

STROJNÍCKA FAKULTA
TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH

Vybrané kapitoly zo základov konštruovania

prof. Ing. Jaroslav Homišin, CSc.
doc. Ing. Silvia Maláková, PhD.
Ing. Jarmila Vojtková, PhD.

EDÍCIA ŠTUDIJNEJ LITERATÚRY
Košice 2018

Recenzenti:

prof. Ing. Marián DZIMKO, CSc.
prof. Ing. Lubomír PEŠÍK, CSc.

Praktické riešenie úloh v predmetoch konštruovania

© **prof. Ing. Jaroslav HOMIŠIN, CSc.**
doc. Ing. Silvia MALÁKOVÁ, PhD.
Ing. Jarmila VOJTKOVÁ, PhD.

2018

ISBN 978-80-553-3267-3

OBSAH

ÚVOD.....	5
1 ZOBRAZOVANIE SÚČIASTOK	6
1.1 Zadanie programu 1	6
1.2 Základné geometrické tvary.....	7
1.3 Metóda premietania v prvom kvadrante.....	8
1.4 Riešené úlohy v prvom kvadrante v troch pohľadoch.....	10
1.5 Úlohy na zobrazenie v troch pohľadoch.....	20
1.6 Riešené úlohy na dopĺňanie pohľadov	26
1.7 Zadania na dopĺňanie pohľadov	33
1.8 Vybrané zakótované súčiastky	39
2 URČENIE ROZMEROV GEOMETRICKÝCH PRVKOV TVARU SÚČIASTOK	45
2.1 Kótovanie kuželov	48
2.2 Kótovanie dier	50
2.3 Presnosť rozmerov súčiastok – tolerovanie	51
2.3.1 Normalizovaná tolerancia	52
2.3.2 Predpis presnosti rozmerov pomocou horného a dolného medzného rozmeru.....	52
2.3.3 Predpis presnosti rozmerov pomocou medzných odchýlok	52
2.3.4 Predpis presnosti rozmerov pomocou menovitého rozmeru	54
s tolerančnou značkou	54
2.3.5 Predpis presnosti rozmerov – príklady	54
2.3.6 Spôsoby predpisovania geometrických tolerancií na technických výkresoch	59
2.3.7 Predpis geometrických tolerancií – príklady	66
2.3.8 Použitie nepredpísaných medzných odchýlok dĺžkových a uhlových rozmerov -- všeobecné tolerancie	69
2.3.9 Použitie nepredpísaných geometrických tolerancií – všeobecné tolerancie.	70
3 NORMALIZOVANÉ PRVKY STROJOVÝCH SÚČIASTOK.....	73
3.1 Zadanie programu 2	74
4 LÍCOVANIE – PRÍKLADY.....	85
POUŽITÁ LITERATÚRA.....	93

ÚVOD

Tieto skriptá tvoria učebnú pomôcku určenú pre vyhotovenie programov zadaných na cvičeniach z predmetu „Vybrané kapitoly zo základov konštruovania“ pre všetky formy štúdia.

Skriptá obsahujú zadania a riešenia niektorých problémových úloh. Študentom ponúkajú komplexné informácie o rozsahu jednotlivých zadaní v zimnom semestri vrátane pokynov a rád pre ich vypracovanie.

V štúdiu dávame dôraz na logické myslenie, zvládnutie a osvojenie základných technických pojmov a prácu s technickou literatúrou. Aby sme Vás k tomu viedli všetky písomné kontroly z predmetu „Vybrané kapitoly zo základov konštruovania“ sú riešené tak, že ich vyhovujúco zvládnete pomocou technickej literatúry (strojnícke tabuľky a pod.).

Po absolvovaní semestra by ste mali zvládnuť vypracovanie úplnej výrobnej dokumentácie, čo je úloha ťažká, lebo vyžaduje znalosti z rôznych disciplín (najmä technického kreslenia, normalizácie, technológie výroby, náuky o materiáli, metodike konštruovania a pod.).

Skriptá sú pomôckou pre osvojenie si základných pojmov z technického kreslenia a normalizácie v technickom kreslení podľa noriem STN ISO v strojárskych výkresoch. Pomáha rozvinúť technické myslenie študentov a vytvára predpoklady pre uvedoméle a ucelené chápanie učiva ostatných odborných predmetov, a tiež podáva ucelený prehľad o základoch tohto predmetu.

Autori sa snažili, doplniť skriptá o aktuálne platné normy z oblasti Technického kreslenia, ktoré ale nebolo možné uvádzať v plnom rozsahu, sú z nich uvedené len najpodstatnejšie časti. V súčasnom období, keď je každoročne niekoľko noriem ISO prekladom prevzatých a zavedených v sústave STN noriem, alebo revitalizovaných, je nevyhnutné tieto zmeny pravidelne sledovať ako počas štúdia, tak aj v praxi a plne ich zohľadňovať pri tvorbe technickej dokumentácie.

Košice, 2018

Za pripomienky autori ďakujú

1 ZOBRAZOVANIE SÚČIASTOK

Zobrazovanie na technických výkresoch je základným vyjadrovacím prostriedkom technikov. Je to forma vyjadrovania technického myslenia. Cieľom cvičení je získať manuálnu zručnosť pri vyjadrovaní technických myšlienok formou náčrtov, pri vytváraní základnej konštrukčnej dokumentácie, získať prehľad v používaní základnej technickej literatúry.

1.1 Zadanie programu 1

Text zadania: Zadanie je určené na nácvik a upevnenie metódy premietania v prvom kvadrante. Niektoré úlohy sú už riešené, a je potrebné ich len správne odkresliť do zošita. Ďalšie úlohy je potrebné samostatne správne vyriešiť. Vypracujte formou náčrtkov voľnou rukou do zošita nasledovné úlohy:

- odkreslite 2 zadané riešené úlohy z *tab. 1.1* v pravouhlom premietaní,
- samostatne vypracujte 2 zadané úlohy z *tab. 1.2* (jedno v šiestich pohľadoch a jedno z telies v troch pohľadoch),
- odkreslite 2 riešené úlohy na dopĺňanie pohľadov z *tab. 1.3* v troch pohľadoch,
- riešte samostatne úlohu z *tab. 1.5* na doplnenie pohľadu, ktorý musí byť správne umiestnený,
- odkreslite jednu zadanú okótovanú súčiastku z *tab. 1.7*.

Odvzdáva sa práca iba v zošite.

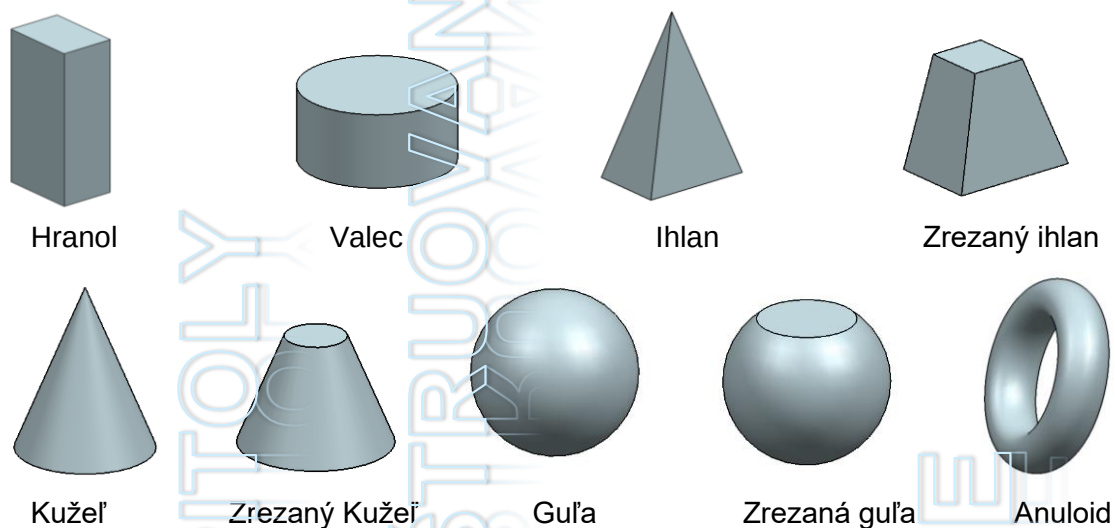
Hodnotí sa práca v zošite, ktorá musí obsahovať všetky zadané úlohy vo vyhovujúcej kvalite.

Poznámky:

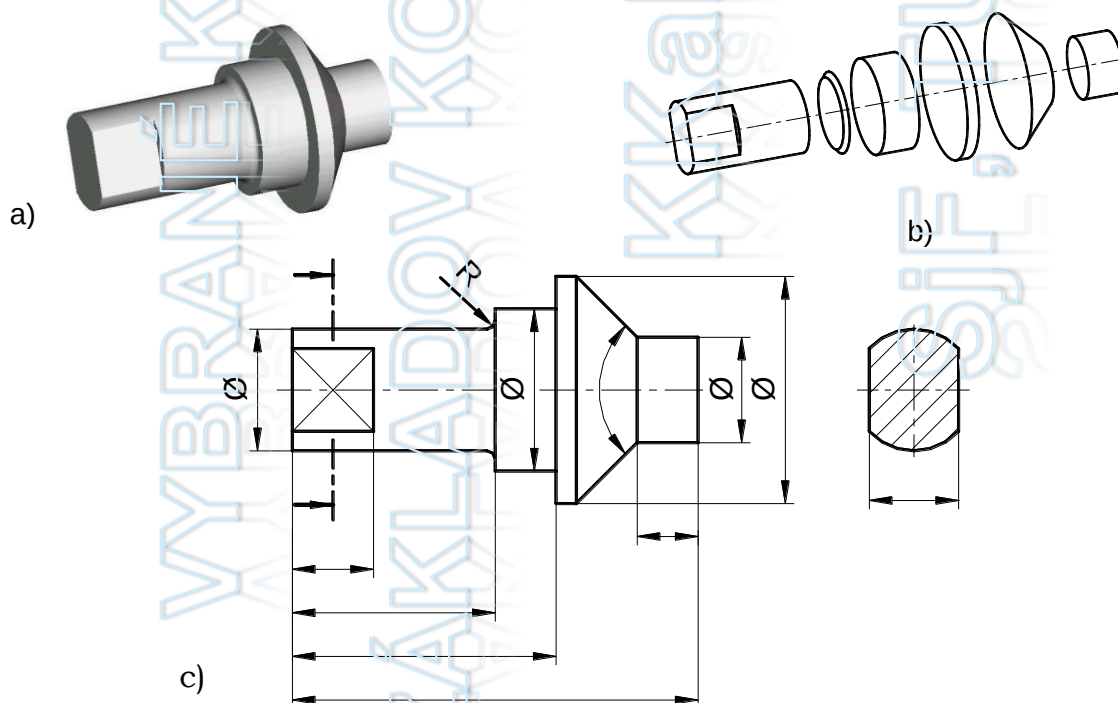
- každá úloha musí byť riešená ceruzkou na pravej strane zošita, ľavá strana slúži len na opravy,
- u každej úlohy musí byť grafická značka premietania,
- je potrebné dodržiavať metódu premietania (pri nedodržaní premietania je potrebné úlohu prepracovať),
- je potrebné dodržiavať hrúbky čiar,
- zadanie vypracujte podľa časového plánu,
- 3D zobrazenie súčiastok k úlohám z *tab. 1.3* a *1.4*, je v *tab. 1.5* a *1.6*, predovšetkým, kvôli samokontrolle,
- súčiastky nekótujeme, iba pri odkresľovaní úlohy z *tab. 1.7*, je potrebné odkresliť aj kóty.

1.2 Základné geometrické tvary

Tvar každej súčiastky, aj najzložitejšej, vzniká najčastejšie zložením základných geometrických telies (obr.1.1): hranol, valec, ihlan, kužeľ, guľa a anuloid.



Obr.1.1 Základné geometrické telesá



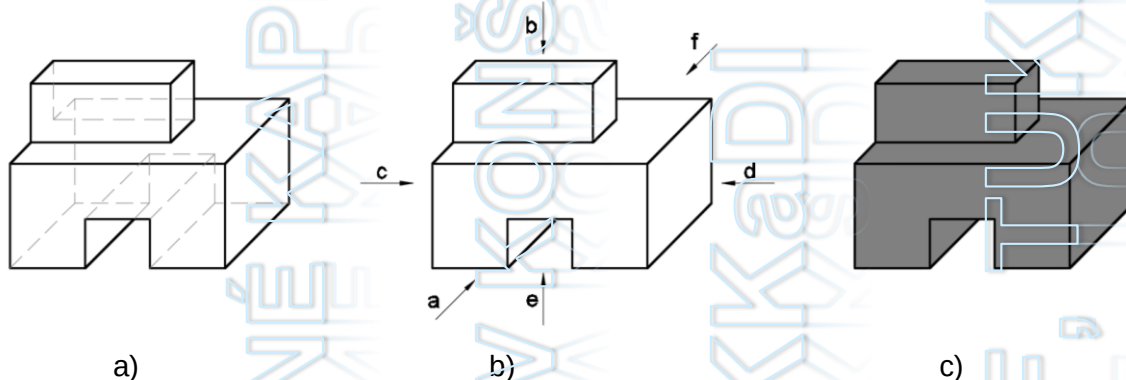
Obr.1.2 Zobrazenie súčiastky: a) názorne, b) rozložená na základné geometrické telesá, c) pravouhlé premietanie

1.3 Metóda premietania v prvom kvadrante

Zobrazovanie pomocou tejto metódy je u nás uprednostňované. To isté teleso je zobrazené v axonometrii (obr.1.3) . Teleso zobrazené v prvom kvadrante je na obr.1.4. Je potrebné si uvedomiť poradie pohľadov. Poradie kreslenia pohľadov:

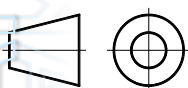
- a – spredu, hlavný pohľad,
- b – zhora,
- c – zľava,
- d – sprava,
- e – zdola,
- f – zozadu.

Všetky pohľady väčšinou nie sú nutné. Na začiatku je potrebné precvičiť správne umiestnenie všetkých pohľadov. Pohľady nesmú byť voči sebe posunuté. Všetky pohľady sa musia správne umiestniť. Pomery jednotlivých strán je potrebné dodržiavať aj , keď súčiastka nie je kreslená v mierke. Ako pohľad spredu volíme najvýstižnejší pohľad na súčiastku, prípadne pohľad určený výrobou.

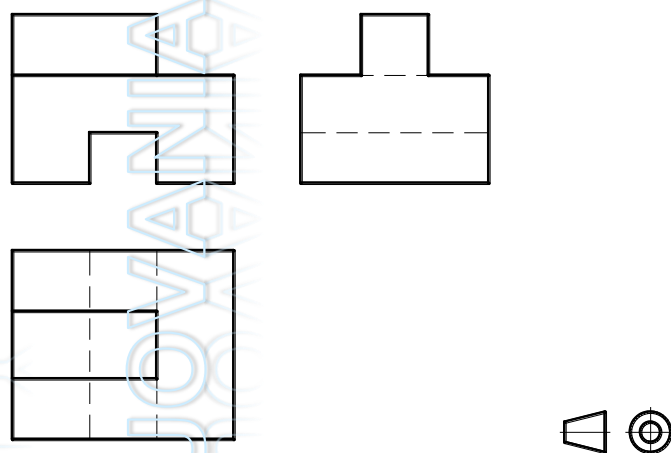


Obr.1.3 Jedno teleso v axonometrii v troch zobrazeniach: a) zobrazené aj skryté hrany, b) zobrazenie len viditeľných obrysov, a vyznačené smery pohľadov, c) tieňované zobrazenie so zapnutými hranami, ktoré je používané v 3D modelovacích softvéroch

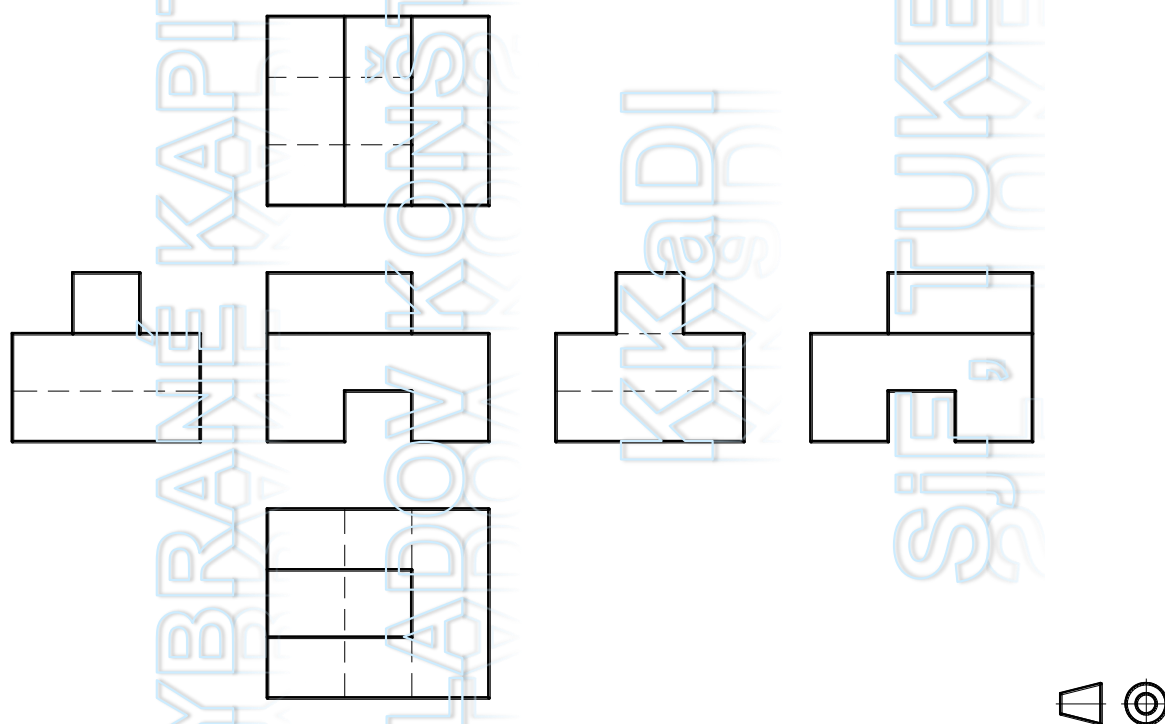
Grafická značka pre označenie premietania sa umiestňuje v titulnom bloku. Pri tomto programe umiestnite značku vpravo dole na obrázku. Predstavuje zrezaný kužeľ v dvoch pohľadoch (spredu a zľava), kde sú osi kreslené tenkými čiarami.



Obr.1.4 Grafická značka pre premietanie v prvom kvadrante



Obr.1.5 Teleso z obr.1.3 v prvých troch pohľadoch

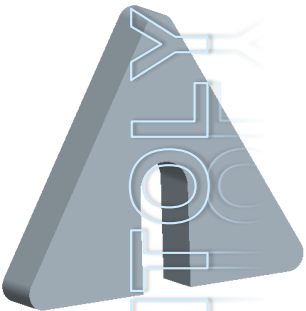
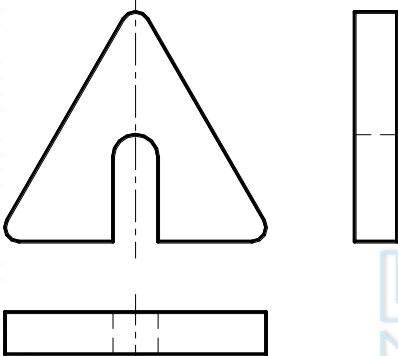
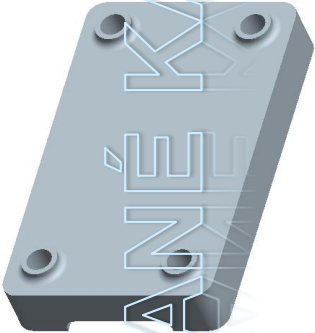
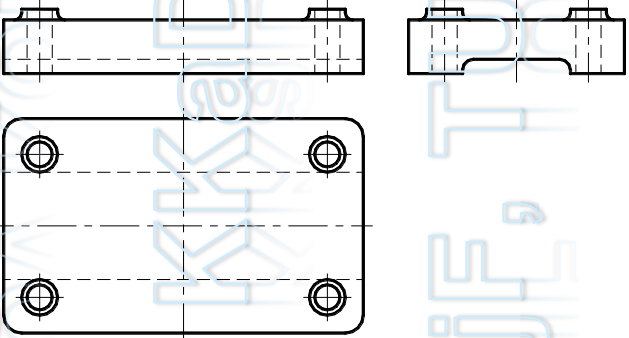
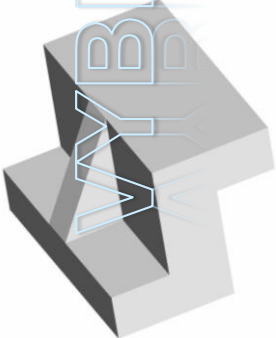
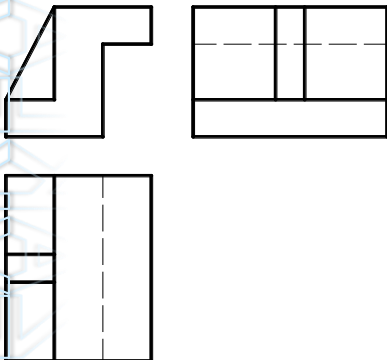


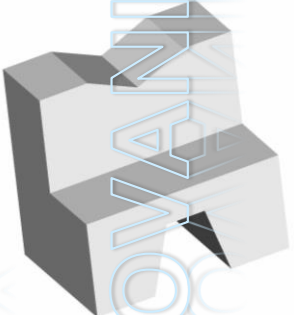
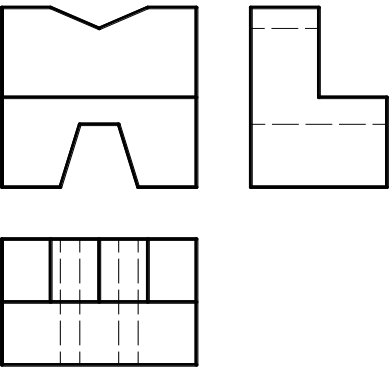
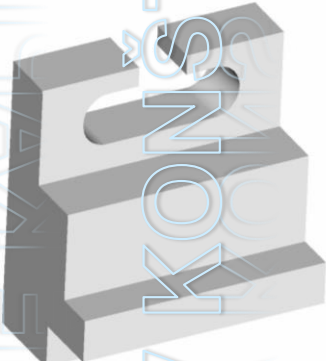
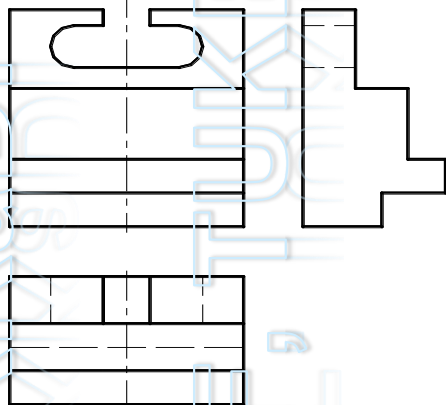
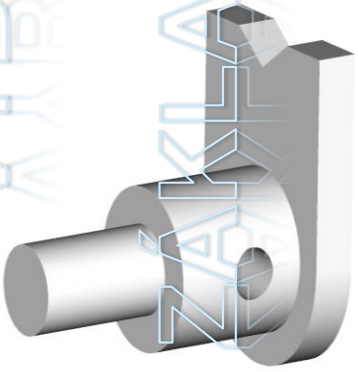
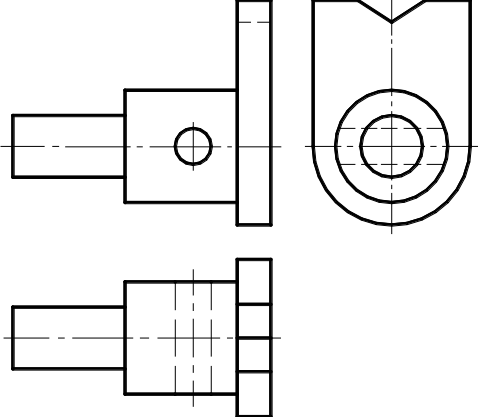
Obr.1.5 Teleso z obr.1.3 v šiestich pohľadoch

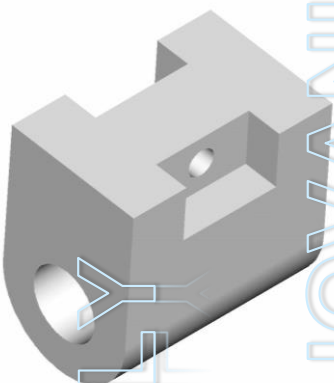
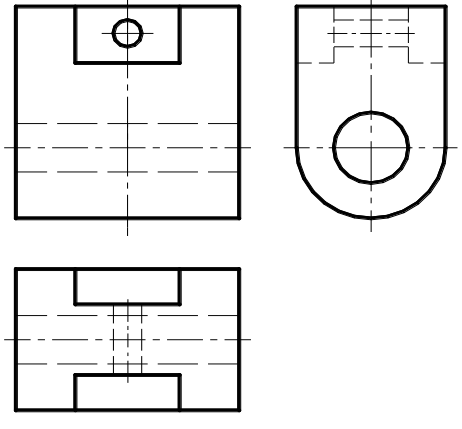
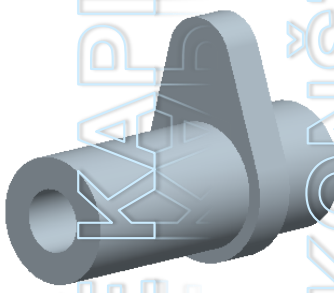
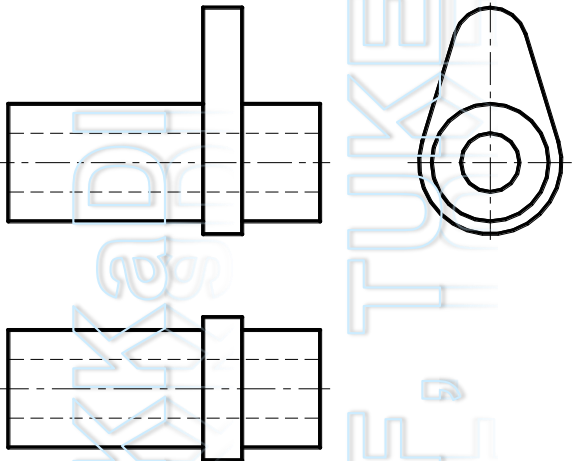
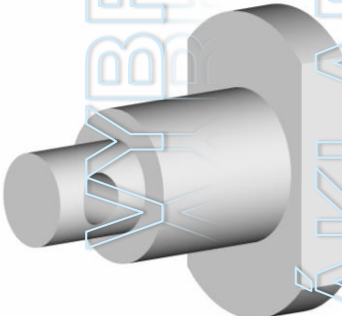
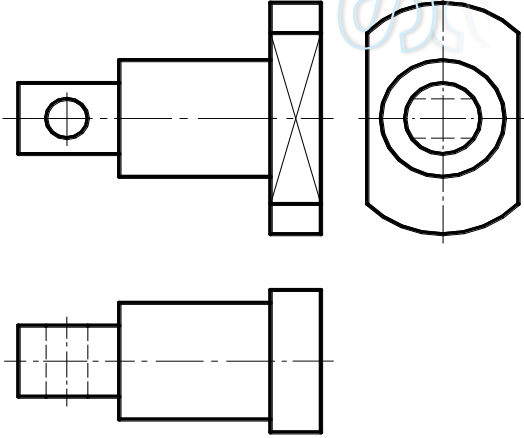
1.4 Riešené úlohy v prvom kvadrante v troch pohľadoch

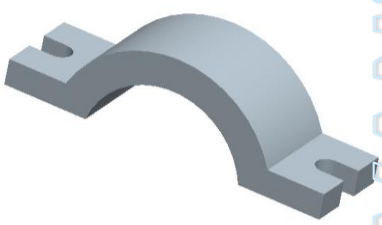
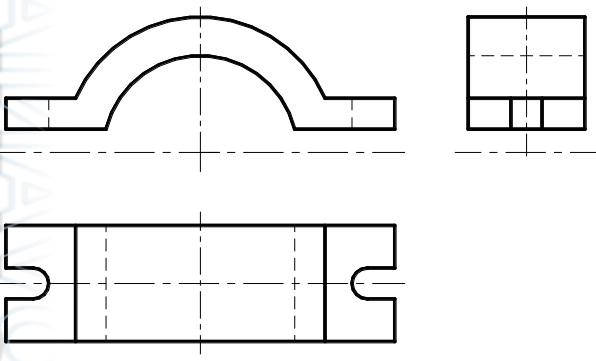
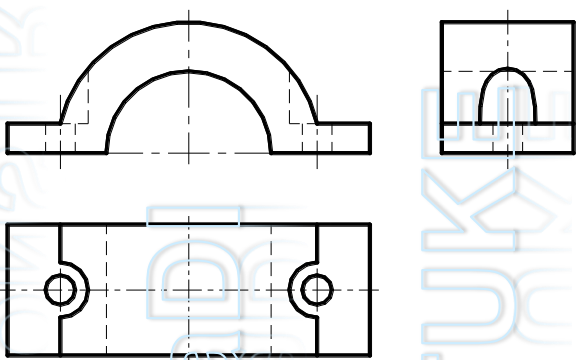
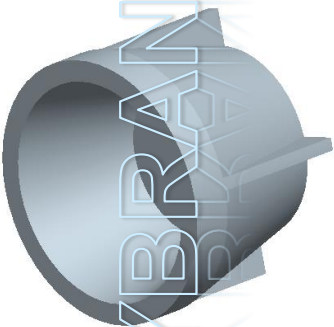
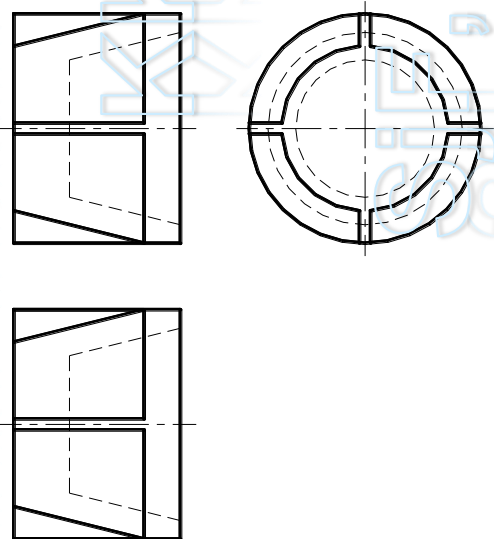
V tab.1.1 sú riešené úlohy telies, ktoré sú zobrazené ako tieňované telesá (s využitím softvérov NX 10 Siemens a Pro/ENGINEER) a v troch pohľadoch metódou prvého kvadrantu so zobrazením všetkých aj neviditeľných hrán.

