

STROJNÍCKA FAKULTA
TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH



Praktické riešenie úloh v predmetoch konštruovania

prof. Ing. Jaroslav Homišin, CSc.

doc. Ing. Silvia Maláková, PhD.

Ing. Jarmila Vojtková, PhD.

EDÍCIA ŠTUDIJNEJ LITERATÚRY
Košice 2013

Recenzenti:

prof. Ing. Marián DZIMKO, CSc.

doc. Ing. Jozef HALKO, PhD.

Praktické riešenie úloh v predmetoch konštruovania

© prof. Ing. Jaroslav HOMIŠIN, CSc.

doc. Ing. Silvia MALÁKOVÁ, PhD.

Ing. Jarmila VOJTKOVÁ, PhD.

2013

ISBN 978-80-553-1571-3

OBSAH

SLOVNÍK POJMOV	5
ÚVOD	7
1 ÚVODNÉ INFORMÁCIE K CVIČENIAM	8
doc. Ing. Silvia Maláková, PhD.	
1.1 Ciele a zámery cvičení	8
1.2 Úprava a vedenie zošita na cvičeniach	8
1.3 Číslovanie výkresov v titulnom bloku	9
2 ZOBRAZOVANIE A KÓTOVANIE	10
doc. Ing. Silvia Maláková, PhD.	
2.1 Zadanie programu 01	10
2.2 Kreslenie náčrtov	11
2.3 Zobrazovanie použitím rezu, prierezu	13
2.4 Kótovanie	13
2.5 Ohýbané súčiastky	14
2.6 Kótovanie závitov	17
2.7 Kótovanie valcových koncov hriadeľov	20
2.8 Kótovanie žliabkov pre pero v hriadeli a v náboji	22
2.9 Zápichy	23
2.10 Strediace otvory	25
2.11 Drážky na hriadeli a v diere pre poistné krúžky	25
2.12 Úlohy na zobrazovanie a kótovanie	27
3 VÝROBNÉ VÝKRESY	30
doc. Ing. Silvia Maláková, PhD.	
3.1 Zadanie programu 02	30
3.2 Drsnosť povrchu	31
3.3 Drsnosť povrchu závitů	38
3.4 Tepelné spracovanie – predpisovanie na výkrese	39
3.5 Geometrické tolerancie – číselné hodnoty	41
3.5.1 Tolerancie tvaru	41
3.5.2 Tolerancie smeru a hádzania	43

4 ZOBRAZOVANIE A KÓTOVANIE OZUBENÝCH KOLIES..... 44

doc. Ing. Silvia Maláková, PhD.

4.1	Zadanie programu 03	44
4.2	Základné pojmy ozubenia	44
4.3	Čelné ozubené kolesá.....	45
4.3.1	Geometrické parametre čelných ozubených kolies.....	45
4.3.2	Kreslenie výkresov čelných ozubených kolies	48
4.3.3	Predpisovanie presnosti čelných ozubených súkolesí	50
4.4	Kuželové ozubené kolesá	52
4.4.1	Geometrické parametre kuželových ozubených kolies s priamymi zubami.....	52
4.4.2	Kreslenie výkresov kuželových ozubených kolies	55
4.4.3	Predpisovanie presnosti kuželových ozubených súkolesí	56
4.5	Závitkové súkolesie	58
4.5.1	Geometrické parametre závitkového súkolesia.....	58
4.5.2	Kreslenie výkresov závitoviek a závitkových kolies.....	61
4.5.3	Predpisovanie presnosti závitkových prevodov s valcovou závitovkou..	62
4.6	Konštrukčné riešenie tvaru telies ozubených kolies	64
4.7	Materiály na výrobu ozubených kolies.....	67
4.8	Zadania ozubených kolies.....	69

5 PODZOSTAVY PREVODOVIEK 71

Ing. Jarmila Vojtková, PhD.

5.1	Zadanie programu 01	71
5.2	Zobrazovanie ložísk na výkresoch	72
5.3	Zostavy.....	75
5.4	Príklady riešenia ložiskového uzla – veko a čap	75
5.5	Príklady riešenia viek	76
5.5.1	Príklady skrutkovaných viek.....	76
5.5.2	Príklady vkladných viek.....	77
5.6	Príklady návrhov kolies	78
5.7	Príklady riešenia úpravy hriadeľa	78
5.7.1	Axiálne poistenie kolesa.....	78
5.7.2	Úpravy závitovky	78

5.8	Predlohový hriadeľ	79
5.7	Zadávacie varianty	81
6	ZVÁRANÉ KONŠTRUKCIE A TLAKOVÉ NÁDOBY	93
	Ing. Jarmila Vojtková, PhD.	
6.1	Zadanie programu 02	93
6.2	Označovanie spôsobu zvarovania, elektród a prídavných materiálov	94
6.3	Stupne kvality zvarovaných spojov	95
6.4	Všeobecné tolerancie pre zvary	95
6.5	Príklady konštrukčných uzlov	96
6.3	Zadávacie varianty pre zvary	100
7	SLOVNÉ ÚLOHY	107
	Ing. Jarmila Vojtková, PhD.	
7.1	Zadanie programu 03	107
7.2	Riešené úlohy	107
7.3	Zadávacie varianty pre slovné úlohy	112
	POUŽITÁ LITERATÚRA	115

SLOVNÍK POJMOV

Technický výkres je podkladom pre prípravu výroby, vlastnú výrobu, montáž a kompletizáciu výrobkov, môžeme ho teda charakterizovať aj ako dorozumievací prostriedok medzi konštrukciou a výrobou.

Výkres súčiastky (dielenský výkres) obsahuje zobrazenia súčiastky a ďalšie údaje potrebné k jej vyrobeniu a kontrole. Vyhotovuje sa pre všetky nenormalizované súčiastky. Ak je v zostave viac kusov rovnakých súčiastok kreslí sa iba jeden výkres. Výkres súčiastky musí obsahovať z hľadiska výroby nasledovné údaje:

- jednoznačné určenie tvaru súčiastky vyjadrené jej zobrazením,
- veľkosť súčiastky, ktorá je určená zakótovaním všetkých rozmerov (každý rozmer je kótovaný iba raz),
- presnosť výroby, ktorá je určená toleranciami potrebných rozmerov, geometrickými toleranciami tvaru a polohy funkčných plôch,
- kvalita povrchu (drsnosť) a úprava povrchu,
- materiál, polotovár,
- úplne vyplnený titulný blok.

