- [19] MORAVEC, V.: Čelní ozubené kola, teorie, výpočet, konstrukce, výroba. MONTANEX 2001.

- [20] NEMČEKOVÁ, M.: Základy strojného inžinierstva, STU Bratislava, 2012, ISBN 978-80-227-3799-9.
- [21] PAVLENKO, S., HALKO, J.: Časti strojov I. Učebné texty pre externé štúdium. Prešov FVT, 2006, 95s., ISBN 80-8073-567-0.
- [22] PAVLENKO, S.: Časti strojov I. FVT Prešov 2004, 133s, ISBN 80-8073-100-4.
- [23] PETR Karel: Geometrické tolerance dle ISO GPS. Verlag Dashöfer CZ, 2020. 164 s. ISBN 978-80-763-5019-9
- [24] TOMAGOVÁ, M., a i.: Technické kreslenie I. – pre absolventov gymnázií a netechnických stredných škôl, eifa Košice 1995, ISBN 80-88786-19-3.
- [25] TOMAGOVÁ, M., a i.: Základy strojnictva, učebné texty a praktika, TU Košice 2004, 98s, ISBN 80-89066-78-X.
- [26] VASILKOVÁ, D., SEDLÁKOVÁ, J.: Inžinierska dokumentácia I. Učebné texty a varianty zadávania úloh na cvičenia, FVT Prešov 2000, ISBN 80-7099-532-7.
- [27] VASILKOVÁ, D., ŠMERINGAIOVÁ, A.: Technické kreslenie. Učebné varianty a varianty zadávania úloh. Prešov 2002, ISBN 80-7099-839-3.
- [28] <https://www.normoff.gov.sk/stranka/297/o-technickej-normalizacii> k 30.10.2024
- [29] <https://www.nextgentooling.com/technical/category/short-tap-life> k 30.10.2024
- [30] http://kem.fei.tuke.sk/~student/Zaklady%20elektrotechnickeho%20inzie rstva/ZEI_prednaska%203.pdf k 30.10.2024
- [31] <https://www.prillinger.at/sk/p/Klzne-lozisko-Puzdro-EGB1525-E50> k 30.10.2024
- [32] <https://www.igus.ca/product/137?artNr=QTM-2842-015> k 30.10.2024
- [33] <https://slt.sk/produkty/2308-m-2> k 30.10.2024
- [34] <https://slt.sk/kategorie/axialne-gulkové-ložiska-s-kosouhlým-stykom> k 30.10.2024
- [35] <https://www.coroll.sk> k 30.10.2024
- [36] STN ISO 128-24: 2000 (01 3121), Technické výkresy. Všeobecné pravidlá zobrazovania. Časť 24: Čiary na strojných výkresoch.
- [37] STN ISO 128-40: 2002 (01 3121), Technické výkresy. Všeobecné zásady zobrazovania Časť 40 Základné pravidlá vyhotovovania rezov a prierezov.
- [38] STN ISO 128-44: 2002 (01 3121), Technické výkresy. Všeobecné zásady zobrazovania Časť 44 Rezy a prierezy na strojných výkresoch.
- [39] STN EN ISO 129-1: 2021 (01 3130), Technická dokumentácia výrobu (TPD). Kótovanie a tolerovanie Časť Všeobecné zásady (ISO 129-1: 2018)
- [40] STN EN ISO 5456-1:2001/1 (013120), Technické výkresy. Metódy premietania Časť 1 Prehľad
- [41] STN EN ISO 5456-2:2001/1 (013120), Technické výkresy. Metódy premietania Časť 2 Kolmé (ortografické) zobrazovanie
- [42] STN EN ISO 5456-3: 2001 (01 3120), Technické výkresy. Metódy premietania Časť 3 Axonometrické zobrazovanie