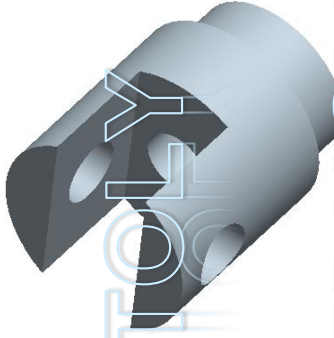
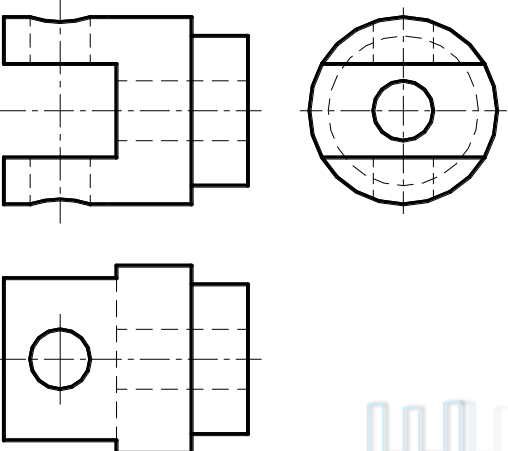
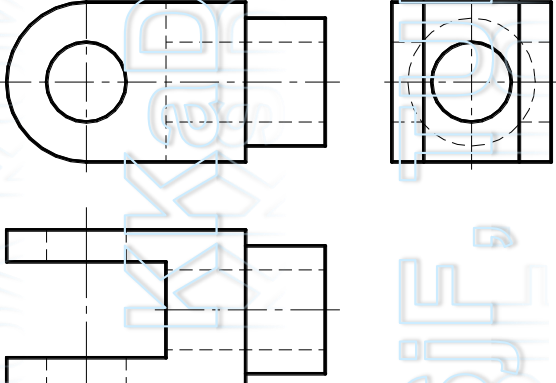
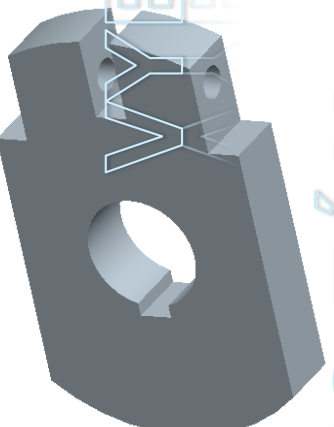
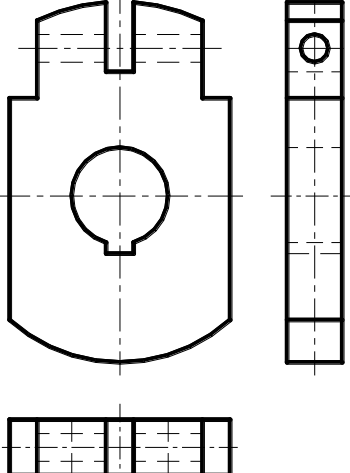
Tab.1.1 Telesá na zobrazenie v troch pohľadoch

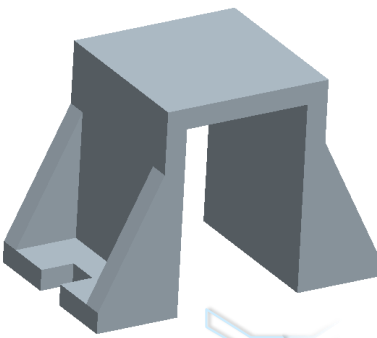
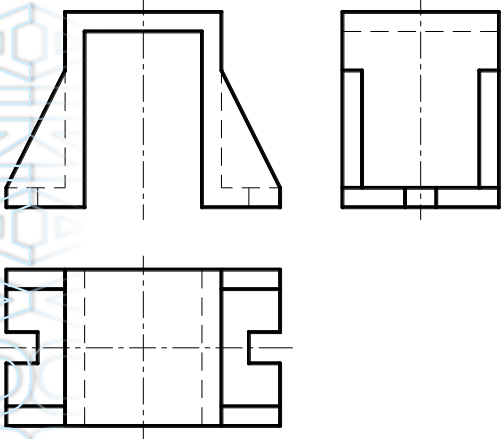
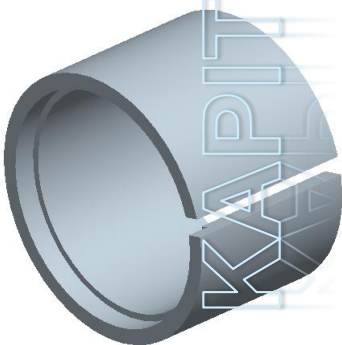
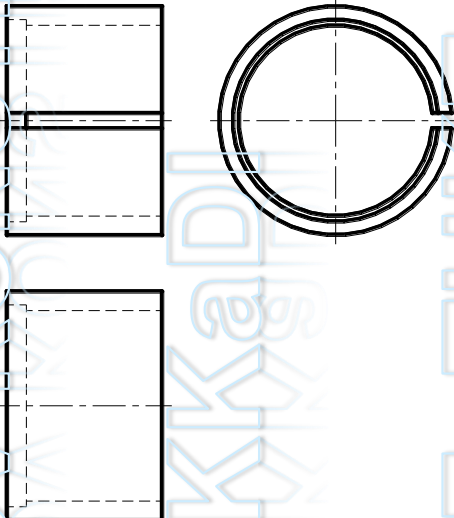
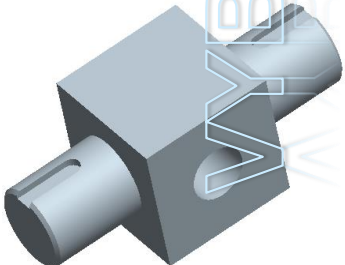
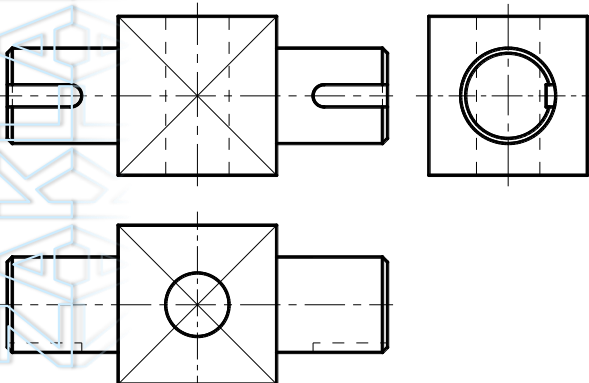
Č.z.	Úloha	Riešenie
1		
2		
3		

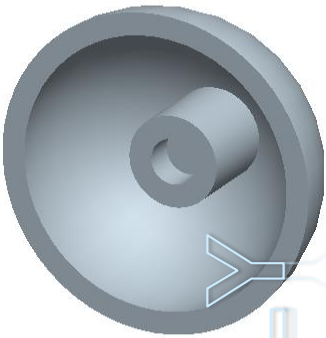
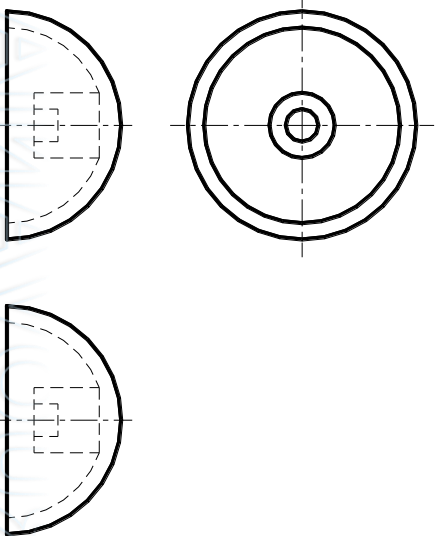
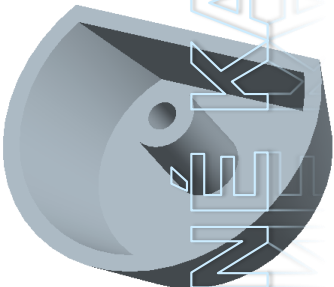
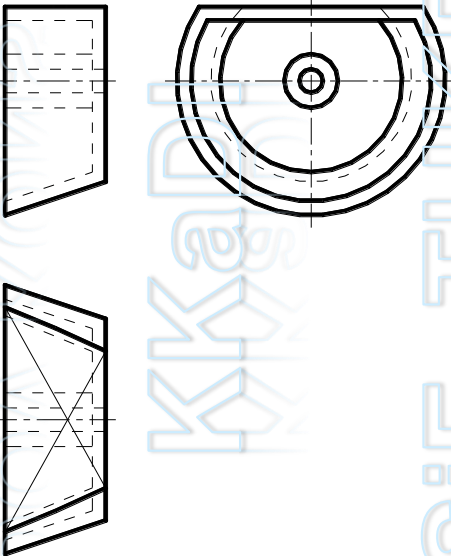
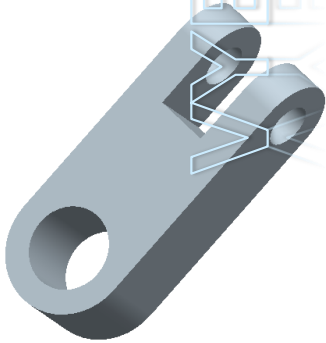
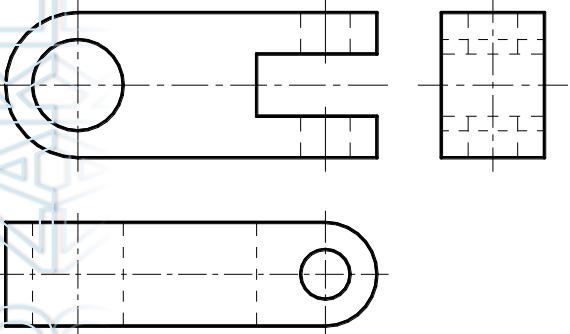
4		
5		
6		

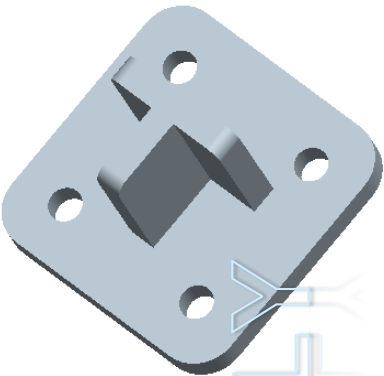
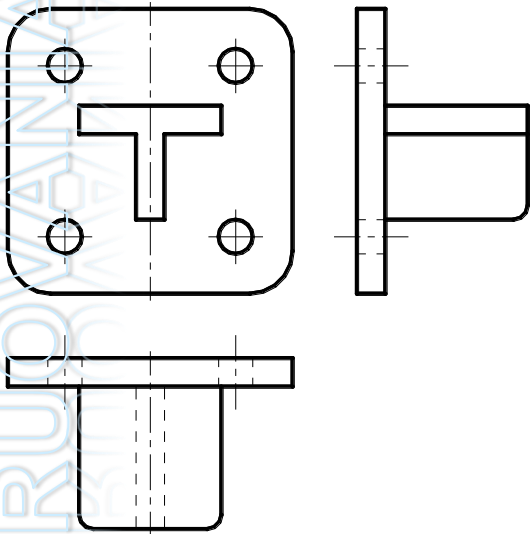
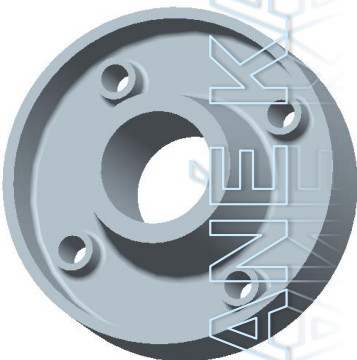
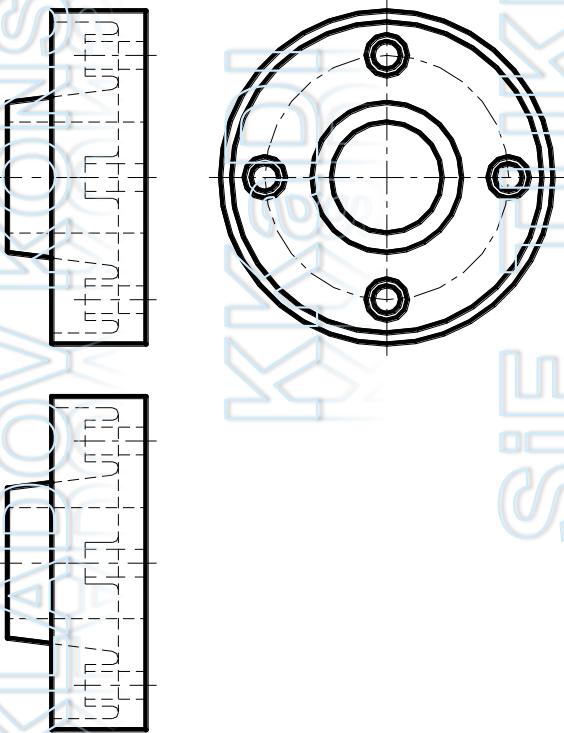
7		
8		
9		

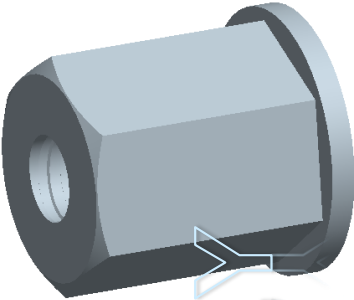
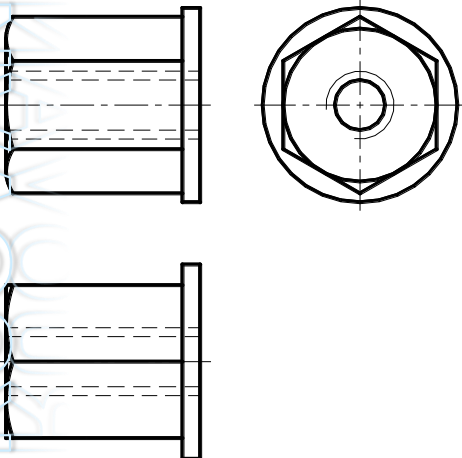
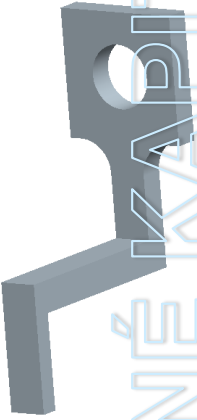
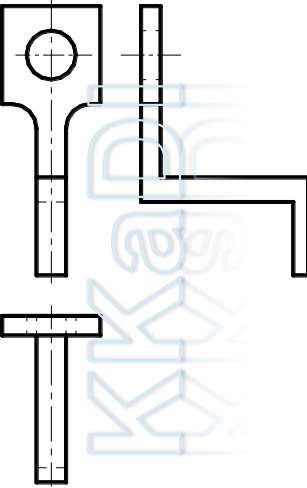
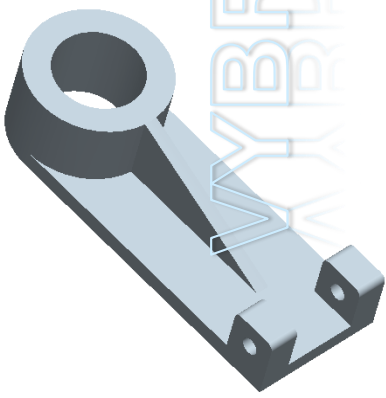
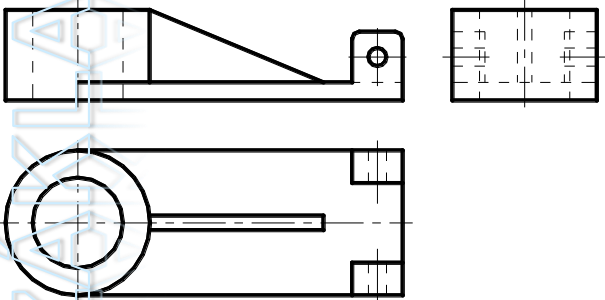
10	 
11	 
12	 

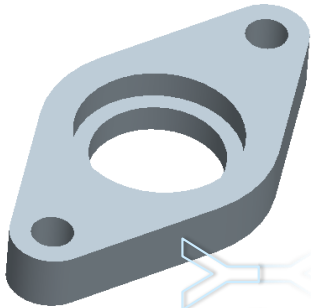
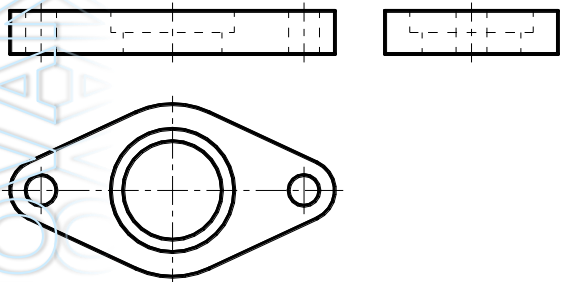
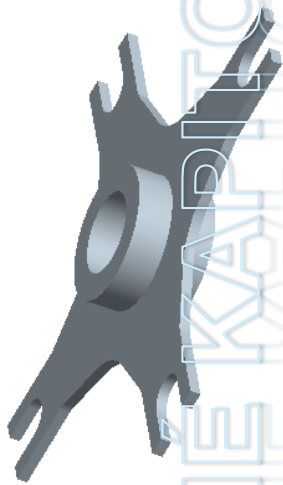
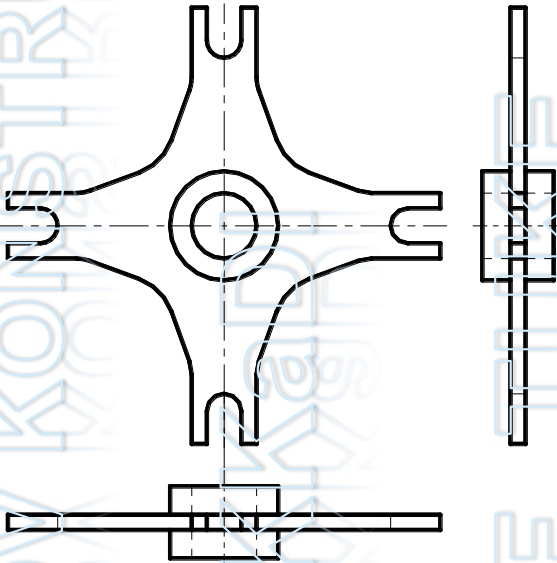
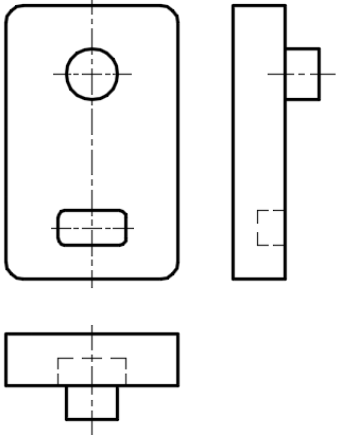
13	 
14	 
15	 

16		
17		
18		

19		
20		
21		

22		
23		

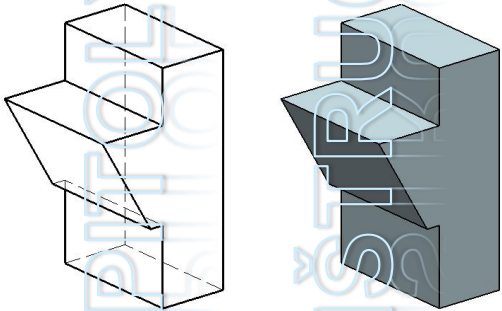
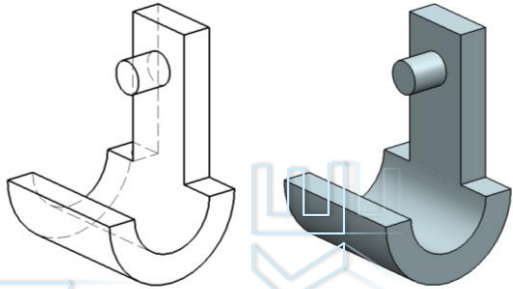
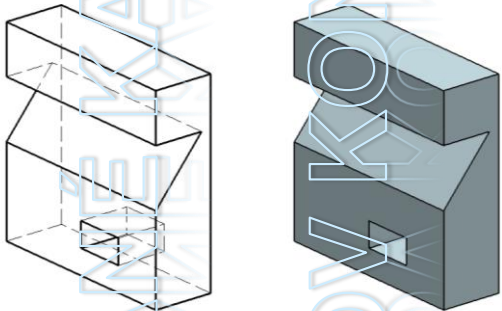
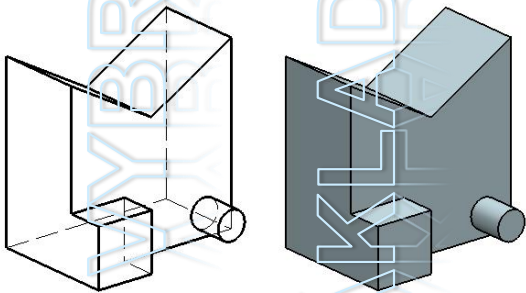
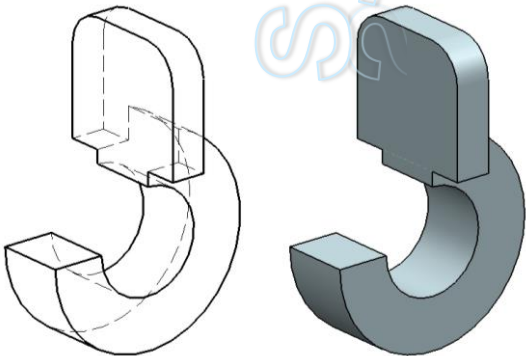
24		
25		
26		

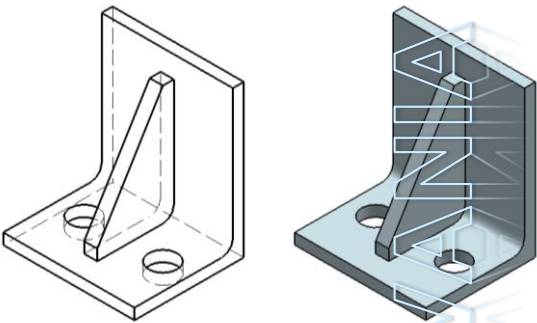
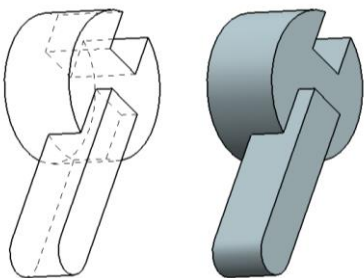
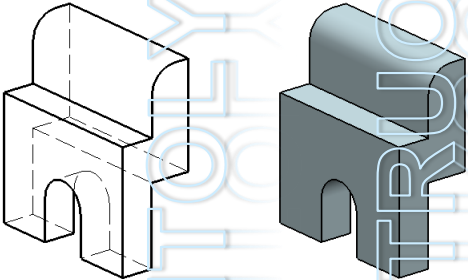
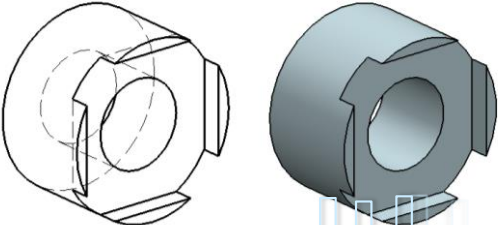
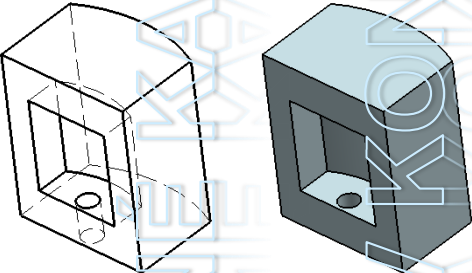
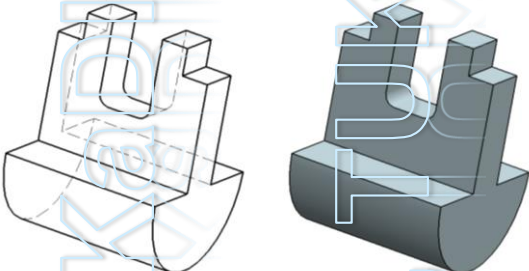
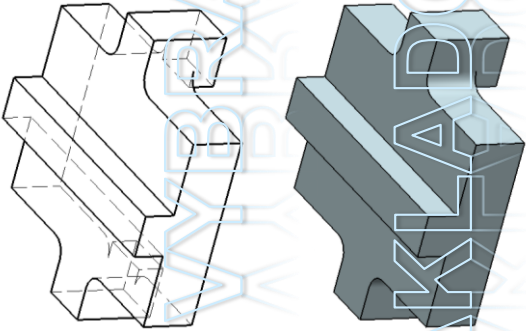
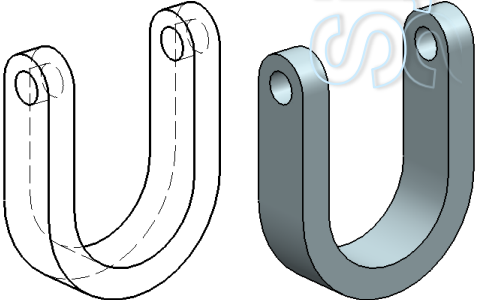
27		
28		
29		

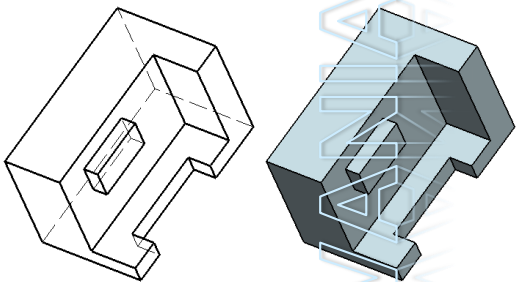
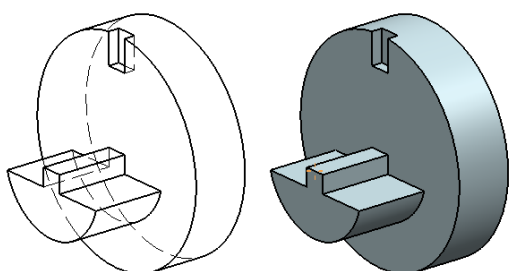
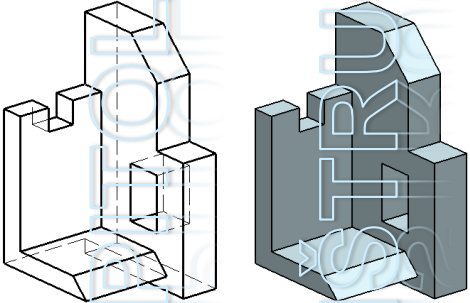
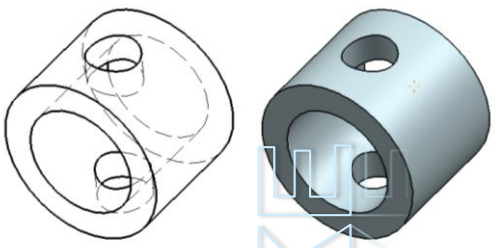
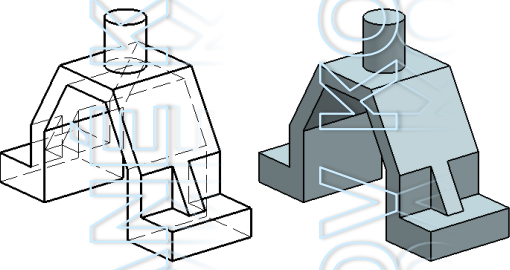
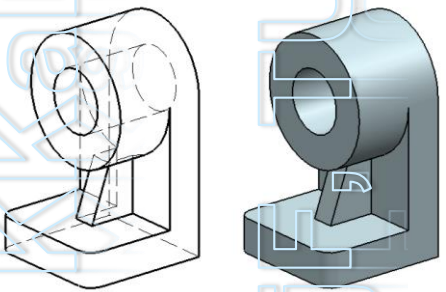
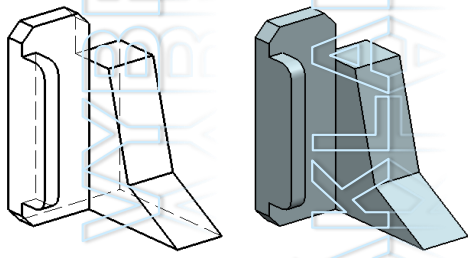
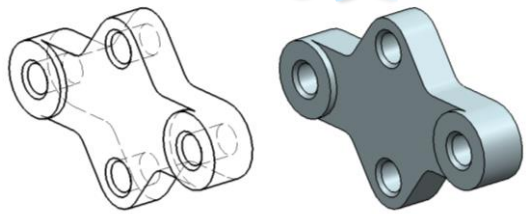
1.5 Úlohy na zobrazenie v troch pohľadoch

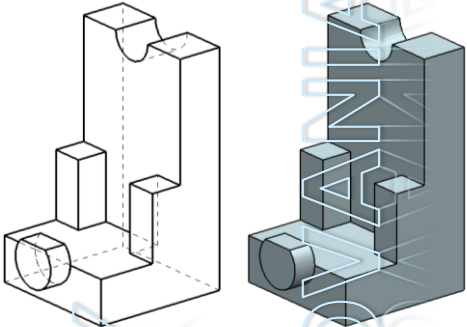
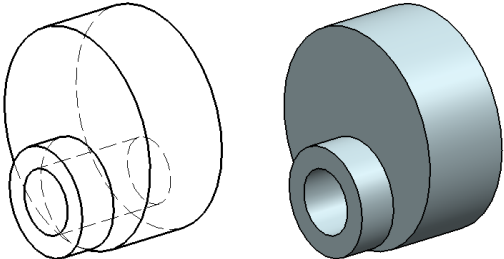
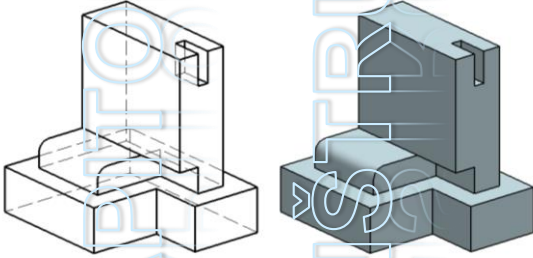
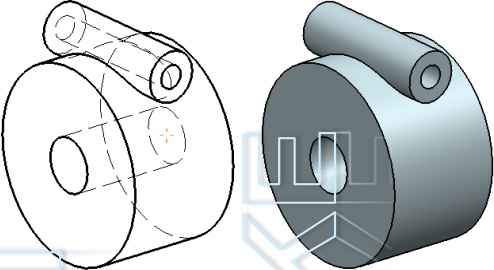
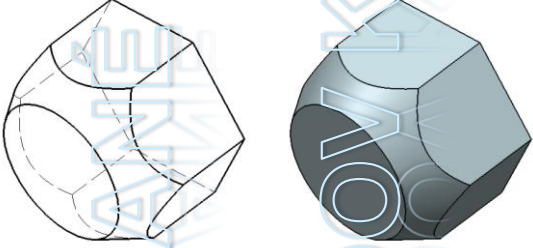
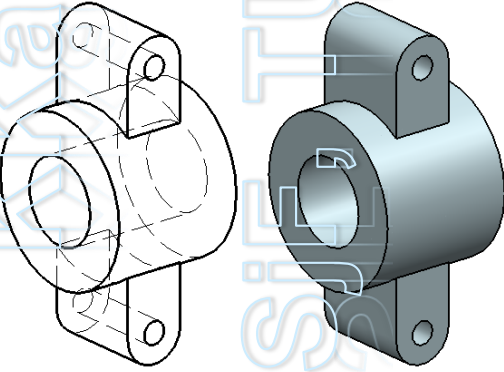
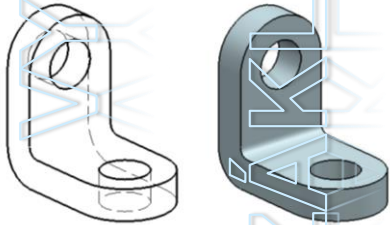
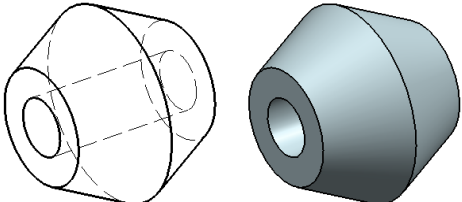
V tab.1.2 sú úlohy telies, ktoré sú zobrazené ako 3D telesá v axonometrii a to isté teleso ako tieňované so zapnutými hranami (s využitím softvéru NX 10 Siemens). Tieto súčiastky je potrebné naskicovať v troch pohľadoch metódou prvého kvadrantu so zobrazením všetkých hrán (je potrebné nakresliť aj osi symetrie). Vhodne zvoliť pohľad spredu.