Výkres zostavy definuje výrobok, ktorý vznikol zmontovaním zo súčiastok (preto popisovaný objekt nazývame aj montážna jednotka), alebo jeho časť tým, že graficky i textom popisuje usporiadanie a vzájomné vzťahy všetkých súčastí v zmontovanom stave. Výkresy zostáv musia obsahovať:

- zobrazenie montážnej jednotky (vo viacerých pohľadoch, rezoch, zobrazením podrobností,...), ktoré dáva predstavu o vzájomnej polohe a vzťahu zostavovaných a spájaných častí, umožňuje montáž a kontrolu,
- údaje o spojoch, zvaroch, spájkovaných spojoch vyhotovovaných pri zostavovaní montážnej jednotky,
- údaje o uloženiach zostavy, ak presnosť uloženia sa dosahuje inak ako predpísaním tolerancií rozmerov na výkresoch súčiastok (napr. výberovým spájaním súčiastok, kompenzačným prvkom a pod.),
- požiadavky a údaje (rozмеры, tolerancie, drsnosť povrchu a pod.) pre prvky, ktoré sa majú dohotoviť alebo kontrolovať podľa výkresu zostavy pri montáži alebo po montáži,
- hlavné rozмеры, kde patrí celková dĺžka, šírka a výška, pripojovacie rozмеры vrátane tolerancií (rozstupy pripojovacích dier napríklad na prírubách, veľkosť a poloha otvorov pre základové skrutky, napríklad pre prevodovku a elektromotor, výška osí rotácie hriadeľov elektromotorov a prevodoviek, priemer a dĺžka voľných koncov hriadeľov elektromotorov a prevodoviek),
- označenie všetkých súčiastok a častí montážnej jednotky číslami položiek,
- titulný blok a súpis položiek, ktorý je neoddeliteľnou súčasťou výkresu zostavy.

Súpis položiek je súčasťou každého zostavného výkresu. Môže byť vyhotovený samostatne, alebo ako súčasť zostavného výkresu. Ak je súpis položiek samostatný (oddelený) jednotlivé položky sú zoradené zhora dole. Ak je súpis položiek vyhotovený ako súčasť zostavného výkresu, položky sú zoradené z dole hore. Vždy je potrebné nenormalizované položky oddeliť od normalizovaných vynechaním 2 až 4 pozičných čísel. Súpis položiek musí obsahovať:

- číslo položky (súčiastky), ktoré je zhodné s číslom na výkrese zostavy,
- názov súčiastky (opis),
- počet súčiastok každého druhu,
- hmotnosť jednej súčiastky každého druhu,
- informáciu, kde je súčiastka úplne definovaná (číslo výkresu súčiastky, úplné označenie normy, respektíve úplné označenie podľa výrobcu, vrátane výrobcu alebo dodávateľa, alebo iný údaj.

ÚVOD

Tieto skriptá tvoria učebnú pomôcku určenú pre vyhotovenie programov zadaných cvičeniach z predmetov „Základy konštruovania“ a „Konštruovanie“ a pre všetky formy štúdia.

Skriptá obsahujú zadania a riešenia niektorých problémových úloh. Študentom ponúkajú komplexné informácie o rozsahu jednotlivých zadaní v zimnom a letnom 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 niektoré písomné kontroly z predmetov „Základy konštruovania“ a „Konštruovanie“ sú riešené tak, že ich vyhovujúco zvládnete len pomocou technickej literatúry (strojnícke tabuľky a pod.).

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

Autorky 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, 2013

Za pripomienky autori ďakujú

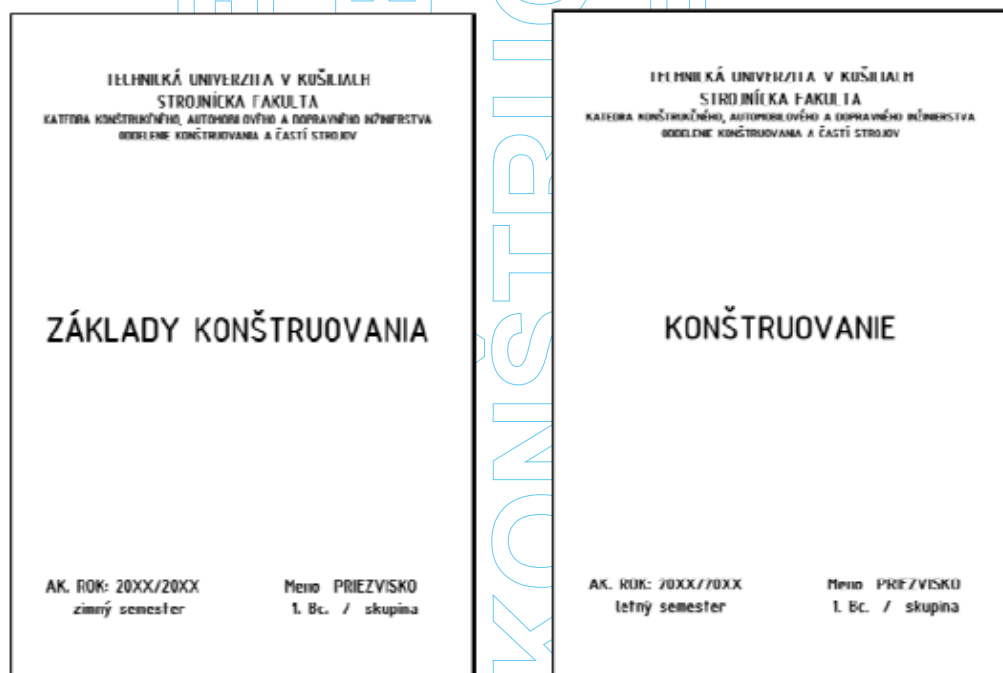
1 ÚVODNÉ INFORMÁCIE K CVIČENIAM

1.1 Ciele a zámery cvičení

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.

1.2 Úprava a vedenie zošita na cvičeniach

Počas cvičení študenti pracujú samostatne na individuálnych zadaniach. Všetka ich práca je zaznamenávaná postupne do náčrtového zošita. Na základe náčrtov v zošite študent vyhotoví technický výkres kreslený kresliacimi pomôckami na normalizovaný formát s predpísanou úpravou a v normalizovanej mierke ako ceruzkový originál. Práca v zošite je súčasťou celkového hodnotenia študentov. Predpísaný je náčrtový zošit formátu A4, 40 listový, čistý bez potlače (440). Prvý list náčrtového zošita je potrebné upraviť podľa obr. 1.1 pre zimný a letný semester.