- [43] STN EN ISO 5456-4: 2002 (013120), Technické výkresy. Metódy premietania. Časť 4: Stredové premietanie.
- [44] STN ISO 7573: 1997 (01 3260) Technické výkresy. Súpisy položiek
- [45] STN EN ISO 128-20: 2002 (013121), Technické výkresy. Všeobecné pravidlá zobrazovania. Časť 20: Základné pravidlá pre čiary)
- [46] STN EN ISO 128-21: 2002 (013121). Technické výkresy. Všeobecné zásady zobrazovania. Časť 21: Vyhотовovanie čiar systémami CAD.
- [47] STN EN ISO 5457: 2000 (Technická dokumentácia výrobku. Rozmery a úprava výkresových listov)
- [48] STN EN ISO 3098-0 až 6: 1999 až 2001 Technická dokumentácia výrobku. Písmo.
- [49] STN EN ISO 11442 Technická dokumentácia výrobku
- [50] STN EN ISO 10209-1: 2002 (Technická dokumentácia výrobku. Názvoslovie)
- [51] STN EN ISO 3040: 2012 Geometrické špecifikácie výrobkov (GPS). Kótovanie a tolerovanie. Kužele
- [52] STN EN 6410 - 1 Technické výkresy. Závity a závitové časti. Časť 1: Všeobecné zásady.
- [53] STN ISO 261:2000 - Metrické závity ISO. Všeobecné stanovenia.
- [54] STN ISO 965-1:2000 – Metrické závity ISO. Tolerancie. Časť 1: Princípy a základné údaje.
- [55] STN 01 4021 - Metrické závity pre jemnú mechaniku a optiku.
- [56] STN 01 4030:1988 – Základné pravidlá zameniteľnosti. Whitworthov závit.
- [57] STN EN ISO 228-1: 2004 – Rúrkové závity na spoje netesniace v závitoch. Časť 1: Rozmery, tolerancie a označovanie.
- [58] STN 01 4050: 1990- Lichobežníkový závit rovnomerný jednochodový.
- [59] STN 01 4051: 1990- Lichobežníkový závit rovnomerný viacchodový.
- [60] STN 01 4052: 1966 - Lichobežníkový závit nerovnomerný. Základné rozmery.
- [61] STN 01 4037: 1992 – Základné pravidlá zameniteľnosti.
- [62] STN 01 4038 – Edisonov závit.
- [63] STN EN ISO 6410-1: 2000 - Technické výkresy. Závity skrutiek a závitové časti. Časť 1: Všeobecné zásady.
- [64] STN ISO 4755 (02 1036): Žliabok pre vonkajšie metrické závity
- [65] STN 02 1037 Žliabky vnútorného metrického závitu.
- [66] STN 02 1034: 1987 – Výbehy vnútorného metrického.
- [67] STN 02 1051:1995 – Spojovacie súčiastky.
- [68] STN EN ISO 6410-1 - Technické výkresy. Závity skrutiek a závitové časti. Časť 1: Všeobecné zásady.
- [69] ISO 725 - Palcové závity ISO - Základné rozmery.
- [70] STN ISO 9222-1:1995 – Tesnenia pohybujúcich sa častí. Časť 1: Schematické zobrazovanie.
- [71] STN ISO 9222-2:1995 - Tesnia pohybujúcich sa častí. Časť 2: Schematické zobrazovanie.

Autorky: doc. Ing. Silvia MALÁKOVÁ, PhD.

Ing. Daniela KEPEN HARACHOVÁ, PhD.

Ing. Lucia ŽUJOVÁ

Recenzenti: prof. Ing. Marián DZIMKO, CSc.

doc. Ing. Jozef BRONČEK, PhD.

Názov: TECHNICKÉ KRESLENIE, časť I.

Vydanie: prvé

Vydavateľ: Technická univerzita v Košiciach

Tlač: Univerzitná knižnica Technickej univerzity v Košiciach

Rok: 2024

Náklad: 50 kusov

Rozsah: 127 strán

ISBN 978-80-553-4760-8

Rukopis neprešiel jazykovou korektúrou