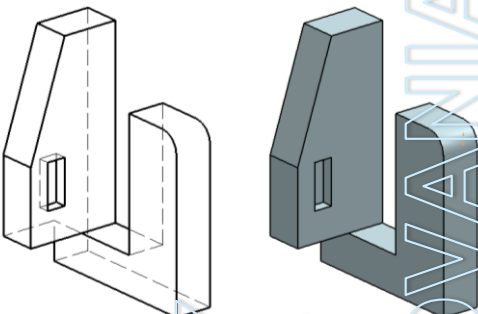
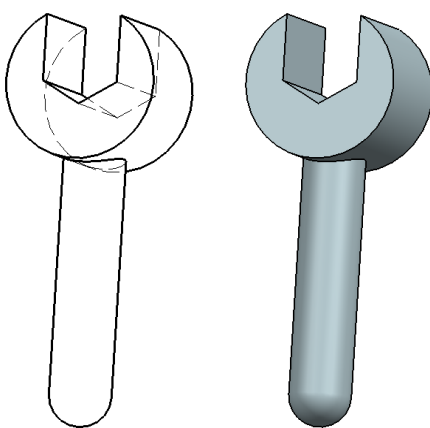
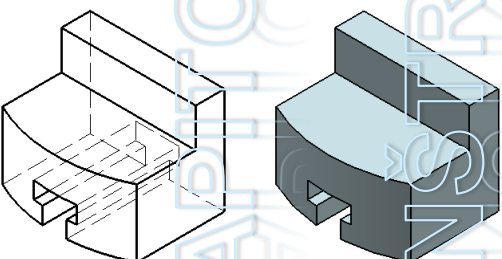
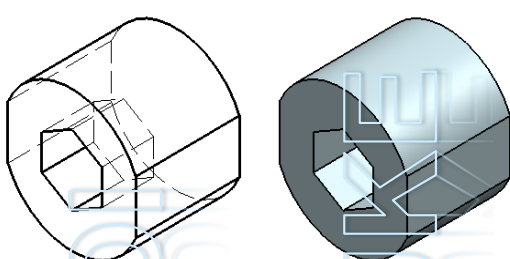
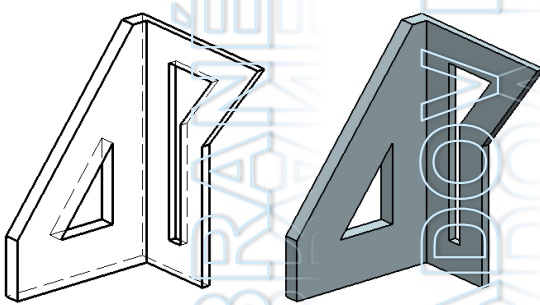
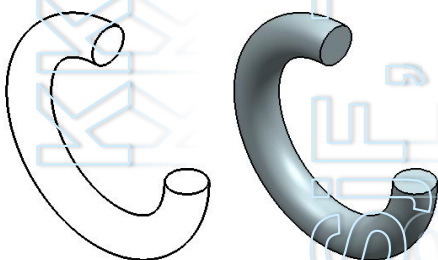
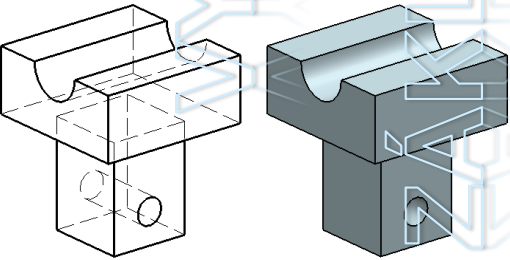
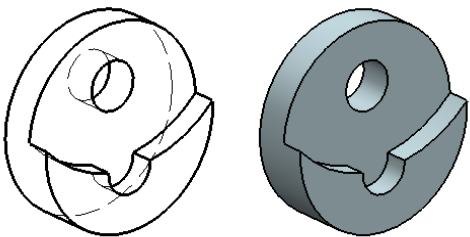
Tab.1.2 Telesá na zobrazenie v troch pohľadoch

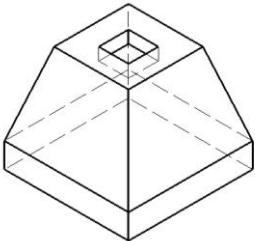
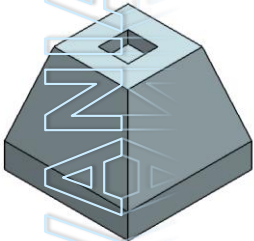
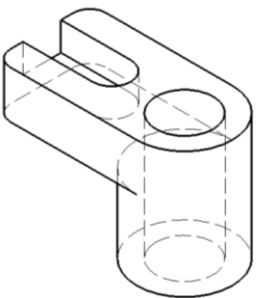
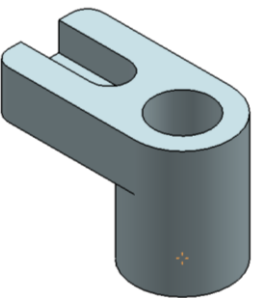
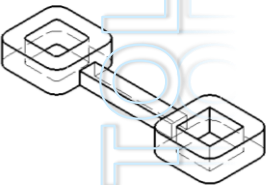
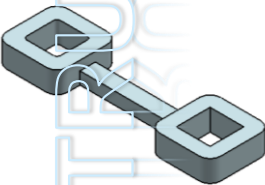
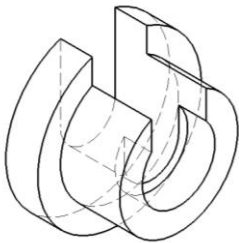
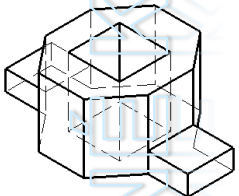
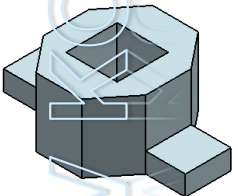
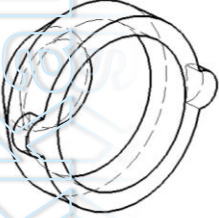
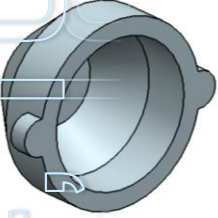
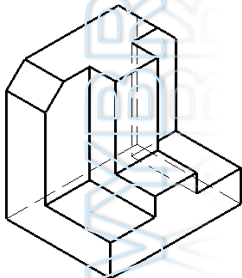
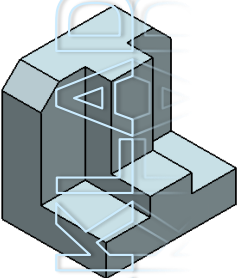
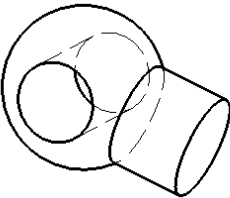
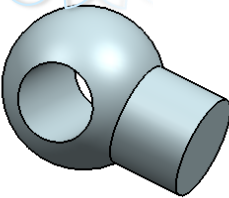
Č.z.	Varianta A	Varianta B
1		
2		
3		

4		
5		
6		
7		

8		
9		
10		
11		

12		
13		
14		
15		

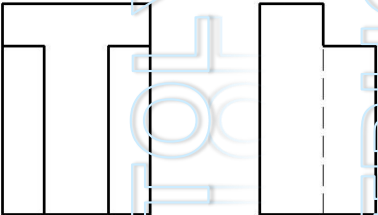
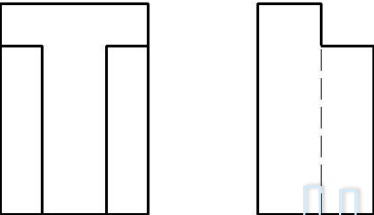
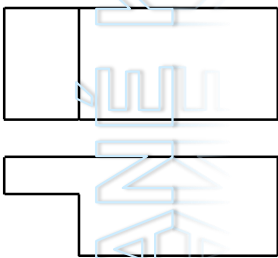
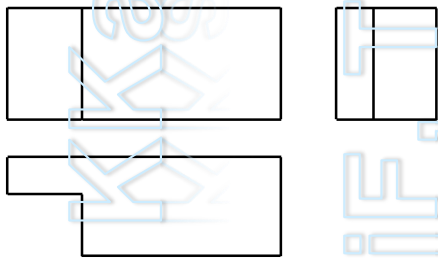
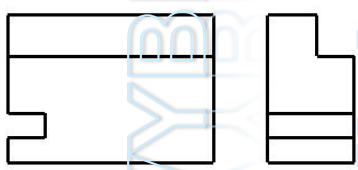
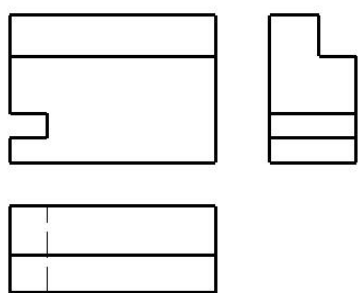
16		
17		
18		
19		

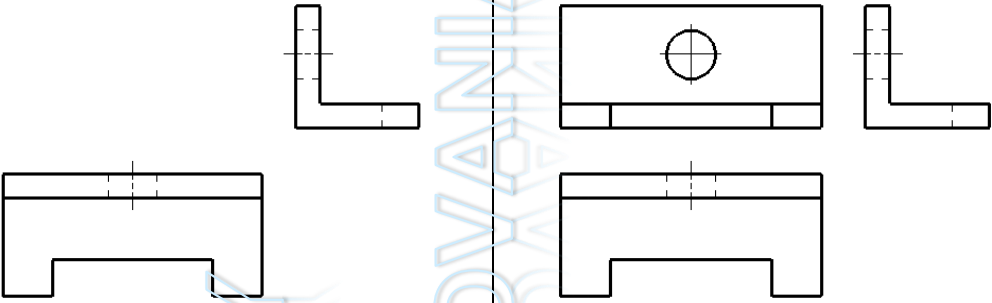
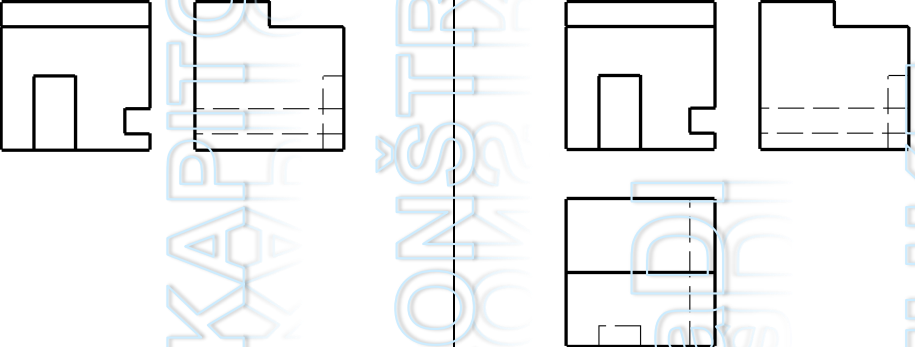
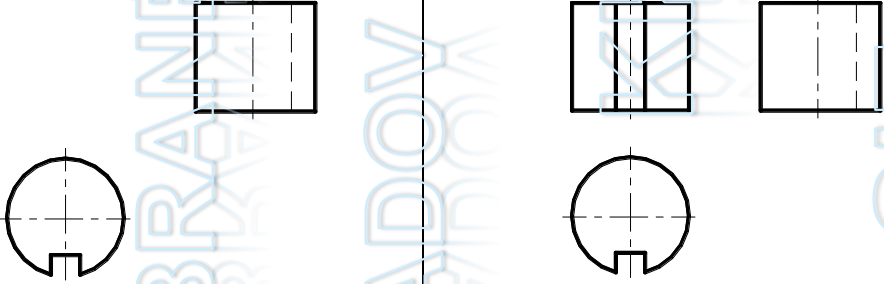
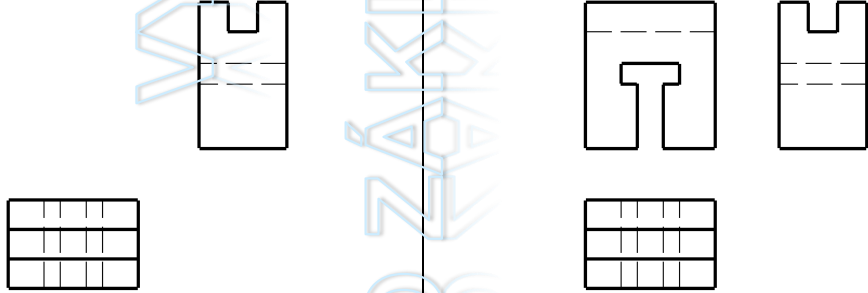
20	 	 
21	 	 
22	 	 
23	 	 

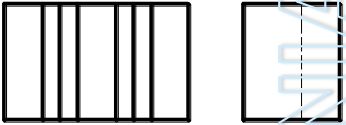
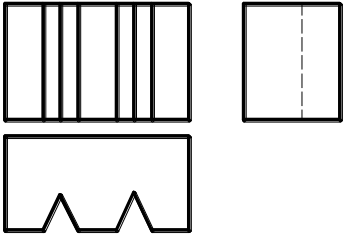
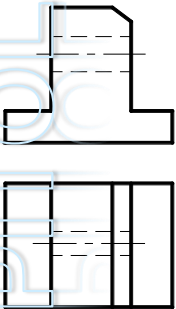
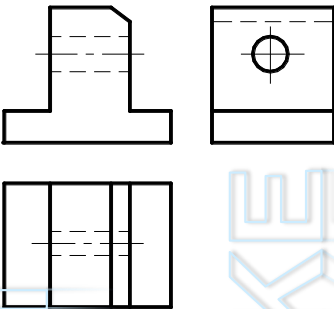
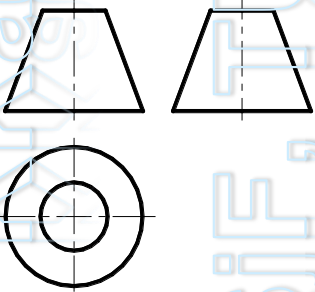
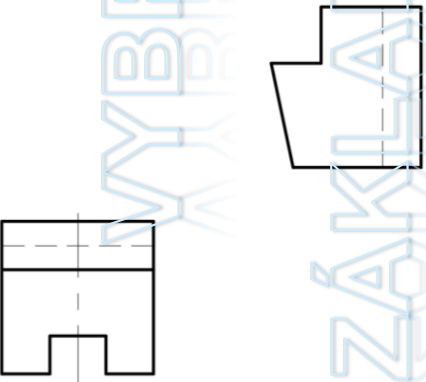
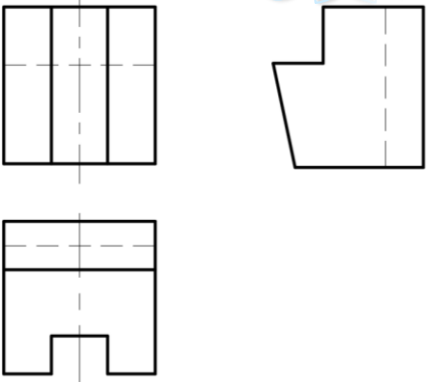
1.6 Riešené úlohy na dopĺňanie pohľadov

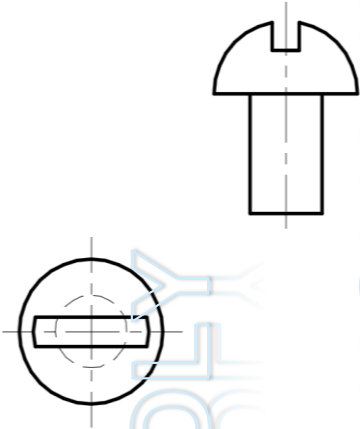
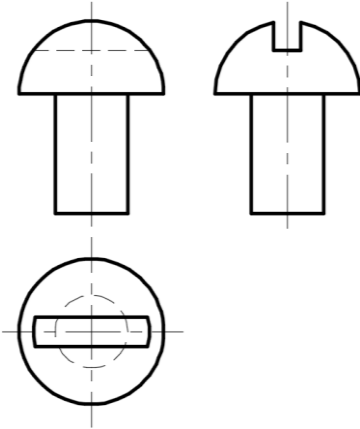
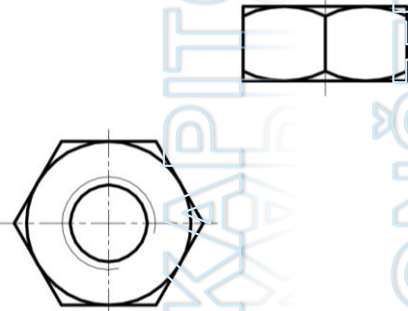
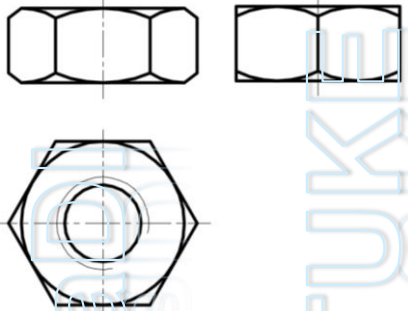
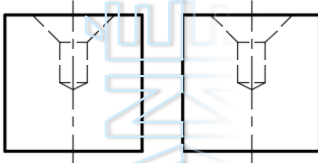
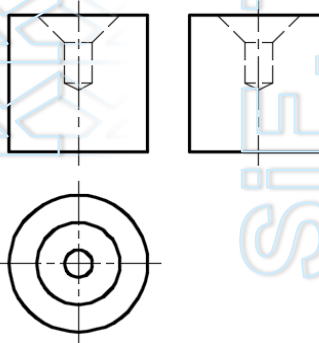
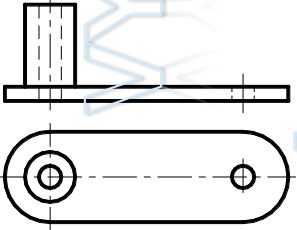
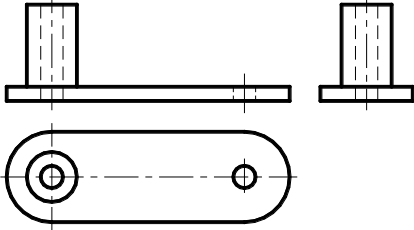
Podľa zadania zadanú riešenú úlohu na dopĺňanie chýbajúceho pohľadu odkreslite a doplňte chýbajúci tretí pohľad na správne miesto. Modely k týmto úlohám si viete pozrieť v axonometrii v *tab. 1.4*.

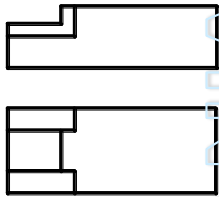
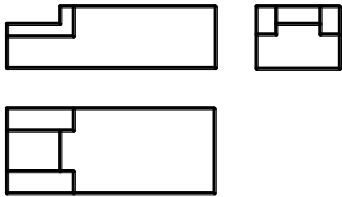
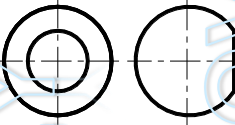
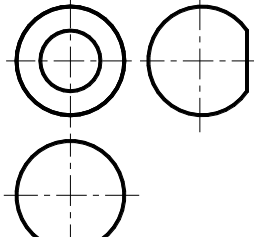
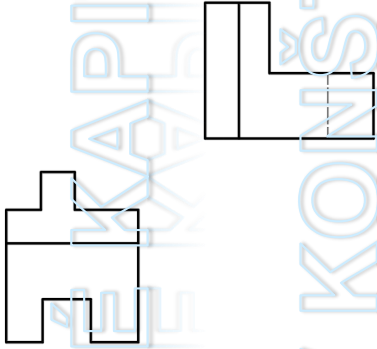
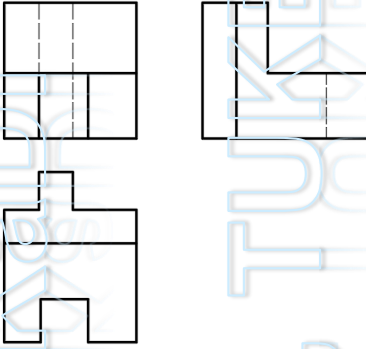
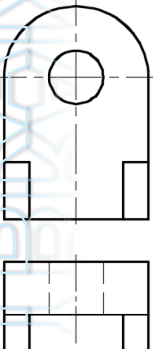
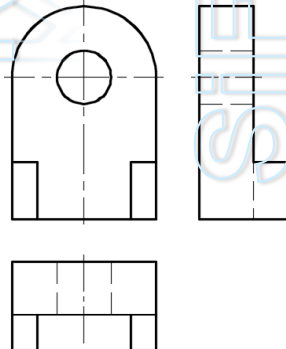
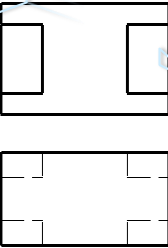
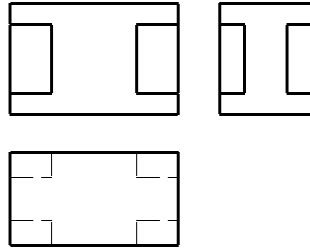
Tab.1.3 Riešené úlohy telies na zobrazenie v troch pohľadoch

	Úloha	Riešenie
1		
2		
3		

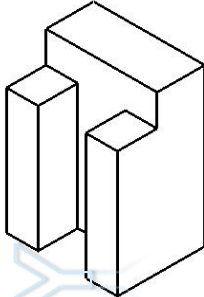
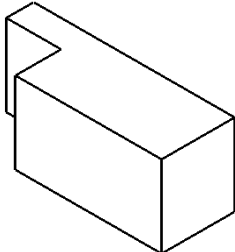
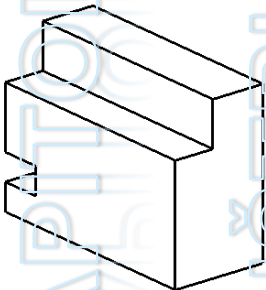
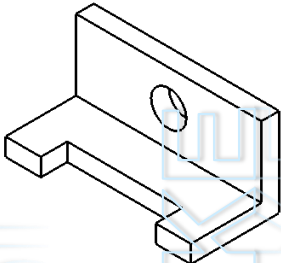
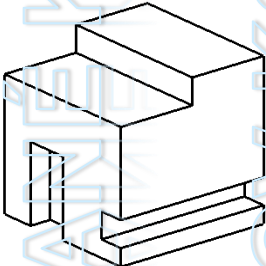
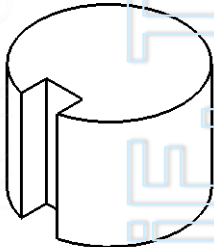
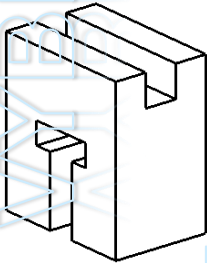
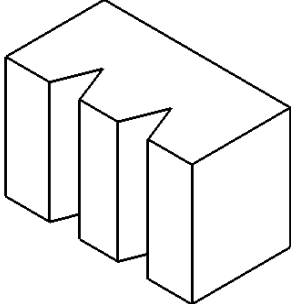
4	
5	
6	
7	

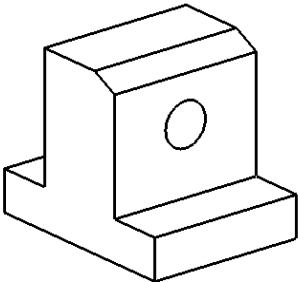
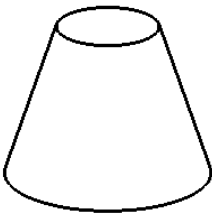
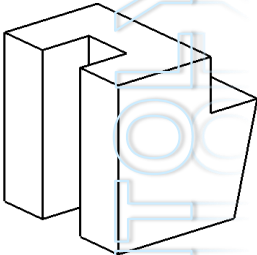
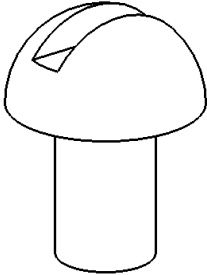
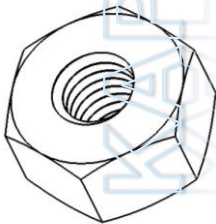
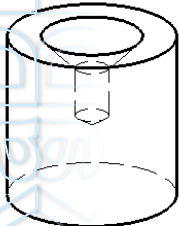
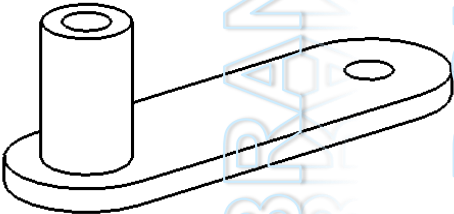
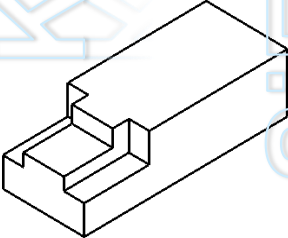
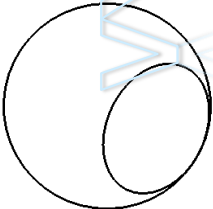
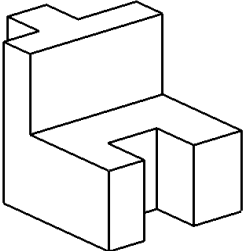
8		
9		
10		
11		

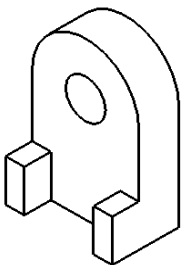
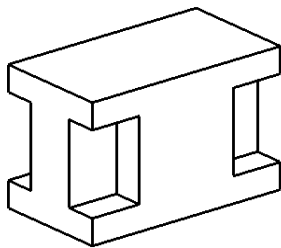
12		
13		
14		
15		

16		
17		
18		
19		
20		

Tab.1.4 Telesá v 3D k riešeným úlohám z tab. 1.3

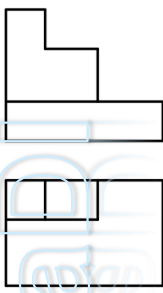
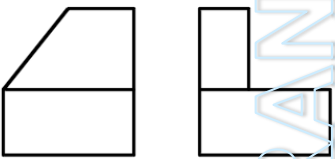
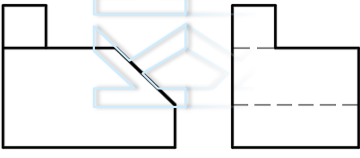
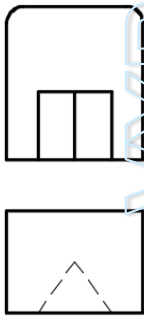
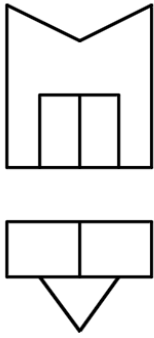
1		2	
3		4	
5		6	
7		8	

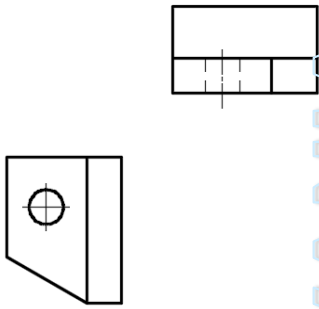
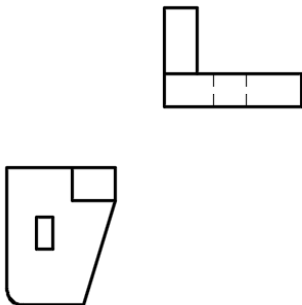
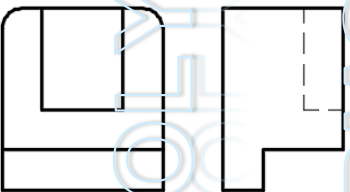
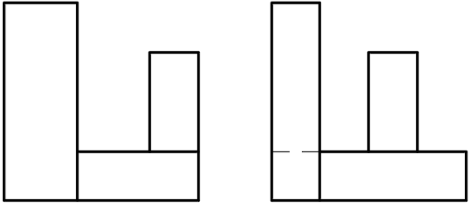
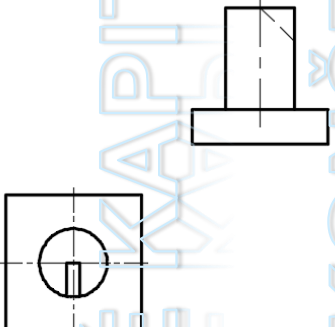
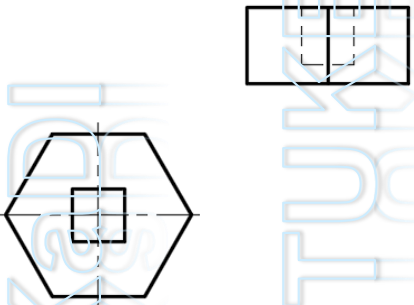
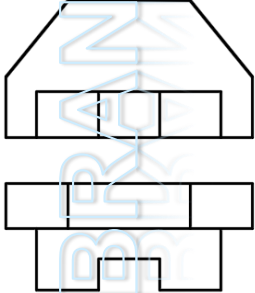
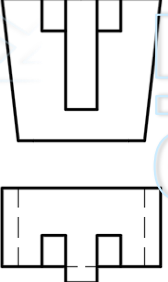
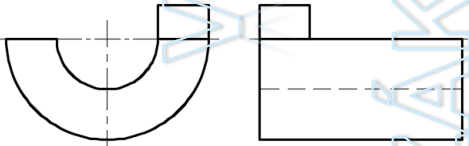
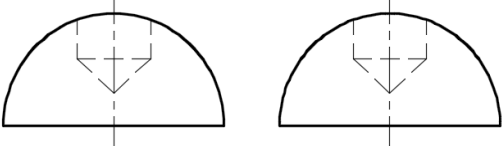
9		10	
11		12	
13		14	
15		16	
17		18	

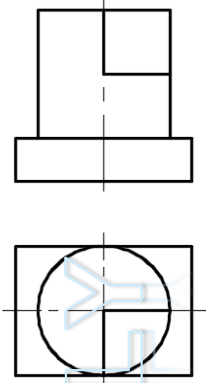
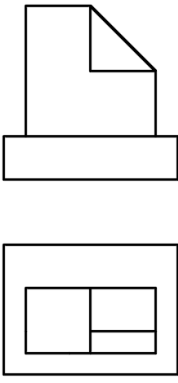
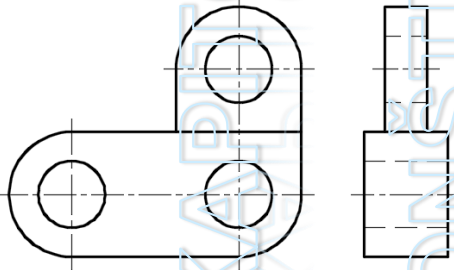
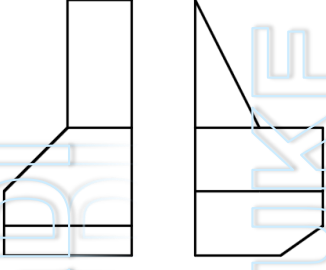
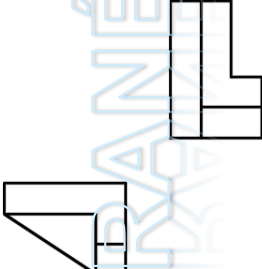
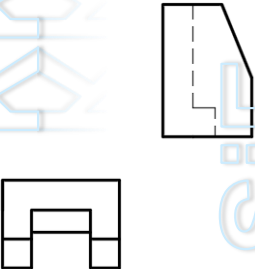
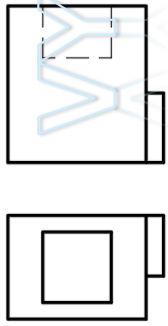
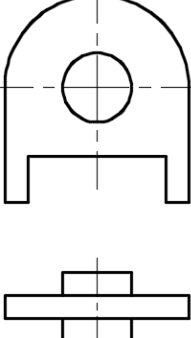
19		20	
----	---	----	---