Obr. 1.1 Úprava čelnej strany zošita v zimnom a letnom semestri

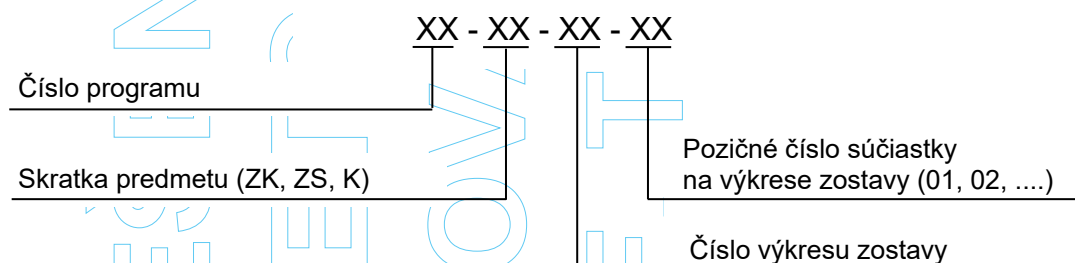
Za týmto prvým listom v zošite bude nasledovať vlepéná osnova predmetu, ktorá je zverejnená na <http://www.sjf.tuke.sk/kkaadi/>.

Zadanie jednotlivých programov začína vždy na čistej pravej strane. Každá súčiastka, ktorú študent načrtne do zošita sám sa kreslí na samostatnú čistú pravú stranu s nalepeným titulným blokom v spodnej časti tejto strany. Ak sa jedná o zložitú súčiastku, prípadne o náčrty zostavných výkresov, použije sa čistá dvojstránka (ľavá aj pravá strana, titulný blok nalepený v spodnej časti pravej strany).

Poznámky v zošite sa píše perom. Obrázky sa kreslia ceruzou, voľnou rukou (odporúča sa použiť štvorčekovanú podložku) na pravú stranu v zošite. Ľavá strana slúži pri prekresľovaní chybné, alebo neesteticky zhotoveného náčrtu, prípadne pri potrebe väčšieho formátu (A3) pre konkrétny program.

1.3 Číslovanie výkresov v titulnom bloku

Dodnes nie je číslovanie výkresov stanovené a uvedené normami STN. V súčasnosti má každá firma, či podnik svoj interný systém číslovania výkresovej dokumentácie. Pri číslovaní výkresov je potrebné dodržať a riadiť sa tým, aby žiadne dva rôzne výkresy nemali rovnaké číslo. Výkresy v predmetoch základy konštruovania a konštruovanie sa budú číslovať podľa *obr. 1.2*.



Obr. 1.2 Číslovanie výkresov v titulnom bloku

Príklad číslovania výkresu v poradí druhej zadanej súčiastky zhotovenej podľa modelu na formáte A3 v programe číslo 1 zimného semestra:

01 - ZK - 00 - 02

Príklad číslovania výkresu zostavy v programe číslo 3 letného semestra na formáte A2 pre slovnú úlohu č. 24:

03 - K - 24 - 00

Príklad číslovania výkresu súčiastky označenej pozičným číslom 6 z vyššie uvedenej zostavy v programe číslo 3 letného semestra. Výkres súčiastky je vyhotovený na formáte A4:

03 - K - 24 - 06

2 ZOBRAZOVANIE A KÓTOVANIE

2.1 Zadanie programu 01

Text zadania: Vypracujte čiastočnú výkresovú dokumentáciu pre 6 nenormalizovaných strojových súčiastok zadaných podľa modelov (súčiastka typu hriadeľ, príruha, hranatá súčiastka, súčiastka s vonkajším a vnútorným metrickým závitom, ohýbaná súčiastka). Súčiastky zobrazte v potrebnom počte pohľadov a zakótujte kótami, odpovedajúcimi skutočnosti, v zošite voľnou rukou, ceruzkou na pravú stranu s nalepeným a čiastočne vyplneným titulným blokom. Po realizovaných opravách a testovaní nakreslite výkresy štyroch cvičiacim zadaných súčiastok vo forme neúplných dielenských výkresov ako ceruzkové originály na normalizovanom formáte.

Odovzdáva sa výkresová dokumentácia, ktorá musí obsahovať:

- výkresy štyroch cvičiacim zadaných súčiastok vyhotovených ako ceruzkové originály, formou neúplných dielenských výkresov.

Súčasťou zadania v zošite je:

- zobrazenie súčiastky v potrebnom počte pohľadov,
- úplné zakótovanie rozmerov súčiastky,
- čiastočne vyplnený titulný blok (formát, metóda premietania, mierka, hmotnosť, vyhotovil, typ dokumentu, postavenie dokumentu, titul, identifikačné číslo, dátum vydania a jazyk).

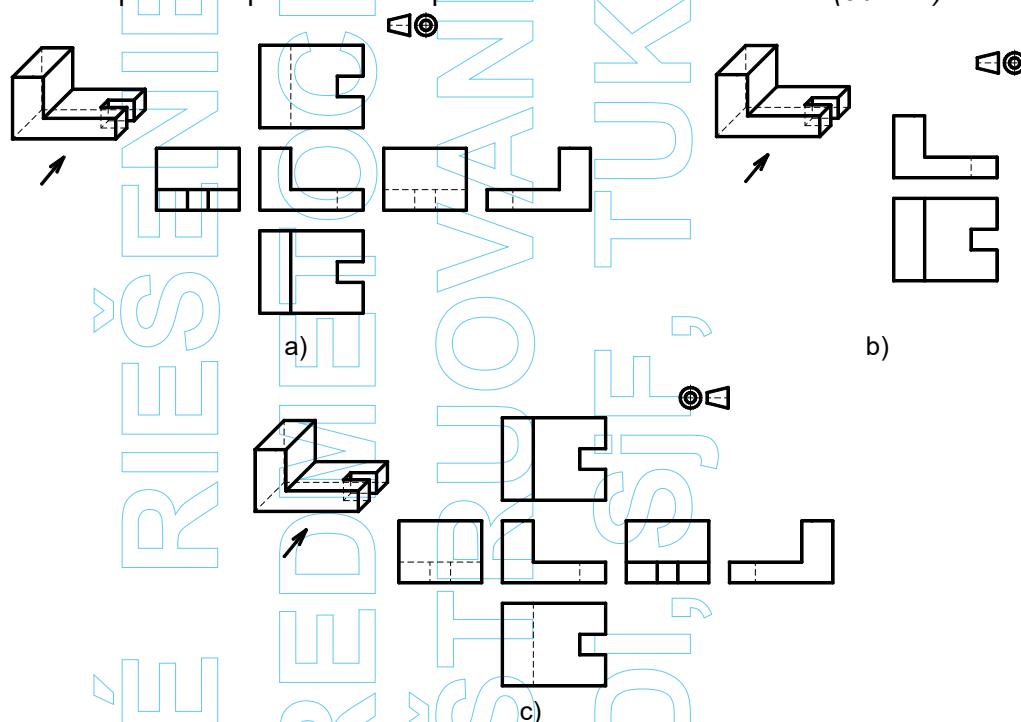
Poznámky:

- model súčiastky zorientujte do polohy vhodnej pre výrobu (do prevládajúcej polohy pri výrobe),
- vzhľadom na charakter a zložitosť strojovej súčiastky určite počet a druh priemetov, to znamená počet pohľadov, rezov, prierezov, podrobností a prerušení,
- vhodne zvolte hlavný pohľad – pohľad spredu, ktorým sa dá najúplnejšie znázorniť tvar a rozmery predmetu,
- počet pohľadov voľte čo najmenší, ale taký, aby pri použití stanovených značiek a popisov jednoznačne určoval tvar, rozmery a údaje potrebné pre výrobu, kontrolu a montáž súčiastky,
- súčiastku vhodne zakótujte, každý rozmer zakótujte len raz,
- zvolte vhodne základne pre kótovanie, uvažujte s technologickými základňami (t.j. takými, ktoré sú východiskové pri výrobe danej súčiastky), pre hranaté súčiastky sa musia voliť minimálne tri základne (pre každý smer v priestore jedna základňa),
- zvolte vhodnú sústavu kót pre kótovanie dvoch, alebo viacerých dĺžkových rozmerov (reťazové, zmiešané alebo kótovanie od základní),
- zakótujte konštrukčné, technologické a montážne podrobnosti, to znamená zrazenia, zaoblenia, kužele, žliabky, zápichy atď.,
- pri kótovaní normalizovaných prvkov sa riadte platnými STN normami.

2.2 Kreslenie náčrtov

Náčrt môže slúžiť ako študijná pomôcka, ako podklad pre neskoršie nakreslenie výkresu, k zachyteniu technického nápadu a pod. Náčrty sa obvykle kreslia ceruzou, voľnou rukou na ľubovoľný papier. Hoci sa náčrty nezobrazujú v mierke, je potrebné dbať na dodržanie pomerných rozmerov kreslenej súčiastky, aby sa neskreslil jej tvar (tzv. charakteristický obraz súčiastky).

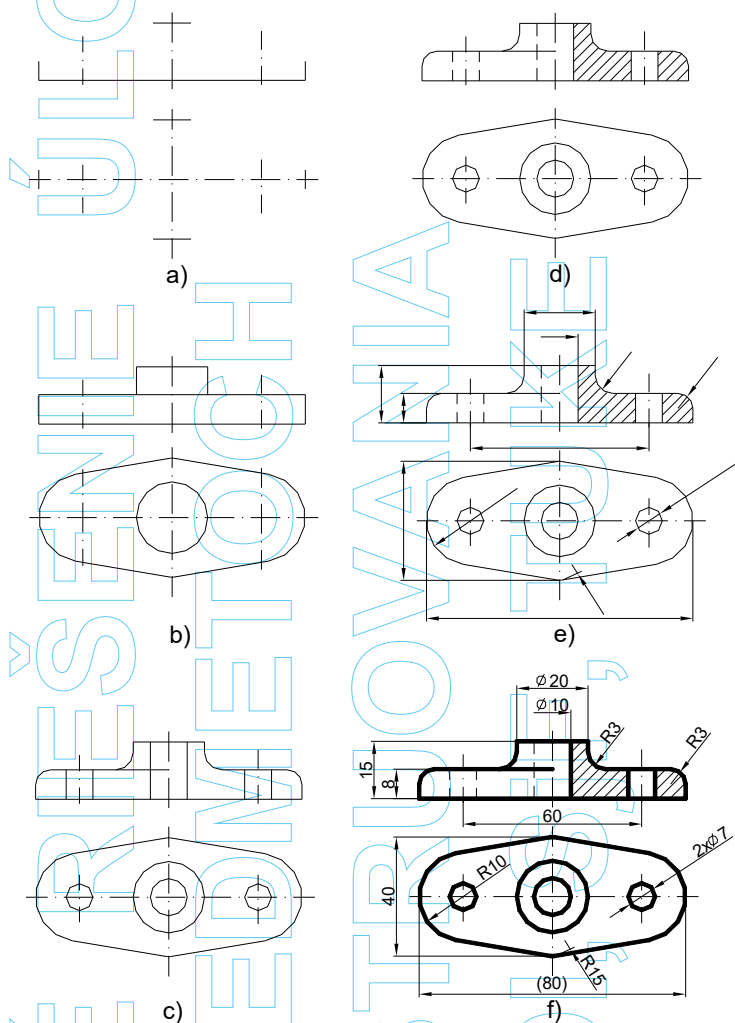
Náčrty sa môžu kresliť v ľubovoľnom spôsobe zobrazovania, na technických výkresoch sa však súčiastky zobrazujú prednostne pravouhlým premietaním na niekoľko priemetní a to pomocou premietania v prvom alebo treťom kvadrante (*obr.2.1*).



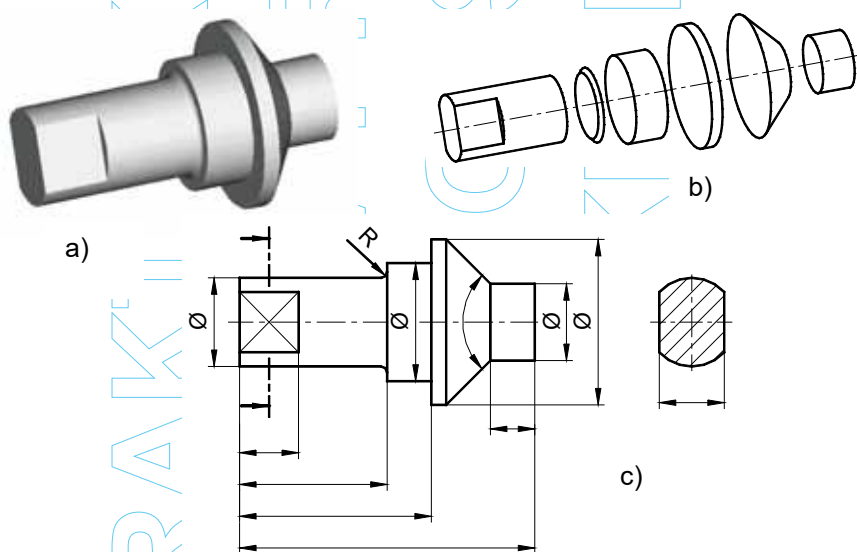
Obr. 2.1 Pravouhlé premietanie metódou: a) 1. kvadrantu v šiestich pohľadoch, b) 1. kvadrantu v potrebnom počte pohľadov, c) 3. kvadrantu v šiestich pohľadoch