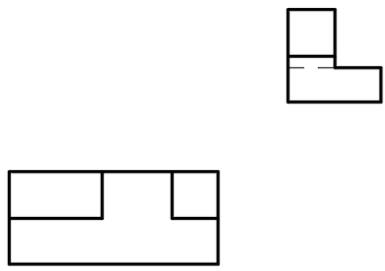
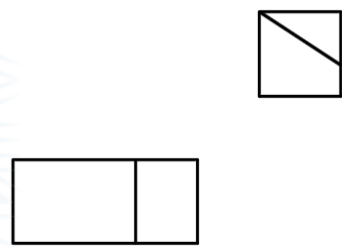
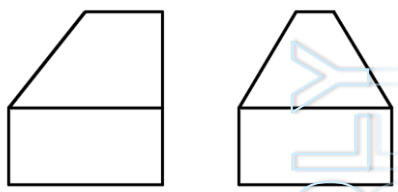
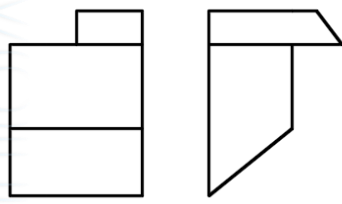
1.7 Zadania na dopĺňanie pohľadov

Tab.1.5 Úlohy telies na zobrazenie v troch pohľadoch- samostatná práca

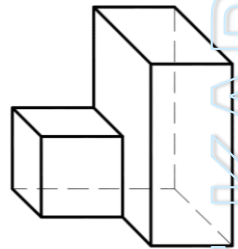
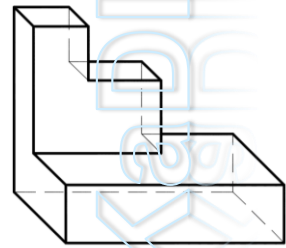
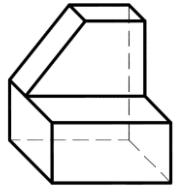
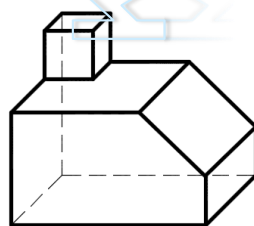
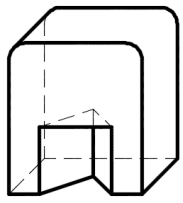
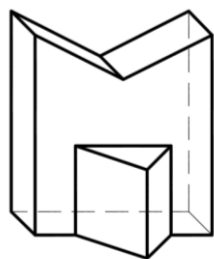
	Úloha		Úloha
1		2	
3		4	
5		6	

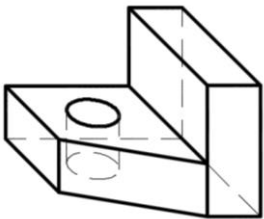
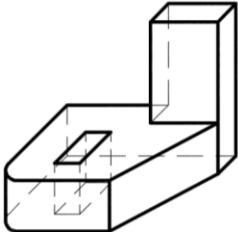
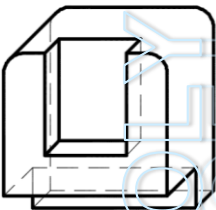
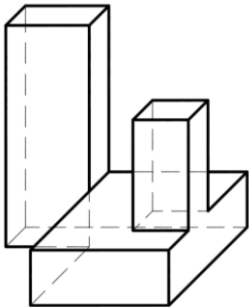
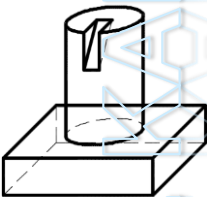
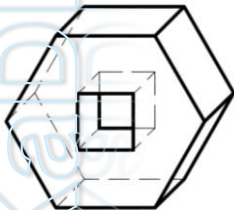
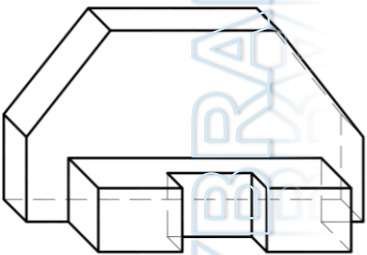
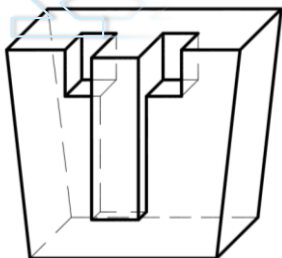
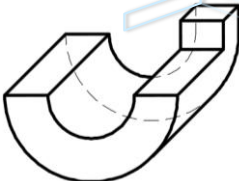
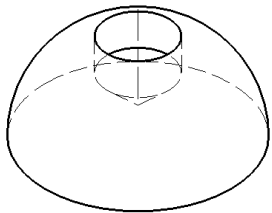
7		8	
9		10	
11		12	
13		14	
15		16	

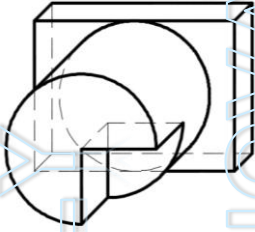
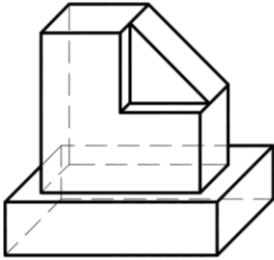
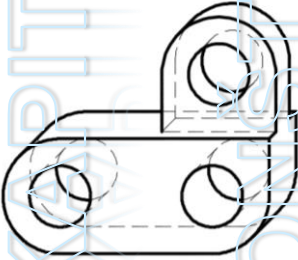
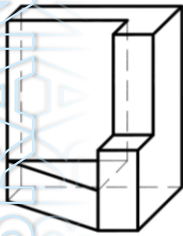
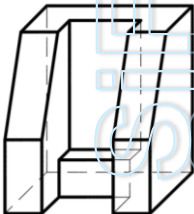
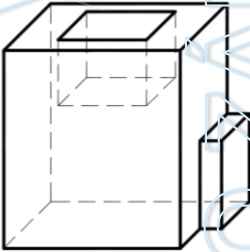
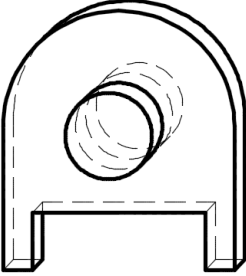
17		18	
19		20	
21		22	
23		24	

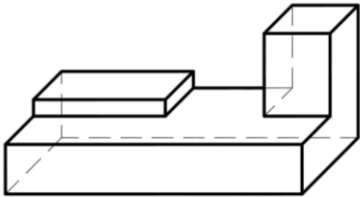
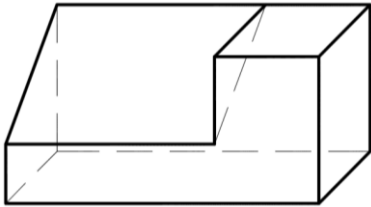
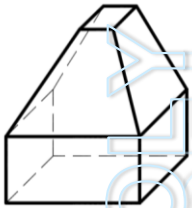
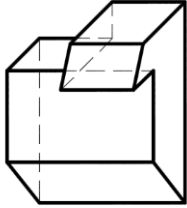
25		26	
27		28	

Tab.1.6 Telesá k úlohám z tab.1.5

	Úloha		Úloha
1		2	
3		4	
5		6	

7		8	
9		10	
11		12	
13		14	
15		16	

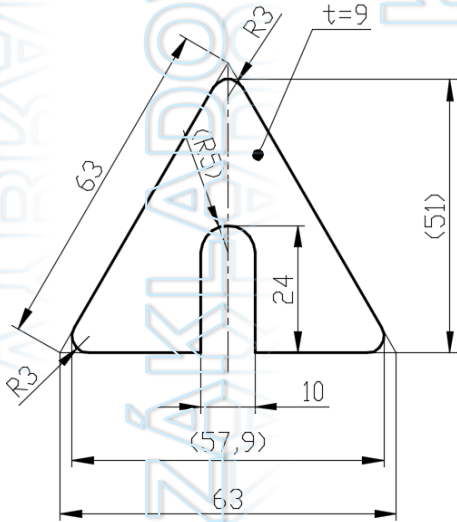
17		18	
19		20	
21		22	
23		24	

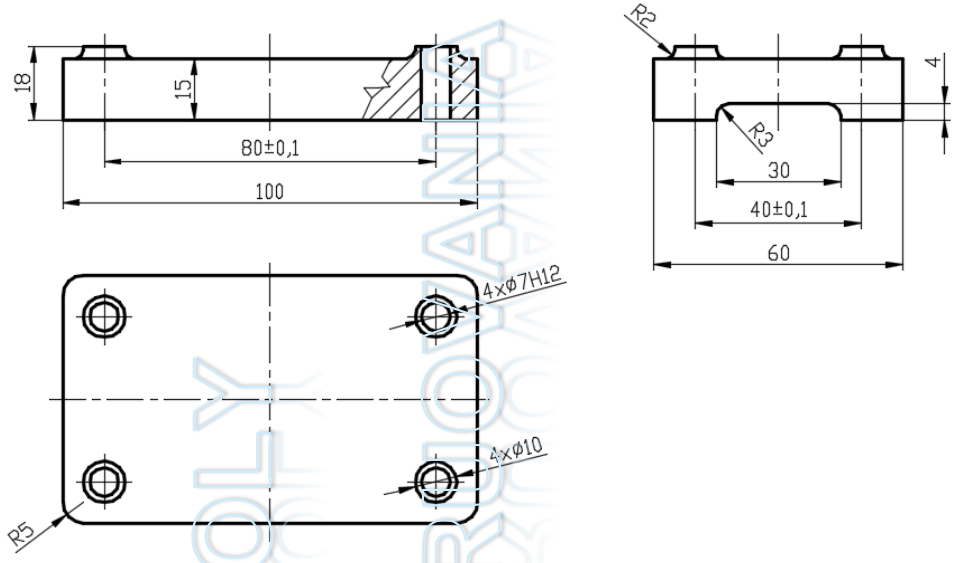
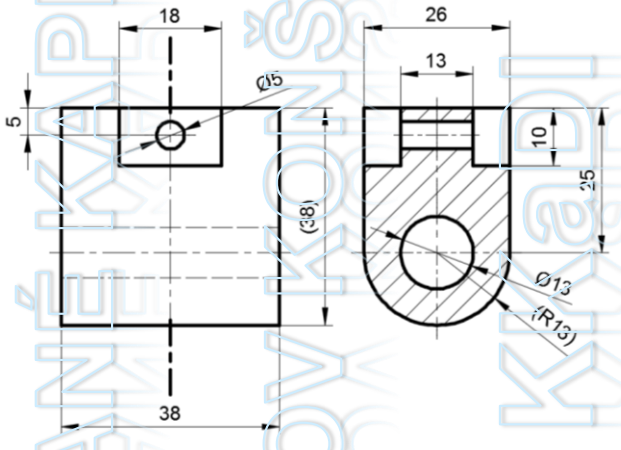
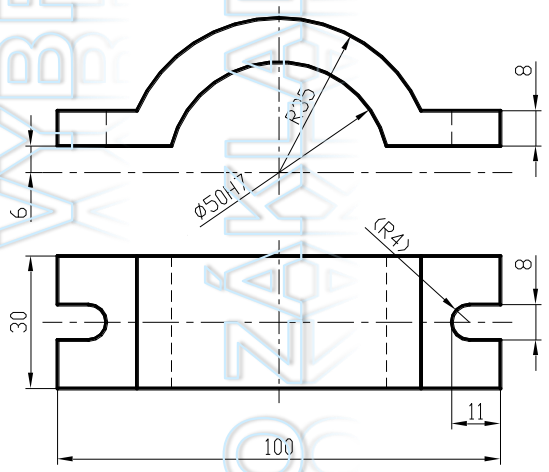
25		26	
27		28	

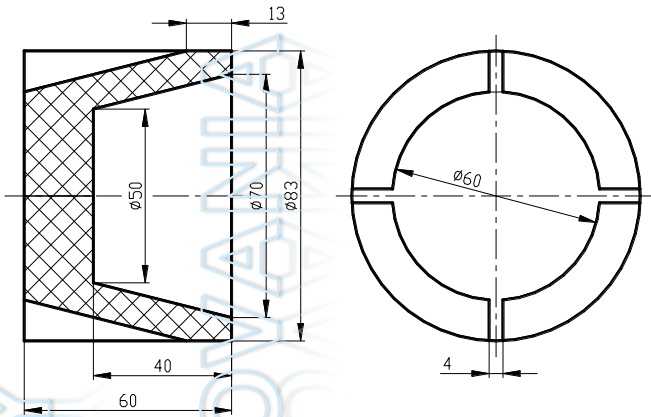
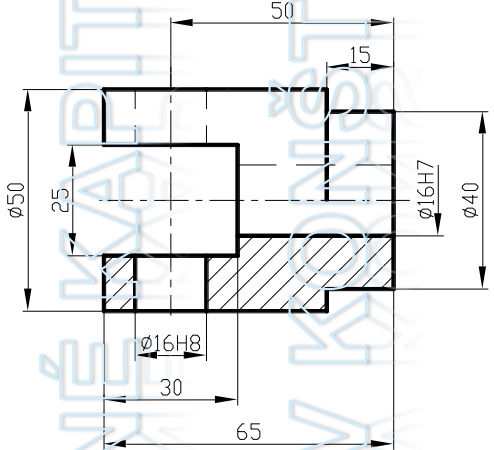
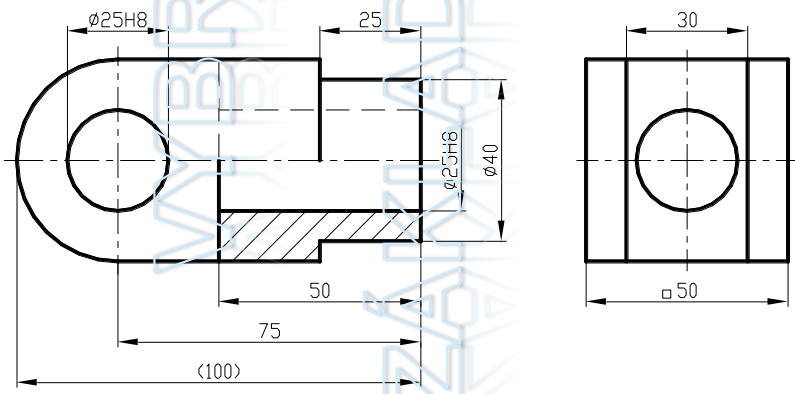
1.8 Vybrané zakótované súčiastky

V tab.1.7 sú niektoré súčiastky z tab.1.1, ktoré sú už riešené so zakótovaním v potrebnom počte pohľadov, v obrázkoch je aj tolerovanie niektorých významných rozmerov. Číslovanie súčiastok je ako v tab.1.1.

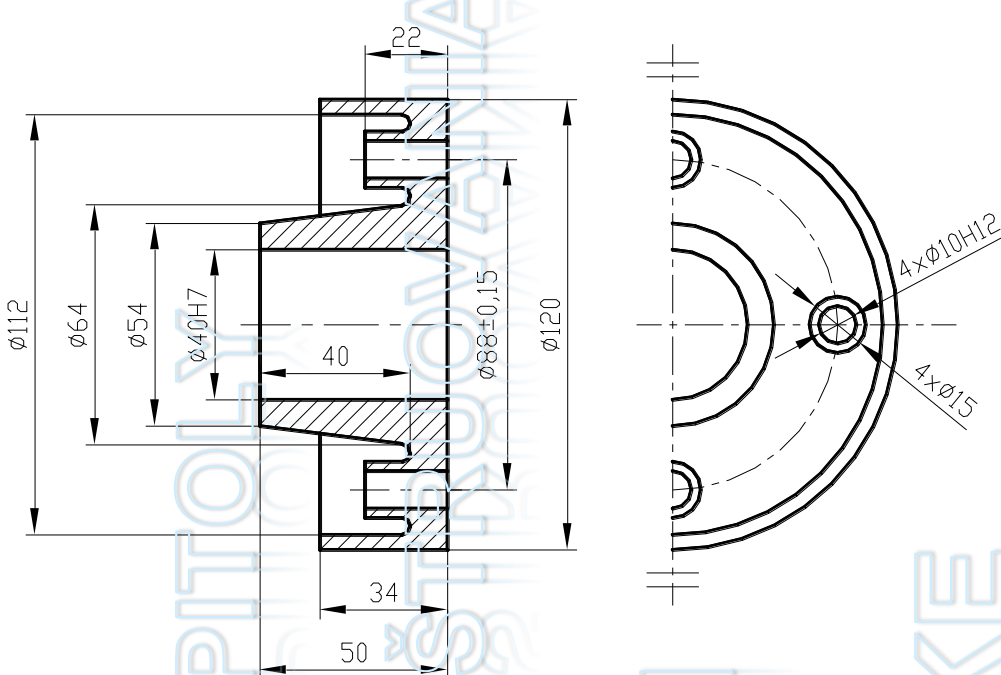
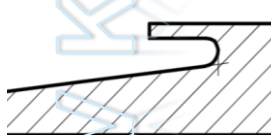
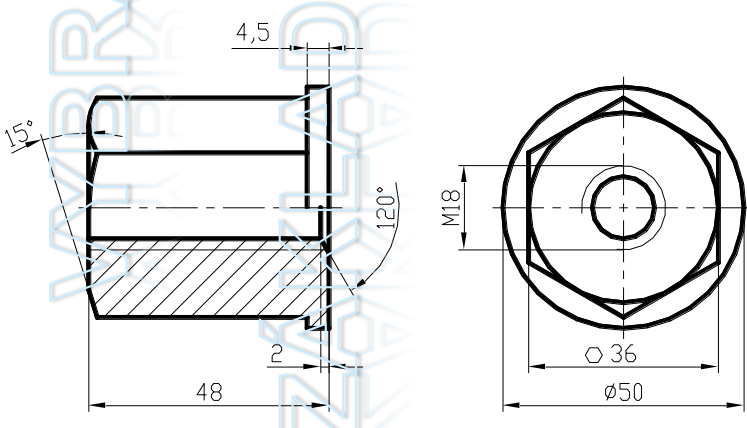
Tab.1.7 Niektoré súčiastky z tab.1.1 zobrazené v potrebnom počte pohľadov so kótovaním

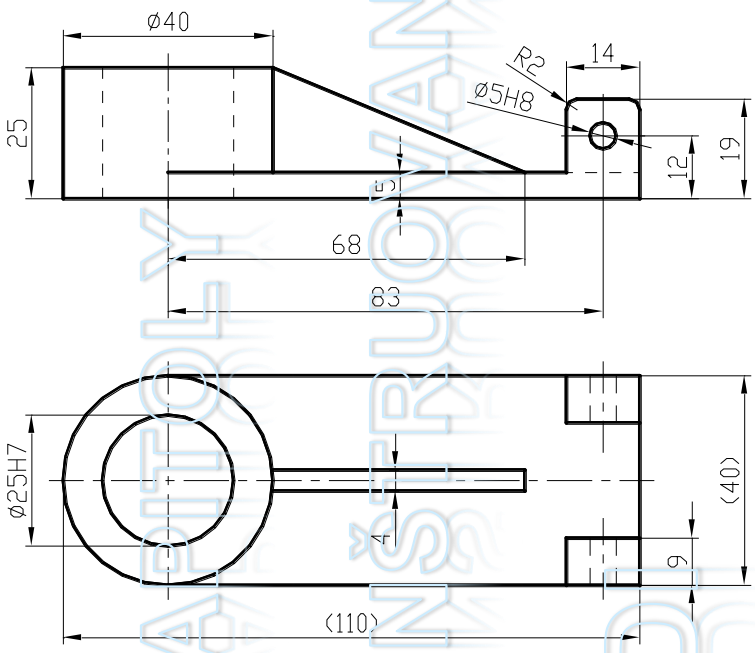
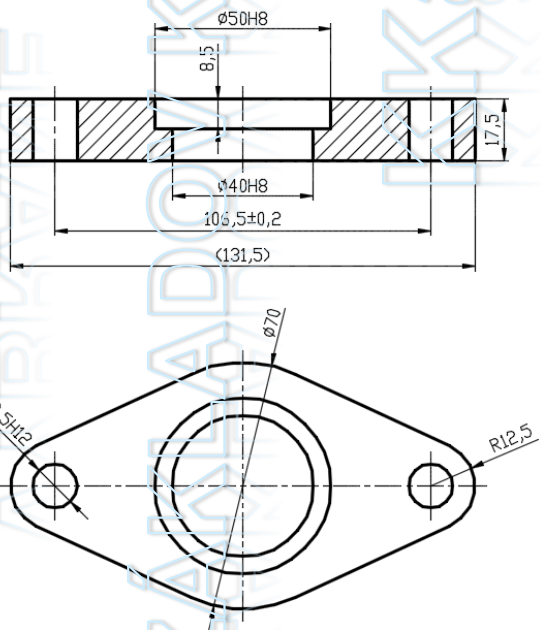
	Riešenie
1	

2	
7	
10	

12	
13	
14	

16	
19	
21	

23	 Poznámka 1 (nad titulným blokom): Nekótované polomery R2 Poznámka 2: Pri priemere Ø64 sa kótuje miesto predĺženia pomocných čiar. 
25	

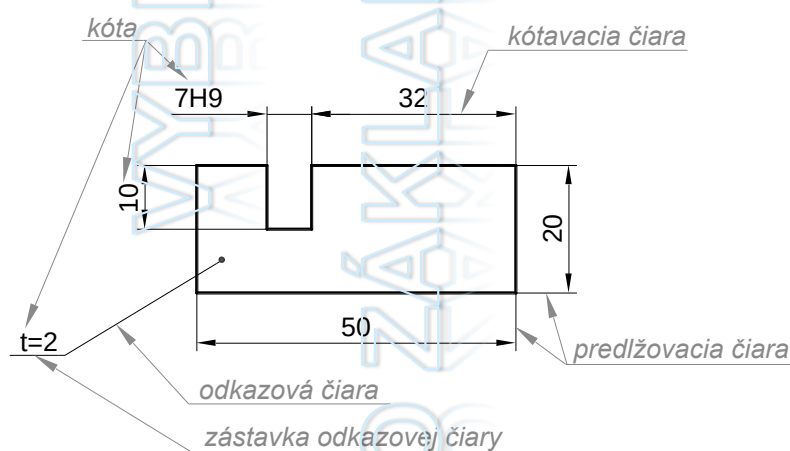
26	
27	

2 URČENIE ROZMEROV GEOMETRICKÝCH PRVKOV TVARU SÚČIASTOK

Na technických výkresoch sa pre určenie rozmerov geometrických prvkov tvaru súčiastok (montážnych jednotiek, komplexov) a vzájomnej polohy tvarových prvkov na súčiastkach sa používajú normalizované grafické prostriedky a značky s číselnými a textovými údajmi, ktoré sa všeobecne nazývajú kótami.

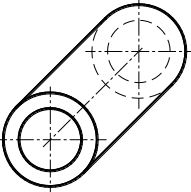
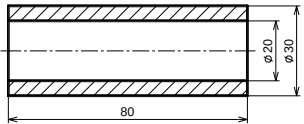
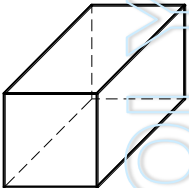
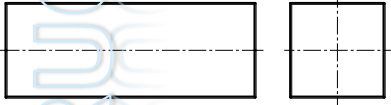
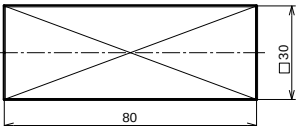
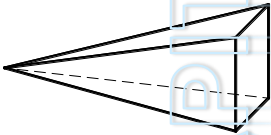
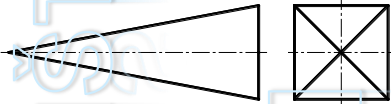
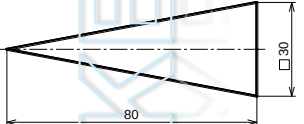
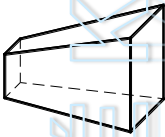
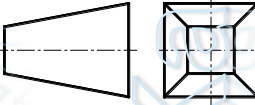
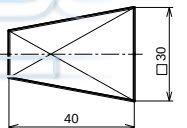
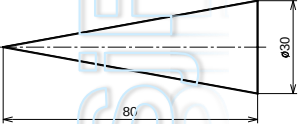
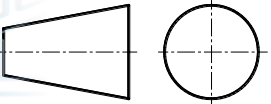
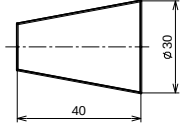
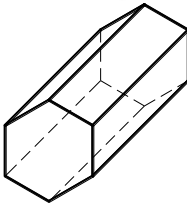
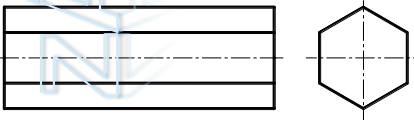
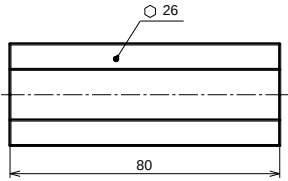
Základné pojmy a pravidlá kótovania:

- ✓ Kóta je číslo určujúce požadovanú alebo skutočnú veľkosť rozmeru alebo polohy 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.
- ✓ Každý prvok má byť na výkrese zakótovaný iba raz.
- ✓ 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.
- ✓ Rovinné uhly sa kótujú v stupňoch, minútach a podobne a v tomto prípade sa značky jednotiek musia zapísať za číselnú kótu, napr. $30^{\circ}45'$, alebo 1,25 rad.
- ✓ Kóta, kótovacie čiary a hraničné značky (šípky) majú pri zobrazení prednosť, ostatné čiary, ktoré by ich pretínali sa musia prerušiť.
- ✓ Kótovacie čiary sa kreslia rovnobežne s kótovaným rozmerom, nesmú sa vzájomne pretínať ani splývať s inou čiarou (napríklad s hranou, osou, predĺžovacou čiarou a podobne).
- ✓ Predĺžovacie (pomocné, vynášacie) čiary sa kreslia kolmo na kótovaný prvok, alebo smerujú do vrcholu uhlu. V prípadoch keď je kóta takto nakreslená nejasná, môžu sa predĺžovacie čiary kresliť šikmo. Ako predĺžovaciu čiaru je možné použiť aj predĺženie osi. Predĺžovacie čiary sa môžu pretínať.



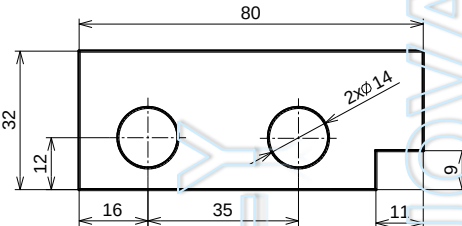
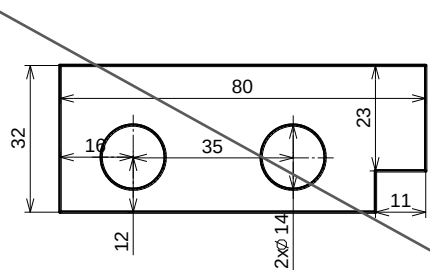
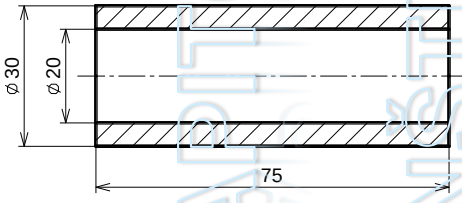
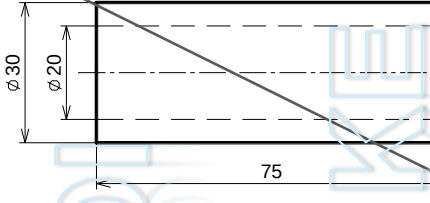
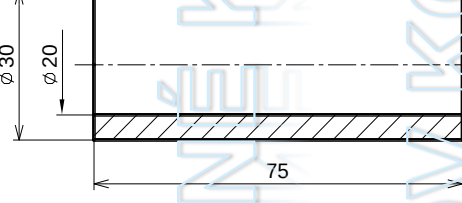
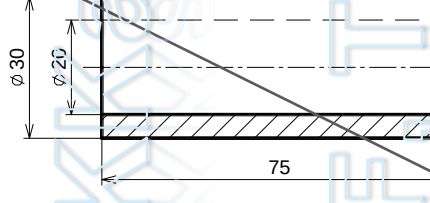
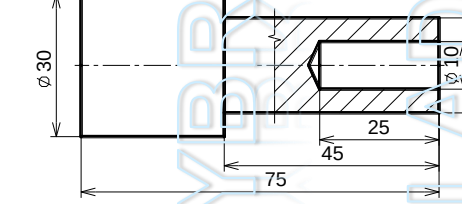
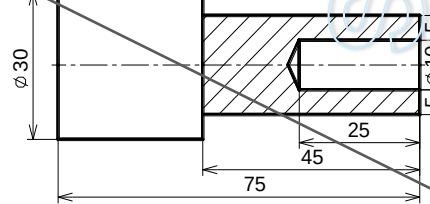
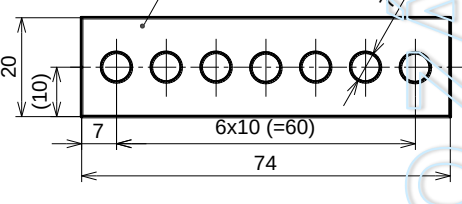
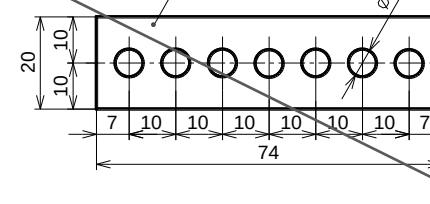
Obr. 2.1 Kótovanie – základné pojmy

Tab. 2.1 Príklady kótovania základných geometrických prvkov

Axonometrické zobrazenie	Kolmé zobrazenie	Príklad kótovania
		
		
		
		
		
		
		

V tab.2.2 sú uvedené príklady správneho a nesprávneho kótovania vybraných súčiastok a tvarových prvkov.

Tab. 2.2 Príklady správneho a nevhodného kótovania vybraných súčiastok

Správne kótovanie	Nevhodné kótovanie
	
	
	
	
	

Tab. 2.2 Príklady správneho a nevhodného kótovania vybraných súčiastok – pokračovanie

Správne kótovanie	Nevhodné kótovanie

2.1 Kótovanie kužeľov

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:

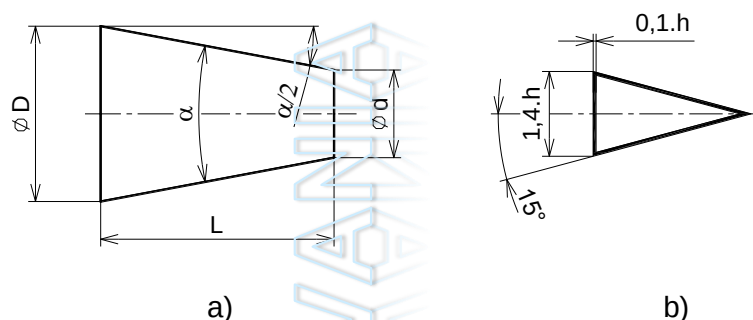
- ✓ kužeľovitost' „X“ – definovaná ako pomer rozdielu priemerov kužeľa v dvoch priečných rezoch a vzdialenosti medzi nimi (obr. 2.2), t.j.

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

- ✓ α – vrcholový uhol [°],
- ✓ D – priemer kužeľa na veľkej základni [mm],
- ✓ d – priemer kužeľa na malej základni [mm],
- ✓ L – dĺžka kužeľa [mm].