Pre úplné zobrazenie pri kolmom premietaní sa môže vyžadovať u veľmi tvarovo zložitých súčiastok šesť pohľadov. Najčastejšie sa súčiastka zobrazuje v minimálnom počte pohľadov, ktoré jednoznačne určujú tvar a rozmery súčiastok. Za hlavný pohľad sa zvolí ten, v ktorom je na obraze predmetu najviac informácií, súčiastka sa zobrazuje vo funkčnej, výrobnnej alebo montážnej polohe. Poloha ostatných pohľadov na výkrese vzhľadom na hlavný pohľad závisí od zvolenej metódy premietania.

Postup kreslenia náčrtu vidieť z *obr. 2.2*. Po predbežnej príprave sa rozhodne koľko priemetov potrebujeme na úplné zobrazenie súčiastky a zvolíme si veľkosť obrázkov. Najprv si nakreslíme všetky osi súmernosti súčiastky tenkou čiarou s dlhou čiarkou a bodkou. Obrysy a hrany súčiastky nakreslíme najprv súvislými tenkými čiarami. Pri kreslení kružníc si najprv nakreslíme osi, potom tenkými čiarami štvorce, do ktorých vkreslíme kružnice voľnou rukou. Až po nakreslení všetkých tvarových podrobností a po skontrolovaní obrazov súčiastky, vytiahneme všetky viditeľné obrysy plnou hrubou čiarou. Potom môžeme podľa účelu, na ktorý má súčiastka slúžiť, uviesť ďalšie potrebné údaje. Súčiastku si pri kreslení rozložíme na jednotlivé geometrické telesá (*obr.2.3*).



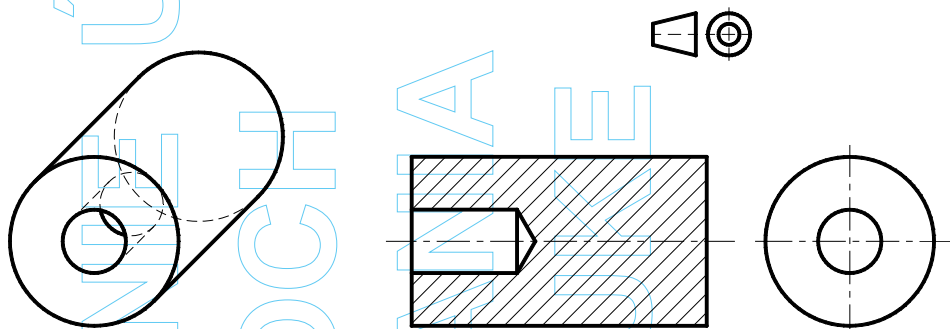
Obr. 2.2 Postup kreslenia náčrtu



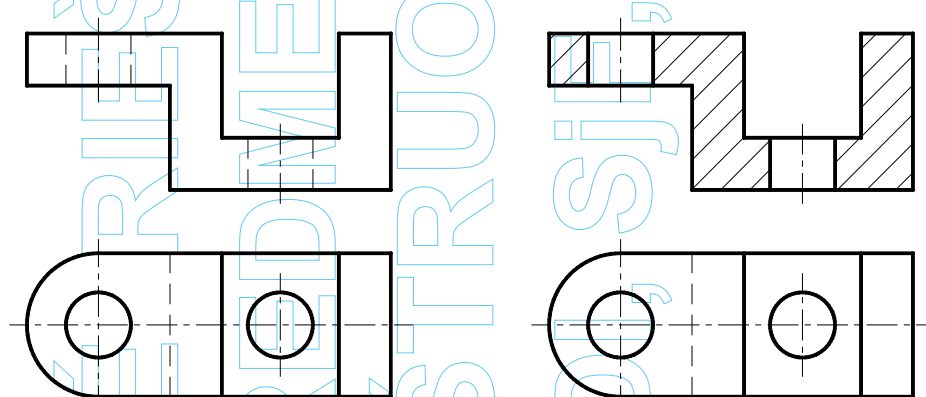
Obr.2.3 Zobrazenie súčiastky: a) názorne, b)rozložená na základné geometrické telesá, c) pravouhlé premietanie

2.3 Zobrazovanie použitím rezu, prierezu

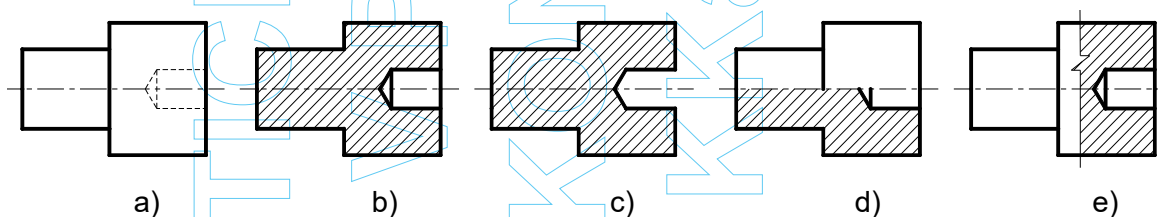
Tento spôsob kreslenia súčiastok je potrebné použiť pre zobrazovanie súčiastok dutých, najmä s viacerými vnútornými tvarovými prvkami. Príklad použitia je na obr.2.4, obr.2.5 a obr.2.6.



Obr. 2.4 Zobrazenie súčiastky s použitím rezu



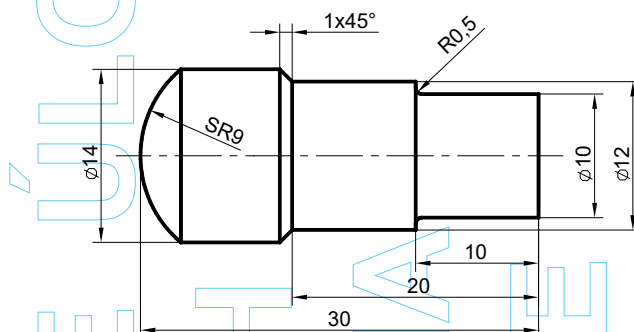
Obr. 2.5 Zobrazenie neviditeľných otvorov použitím rezu



Obr. 2.6 Zobrazenie súčiastky použitím a) pohľadu, b) rezu, c) prierezu (nevhodné použitie), d) polovičného rezu, e) miestneho (čiastočného) rezu

2.4 Kótovanie

Veľkosť zobrazených súčiastok vyjadrujeme kótami, teda číslami, značkami ($\varnothing$, R, $\square$, atď.) a medznými odchýlkami, ktoré sú potrebné na ich výrobu, alebo montáž. Kóty určujú požadovanú, alebo skutočnú veľkosť rozmerov, respektíve polohu predmetov a ich prvkov bez ohľadu na mierku, v ktorej sa príslušný obraz na výkrese nakreslil. Príklad kótovania jednoduchšej strojovej súčiastky je na obr.2.7.



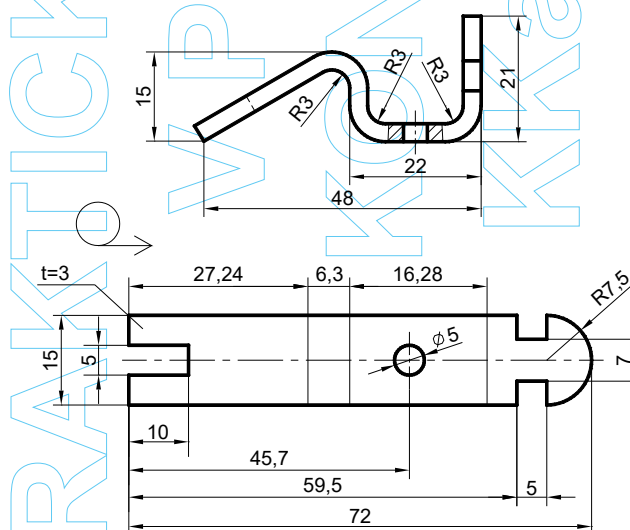
Obr. 2.7 Príklad kótovania zadanej súčiastky

2.5 Ohýbané súčiastky

Konečný tvar pretvorenej súčiastky vzniká jej formovaním, tvarovaním pri výrobe, alebo pri montáži. Súčiastky, pretvárané pri výrobe, treba nakresliť v konečnom stave i ako východiskový polotovar. Východiskový polotovar pretvorenej súčiastky sa určuje podľa tvaru a zložitosti. Pri jednoduchých súčiastkach udaním rozvinutej dĺžky a miest ohybov. Pri málo deformovaných súčiastkach sa znázorní a zakótuje i pôvodný stav. Pri zložitejších súčiastkach treba východiskový polotovar nakresliť ako samostatný obraz. Súčiastky pretvárané až po výrobe pri montáži, sa kreslia v pôvodnom nepretvorenom tvare.

Čiary ohybu v rozvinutých pohľadoch sa musia zobrazit' **súvislými tenkými čiarami**. Na výrobnom výkrese nad titulným blokom musíme zapísať údaj o rozvinutej dĺžke (napr. Rozvinutá dĺžka 41mm). Ak nestačí údaj o rozvinutej dĺžke, nakreslí sa hotová súčiastka a rozvinutý tvar vo vhodnej mierke s vypočítanými hodnotami podľa normy. Ak je potrebné vyznačenie smeru vlákien materiálu, pripojí sa k rozvinutému tvaru šípka s označením smeru vlákien.

V rozvinutom pohľade kótujeme všetky údaje potrebné na výrobu východiskového polotovaru určeného na ohýbanie. Na obr. 2.8 je príklad kótovania ohýbanej (pretvorenej súčiastky).



Obr. 2.8 Ohýbaná súčiastka – príklad kótovania

Výpočet rozvinutej dĺžky ohýbaných súčiastok predpisuje norma *STN 01 7009 (Výpočet rozvinutých dĺžok ohýbaných súčiastok)*. Norma stanovuje výpočet rozvinutých dĺžok súčiastok ohýbaných za studena z plechov, pásov a plochých tyčí.

Miesto ohybu súčiastky má byť volené tak, aby smer vlákien materiálu (smer valcovania) nebol rovnobežný s ohybom, ale bol naň kolmý. Nedodržaním tohto odporúčania by sa znižovala pevnosť, pružnosť a odolnosť súčiastky voči únave.

Prierez ohýbaného materiálu sa v mieste ohybu deformuje. Veľkosť deformácie závisí na veľkosti polomeru ohybu, hrúbke materiálu, pevnosti materiálu, polohy ohybu k smeru vlákien atď.

Pri ohýbaní sú vlákna materiálu na vnútornom polomere namáhané na tlak (skrácujú sa), na vonkajšom na ťah (predlžujú sa). Medzi natiahnutými a stlačenými vláknami je neutrálna vrstva (neutrálna os).

Približný výpočet rozvinutej dĺžky možno vyjadriť ako dĺžku neutrálnej osi súčiastky. Pri výpočte sa uvažuje, že neutrálna vrstva (os) ohýbanej súčiastky, pri uhle ohybu do 90° je v jednej tretine hrúbky materiálu pri vnútornom okraji a pri uhle otvorenia nad 90° do 150° v polovici hrúbky materiálu.

Tab. 2.1 Najmenšie dovolené polomery ohybu v (mm) (hodnoty vyznačené hrubo sú prednostné)

1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5	6	8	10
12	16	20	25	32	36	40	50	63	80	100

Najmenšie odporúčané polomery ohybu podľa *STN 22 7340* pre oceľové plechy sú v tab.2.2. Uvedené hodnoty platia pre uhly ohybu $\alpha \leq 120^\circ$. Pre $\alpha > 120^\circ$ treba voľiť najbližší väčší polomer ohybu.