Hodnotu kužeľovitosti „X“ je možné vyjadriť:

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



Obr. 2.2 a) Kótovanie kužeľov, b) grafická značka pre kužeľ

Tab. 2.3 Príklady riešenia úloh na výpočet kužeľovitosti

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

Rady normalizovaných hodnôt vrcholových kužeľov a pomerových údajov kužeľovitosti 1 : X stanovuje norma STN EN ISO 1119: 2012 Geometrické špecifikácie výrobkov (GPS). Rady kužeľovitosti a uhlov kužeľov.

Tab. 2.4 Hodnoty kužeľovitosti kužeľov pre použitie na bežných strojových súčiastkach

1 rad							
1:X	1 : 3	1 : 5	1 : 10	1 : 20	1 : 50	1 : 100	1 : 200
α	18°55'28,7"	11°25'16,3"	5°43'29,3"	2°51'51,1"	1°8'45,2"	0°34'22,6"	0°17'11,3"
$\alpha/2$	9°27'44,35"	5°42'38,15"	2°51'44,65"	0°34'22,6"	0°34'22,6"	0°17'11,3"	0°8'35,65"
2 rad							
1:X	1 : 4	1 : 6	1 : 7	1 : 8	1 : 12	1 : 15	1 : 30
α	14°15'0,1"	9°31'38,2"	8°10'16,4"	7°9'9,6"	4°46'18,8"	3°49'5,9"	1°54'34,9"
$\alpha/2$	7°7'30,05"	4°45'8,2"	4°5'8,2"	3°34'34,8"	2°23'9,4"	1°54'32,95"	0°57'17,45"

Niektoré bežne používané kužeľovitosti:

1 : 3	vretená brúsok,
1 : 3,333	kužeľové dutiny pre upínanie frézovacích hláv,
3,5 : 12	kužeľové dutiny vretien frézok, kužeľové spojky nástrojov, frézovacie trne, regulačné puzdra,
1 : 4	konce vretien hrotových a revolverových sústruhov,
1 : 5	konce brúsnych vretien, kotúče trecích spojok, pätné čapy,
1 : 7	kalové skrutky,
1 : 10	kužeľové konce hriadeľov, guľové čapy riadenia, staviace ložiskové púzdra, upínacie hroty, rozpínacie puzdra,
1 : 12	vŕtanie valivých radiálnych ložísk a kužeľovou dierou, upevňovacie a sťahovacie puzdra valivých ložísk,
1 : 15	rozpínacie puzdra a trne,
1 : 16	trubkový závit kužeľový, vypúšťacie skrutky, metrický závit kužeľový,
1 : 20	upínacie dutiny vretien obrábacích strojov, kužeľ hlavy a hriadeľ volantu, kužeľové stopky a dutiny nástrojov, trne a rozpínacie puzdra,
1 : 30	mazacie závitky k nalisovaniu, kužeľové diery výhrubníkov a výstružníkov,
1 : 50	kužeľové koľíky, stopky valčekových kalibrov,
1 : 100	malé otvory v jemnej mechanike, výstružníky pre malé otvory.

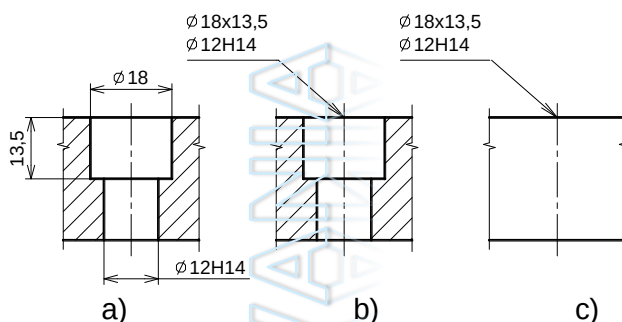
Nástrojové kužele (kužeľové stopky nástrojov) sú označované ako kužele *MORSE* s číselným označením veľkosti (Tab. 2.5).

Tab. 2.5 Označovanie kužeľových stopiek nástrojov

Označenie	MORSE 0	MORSE 1	MORSE 2	MORSE 3	MORSE 4	MORSE 5	MORSE 6
Kužeľovitost' 1 : X	1 : 19,212	1 : 20,047	1 : 20,020	1 : 19,922	1 : 19,254	1 : 19,002	1 : 19,180
Veľký priemer D[mm]	9,045	12,065	17,780	23,825	31,267	44,399	63,348

2.2 Kótovanie dier

Ak je zobrazenie dier na výkrese veľmi malé, alebo diery sú zobrazené zjednodušene, možno použiť zjednodušené zobrazenie a kótovanie dier podľa normy *STN ISO 15786: 2001 Technické výkresy. Zjednodušené znázorňovanie a kótovanie dier*. Okrem úplného znázornenia a kótovania dier (obr.2.3 – a) je možné použiť úplné zobrazenie so zjednodušeným kótovaním (obr.2.3 – b) alebo zjednodušené znázornenie so zjednodušeným kótovaním (obr.2.3 – c).



Obr. 2.3 a) Úplné zobrazenie a kótovanie diery, b) úplné zobrazenie so zjednodušeným kótovaním diery, c) zjednodušené znázornenie so zjednodušeným kótovaním diery

Vo všeobecnosti môžeme diery, ako akýkoľvek iný konštrukčný prvok predpísať na výkrese súborom dát, usporiadaným podľa nasledujúceho príkladu:

2x/6 $\phi 20H13$ (E) Ra1,6 x 30 +0,3/0 U Ra6,3

kde:

- 2x – počet skupín dier,
- 6x – počet dier,
- $\phi 20$ – veľkosť priemeru,
- H13 – medzné odchýlky priemeru diery,
- (E) – podmienka obalovej plochy (ISO 8015),
- Ra1,6 – drsnosť povrchu diery,
- 30 – hĺbka diery,
- +0,3/0 – medzné odchýlky pre hĺbku diery,
- U – značka tvaru dna diery alebo tvaru zahĺbenia,
 U – valcový tvar zahĺbenia s plochým dnom alebo valcová diera s plochým dnom,
 V – kužeľový tvar zahĺbenia alebo diery s kužeľovým dnom,
 U – udaný rozmer (hĺbka) je vrátane dĺžky kužeľového ukončenia diery,
- Ra6,3 – drsnosť dna diery alebo zahĺbenia.

2.3 Presnosť rozmerov súčiastok – tolerovanie

Výkresom predpísané rozmery (bez tolerancií) sú v skutočnosti len teoretické. Pri výrobe súčiastok vznikajú nepresnosti spôsobené zvolenou technológiou výroby, vlastným výrobným procesom a ľudským faktorom. Skutočný rozmer súčiastky sa od ideálneho odlišuje v určitých medziach. Predpisovanie týchto medzí a tým aj presností, s akou majú byť súčiastky vyrobené, sa uskutočňuje *tolerovaním*. Je potrebné dovoliť nepresnosť vopred účelne stanoviť a na výrobnom výkrese predpísať tolerancie rozmerov, tolerancie tvaru a polohy plôch. Rovnako je potrebné na výkrese predpísať aj parametre, ktoré charakterizujú kvalitu povrchu plôch.

2.3.1 Normalizovaná tolerancia

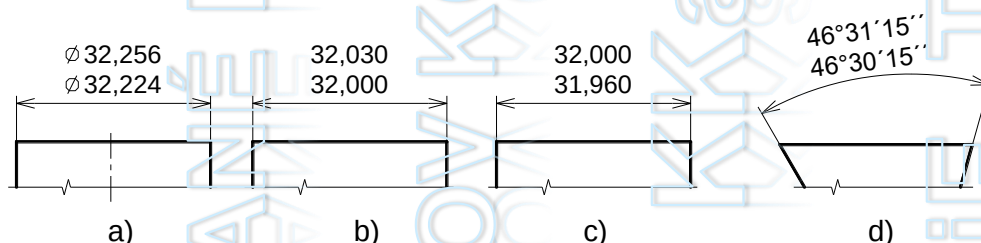
Normalizovaná tolerancia je označovaná písmenami IT a číslom (01, 0, 1, 2, ..., 18) a je to ktorákoľvek z tolerancií stanovených normalizovanou sústavou tolerancií a uložení ISO. Pre menovité rozmery od 0 mm do 500 mm udáva sústava 20 tolerančných stupňov označených IT01, IT0, IT1, IT2 až IT18. Ich použitie je nasledovné:

- ✓ IT01 až IT4 – výroba kalibrov a meradiel,
- ✓ IT3 až IT6 – výroba ložísk,
- ✓ IT5 až IT11 – presné a všeobecné strojárstvo,
- ✓ IT11 až IT16 – výroba polotovarov,
- ✓ IT13 až IT 18 -- výroba oceľových konštrukcií.

2.3.2 Predpis presnosti rozmerov pomocou horného a dolného medzného rozmeru

V niektorých prípadoch je výhodné (napríklad ak budú rozmery kontrolované kalibrmi) použiť predpísanie presnosti pomocou medzných rozmerov. Tento spôsob sa používa pre dĺžkové rozmery, vrátane priemerov, ako aj pre uhlové rozmery. Pri tomto predpisovaní:

- ✓ medzné rozmery sa predpisujú hodnotami horného (maximálneho) a dolného (minimálneho) rozmeru (obr.2.4),
- ✓ horný medzný rozmer sa zapisuje nad dolný medzný rozmer,
- ✓ medzné rozmery sa zapisujú s rovnakým počtom desiatinných miest.



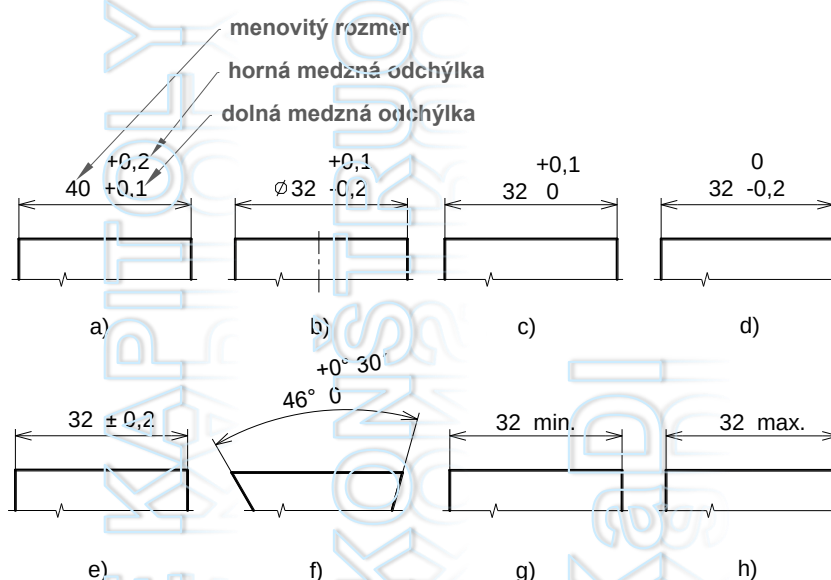
Obr. 2.4 Predpisovanie medzných rozmerov číselnými hodnotami a) pre priemer, b) a c) pre dĺžkový rozmer, d) pre uhol

2.3.3 Predpis presnosti rozmerov pomocou medzných odchýlok

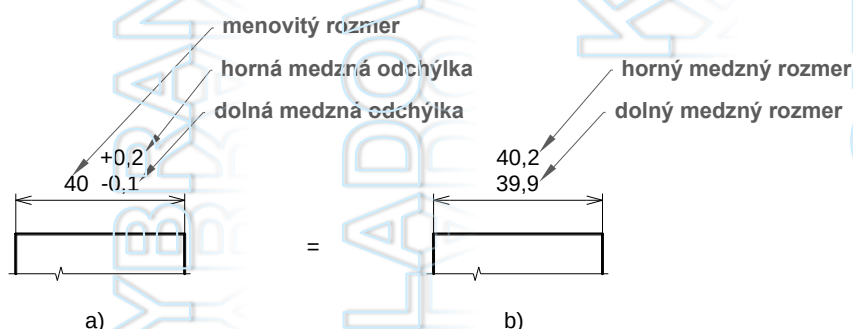
Pri spôsobe predpisu presnosti pomocou medzných odchýlok je potrebné dodržiavať tieto pravidlá:

- ✓ kóta rozmeru s číselne vyjadrenými medznými odchýlkami (obr.2.5 – a,b) sa zapisuje v poradí:
 1. menovitý rozmer,
 2. medzné odchýlky,
- ✓ medzné odchýlky sa zapisujú číslami rovnakej veľkosti ako menovitý rozmer,
- ✓ dolná medzná odchýlka sa zapisuje v rovnakom riadku ako menovitý rozmer,
- ✓ horná medzná odchýlka sa zapisuje o riadok vyššie,

- ✓ obe medzné odchýlky sa zapisujú s rovnakým počtom desatinných miest s výnimkou nulovej medznej odchýlky,
- ✓ ak je jedna z medzných odchýlok nulová, zapíše sa číslo 0 (nula) (obr.2.5 – c, d),
- ✓ medzné odchýlky súmerné vzhľadom k nulovej čiare sa zapisujú jedným číselným údajom a pred týmto údajom je značka $\pm$ (obr.2.5 – e),
- ✓ uhlové medzné odchýlky sa majú predpisovať ako súmerné, alebo ako jednostranné, to znamená, že jedna z odchýlok musí byť nulová,
- ✓ pri predpisovaní uhlových medzných odchýlok je potrebné zapísať aj nulové hodnoty v uhloch (obr.2.5 – f)
- ✓ ak je podmienka obmedzenia rozmeru zhora alebo zdola, zapíše sa pred menovitý rozmer „max“ alebo „min“ (obr.2.5 – g, h).



Obr. 2.5 Predpisovanie presnosti rozmerov medznými odchýlkami



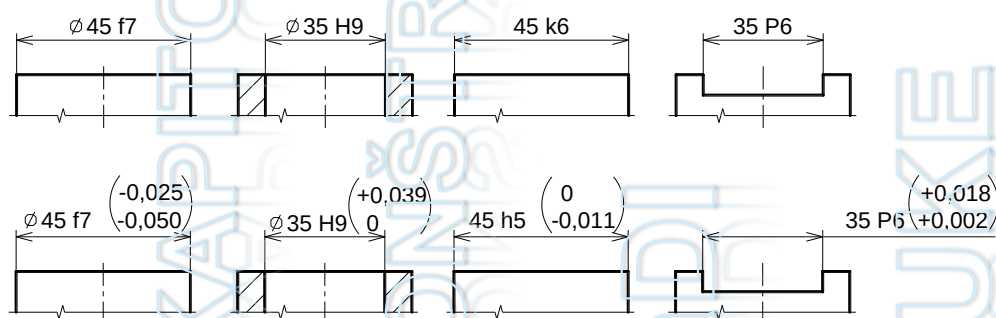
Obr. 2.6 Predpisovanie presnosti rozmerov a) medznými odchýlkami, b) medznými rozmermi

2.3.4 Predpis presnosti rozmerov pomocou menovitého rozmeru

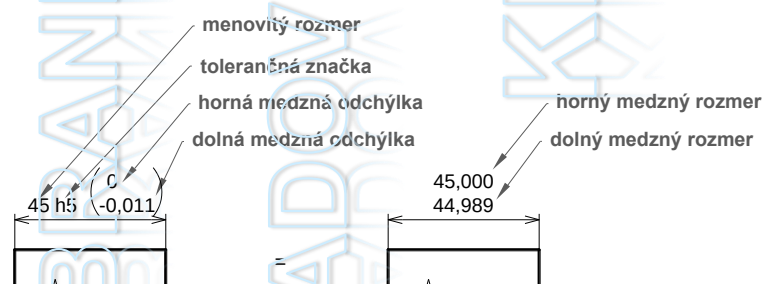
s tolerančnou značkou

Pre zápis presnosti pomocou menovitého rozmeru a tolerančnou značkou je potrebné dodržiavať tieto pravidlá:

- ✓ kóta tolerovaného rozmeru sa zapisuje v tomto poradí (obr.2.7):
 1. menovitý rozmer,
 2. tolerančná značka,
- ✓ ak je potrebné k tolerančnej značke zapísať aj číselné hodnoty medzných odchýlok, je to možné zapísať do oblých zátvoriek tak, aby dolná medzná odchýlka bola v riadku s menovitým rozmerom a horná medzná odchýlka bola o riadok vyššie (obr.2.7), alebo sa medzné odchýlky zapíšu do „tolerančnej tabuľky“ (pozri obr. 2.12).



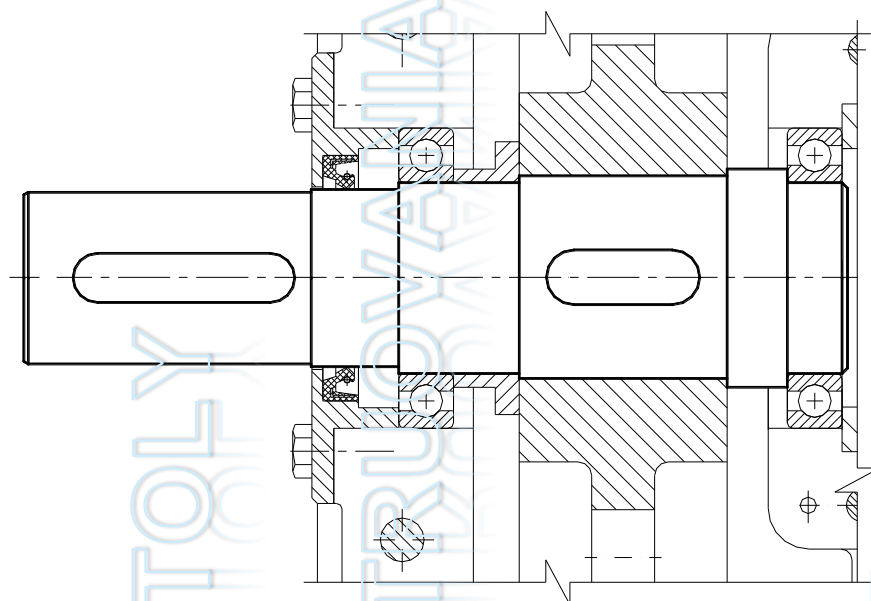
Obr. 2.7 Predpisovanie presnosti rozmerov pomocou menovitého rozmeru a tolerančnou značkou



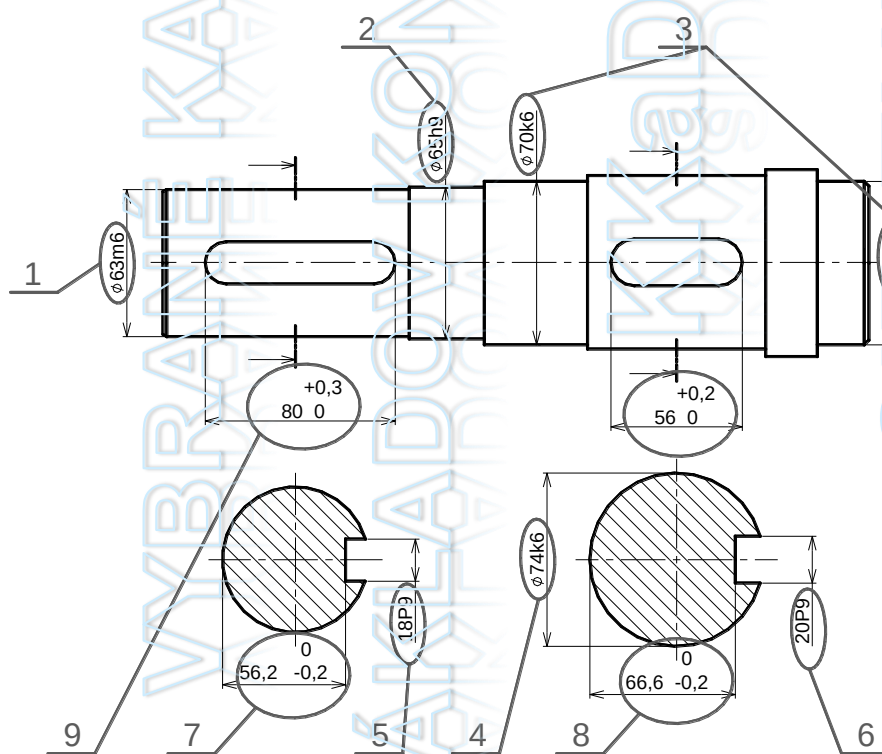
Obr. 2.8 Predpisovanie presnosti rozmerov

2.3.5 Predpis presnosti rozmerov – príklady

Na obr.3.11 je zobrazená časť uloženia vstupného hriadeľa prevodovky. Na príklade kótovania hriadeľa si názorne ukážeme, ako postupovať pri voľbe tolerancií v konkrétnych prípadoch.



Obr. 2.9 Uloženie vstupného hriadeľa prevodovky



Obr. 2.10 Predpis presnosti rozmerov na hriadeľi – príklad

Na obr. 2.10 sú názorne predpísané tolerancie pre jednotlivé funkčné kóty, ktoré sú volené nasledovne:

1. Rozmer „ $\phi 63m6$ “ – jedná sa o priemer valcového konca hriadeľa voleného z 2. rady podľa *STN 01 4990 (Valcové konce hriadeľov)*, podľa tejto normy je medzná odchýlka pre priemer 63 práve $m6$. Táto norma ďalej stanovuje, tieto odchýlky pre dané priemery:
 - (od 6 do 30 mm) je tolerančné pole – $j6$,
 - (od 32 do 50 mm) je tolerančné pole – $k6$,
 - (od 55 do 160 mm) je tolerančné pole – $m6$.

2. Rozmer „ $\phi 65h9$ “ – jedná sa o priemer hriadeľa pod tesnením „Gufero“, kde podľa *STN 02 9401* sa má medzná odchýlka hriadeľa voliť v rozmedzí $h8$ až $h11$.

3. Rozmer „ $\phi 70k6$ “ – jedná sa o priemer hriadeľa pod vnútorným ložiskovým krúžkom guľkového ložiska.

Správne uloženie ložiskových krúžkov (vnútorného na hriadeľ a vonkajšieho v ložiskovom telese) je veľmi dôležité a má veľký vplyv na využitie únosnosti a na jeho funkciu v uložení. Zásadne by mali byť obidva ložiskové krúžky uložené s presahom, pretože iba tak sa dosiahne ich spoľahlivé podopretie po celom obvode a radiálne upevnenie proti pretáčeniu. Aby sa uľahčila montáž a demontáž nerozoberateľných ložísk, alebo aby sa zaistila statická určitosť uloženia a posuvnosť voľného ložiska v axiálnom smere, volí sa uloženie jedného z krúžkov s vôľou.

S vôľou možno uložiť ten krúžok, ktorý je bodovo zaťažovaný, pretože len pri takomto zaťažení nemôže nastať odvalovanie a preklzavanie krúžku. Bodové zaťaženie nastáva napríklad vtedy, keď sa ložiskový krúžok neotáča a vonkajšia sila smeruje do toho istého miesta obežnej dráhy.

Ak je krúžok obvodovo zaťažovaný, to je ak sa krúžok otáča voči smeru radiálneho zaťaženia, musí byť uložený s presahom.

Najčastejšie bývajú v praxi prípady valivého uloženia s obvodovým zaťažením vnútorného krúžku ložiska a s bodovým zaťažením vonkajšieho krúžku. V tom prípade sa musí vnútorný krúžok uložiť s presahom a vonkajší sa uloží s vôľou.

Tolerančné zóny čapov hriadeľov pre valivé ložiská s medznou odchýlkou otvoru vnútorného krúžku „K“ sú:

- pre bodové zaťaženie $g5, g6, h5, h6$,
- pre obvodové zaťaženie $j5, j6, k5, k6, m5, m6, n6, p6$.

Tolerančné zóny otvorov telies pre valivé ložiská s medznou odchýlkou priemeru vonkajšieho krúžku „h“ sú:

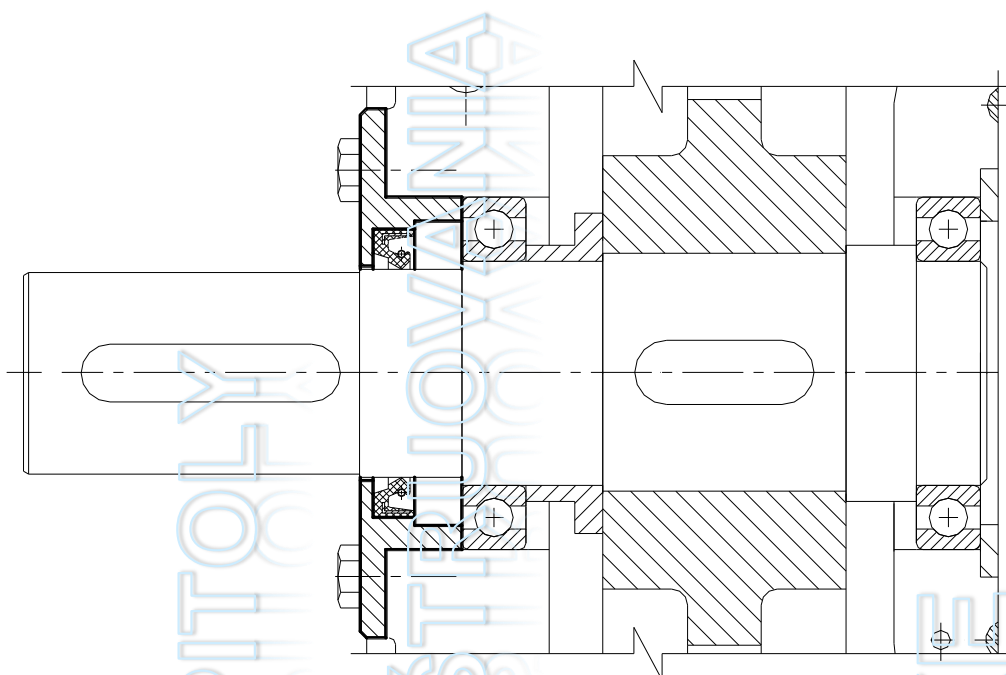
- pre bodové zaťaženie $G6, H6, H7, H8$,
- pre obvodové zaťaženie $J6, J7, K6, K7, M6, M7, N7, P7$.

4. Rozmer „ $\phi 74k6$ “ – jedná sa o priemer hriadeľa v mieste pripevnenia ozubeného kolesa. V tomto prípade je potrebné vedieť, že pre zriedka rozoberateľné súčiastky (poistené proti otáčaniu) – ako napríklad ozubené kolesá sa používa uloženie v sústave jednotnej diery $H6/k5$, alebo $H7/k6$.

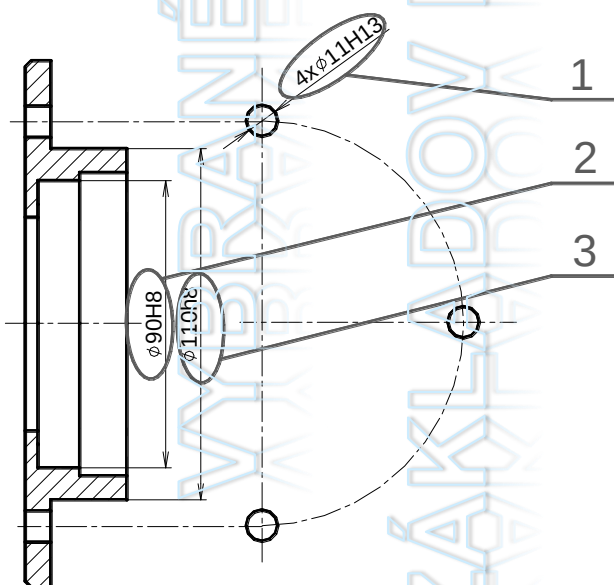
To znamená, že pripojovací otvor v ozubenom kolese má odchýlku H6 alebo H7 a priemer hriadeľa v mieste pripojenia ozubeného kola k5 alebo k6. V sústave jedného hriadeľa je to uloženie K7/h6, to znamená, že pripojovací otvor v ozubenom kolese má odchýlku K7 a priemer hriadeľa v mieste pripojenia ozubeného kola h6.

5. Rozmer 18P9 – jedná sa o veľkosť šírky žliabku pre pero. Podľa STN 02 2562 (*Perá tesné s medznými odchýlkami šírky e7 alebo h9*) pre priemer hriadeľa od 58 do 65 mm je šírka žliabku pre pero v hriadeli $b=18\text{mm}$ s medznou odchýlkou P9.
6. Rozmer 20P9 – jedná sa o veľkosť šírky žliabku pre pero. Podľa STN 02 2562 (*Perá tesné s medznými odchýlkami šírky e7 alebo h9*) pre priemer hriadeľa od 65 do 75 mm je šírka žliabku pre pero v hriadeli $b=20\text{mm}$ s medznou odchýlkou P9.
7. Rozmer $56,2 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,2 \end{smallmatrix}$ je rozmer, ktorý určuje veľkosť hĺbky žliabku pre pero v hriadeli (STN 02 2562) a teda vypočíta sa na základe veľkosti „t“, ktorá je pre priemer hriadeľa 63 rovná $t=6,8$ a to ako rozdiel $d - t = 63 - 6,8 = 56,2 \text{ mm}$.
 Odchýlka hĺbky žliabku podľa normy je $6,8 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ 0 \end{smallmatrix}$, to znamená, že odchýlka pre vypočítaný rozmer je $56,2 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,2 \end{smallmatrix}$.
8. Rozmer $66,6 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,2 \end{smallmatrix}$ je rozmer, ktorý určuje obdobne ako v predchádzajúcom prípade pre priemer hriadeľa 74 je $t=7,4$ a teda $d - t = 74 - 7,4 = 66,6 \text{ mm}$.
 Odchýlka hĺbky žliabku podľa normy je $7,4 \begin{smallmatrix} +0,2 \\ 0 \end{smallmatrix}$, to znamená, že odchýlka pre vypočítaný rozmer je $66,6 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,2 \end{smallmatrix}$.
9. Rozmer dĺžok žliabok pre pero je určený podľa STN 02 2562 (*Perá tesné s medznými odchýlkami šírky e7 alebo h9*).

Na obr.2.11 je zobrazená časť uloženia vstupného hriadeľa prevodovky. Na príklade kótovania veka si názorne ukážeme, ako postupovať pri voľbe tolerancií v konkrétnych prípadoch.



Obr. 2.11 Uloženie vstupného hriadeľa prevodovky s vekom



a)

b)

Obr. 2.12 a) Predpis presnosti rozmerov na veku – príklad, b) tolerančná tabuľka

Ø 110 h8	0,0 -0,054
Ø 90 H8	+0,054 0,0
Ø 11 H13	+0,027 0,0
TOLEROVANÝ ROZMER	DOVOLENÁ ODCHÝLKA

Na obr. 2.12 sú názorne predpísané tolerancie pre jednotlivé funkčné kóty, ktoré sú volené nasledovne:

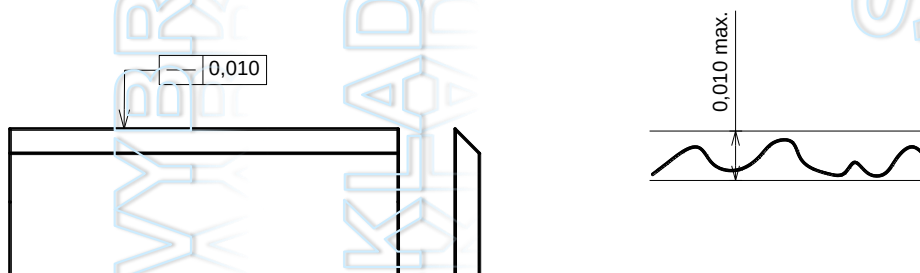
1. Rozmer „ $4 \times \phi 11H13$ “ – jedná sa o priemer otvoru pre skrutku M10. $4 \times$ znamená, že sú na súčiastke štyri rovnaké otvory. Podľa normy STN 02 1050 (Diery pre skrutky), pre skrutku M10 je možné zvoliť otvor diery v troch stupňoch presnosti a to:
 - pre jemný – $\phi 10,5H12$,
 - pre stredný – $\phi 11H13$,
 - pre hrubý – $\phi 12H14$.
2. Rozmer „ $\phi 90H8$ “ – jedná sa o priemer otvoru pre tesnenie „Gufero“, kde podľa STN 02 9401 sa má medzná odchýlka priemeru diery na vkladanie tesnenia voliť H8.
3. Rozmer „ $\phi 110h8$ “ – jedná sa o priemer valcovej časti veka, ktorý sa vkladá do otvoru v ložiskovom domčeku, to znamená, že s touto súčiastkou lícuje a musí tvoriť uloženie s vôľou. Uloženie, ktoré sa používa na strediacie plochy súčiastok je uloženie H8/h8 alebo H8/h7.

2.3.6 Spôsob predpisovania geometrických tolerancií na technických výkresoch

Všeobecné pravidlá geometrického tolerovania určuje norma STN EN ISO 1101: 2013 Geometrické špecifikácie výrobkov (GPS). Geometrické tolerovanie. Tolerovanie tvaru, orientácie, polohy a hádzania.

Tolerancia priamosti

✓ v rovine:

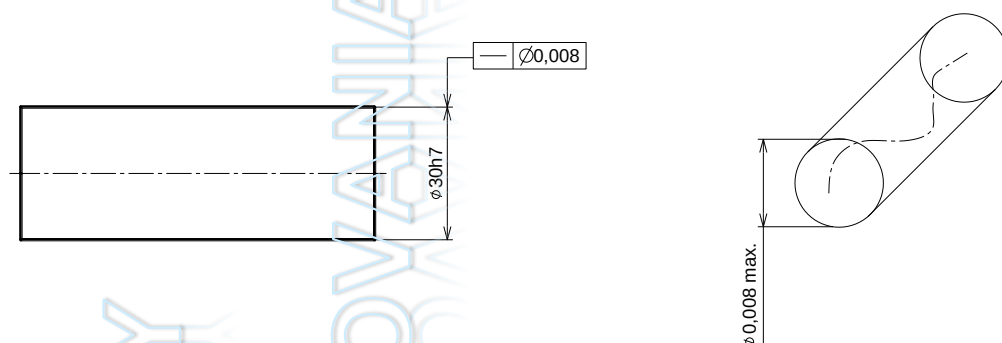


Obr. 2.13 Tolerancia priamosti v rovine – príklad

Hrot musí ležať medzi dvoma rovnobežnými priamkami v rovine, z nich jedna je priamka obalová, druhá je od nej vzdialená o hodnotu tolerancie, to je 0,010 mm.

Toleranciu priamosti je možné predpísať aj pre obmedzenú dĺžku, napríklad na dĺžke 100 mm by bol zápis: 0,010/100.

✓ v priestore



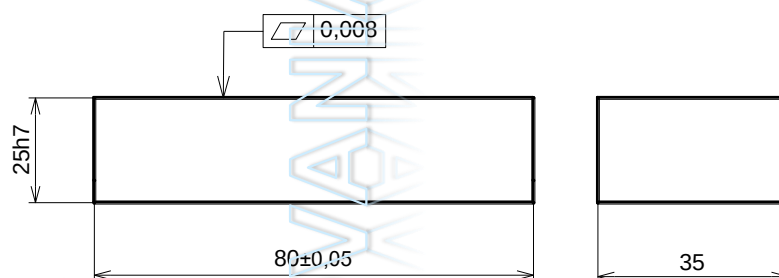
Obr. 2.14 Tolerancia priamosti v priestore – príklad

Os musí ležať v tolerančnom priestore tvorenom valcom o priemere rovnom hodnote predpísanej tolerancie, to je 0,008 mm. Hodnota tolerancie je určená z tab. 2.6 podľa menovitého rozmeru $\phi 30$ (od 25 do 40mm) a stupňa presnosti 7.

Tab. 2.6 Tolerance priamosti a rovinnosti

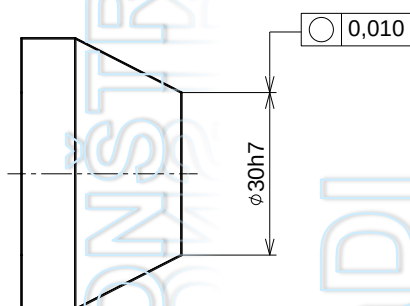
Rozsahy menovitých rozmerov [mm]		Stupeň presnosti															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
cez	do	[μm]												[mm]			
	10	0,25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	0,06	0,1	0,16	0,25
10	16	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3
16	25	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
25	40	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
40	63	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
63	100	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
100	160	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
160	250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
250	400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
630	1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
1000	1600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
1600	2500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
2500	4000	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
4000	6300	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
6300	10000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8

Tolerancia rovinnosti



Obr. 2.15 Tolerancia rovinnosti – príklad

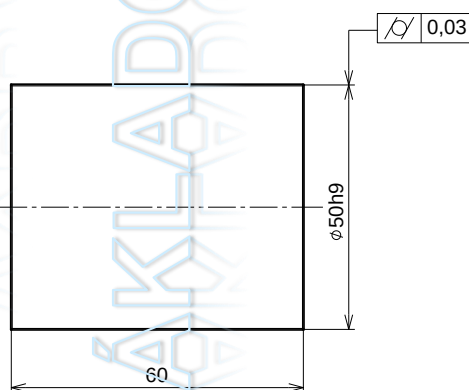
Tolerancia kruhovitosti



Obr. 2.16 Tolerancia kruhovitosti – príklad

Hodnota tolerancie kruhovitosti je určená podľa menovitého rozmeru $\phi 30$ (od 18 do 30mm) a stupňa presnosti 7, podľa tab.2.7.

Tolerancia valcovitosti



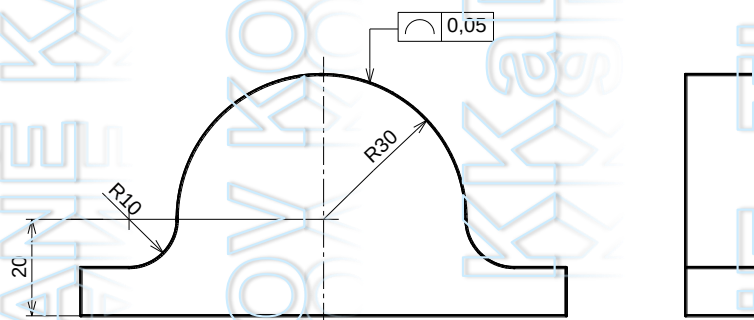
Obr. 2.17 Tolerancia valcovitosti – príklad

Hodnota tolerancie valcovitosti je určená podľa menovitého rozmeru $\phi 50$ (od 30 do 50mm) a stupňa presnosti 9, podľa tab.2.7.

Tab. 2.7 Tolerancie kruhovitosti a valcovitosti

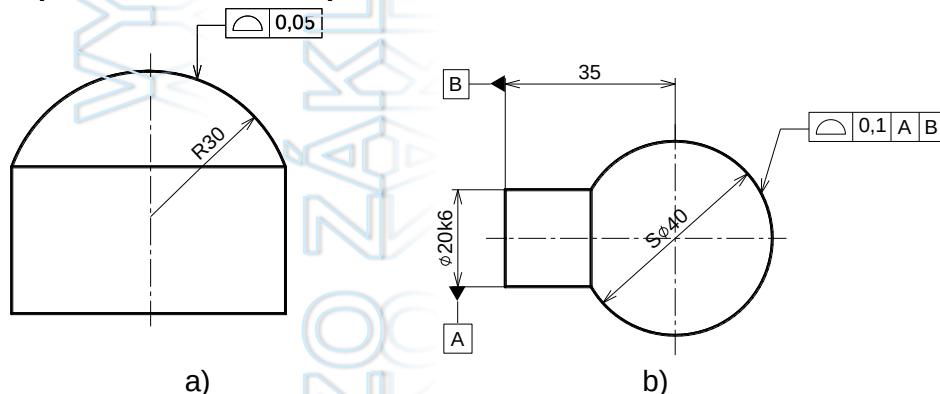
Rozsahy menovitých rozmerov [mm]		Stupeň presnosti															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
cez	do	[μm]												[mm]			
	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	0,08	0,12	0,2	0,3
3	10	0,6	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
18	30	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
30	50	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
50	120	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
120	250	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
250	400	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
400	630	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
630	1000	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
1000	1600	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
1600	2500	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4

Tolerancia tvaru profilu ľubovoľnej čiary



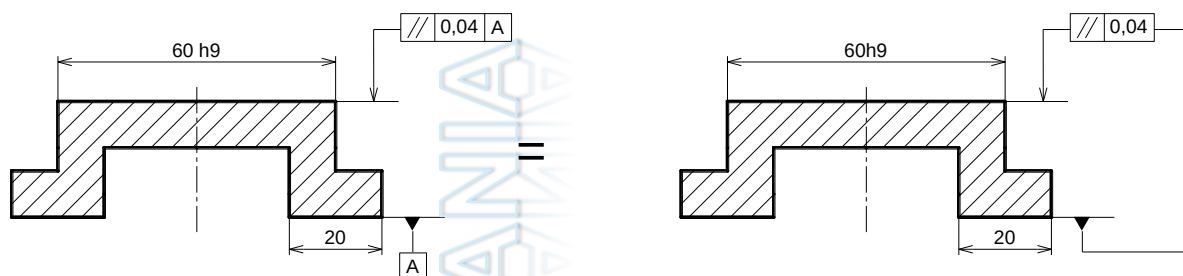
Obr. 2.18 Tolerancia tvaru profilu ľubovoľnej čiary – príklad

Tolerancia profilu ľubovoľného povrchu



Obr. 2.19 Tolerancia profilu ľubovoľného povrchu – príklad, a) bez tolerovania polohy tolerančnej zóny k základni, b) s tolerovaním polohy tolerančnej zóny k základni A, B

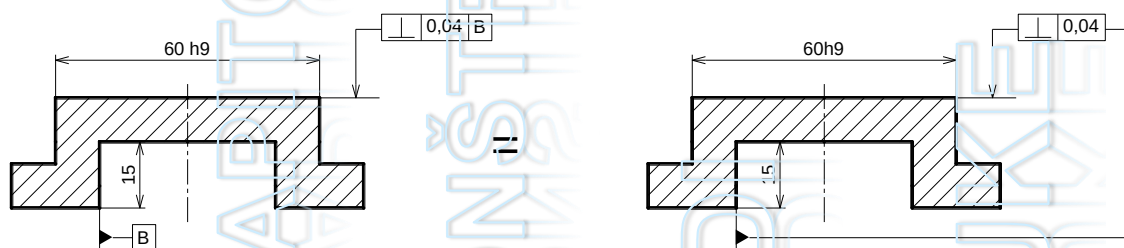
Tolerancia rovnobežnosti



Obr. 2.20 Tolerancia rovnobežnosti – príklad

Hodnota tolerancie rovnobežnosti je určená podľa menovitého rozmeru, to je menovitej dĺžky dlhšej 60h9 (od 40 do 63mm) a stupňa presnosti 9, podľa tab.2.8.

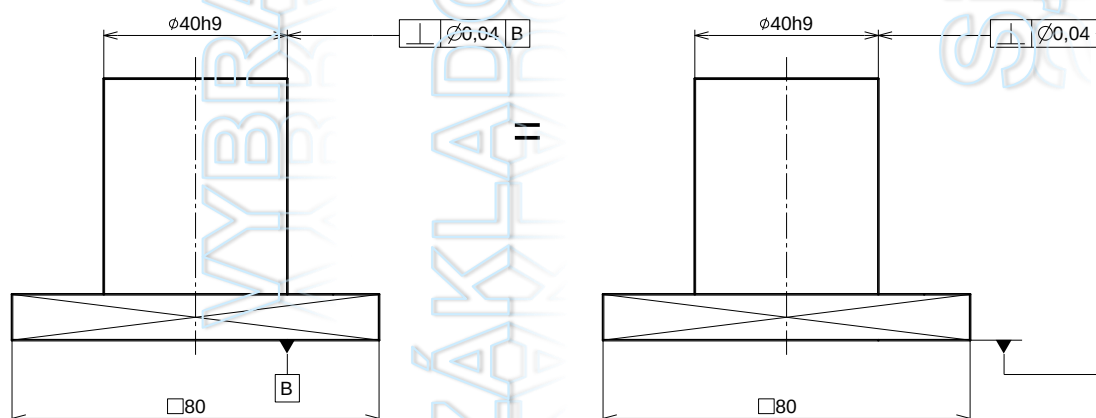
Tolerancia kolmosti



Obr. 2.21 Tolerancia kolmosti – príklad

Hodnota tolerancie kolmosti je určená podľa menovitého rozmeru, to je dĺžky vzťažného úseku 60 h9 (od 40 do 63 mm) a stupňa presnosti 9, podľa tab.2.8.

Tolerancia kolmosti sa neurčuje predpisom tolerancie pravého hla (90°) v uhlových jednotkách, ale geometrickou toleranciou v dĺžkových jednotkách (mm).



Obr. 2.22 Predpis tolerancie kolmosti osi k rovine základne – príklad

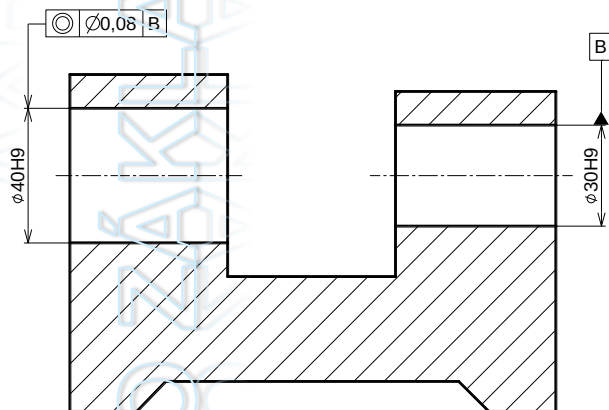
Tab. 2.8 Tolerance rovnobežnosti, kolmosti a sklonu,
tolerance kruhového čelného hádzania a celkového čelného hádzania

Rozsahy menovitých rozmerov [mm]		Stupeň presnosti															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
cez	do	[μm]												[mm]			
	10	0,4	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	0,1	0,16	0,25	0,4
10	16	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	0,12	0,2	0,3	0,5
16	25	0,6	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	0,16	0,25	0,4	0,6
25	40	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
40	63	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
63	100	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
100	160	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
160	250	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
250	400	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
400	630	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
630	1000	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
1000	1600	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
1600	2500	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
2500	4000	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
4000	6300	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10
6300	10000	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2000	3	5	8	12

Pre tolerance rovnobežnosti, kolmosti a sklonu sa za menovitý rozmer počíta menovitá dĺžka vzťažného úseku alebo menovitá dĺžka celej posudzovanej plochy. Pri tolerancii rovnobežnosti – menovitá dĺžka dlhšej strany ak nie je zadáný vzťažný úsek.

Pri tolerancii čelného hádzania sa za menovitý rozmer považuje menovitý priemer alebo najväčší priemer čelnej plochy. Pri tolerancii úplného čelného hádzania sa za menovitý rozmer považuje najväčší priemer posudzovanej čelnej plochy.

Tolerancia súosovosti



Obr. 2.23 Predpis tolerance súosovosti

Os skutočného valca väčšieho priemeru $\phi 40H9$ musí ležať vo valci o priemere rovnkej tolerancii, to je o $\phi 0,08mm$, pričom os tohto valca je predĺžením osi skutočného valca menšieho priemeru $\phi 30H9$. Hodnotu tolerancie súosovosti určíme na základe priemeru posudzovanej plochy, teda priemeru $\phi 40H9$ (od 30 do 50mm) a hodnoty stupňa presnosti 9 na základe *tab.2.9*.

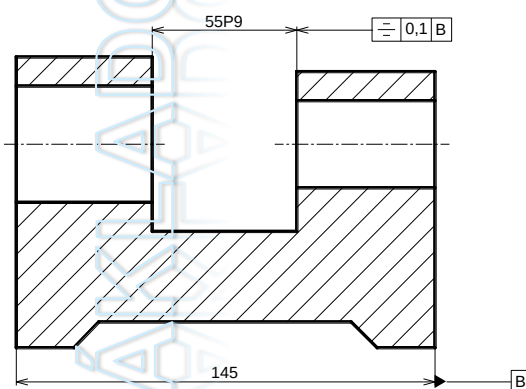
Tab. 2.9 Tolerance súosovosti a súmernosti,
tolerancie kruhového obvodového hádzania a celkového obvodového hádzania

Rozsahy menovitých rozmerov [mm]		Stupeň presnosti															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
cez	do	μm												mm			
	3	0,8	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	0,2	0,3	0,5	0,8
3	10	1	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	0,25	0,4	0,6	1
10	18	1,2	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	0,3	0,5	0,8	1,2
18	30	1,6	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	0,4	0,6	1	1,6
30	50	2	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	0,5	0,8	1,2	2
50	120	2,5	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	0,6	1	1,6	2,5
120	250	3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	0,8	1,2	2	3
250	400	4	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1	1,6	2,5	4
400	630	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1,2	2	3	5
630	1000	6	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1,6	2,5	4	6
1000	1600	8	12	20	30	50	80	120	200	300	500	800	1200	2	3	5	8
1600	2500	10	16	25	40	60	100	160	250	400	600	1000	1600	2,5	4	6	10

Pre tolerance obvodového hádzania a úplného obvodového hádzania sa za menovitý rozmer berie priemer posudzovanej plochy.

Pri tolerancii súosovosti a súmernosti sa za menovitý rozmer berie menovitý priemer posudzovanej rotačnej plochy alebo menovitý rozmer medzi plochami tvoriacimi posudzovaný prvok.

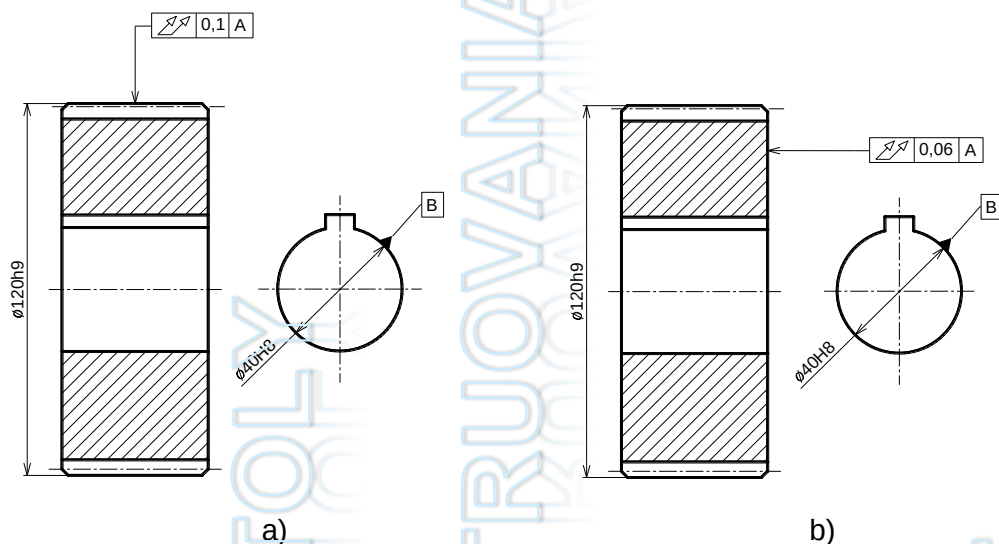
Tolerancia súmernosti



Obr. 2.24 Predpis tolerance súmernosti

Hodnotu tolerancie súmernosti určíme na základe priemeru posudzovanej plochy, teda veľkosti 55H9 (od 50 do 120mm) a hodnoty stupňa presnosti 9 na základe *tab.2.9*.

Tolerancia celkového obvodového a čelného hádzania



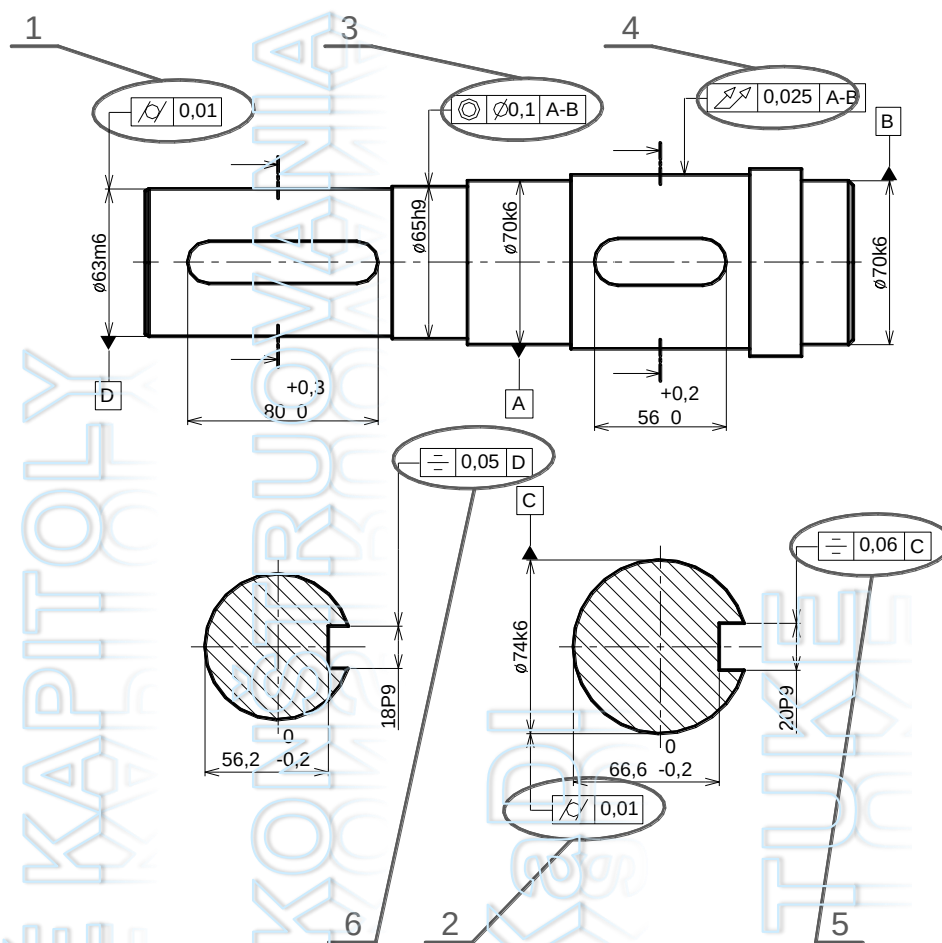
Obr. 2.25 Predpis tolerancie a) celkového obvodového, b) celkového čelného hádzania

Obvodové hádzanie pri otáčaní kolesom okolo osi otvoru A sa meria po celej šírke ozubeného kolesa. Hodnota tolerancie celkového obvodového hádzania je určená pre priemer $\phi 120h9$ (rozsah menovitého rozmeru od 50 do 120mm) a pre stupeň presnosti 9 z tab.2.9.

Čelná hádzanie pri otáčaní kolesom okolo osi otvoru A sa meria po celej čelnej ploche ozubeného kolesa. Hodnota tolerancie celkového čelného hádzania je určená pre priemer $\phi 120h9$ (rozsah menovitého rozmeru od 100 do 160mm) a pre stupeň presnosti 9 z tab.2.8.

2.3.7 Predpis geometrických tolerancií – príklady

Pre hriadeľ zo zostavy na obr.2.9 a z obr.2.10, kde sme predpisovali presnosť rozmerov, teraz predpíšeme geometrické tolerancie (obr.2.26).



Obr. 2.26 Predpis geometrických toierancií na hriadeli – príklad

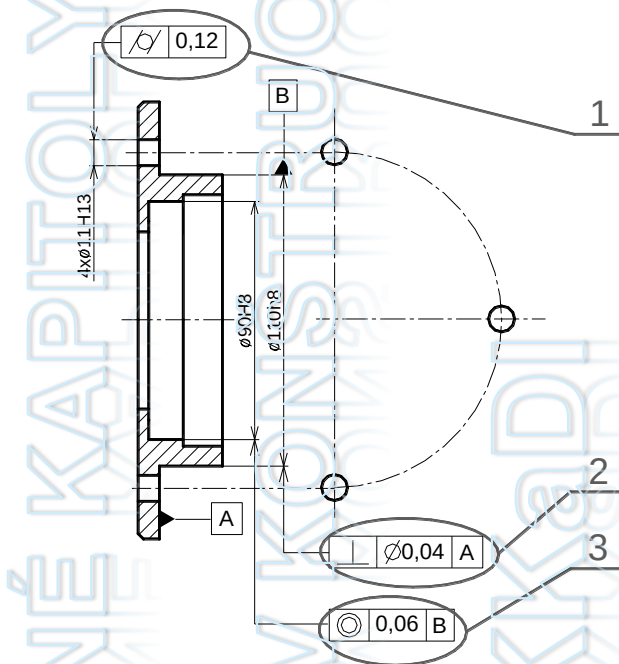
Na obr. 2.26 sú názorne predpísané toierancie pre jednotlivé funkčné kóty, ktoré sú volené nasledovne:

1. Hodnota tolerancie valcovitosti „ $10\mu\text{m} = 0,01\text{mm}$ “ je určená z tab.2.7 pre menovitý rozmer $\phi 63\text{m}6$ (rozsah menovitého rozmeru od 50 do 120mm) a stupeň presnosti 6.
2. Hodnota tolerancie valcovitosti „ $10\mu\text{m} = 0,01\text{mm}$ “ je určená z tab.2.7 pre menovitý rozmer $\phi 74\text{k}6$ (rozsah menovitého rozmeru od 50 do 120mm) a stupeň presnosti 6.
3. Hodnota tolerancie súosovosti „ $100\mu\text{m} = 0,1\text{mm}$ “ je určená z tab.2.9 pre menovitý rozmer, teda pre priemer posudzovanej rotačnej plochy $\phi 65\text{h}9$ (rozsah menovitého rozmeru od 50 do 120 mm) a stupeň presnosti 9.
4. Hodnota tolerancie celkového obvodového hádzania „ $25\mu\text{m} = 0,025\text{mm}$ “ je určená z tab.2.9 pre menovitý rozmer, teda pre priemer posudzovanej rotačnej plochy $\phi 74\text{k}6$ (rozsah menovitého rozmeru od 50 do 120 mm) a stupeň presnosti 6.
5. Hodnota tolerancie súmernosti „ $60\mu\text{m} = 0,06\text{mm}$ “ je určená z tab.2.9 pre menovitý rozmer, teda pre rozmer medzi plochami tvoriacimi posudzovaný

prvok 20P9 (rozsah menovitého rozmeru od 18 do 30 mm) a stupeň presnosti 9.

6. Hodnota tolerancie súmernosti „ $50\mu\text{m} = 0,05\text{mm}$ “ je určená z *tab.2.9* pre menovitý rozmer, teda pre rozmer medzi plochami tvoriacimi posudzovaný prvok 18P9 (rozsah menovitého rozmeru od 10 do 18 mm) a stupeň presnosti 9.

Pre veko zo zostavy na *obr.2.11* a z *obr.2.12*, kde sme tomuto veku predpisovali presnosť rozmerov, teraz predpíšeme geometrické tolerancie (*obr.2.27*).



Obr. 2.27 Predpis geometrických tolerancií na veku – príklad

Na obr. 2.27 sú názorne predpísané tolerancie pre jednotlivé funkčné kóty, ktoré sú volené nasledovne:

1. Hodnota tolerancie valcovitosti „ $0,12\text{mm}$ “ je určená z *tab.2.7* pre menovitý rozmer $\phi 11\text{H}13$ (rozsah menovitého rozmeru od 10 do 18mm) a stupeň presnosti 13.
2. Hodnota tolerancie súosovosti „ $60\mu\text{m} = 0,06\text{mm}$ “ je určená z *tab.2.9* pre menovitý rozmer, teda pre priemer posudzovanej rotačnej plochy $\phi 90\text{H}8$ (rozsah menovitého rozmeru od 50 do 120 mm) a stupeň presnosti 8.
3. Hodnota tolerancie kolmosti „ $40\mu\text{m} = 0,04\text{mm}$ “ je určená z *tab.2.8* pre menovitý rozmer, teda pre priemer vzťažného úseku $\phi 110\text{h}8$ (rozsah menovitého rozmeru od 100 do 160 mm) a stupeň presnosti 8.

2.3.8 Použitie nepredpísaných medzných odchýlok dĺžkových a uhlových rozmerov – všeobecné tolerancie

Pokiaľ nemá dĺžková alebo uhlová kóta na výkrese zakótovanú – udanú presnosť podľa niektorého z predchádzajúcich uvedených spôsobov, vzťahujú sa na ňu odchýlky podľa normy pre všeobecné tolerancie a to normy *STN EN 2768 –1: 1997 Všeobecné tolerancie. Nepredpísané medzné odchýlky dĺžkových a uhlových rozmerov*.

Údaj o triede presnosti dĺžkových a uhlových rozmerov musí byť zapísaný na dielenskom výkrese v titulnom bloku zápisom „ISO 2768 – xy“, pričom symbol v zápise na mieste „x“ označuje presnosť dĺžkových rozmerov (vrátane priemerov), polomerov zaoblenia a skosenia hrán a uhlov. Táto presnosť sa udáva v štyroch triedach presnosti a to:

- ✓ f – (fine) jemná trieda presnosti,
- ✓ m – (medium) stredná trieda presnosti,
- ✓ c – (coarse) hrubá trieda presnosti,
- ✓ v – (very coarse) veľmi hrubá trieda presnosti.

Číselné odchýlky v jednotlivých triedach presnosti sú stanovené pre určité rozsahy hodnôt a sú vždy súmerné vzhľadom k menovitému rozmeru ($\pm$). Udávajú sa písmenami malej abecedy. Číselné hodnoty sú uvedené v *tab. 2.10*, *tab. 2.11* a *tab. 2.12*.

Tab. 2.10 Všeobecné medzné odchýlky dĺžkových rozmerov (okrem zaoblení a skosení hrán)

Trieda presnosti	Medzné odchýlky v [mm] pre základný rozsah rozmerov v [mm]							
	0,5 ¹⁾ do 3	cez 3 do 6	cez 6 do 30	cez 30 do 120	cez 120 do 400	cez 400 do 1000	cez 1000 do 2000	cez 2000 do 4000
jemná f	$\pm 0,05$	$\pm 0,05$	$\pm 0,1$	$\pm 0,15$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	-
stredná m	$\pm 0,1$	$\pm 0,1$	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2
hrubá c	$\pm 0,2$	$\pm 0,3$	$\pm 0,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	± 2	± 3	± 4
veľmi hrubá v	-	$\pm 0,5$	± 1	$\pm 1,5$	$\pm 2,5$	± 4	± 6	± 8

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

Tab. 2.11 Všeobecné medzné odchýlky skosenia a zaoblenia hrán

Trieda presnosti	Medzné odchýlky v [mm] pre základný rozsah rozmerov v [mm]		
	0,5 ¹⁾ do 3	cez 3 do 6	cez 6
f, m	$\pm 0,2$	$\pm 0,5$	± 1
c, v	$\pm 0,4$	± 1	± 2

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

Tab. 2.12 Všeobecné medzné odchýlky uhlových rozmerov

Trieda presnosti	Medzné odchýlky uhla pre rozsah dĺžok jeho kratšieho ramena v [mm]				
	do 10	cez 10 do 50	cez 50 do 120	cez 120 do 400	cez 400
f	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$	$\pm 0^\circ 10'$	$\pm 0^\circ 5'$
m					
c	$\pm 1^\circ 30'$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 15'$	$\pm 0^\circ 10'$
v	$\pm 3^\circ$	$\pm 2^\circ$	$\pm 1^\circ$	$\pm 0^\circ 30'$	$\pm 0^\circ 20'$

2.3.9 Použitie nepredpísaných geometrických tolerancií – všeobecné tolerancie

Na výkrese nepredpísané (nekótované) geometrické tolerancie sa vzťahujú tolerancie podľa normy pre všeobecné tolerancie a to normy *STN EN 2768 – 2: 1997 Všeobecné tolerancie. Nepredpísané geometrické tolerancie*.