Tab. 2.2 Najmenší polomer ohybu pre hrúbku plechu [mm]

Pevnosť v ťahu [MPa]	Ohyb pozdĺž vlákna	Najmenší polomer ohybu pre hrúbku plechu [mm]										
		1	> 1,0 ≤ 1,5	> 1,5 ≤ 2,5	> 2,5 ≤ 3,0	> 3,0 ≤ 4,0	> 4,0 ≤ 5,0	> 5,0 ≤ 6,0	> 6,0 ≤ 7,0	> 7,0 ≤ 8,0	> 8,0 ≤ 10	> 10 ≤ 12
do 392	naprieč	1	1,6	2,5	3	5	6	8	10	12	16	20
	pozdĺž	1	1,6	2,5	3	6	8	10	12	16	20	25
nad 392 do 490	naprieč	1,2	2	3	4	5	8	10	12	16	20	25
	pozdĺž	1,2	2	3	4	6	10	12	16	20	25	32
nad 490 do 637	naprieč	1,6	2,5	4	5	6	8	10	12	16	20	25
	pozdĺž	1,6	2,5	4	5	8	10	12	16	20	25	32

Pre dosiahnutie správneho ohybu má byť dĺžka ohýbaného ramena rovná minimálne dvojnásobnej hrúbke materiálu.

Pri výpočte rozvinutých dĺžok ohýbaných súčiastok je vhodné využiť i možnosti grafických CAD systémov.

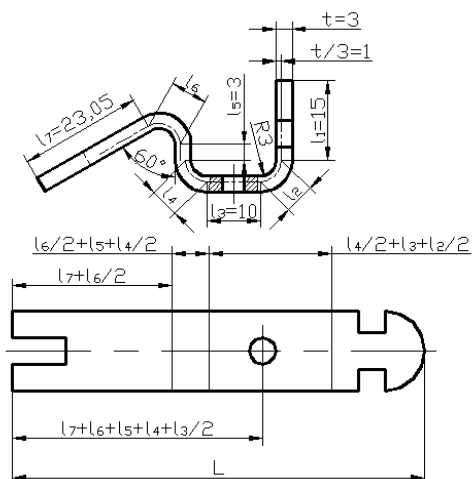
Rozvinutá dĺžka L sa stanoví podľa vzorca: $L = a + b + l$,
kde l – je dĺžka oblúka.

Tab. 2.3 Výpočet rozvinutej dĺžky

	Pre uhol ohybu α do 90° $l = 0,01745 \cdot \left(R + \frac{t}{3}\right) \cdot (180 - \alpha)$
	Pre uhol ohybu $\alpha = 90^\circ$ $l = 1,571 \cdot R + 0,5236 \cdot t$
	Pre uhol ohybu α nad 90° do 150° $l = 0,01745 \cdot \left(R + \frac{t}{2}\right) \cdot (180 - \alpha)$

Pri výpočte rozvinutej dĺžky súčiastky z obr. 2.8 vychádzame zo vzorca:

$L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7$, kde L je rozvinutá dĺžka a jednotlivé dĺžkové úseky $l_1, \dots, l_7$ sú zakótované na obr. 2.9.



Obr. 2.9 Ohýbaná súčiastka – príklad výpočtu rozvinutej dĺžky

Dĺžku oblúkov $l_2 = l_4$ (pre uhol zovretia 90°) vypočítame podľa vzorca:

$$l_2 = l_4 = 1,571 \cdot R + 0,5236 \cdot t = 1,571 \cdot 3 + 0,5236 \cdot 3$$

$$l_2 = l_4 = 6,284 \text{ mm}$$

Dĺžku oblúka l_6 (pre uhol zovretia 60° , t.j. do 90°) vypočítame podľa vzorca:

$$l_6 = 0,01745 \cdot \left(R + \frac{t}{3} \right) \cdot (180 - \alpha) = 0,01745 \cdot \left(3 + \frac{3}{3} \right) \cdot (180 - 60)$$

$$l_6 = 8,376 \text{ mm}$$

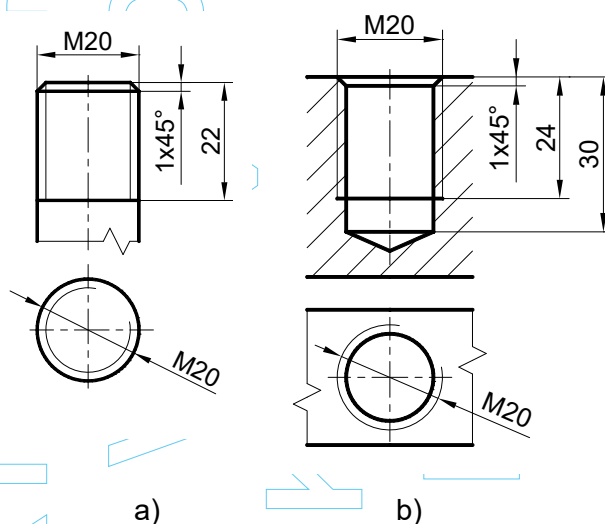
Rozvinutá dĺžka súčiastky je rovná:

$$L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + l_6 + l_7 = 15 + 6,284 + 10 + 6,284 + 3 + 8,376 + 23,05$$

$$L = 71,994 \text{ mm} \approx 72 \text{ mm}$$

2.6 Kótovanie závitov

Vnútorne aj vonkajšie závit sa kótujú vždy s označením druhu závit, uvedením veľkého priemeru závit, a v prípade potreby, predpisom tolerančného poľa závit. Na obr. 2.10 je príklad kótovania vonkajšieho a vnútorného metrického závit. Priemer závit kótujeme vždy len v jednom pohľade. Na obrázku je znázornené, ako by sa závit M20 kótoval v pohľade spredu a v pohľade zhora. Dĺžku vnútorného a vonkajšieho závit spravidla vždy kótujeme bez dĺžky výbehu.



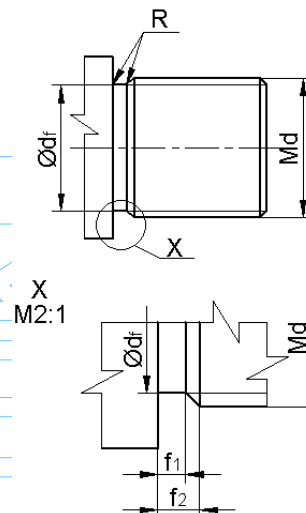
Obr. 2.10 Kótovanie a) vonkajšieho, b) vnútorného závit

Veľkosť metrických závitov je uvedená v STN 01 4010 (Metrické závit. Výber pre skrutky a matice). Medzi ďalšie normy zaoberajúce sa metrickými závitmi patrí STN 02 1033 (Výbeh vonkajšieho metrického závit), STN 02 1034 (Výbeh vnútorného metrického závit), STN 02 1036 (Drážky vonkajšieho metrického závit) uvedené v tab.2.4, STN 02 1037 (Drážky vnútorného metrického závit) uvedené v tab.2.5, STN 02 1024 (Valcové zahĺbenie pre skrutky s valcovou hlavou) uvedené v tab.2.6.