Údaj o triede presnosti všeobecných geometrických toleranciách musí byť zapísaný na dielenskom výkrese v titulnom bloku zápisom „ISO 2768 – xy“. Údaj na mieste „y“ označuje presnosť geometrie všetkých prvkov a súčastí, ktoré nemajú presnosť tvaru a polohy predpísanú individuálne.

Podľa vyššie uvedenej normy je presnosť geometrie prvkov sa udáva písmenami veľkej abecedy:

- ✓ H – presná,
- ✓ K – stredná,
- ✓ L – hrubá.

Nepredpísané tolerancie v triedach H, K a L sú pre:

- ✓ priamosť a rovinnosť,
- ✓ kolmosť,
- ✓ súmernosť,
- ✓ kruhové hádzanie.

Ak sú pre niektoré prvky vhodnejšie väčšie geometrické tolerancie, ako uvádzajú tabuľky nepredpísaných tolerancií, musia sa predpísať individuálne, tak isto ako tolerancie presnejšie (ISO 1101).

Všeobecné tolerancie priamosti a rovinnosti

Všeobecné tolerancie priamosti sú v tab.2.13. Veľkosť tolerancie sa volí pri priamosti v závislosti na dĺžke príslušnej priamky, pri rovinnosti v závislosti na dĺžke dlhšej strany plochy alebo na priemere kruhovej plochy.

Tab. 2.13 Všeobecné tolerancie priamosti a rovinnosti

Trieda presnosti	Tolerancia priamosti a rovinnosti v [mm] pre rozsah menovitých rozmerov v [mm]					
	do 10	cez 10 do 30	cez 30 do 100	cez 100 do 300	cez 300 do 1000	cez 1000 do 3000
H	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
K	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
L	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6

Všeobecné tolerancie kruhovitosti

Všeobecná tolerancia kruhovitosti je rovná číselnej hodnote tolerancie priemeru, ale v žiadnom prípade nesmie byť väčšia, ako príslušná hodnota tolerancie kruhového obvodového hádzania podľa tab.2.9.

Všeobecné tolerancie valcovitosti

Všeobecné tolerancie valcovitosti nie sú stanovené (odchýlka valcovitosti zahrňuje 3 zložky: odchýlku kruhovitosti, odchýlku priamosti a odchýlku rovnobežnosti protiľahlých tvoriacich čiar. Každá z týchto zložiek je kontrolovaná svojou samostatne predpísanou alebo všeobecnou toleranciou).

Tolerancie zdužených prvkov

Všeobecná tolerancia rovnobežnosti je rovná číselnej hodnote tolerancie rozmeru, alebo tolerancie priamosti / rovinnosti, podľa toho, ktorá z nich je väčšia. Dlhší z obidvoch prvkov sa považuje za základňu, ak majú prvky rovnakú menovitú dĺžku, môže byť za základňu považovaný ktorýkoľvek z nich.

Všeobecné hodnoty tolerancie kolmosti sú uvedené v tab.2.14. Za základňu sa považuje dlhšia z oboch strán tvoriacich pravý uhol, ak majú strany rovnakú menovitú dĺžku, môže byť za základňu považovaná ktorákoľvek z nich.

Tab.2.14 Všeobecné tolerancie kolmosti

Trieda presnosti	Tolerancia kolmosti pre rozsah menovitých dĺžok kratšej strany v [mm]			
	do 100	cez 100 do 300	cez 300 do 1000	cez 1000 do 3000
H	0,2	0,3	0,4	0,5
K	0,4	0,6	0,8	1,0
L	0,6	1,0	1,5	2,0

Všeobecné tolerancie súmernosti sú v tab.2.15. Dlhší z obidvoch súmerných prvkov sa považuje za základňu. Všeobecné tolerancie súmernosti platia tam, kde aspoň jeden z prvkov má rovinu súmernosti, alebo osi oboch prvkov sú navzájom kolmé.

Tab.2.15 Všeobecné tolerancie súmernosti

Trieda presnosti	Tolerancie súmernosti pre rozsah menovitých dĺžok v [mm]			
	do 100	cez 100 do 300	cez 300 do 1000	cez 1000 do 3000
H	0,5			
K	0,6		0,8	1,0
L	0,6	1,0	1,5	2,0

Všeobecné tolerancie súosovosti nie sú stanovené. Odchýlka súosovosti môže byť v krajnom prípade taká veľká ako hodnota kruhového obvodového hádzania uvedená v tab.2.16, pretože odchýlka obvodového hádzania zahrňuje odchýlku súosovosti a odchýlku kruhovitosti.

Všeobecné tolerancie kruhového hádzania (obvodového, čelného a v ľubovoľnom smere) sú uvedené v tab.2.16, bez ohľadu na priemer. Za základňu sa považujú plochy pre ložiská, alebo diery pre uloženie na hriadeľi.

Tab.2.16 Všeobecné tolerancie kruhového hádzania

Trieda presnosti	Tolerancia kruhového hádzania v [mm]
H	0,1
K	0,2
L	0,5

Predpisovanie na výkresoch

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

Príklad označenia:

ISO 2768 – m K



trieda presnosti geometrických tolerancií

trieda presnosti dĺžkových a uhlových rozmerov

3 NORMALIZOVANÉ PRVKY STROJOVÝCH SÚČIASTOK

Normalizované prvky strojových súčiastok sú štandardizované prvky, ktorých spôsob zobrazovania a kótovania na dielenských výkresoch stanovujú príslušné normy a tým je zjednodušená práca konštruktéra pri tvorbe technickej dokumentácie – výrobných výkresoch súčiastok. Patria sem napríklad:

- ✓ valcové konce hriadelov (STN 01 4990),
- ✓ zápichy (STN 01 4960),
- ✓ strediace otvory (STN ISO 6411: 2001 *Technické výkresy. Zjednodušené zobrazovanie strediacich otvorov*),
- ✓ strediaci otvor so závitom (STN 01 4917:1992 *Strediace otvory so závitom a s vrcholovým uhlom 60°*),
- ✓ rovnoboké žliabkovanie (STN 01 4942: *Žliabkované spojenia rovnoboké*),
- ✓ evolventné žliabkovanie (STN 01 4950 až 55: *Evolventné žliabkovanie*),
- ✓ jemné žliabkovanie (STN 01 4933: *Jemné žliabkovanie*),
- ✓ žliabky pre tesné pero (STN 02 2562: *Perá tesné s medznými odchýlkami šírky e7 alebo h9*),
- ✓ žliabky na hriadeľi pre poistné krúžky (STN 02 2930: *Poistné krúžky pre hriadele*),
- ✓ žliabky v náboji pre poistné krúžky (STN 02 2931: *Poistné krúžky pre diery*),
- ✓ diery pre skrutky (STN 02 1050)
- ✓ valcové zahĺbenia pre skrutky s valcovou hlavou (STN 02 1024),
- ✓ valcové zahĺbenia pre skrutky so šesťhrannou hlavou a šesťhrannou maticou s podložkou (STN 02 1020),
- ✓ kužeľové zahĺbenia pre skrutky so zápusťou hlavou (STN 02 1022, STN 02 1023),
- ✓ výbeh vonkajšieho metrického závit (STN 02 1033),
- ✓ výbeh vnútorného metrického závit (STN 02 1034),
- ✓ drážky vonkajšieho metrického závit (STN 02 1036),
- ✓ drážky vnútorného metrického závit (STN 02 1037),
- ✓ drážka pre plstené tesnenie (STN 02 3655),
- ✓ drážky pre krúžky kruhového prierezu na tesnenie pohyblivých častí (STN 02 9280),
- ✓ drážky pre krúžky kruhového prierezu na tesnenie nepohyblivých častí (STN 02 9281),
- ✓ tvar venca remenice pre klinové remene (STN 02 3180).

Na dielenských výkresoch sa používa pomerne veľa osobitnými normami stanovených zjednodušení zobrazovania a kótovania tvarových prvkov, čo bude úlohou druhého programu.

3.1 Zadanie programu 2

Cieľom zadanie je naučiť sa pracovať s normami, vedieť určovať tvar a rozmery normalizovaných prvkov použitím prístupnej literatúry – strojníckych tabuliek. Zároveň je tento program venovaný nácviku predpisovania tolerancií a geometrických tolerancií na funkčných plochách súčiastok.

Text zadania: Pomocou zadáných noriem s použitím strojníckych tabuliek vypracujte formou náčrtkov voľnou rukou do zošita nasledovné úlohy:

- Vypracujte jednu zadanú úlohu typu A z *tab. 3.1*.
- Vypracujte jednu zadanú úlohu typu B z *tab. 3.2*.
- Vypracujte zadanú úlohu typu C z *tab. 3.3*.

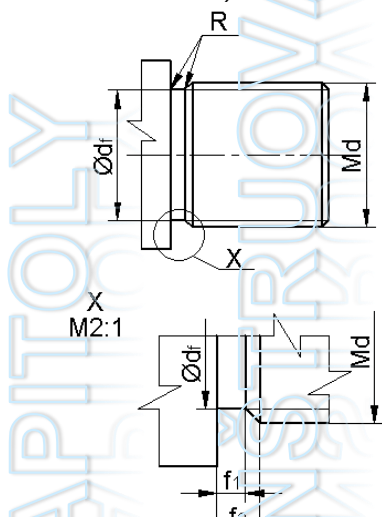
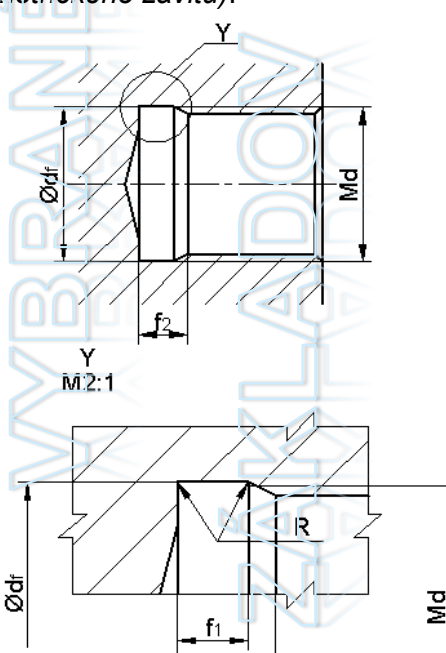
Poznámky:

- každá úloha musí byť riešená ceruzkou na pravej strane zošita, ľavá strana slúži len na opravy,
- v hornej časti strany musí byť uvedené označenie použitej normy ako aj jej plný názov,
- je potrebné obkresliť a zakótovať obrázok použitím príslušnej normy (strojníckych tabuliek), veľkosť kót určiť zo strojníckych tabuliek pre zadaný parameter a túto reálnu veľkosť zakótovať,
- je potrebné dodržiavať hrúbky čiar,
- zadanie vypracujte podľa časového plánu.

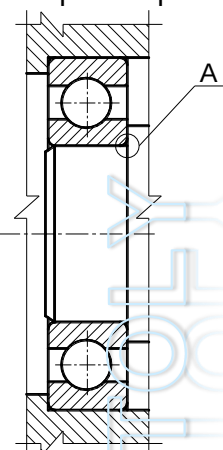
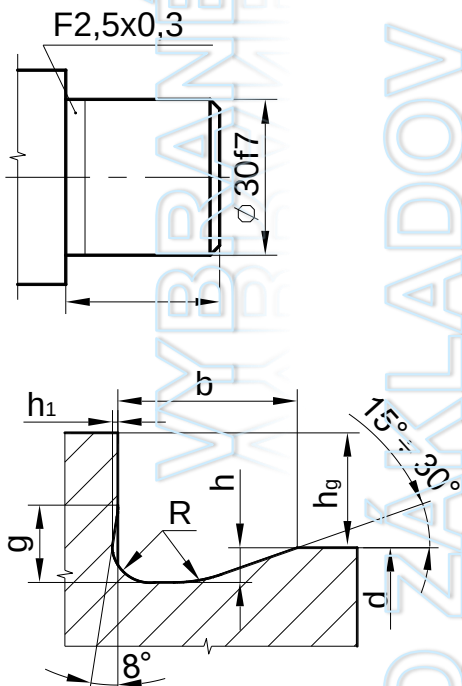
Odvzdáva sa práca iba v zošite.

Hodnotí sa práca v zošite, ktorá musí obsahovať všetky zadané úlohy vo vyhovujúcej kvalite.

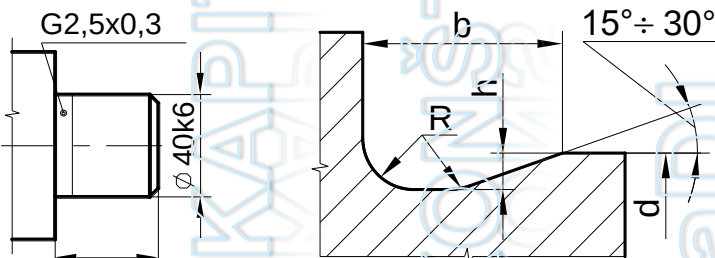
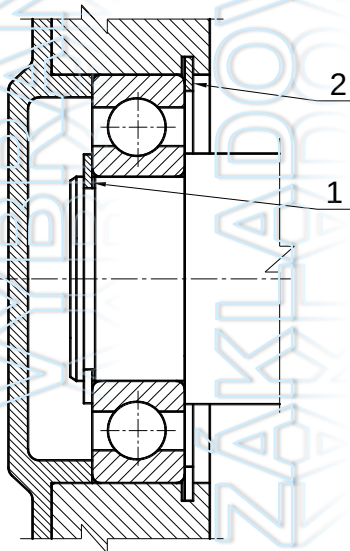
Tab. 3.1 Práca s normalizovanými prvkami -- úlohy typu A

Číslo úlohy	Text zadania	Zadané parametre
A1	Riešte konštrukčný návrh ukončenia vonkajšieho metrického závitu na hriadeli pomocou (zvyčajnej) drážky vonkajšieho metrického závitu použitím STN 02 1036 (<i>Drážky vonkajšieho metrického závitu</i>). 	✓ veľkosť priemeru závitu Md, ✓ dĺžka závitu l
A2	Riešte konštrukčný návrh ukončenia vnútorného metrického závit v otvore súčiastky pomocou (zvyčajnej) drážky vnútorného metrického závitu použitím STN 02 1037 (<i>Drážky vnútorného metrického závit</i>). 	✓ veľkosť priemeru závitu Md, ✓ dĺžka závitu l

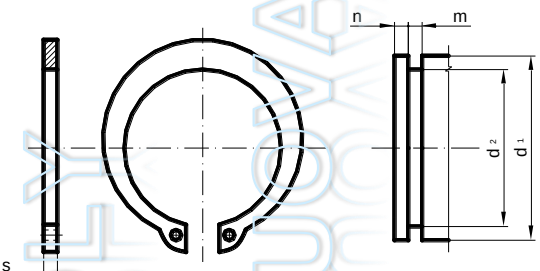
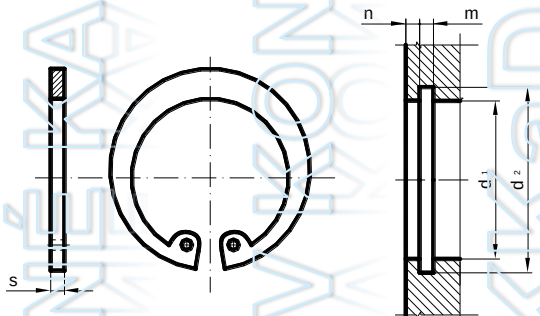
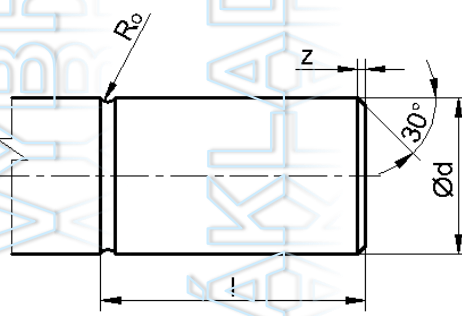
Tab. 3.1 Práca s normalizovanými prvkami – úlohy typu A – pokračovanie tabuľky

Číslo úlohy	Text zadania	Zadané parametre
A3	Riešte konštrukčný návrh vrubu hriadeľa v mieste osadenia (A) pre správnu polohu ložiska – pozri obr. 3.1.  Obr. 3.1 Upevnenie ložiska na hriadeli Použite normalizovaný vonkajší zápich tvaru F podľa STN 01 4960 (Zápichy). Pre daný typ ložiska urči priemer otvoru „d“ a šírku ložiska „B“. Načrtnite a zakótujte potrebnú veľkosť hriadeľa pre montáž ložiska, zápich kótujte podľa normy. Načrtnite aj podrobnosť znázorňujúcu tvar profilu zápichu a zakótujte ju (viď príklad), určte veľkosť jednotlivých parametrov zápichu. 	✓ Veľkosť ložiska: LOŽISKO 62XX

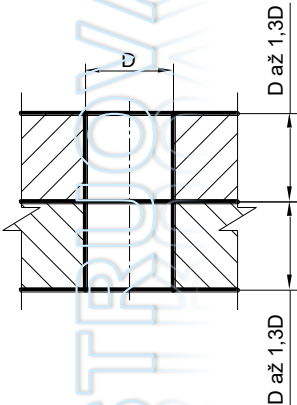
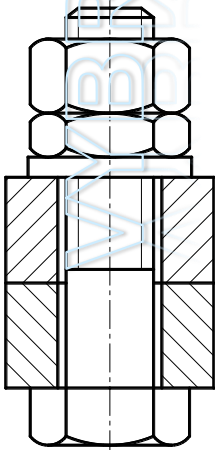
Tab. 3.1 Práca s normalizovanými prvkami – úlohy typu A – pokračovanie tabuľky

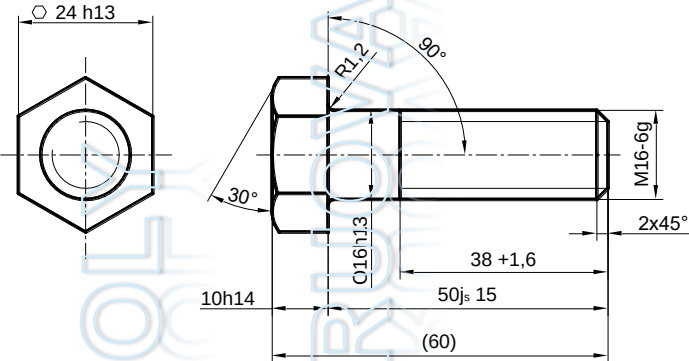
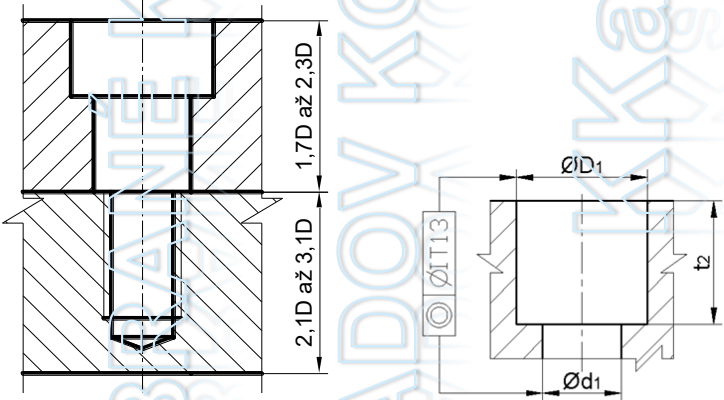
Číslo úlohy	Text zadania	Zadané parametre
A4	Riešte konštrukčný návrh vrubu hriadeľa v mieste osadenia pre správnu polohu ložiska – pozri <i>obr. 3.1</i>. Použite normalizovaný vonkajší zápich tvaru G podľa <i>STN 01 4960 (Zápichy)</i>. Pre daný typ ložiska určí priemer otvoru „d“ a šírku ložiska „B“. Načrtnite a zakótujte potrebnú veľkosť hriadeľa pre montáž ložiska, zápich kótujte podľa normy. Načrtnite aj podrobnosť znázorňujúcu tvar profilu zápichu a zakótujte ju (viď príklad), určte veľkosť jednotlivých parametrov zápichu. 	✓ Veľkosť ložiska: LOŽISKO 62XX
A5	Na <i>obr. 3.2</i> je poistenie ložiska a hriadeľa voči axiálnemu posunutiu poistnými krúžkami.  <i>Obr. 3.2</i> Poistenie ložiska a hriadeľa voči axiálnemu posuvu 1 – vonkajším, 2 – vnútorným poistným krúžkom.	✓ Veľkosť ložiska: LOŽISKO 62XX

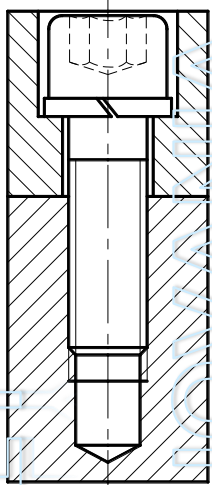
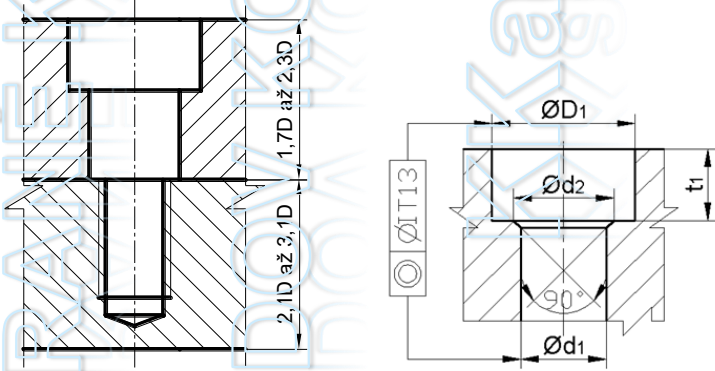
Tab. 3.1 Práca s normalizovanými prvkami – úlohy typu A – pokračovanie tabuľky

Číslo úlohy	Text zadania	Zadané parametre
	Pomocou STN 02 2930 (<i>Poistné krúžky pre hriadele</i>) a pre zadaný typ ložiska načrtnite a zakótujte žliabok pre poistný krúžok na hriadeľ. (viď príklad). Zakótujte reálnu veľkosť kót. 	
A6	Na obr. 3.2 je poistenie ložiska a hriadeľa voči axiálnemu posunutiu poistnými krúžkami. Pomocou STN 02 2931 (<i>Poistné krúžky pre diery</i>) a pre zadaný typ ložiska načrtnite a zakótujte žliabok pre poistný krúžok v diere ložiskového domčeka. (viď príklad). Zakótujte reálnu veľkosť kót. 	✓ Veľkosť ložiska: LOŽISKO 62XX
A7	Načrtnite a zakótujte valcový koniec hriadeľa pomocou STN 01 4990 (<i>Valcové konce hriadelov</i>) bez žliabku pre pero (viď príklad). Obrázok zakótujte reálnou veľkosťou kót. 	✓ veľkosť priemeru valcového konca hriadeľa d, ✓ typ dĺžky valcového konca hriadeľa (dĺhý alebo krátky)

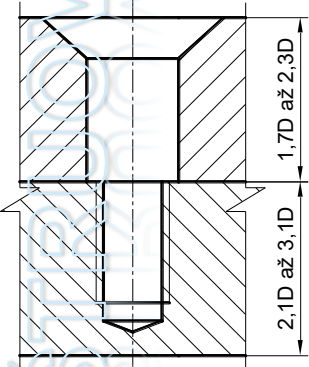
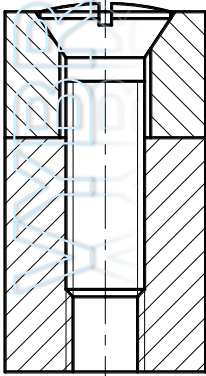
Tab. 3.2 Práca s normalizovanými prvkami – úlohy typu B

Číslo úlohy	Text zadania	Zadané parametre
B1	Pre skrutkový spoj zobrazený na obr. 3.3 navrhnite veľkosť diery podľa STN 02 1050 (Diery pre skrutky). Veľkosť priemeru diery navrhnite pre stredný stupeň presnosti. Hrúbku spájaných materiálov navrhnite podľa nasledujúceho obrázku.  Predpíšte toleranciu valcovitosti pre navrhnutú veľkosť diery pre skrutku. Pre určenie hodnoty tolerancie valcovitosti použite tab. 2.7 . Načrtnite skrutku podľa STN 02 1101 (Presné skrutky so šesťhrannou hlavou), zakótujte ju podľa strojnícových tabuliek reálnymi kótami, veľkosť dĺžky skrutky voľte s ohľadom na obr.3.3 a výšku použitých matic STN 02 1401 (Presné šesťhranné matice) a STN 02 1403 (Presné nízke šesťhranné matice). Napíšte označenie skrutky podľa STN. Príklad náčrtu skrutky so zakótovaním a označením podľa STN je na obr. 3.4.  Obr. 3.3 Skrutkový spoj vytvorený pomocou skrutky so šesťhrannou hlavou, šesťhrannej matice s prítlačnou nízkou maticou a podložkou.	✓ veľkosť priemeru závitu skrutky Md STN 02 1101

	SKRUTKA M16x50 STN 02 1101  <i>Obr. 3.4 Príklad kótovania skrutky a označenia podľa normy</i>	
B2	Pre skrutkový spoj zobrazený na <i>obr. 3.5</i> navrhnete veľkosť zahĺbenia diery podľa <i>STN 02 1024 (Valcové zahĺbenie pre skrutky s valcovou hlavou)</i>. Hrúbku spájaných materiálov navrhnete podľa nasledujúceho obrázku.  Pre určenie hodnoty tolerancie súosovosti použite <i>tab.2.9</i>. Načrtnite skrutku podľa <i>STN 02 1143 (Skrutky s valcovou hlavou s vnútorným šesťhranom)</i>, zakótuje ju podľa strojníckych tabuliek reálnymi kótami, veľkosť dĺžky skrutky voľte s ohľadom na hrúbku spájaných materiálov. Napište označenie skrutky podľa STN. Príklad náčrtu skrutky so zakótovaním a označením podľa STN je na <i>obr. 3.4</i>.	✓ veľkosť priemeru závitú skrutky Md STN 02 1143 ✓ podložka STN 02 1740

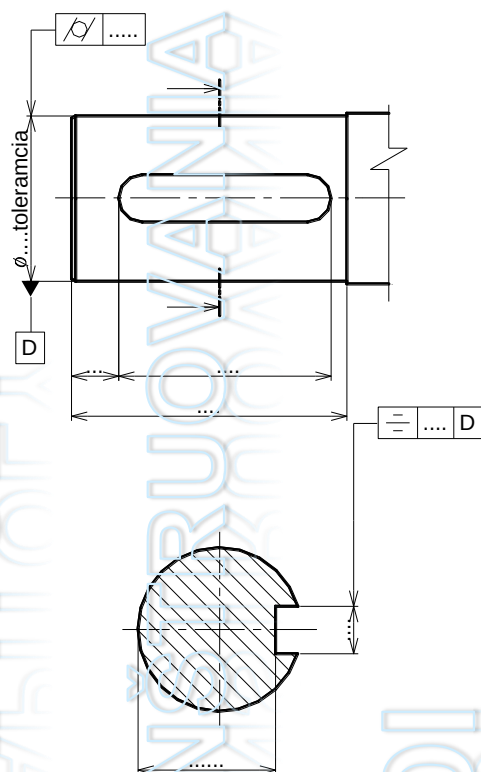
	 Obr. 3.5 Skrutkový spoj vytvorený pomocou skrutky s valcovou hlavou s vnútorným šesťhrannom a pružnou podložkou. Poznámka: Podľa STN 02 1024 (Valcové zahĺbenie pre skrutky s valcovou hlavou) použite zahĺbenie pre hlavu skrutky s podložkou.	
B3	Pre skrutkový spoj vytvorený pomocou skrutky s valcovou hlavou s vnútorným šesťhrannom bez použitia podložky navrhnete veľkosť zahĺbenia diery bez použitia podložky podľa STN 02 1024 (Valcové zahĺbenie pre skrutky s valcovou hlavou). Hrúbku spájaných materiálov navrhnete podľa nasledujúceho obrázku.  Pre určenie hodnoty tolerancie súosovosti použite tab.2.9. Načrtnite skrutku podľa STN 02 1143 (Skrutky s valcovou hlavou s vnútorným šesťhranom), zakótujte ju podľa strojníckych tabuliek reálnymi kótami, veľkosť dĺžky skrutky voľte s ohľadom na hrúbku spájaných materiálov. Napíšte označenie skrutky podľa STN. Príklad náčrtu skrutky so zakótovaním a označením podľa STN je na obr. 3.4. Poznámka: Podľa STN 02 1024 (Valcové zahĺbenie pre skrutky s valcovou hlavou) použite zahĺbenie pre hlavu skrutky bez podložky.	✓ veľkosť priemeru závitu skrutky Md STN 02 1143

Tab. 3.2 Práca s normalizovanými prvkami – úlohy typu B – pokračovanie tabuľky

Číslo úlohy	Text zadania	Zadané parametre
B4	Pre skrutkový spoj zobrazený na obr. 3.6 navrhnete veľkosť kužeľového zahĺbenia pre skrutky so zápusťou hlavou podľa STN 02 1023 (<i>Kužeľové zahĺbenie pre skrutky so zápusťou hlavou</i>). Hrúbku spájaných materiálov navrhnete podľa nasledujúceho obrázku.  Predpíšte toleranciu valcovitosti pre navrhnutú veľkosť diery pre skrutku. Pre určenie hodnoty tolerancie valcovitosti použite tab. 2.7. Načrtnite skrutku podľa STN 02 1151 (<i>Zápusťné skrutky</i>), zakótujte ju podľa strojníckych tabuliek reálnymi kótami, veľkosť dĺžky skrutky voľte s ohľadom na hrúbku spájaných materiálov. Napište označenie skrutky podľa STN. Príklad náčrtu skrutky so zakótovaním a označením podľa STN je na obr. 3.4.  Obr. 3.6 Skrutkový spoj vytvorený skrutkou so zápusťou šošovkovou hlavou.	✓ veľkosť priemeru závitu skrutky Md STN 02 1155

Tab. 3.3 Práca s normalizovanými prvkami – úloha typu C

Číslo úlohy	Text zadania	Zadané parametre
C	Hriadeľ s nábojom je spojený pomocou tesného pera. Pre daný valcový koniec priemer hriadeľa d [mm] a pre dĺžku náboja l [mm] načrtnite a zakótujte žliabok pre pero v hriadeľi. Použite <i>STN 02 2562 (Perá tesné s medznými odchýlkami šírky e7 alebo h9)</i>. <i>Postup vypracovania:</i> ✓ Načrtnite a zakótujte valcový koniec hriadeľa so žliabkom pre tesné pero pomocou <i>STN 01 4990 (Valcové konce hriadeľov)</i>. Rozmer dĺžky valcového konca hriadeľa l [mm] voľte pre dlhú variantu pomocou tejto normy. ✓ Polohu žliabku pre pero voľte s ohľadom na normu <i>STN 01 4990</i>. ✓ Podľa <i>STN 02 2562 (Perá tesné s medznými odchýlkami šírky e7 alebo h9)</i> voľte rozmery pera, ako aj všetky rozmery žliabku pre pero. ✓ Predpíšte toleranciu valcovitosti priemeru hriadeľa podľa <i>tab. 2.7</i>. ✓ Predpíšte toleranciu súmernosti podľa <i>tab. 2.9</i>. ✓ Predpíšte normou stanovené drsnosti plôch žliabku pre pero v hriadeľi. ✓ Voľte normalizovanú dĺžku pera s ohľadom na dĺžku valcového konca hriadeľa. ✓ Rozmery zvoleného tesného pera napíšte použitím reálnej Vami navrhnutej veľkosti vo forme: PERO b x h x l STN 02 2562 Na <i>obr. 3.7</i> je príklad znázornenia a kótovania slepými kótami. Na obrázku nie je zakótovaná drsnosť plôch žliabku pre pero v hriadeľi ako aj zaoblenie tohto žliabku – potrebné dokótovať podľa <i>STN 02 2562</i>.	✓ priemer hriadeľa d [mm] podľa <i>STN 01 4990</i>



Obr. 3.7 Príklad kótovania žliabku pre tesné pero v hriadeli

4 LÍCOVANIE – PRÍKLADY

Pri vzájomne montovaných strojových súčiastkach, ktoré majú charakter „hriadeľa“ a „diery“ sa dosahuje určitý stupeň vzájomnej pohyblivosti alebo nepohyblivosti *lícovaním*. Miera vzájomnej pohyblivosti alebo nepohyblivosti sa nazýva *uloženie*.

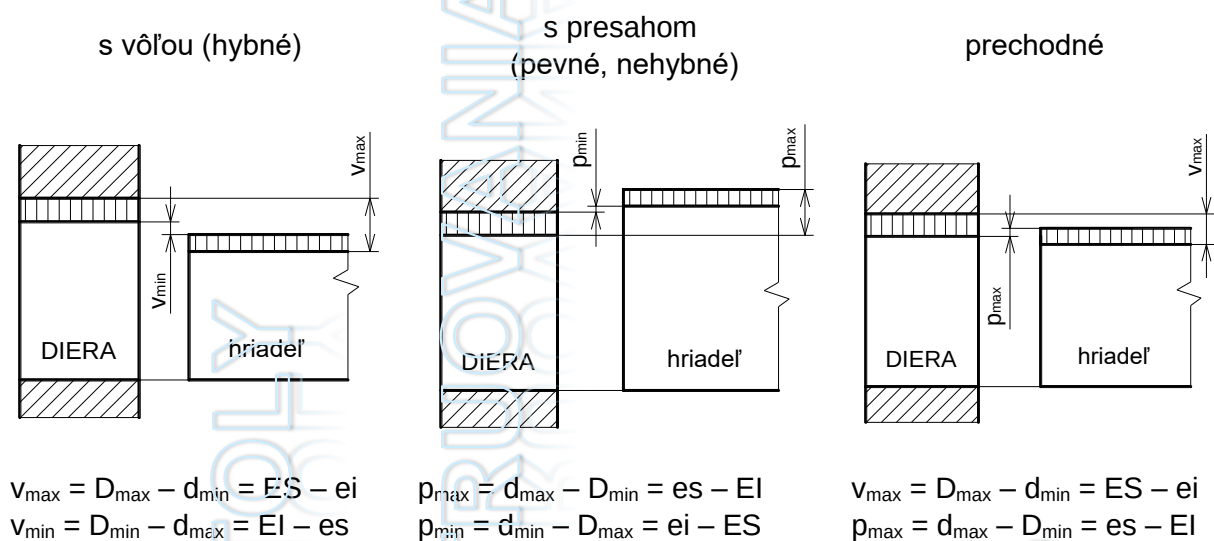
Rozoznávame tieto hlavné typy uložení:

- ✓ *uloženie s vôľou* (skôr označované hybné)
patria sem uloženia:
 - a) v sústave jednotnej diery **H / a, b, c,h**
 - b) v sústave jednotného hriadeľa **A, B, C, H / h**
- ✓ *uloženie prechodné*,
patria sem uloženia:
 - a) v sústave jednotnej diery **H / j, js, k, m, n**
 - b) v sústave jednotného hriadeľa **J, Js, K, M, N / h**
- ✓ *uloženie s presahom* (skôr označované nehybné).
patria sem uloženia:
 - a) v sústave jednotnej diery **H / p, r, s,z, za, zb, zc**
 - b) v sústave jednotného hriadeľa **P, R, S, Z, ZA, ZB, ZC / h**

Pri uložení používame dve sústavy:

- ✓ *Uloženia v sústave jednotnej diery* – pri ktorých sa dosahujú požadované vôle a presahy kombináciou rôznych tolerančných polí hriadeľov s tolerančným polom jednotnej diery *H*, t.j. s dierou, ktorá má dolnú odchýlku $EI = 0$.
- ✓ *Uloženia v sústave jednotného hriadeľa* – pri ktorých sa dosahujú požadované vôle a presahy kombináciou rôznych tolerančných polí dier s tolerančným polom jednotného hriadeľa *h*, t.j. s hriadeľom ktorý má hornú odchýlku $es = 0$.

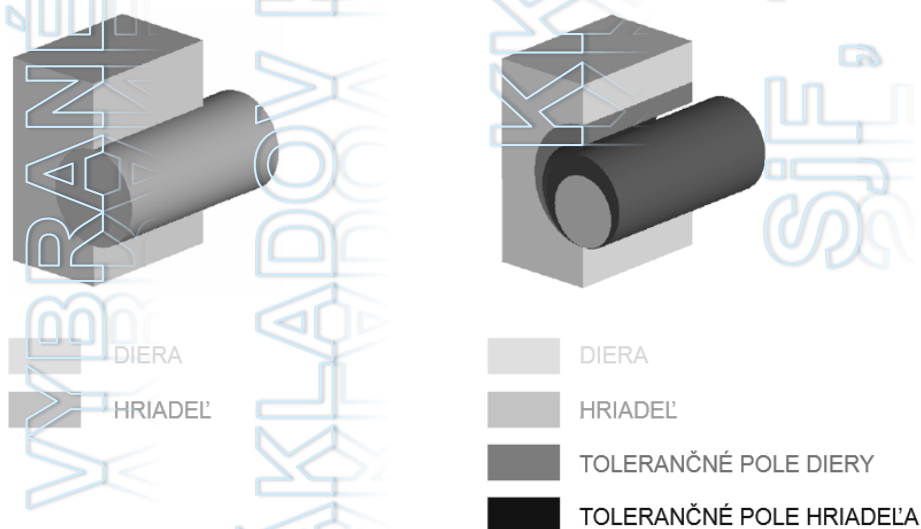
Združením dvoch tolerančných značiek pre dieru a pre hriadeľ s rovnakým menovitým rozmerom je predpísané uloženie.



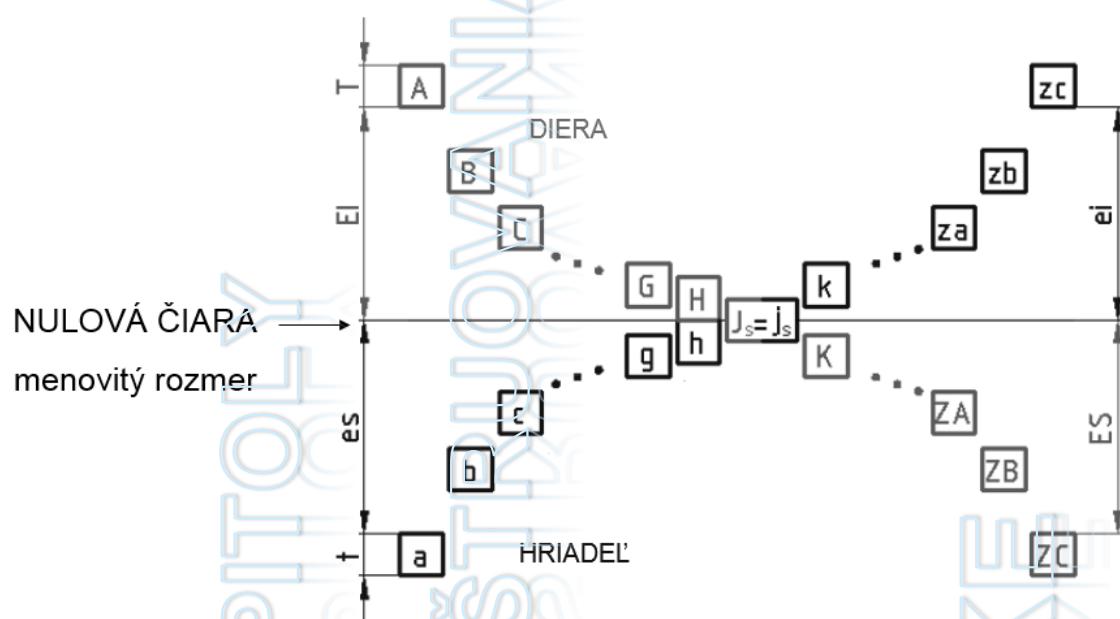
Obr. 4.1 Typy uložení ($v_{\min}$ – je minimálna vôľa, $v_{\max}$ – je maximálna vôľa, $p_{\min}$ – je minimálny presah, $p_{\max}$ – je maximálny presah)

MENOVITÉ ROZMERY

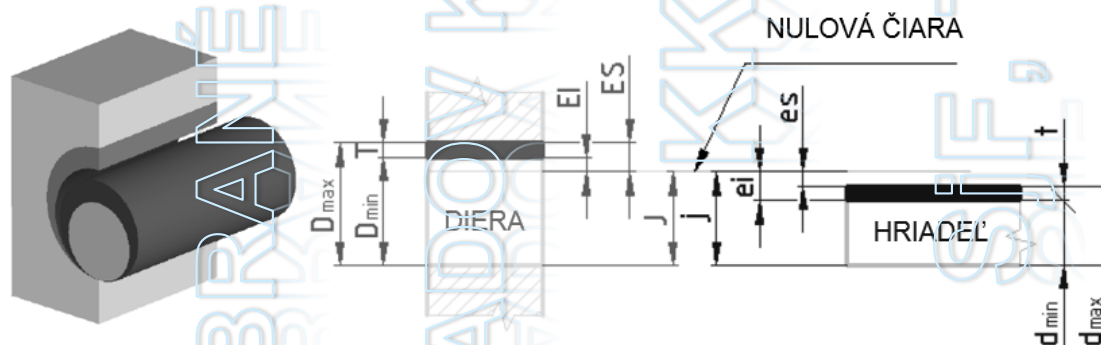
SKUTOČNÉ ROZMERY



Obr. 4.2 Rozdiel medzi menovitými a skutočnými rozmermi pri vzájomne montovaných súčiastkach, ktoré majú charakter „hriadeľa“ a „diery“.



Obr. 4.3 Poloha tolerančných polí dier a hriadeľov vzhľadom k nulovej čiare



$D_{\max}$	– horný medzný rozmer diery	$d_{\max}$	– horný medzný rozmer hriadeľa
$D_{\min}$	– horný medzný rozmer diery	$d_{\min}$	– horný medzný rozmer hriadeľa
$J = MR$	– menovitý rozmer diery	$j = mr$	– menovitý rozmer hriadeľa
ES	– horná medzná odchýlka diery	es	– horná medzná odchýlka hriadeľa
EI	– dolná medzná odchýlka diery	ei	– dolná medzná odchýlka hriadeľa
T	– tolerancia diery	t	– tolerancia hriadeľa

Obr. 4.4 Lícovanie – základné pojmy

Znenie úlohy:

- Určite o aké uloženie sa jedná a v akej sústave.
- Nakreslite ilustračný obrázok.
- Určite pomocou strojnícových tabuliek ES, EI, es, ei.
- Vypočítajte T, t.
- Vypočítajte $v_{\max}$, $v_{\min}$, alebo $p_{\max}$, $p_{\min}$, alebo $p_{\max}$ $v_{\max}$ (podľa toho čo v uložení vzniká).

Príklad č.1 – riešená úloha

Riešte uloženie $\varnothing 20\text{ H7/r6}$

Vysvetlenie pojmov:

- $\varnothing 20\text{mm}$ je menovitý rozmer diery a hriadeľa,
- H je poloha tolerančného poľa diery,
- 7 je stupeň presnosti pre diery,
- r je poloha tolerančného poľa hriadeľa,
- 6 je stupeň presnosti pre hriadeľ.

Je to uloženie s presahom (nehybné) (hriadeľ $\varnothing 20\text{ r6}$) v sústave jednotnej diery (diera $\varnothing 20\text{ H7}$).

Zo strojnícových tabuliek podľa STN 01 4202 (Tolerančné pole diery pre menovité rozmery od 1 do 500 mm) a pre príslušný menovitý rozmer diery (v tomto prípade 20 mm), pre polohu tolerančného poľa diery „H“ a stupeň presnosti diery „7“ odčítame:

- hornú medznú odchýlku diery ES = $+21\text{ }\mu\text{m} = +0,021\text{ mm}$,
- dolnú medznú odchýlku diery EI = $0\text{ }\mu\text{m} = 0\text{ mm}$.

Zo strojnícových tabuliek podľa STN 01 4202 (Tolerančné pole hriadeľov pre menovité rozmery od 1 do 500 mm) a pre príslušný menovitý rozmer hriadeľa (v tomto prípade 20 mm), pre polohu tolerančného poľa hriadeľa „r“ a stupeň presnosti hriadeľa „6“ odčítame:

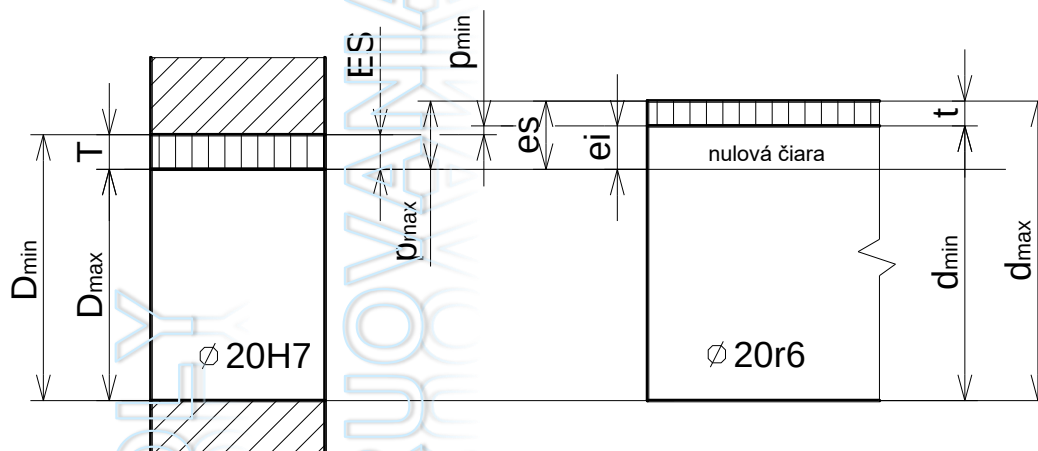
- hornú medznú odchýlku hriadeľa es = $+41\text{ }\mu\text{m} = +0,041\text{ mm}$,
- dolnú medznú odchýlku hriadeľa ei = $+28\text{ }\mu\text{m} = +0,028\text{ mm}$.

Výpočet medzných rozmerov:

- horný medzný rozmer diery: $D_{\max} = D + ES = 20 + 0,021 = 20,021\text{mm}$
- dolný medzný rozmer diery: $D_{\min} = D + EI = 20 + 0 = 20,000\text{mm}$
- horný medzný rozmer hriadeľa: $d_{\max} = d + es = 20 + 0,041 = 20,041\text{mm}$
- dolný medzný rozmer hriadeľa: $d_{\min} = d + ei = 20 + 0,028 = 20,028\text{mm}$

Výpočet tolerancií:

- tolerancia diery: $T = ES - EI = 0,021 - 0 = 0,021\text{mm}$
- tolerancia hriadeľa: $t = es - ei = 0,041 - 0,028 = 0,013\text{mm}$


 Obr. 4.5 Lícovanie – príklad uloženie $\varnothing 20 H7/r6$

Poznámka: Os diery a os hriadeľa neznázorňujeme.

Nulová čiara (čiara nulových odchýlok) je na dolnom medznom rozmere diery (najmenší dovolený rozmer diery). Poloha nulovej čiary je daná menovitým rozmerom.

Výpočet presahov:

- maximálny presah: $p_{max} = d_{max} - D_{min} = es - EI = 0,041 - 0 = 0,041\text{mm}$
- minimálny presah: $p_{min} = d_{min} - D_{max} = ei - ES = 0,028 - 0,021 = 0,007\text{mm}$

Príklad č.2 – riešená úloha

Riešte uloženie $\varnothing 80F8/h7$

Vysvetlenie pojmov:

- $\varnothing 80\text{ mm}$ je menovitý rozmer diery a hriadeľa,
- F je poloha tolerančného poľa diery,
- 8 je stupeň presnosti pre diery,
- h je poloha tolerančného poľa hriadeľa,
- 7 je stupeň presnosti pre hriadeľ.

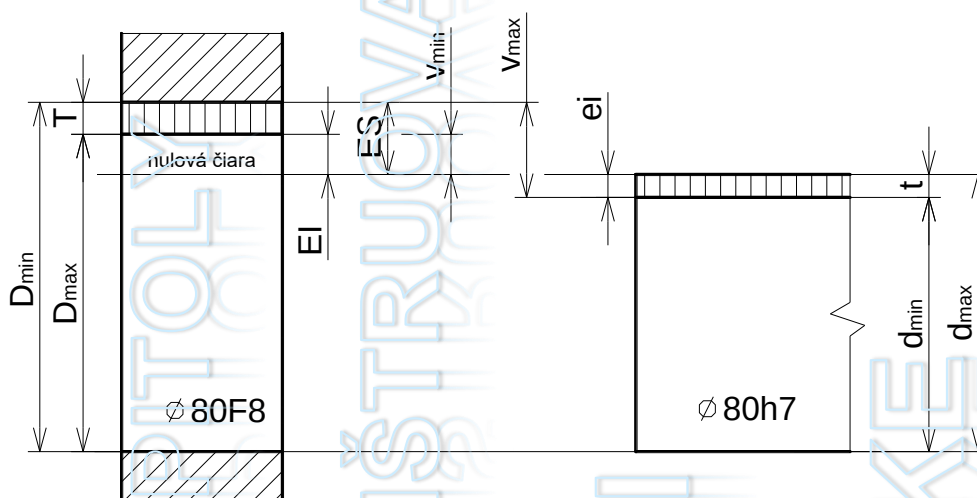
Je to uloženie s vôľou (hybné) (diera $\varnothing 80 F8$) v sústave jednotného hriadeľa (hriadeľ $\varnothing 80 h7$).

Zo strojníckych tabuliek podľa STN 01 4202 (Tolerančné pole diery pre menovité rozmery od 1 do 500 mm) a pre príslušný menovitý rozmer diery (v tomto prípade 80 mm), pre polohu tolerančného poľa diery „F“ a stupeň presnosti diery „8“ odčítame:

- hornú medznú odchýlku diery $ES = +76\text{ }\mu\text{m} = +0,076\text{ mm}$,
- dolnú medznú odchýlku diery $EI = +30\text{ }\mu\text{m} = +0,030\text{ mm}$.

Zo strojníckych tabuliek podľa STN 01 4202 (Tolerančné pole hriadeľov pre menovité rozmery od 1 do 500 mm) a pre príslušný menovitý rozmer hriadeľa (v tomto prípade 80 mm), pre polohu tolerančného poľa hriadeľa „h“ a stupeň presnosti hriadeľa „7“ odčítame:

- hornú medznú odchýlku hriadeľa $es = 0 \mu\text{m} = 0 \text{ mm}$,
- dolnú medznú odchýlku hriadeľa $ei = -30 \mu\text{m} = -0,030 \text{ mm}$.



Obr. 4.6 Lícovanie – príklad uloženie $\varnothing 80\text{F8/h7}$

Poznámka: Os diery a os hriadeľa neznázorňujeme.

Nulová čiara (čiara nulových odchýlok) je na dolnom medznom rozmere diery (najmenší dovolený rozmer diery). Poloha nulovej čiary je daná menovitým rozmerom.

Výpočet medzných rozmerov:

- horný medzný rozmer diery: $D_{\max} = D + ES = 80 + 0,076 = 80,076 \text{ mm}$
- dolný medzný rozmer diery: $D_{\min} = D + EI = 80 + 0,030 = 80,030 \text{ mm}$
- horný medzný rozmer hriadeľa: $d_{\max} = d + es = 80 + 0 = 80 \text{ mm}$
- dolný medzný rozmer hriadeľa: $d_{\min} = d + ei = 80 + (-0,030) = 79,970 \text{ mm}$

Výpočet tolerancií:

- tolerancia diery: $T = ES - EI = 0,076 - 0,03 = 0,046 \text{ mm}$
- tolerancia hriadeľa: $t = es - ei = 0,030 - 0 = 0,030 \text{ mm}$

Výpočet vôľe:

- maximálna vôľa: $V_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = 0,076 - (-0,030) = 0,106 \text{ mm}$
- minimálna vôľa: $V_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = EI - es = 0,030 - 0 = 0,030 \text{ mm}$

Príklad č.3 – riešená úloha

Riešte uloženie $\varnothing 45H7/j_6$

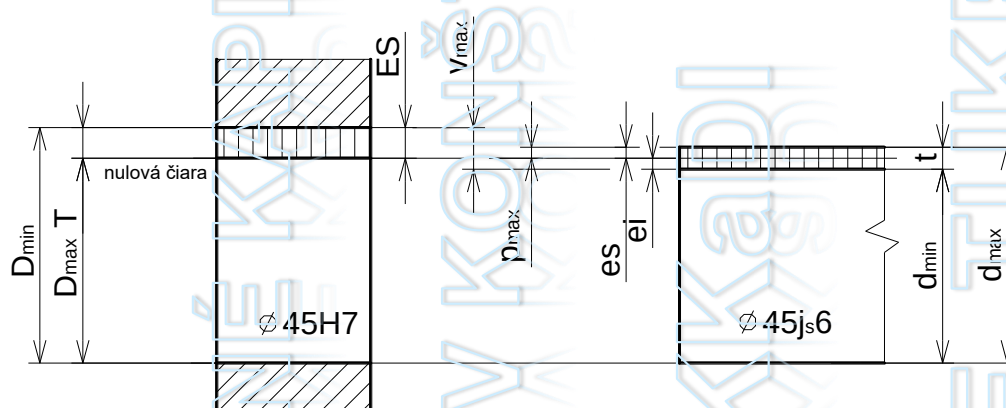
Je to prechodné uloženie (hriadeľ $\varnothing 45 j_6$) v sústave jednotnej diery (diera $\varnothing 45 H7$).

Zo strojníckych tabuliek podľa *STN 01 4202 (Tolerančné pole dier pre menovité rozmery od 1 do 500 mm)* a pre príslušný menovitý rozmer diery (v tomto prípade 45 mm), pre polohu tolerančného poľa diery „H“ a stupeň presnosti diery „7“ odčítame:

- hornú medznú odchýlku diery $ES = +25 \mu\text{m} = +0,025 \text{ mm}$,
- dolnú medznú odchýlku diery $EI = 0 \mu\text{m} = 0 \text{ mm}$.

Zo strojníckych tabuliek podľa *STN 01 4202 (Tolerančné pole hriadeľov pre menovité rozmery od 1 do 500 mm)* a pre príslušný menovitý rozmer hriadeľa (v tomto prípade 45 mm), pre polohu tolerančného poľa hriadeľa „j_s“ a stupeň presnosti hriadeľa „6“ odčítame:

- hornú medznú odchýlku hriadeľa $es = +8 \mu\text{m} = +0,008 \text{ mm}$,
- dolnú medznú odchýlku hriadeľa $ei = -8 \mu\text{m} = -0,008 \text{ mm}$.



Obr. 4.7 Lícovanie – príklad uloženie $\varnothing 45H7/j_6$

Výpočet medzných rozmerov:

- horný medzný rozmer diery: $D_{\max} = D + ES = 45 + 0,025 = 45,025 \text{ mm}$
- dolný medzný rozmer diery: $D_{\min} = D + EI = 45 + 0 = 45 \text{ mm}$
- horný medzný rozmer hriadeľa: $d_{\max} = d + es = 45 + 0,008 = 45,008 \text{ mm}$
- dolný medzný rozmer hriadeľa: $d_{\min} = d + ei = 45 + (-0,008) = 44,992 \text{ mm}$

Výpočet tolerancií:

- tolerancia diery: $T = ES - EI = 0,025 - 0 = 0,025 \text{ mm}$
- tolerancia hriadeľa: $t = es - ei = 0,008 - (-0,008) = 0,016 \text{ mm}$

Výpočet vôle a presahu:

- maximálna vôľa: $v_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = ES - ei = 0,025 - (-0,008) = 0,033\text{mm}$
- maximálny presah: $p_{\max} = d_{\max} - D_{\min} = es - EI = 0,008 - 0 = 0,008\text{mm}$

Tab. 4.1 Príklady na precvičenie uložení – samostatná práca

Znenie úlohy: • Určíte o aké uloženie sa jedná a v akej sústave. • Nakreslite ilustračný obrázok. • Určíte pomocou strojníckych tabuliek ES, EI, es, ei. • Vypočítajte T, t. • Vypočítajte $v_{\max}$, $v_{\min}$, alebo $p_{\max}$, $p_{\min}$, alebo $p_{\max}$, $v_{\max}$ (podľa toho čo v uložení vzniká).			
Číslo úlohy	Príklad č.1	Príklad č.2	Príklad č.3
1.	Ø 320 H6 / g5	Ø 75 Js6 / h5	Ø 50 S8 / h7
2.	Ø 15 H6 / h5	Ø 35 H5 / m4	Ø 100 P7 / h6
3.	Ø 80 F8 / h7	Ø 90 H7 / k6	Ø 120 H7 / s7
4.	Ø 45 E9 / h8	Ø 145 H7 / js6	Ø 150 P9 / h8
5.	Ø 185 D11 / h10	Ø 220 K6 / h5	Ø 190 H9 / r8
6.	Ø 265 H9 / d9	Ø 125 H5 / n4	Ø 215 R7 / h6
7.	Ø 225 H7 / h6	Ø 270 K7 / h6	Ø 275 P8 / h6
8.	Ø 400 F7 / h5	Ø 310 Js7 / h6	Ø 30 H7 / r6
9.	Ø 305 F9 / h9	Ø 165 H7 / js6	Ø 170 H7 / s7
10.	Ø 65 H11 / d11	Ø 55 M7 / h6	Ø 330 H8 / p7
11.	Ø 160 H11 / h11	Ø 10 H5 / Js4	Ø 260 S7 / h6
12.	Ø 230 F9 / h8	Ø 105 N7 / h6	Ø 110 H7 / s6
13.	Ø 290 H10 / h9	Ø 235 M7 / h6	Ø 210 P9 / h8
14.	Ø 300 H8 / e8	Ø 205 H5 / k4	Ø 175 T7 / h6
15.	Ø 250 G6 / h5	Ø 70 K8 / h7	Ø 5 H9 / p7
16.	Ø 20 H8 / f3	Ø 280 M5 / h4	Ø 85 H8 / p7
17.	Ø 140 F7 / h6	Ø 350 H7 / k6	Ø 135 P3 / h7
18.	Ø 200 E9 / h9	Ø 245 N8 / h7	Ø 240 H8 / r7
19.	Ø 155 D11 / h10	Ø 130 H8 / js7	Ø 195 U8 / h7
20.	Ø 115 H7 / g6	Ø 25 Js8 / h7	Ø 180 R8 / h6
21.	Ø 60 H10 / h10	Ø 95 M8 / h7	Ø 40 P8 / h7

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. ANTALA, J.: Základy strojného inžinierstva, skriptá, zbierka úloh, 116s., STU Bratislava 2005, ISBN 80-227-2267-7.
2. BAŠŤOVANSKÝ, R. a i.: Metodika konštruovania, 151s., EDIS, Bratislava 2017, ISBN 978-80-5541-369-3.
3. BRONČEK, J. a i.: Konštruovanie I, 662s., EDIS, Bratislava 2015, ISBN 978-80-5541-177-4.
4. DOVICA, M a i.: Geometrické špecifikácie výrobkov, 215s., TU v Košiciach, 2015, ISBN 978-80-5532-245-2.
5. 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.
6. HOMIŠIN, J. a i.: Základy strojného inžinierstva, Viena Košice 2001, ISBN 80-7165-359-4.
7. HOMIŠIN, J. a i.: Základy strojného inžinierstva, Viena Košice 2003, Druhé vydanie, ISBN 80-7165-359-4.
8. HOMIŠIN, J. a i.: Základy konštruovania v strojárstve, C – Press, Košice 2009, ISBN 978-80-970264-2-4.
9. HOMIŠIN, J. a i.: Praktické riešenie úloh v predmetoch konštruovania, TU-SjF, Košice, 2013, ISBN 978-80-553-1517-3.
10. KLETEČKA, J., FOŘT, P.: Technické kreslenie, Competer Press, Praha 2012, 248 s, ISBN 80-2511-887-0.
11. KLIMO, V., VACKOVÁ, M.: Základy strojného inžinierstva I., Košice, 2017, ISBN 978-80-8185-022-6.
12. KRÁL, Š. a kol.: Základy konštruovania a technická dokumentácia. STU Bratislava, 2007, ISBN 978-80-227-2644-3.
13. LEINVEBER, J., VÁVRA, P.: Strojnícke tabuľky, Albra, Úvaly, 2017, 943s., ISBN 978-80-7361-111-8.
14. MÁLIK, L. a i.: Konštruovanie III, 514 s, EDIS, Žilina 2012, ISBN 978-80-5540-476-9.
15. MEDVECKÝ, Š. a i.: Konštruovanie I, 626 s, EDIS, Žilina 2007, ISBN 978-80-8070-640-9.
16. Medzinárodné normy ISO, EN a národné normy STN citované v jednotlivých kapitolách publikácie.
17. MORAVEC, V.: Čelní ozubené kola, teorie, výpočet, konstrukce, výroba. MONTANEX 2001.
18. PAVLENKO, S., HALKO, J.: Časti strojov I. Učebné texty pre externé štúdium. Prešov FVT, 2006, 95s., ISBN 80-8073-567-0.
19. PAVLENKO, S., HALKO, J.: Navrhovanie súčastí strojov a zariadení, FVT TU v Prešove, 2007, ISBN 987-80-8073-975-1.

20. PAVLENKO, S.: Časti strojov I. FVT Prešov 2004, 133s, ISBN 80-8073-100-4.
21. POLÁČEK, D.: Technické kreslení podle mezinárodních norem III., 318s., Montanex, 2007, ISBN 80-8578-028-3.
22. SHIGLEY, J. E., a i.: Konstruování strojních součástí, 1159s., VUTUM, Praha, 2010, ISBN 978-80-2142-629-0.
23. SVOBODA, P. a i.: Základy konstruování, 234s., CERM, 2011, ISBN 978-80-7204-750-5.
24. ČVERCL, J.: Technické kreslení, 100s., Scientia, 2014, ISBN 978-80-7183-009-2.
25. TOMAGOVÁ, M., a i.: Základy strojnictva, učebné texty a praktiká, TU Košice 2004, 98s, ISBN 80-89066-73-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. ŽARNAY, M., BRONČEK, J.: Technické kreslenie, 156 s, Expol Pedagogika, Bratislava, 2017, ISBN 97-880-8091-415-8.

Autori: prof. Ing. Jaroslav HOMIŠIN, CSc.
doc. Ing. Silvia MALÁKOVÁ, PhD.
Ing. Jarmila VOJTKOVÁ, PhD.

Recenzenti: prof. Ing. Marián DZIMKO, CSc.
prof. Ing. Lubomír PEŠÍK, CSc.

Názov: Vybrané kapitoly zo základov konštruovania

Vydanie: prvé

Vydavateľ: TŮ v Košiciach, Strojnícka fakulta

Rok: 2018

Rozsah: 94 strán, 46 obrázkov, 27 tabuliek

Edícia: Edícia študijnej literatúry

Tlač: Centrum Informatiky, Strojnícka fakulta TŮ v Košiciach
Letná 9, Košice 042 00

Náklad: 350 ks

ISBN 978-80-553-3267-3