Tab. 2.4 Drážky vonkajšieho metrického závit

Rozmery [mm]

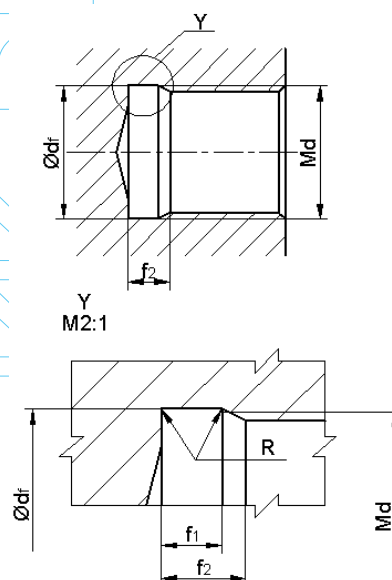
Rozstup závit	Závit	Vonkajšia drážka			R
		f_1	f_2	c	
0,25	M1, M1,2	0,4	0,75	0,4	0,12
0,35	M1,6	0,6	0,9	0,6	0,17
0,4	M2	0,6	1,2	0,7	0,2
0,5	M3	0,8	1,5	0,8	0,25
0,7	M4	1,1	2,1	1,1	0,35
0,8	M5	1,3	2,4	1,3	0,4
1,0	M6	1,6	3,0	1,6	0,5
1,25	M8	2,0	3,75	2,0	0,6
1,5	M10	2,5	4,5	2,3	0,75
1,75	M12	3,0	5,25	2,6	0,9
2,0	M14, M16	3,4	6,0	3,0	1
2,5	M18, M20, M22	4,4	7,5	3,6	1,25
3,0	M24, M27	5,2	9,0	4,4	1,5
3,5	M30, M33	6,2	10,5	5,0	1,75
4,0	M36, M39	7,0	12,0	5,7	2,0
4,5	M42, M45	8,0	13,5	6,4	2,25
5,0	M48, M52	9,0	15,0	7,0	2,5
5,5	M56, M60	11,0	17,5	7,7	2,75
6,0	M64, M68	11,0	18,0	8,3	3

Drážka: $d_f (h13) = d - c$

Tab. 2.5 Drážky vnútorného metrického závit

Rozmery [mm]

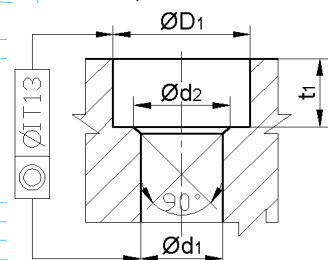
Rozstup závit	Závit	Vnútorná drážka			R
		f_1	f_2	c	
0,25	M1, M1,2	1	1,4	0,1	0,12
0,35	M1,6	1,4	1,9	0,2	0,17
0,4	M2	1,6	2,2	0,2	0,2
0,5	M3	2,0	2,7	0,3	0,25
0,7	M4	2,8	3,8	0,3	0,35
0,8	M5	3,2	4,2	0,3	0,4
1,0	M6	4,0	5,2	0,5	0,5
1,25	M8	5,0	6,7	0,5	0,6
1,5	M10	6,0	7,8	0,5	0,75
1,75	M12	7,0	9,1	0,5	0,9
2,0	M14, M16	8,0	10,3	0,5	1
2,5	M18, M20, M22	10,0	13	0,5	1,25
3,0	M24, M27	12,0	15,2	0,5	1,5
3,5	M30, M33	14,0	17,7	0,5	1,75
4,0	M36, M39	16	20	0,5	2,0
4,5	M42, M45	18	23	0,5	2,25
5,0	M48, M52	20	26	0,5	2,5
5,5	M56, M60	22	28	0,5	2,75
6,0	M64, M68	24	30	0,5	3

Drážka: $d_f (H13) = d + c$

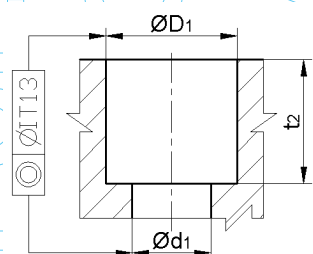
Tab. 2.6. Valcové zahĺbenia pre skrutky s valcovou hlavou

Rozmery [mm]

Zahĺbenie pre hlavy skrutiek bez podložky podľa
STN 02 1031, STN 02 1135, STN 02 1143.



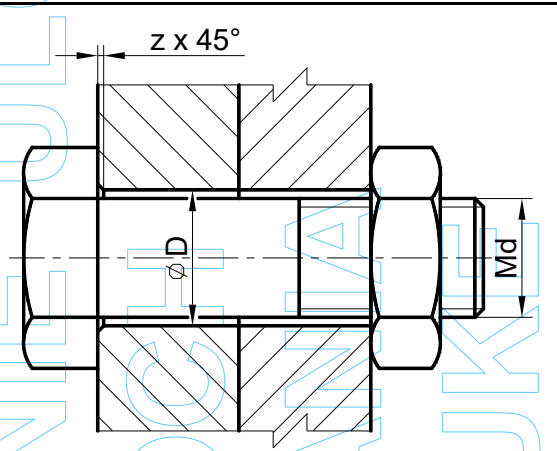
Zahĺbenie pre hlavy skrutiek podľa STN 02 1143,
STN 02 1740.



Závit	d ₁ H12	d ₂ max	D ₁ H13	t ₁ min	t ₂ min	t ₃ min
M1	1,1		2,2	0,8		
M1,2	1,3		2,5	0,9		
M1,6	1,7		3,3	1,4		
M2	2,2		4,3	1,6		
M2,5	2,7		5	2		
M3	3,2		6	2,4		
M4	4,3		8	3,2	4,6	5,8
M5	5,3		10	4	5,7	7,2
M6	6,4		11	4,5	6,8	8,3
M8	8,4		15	6	9	11
M10	10,5	11,7	18	7	11	13,5
M12	13	15	20	8	13	15,5
M14	15	17	24	9	15	18,2
M16	17	19	26	10,5	17,5	21
M20	21	23	34	12,5	21,5	25
M24	25	28	40		25,5	31
M30	31	36	48		32	38
M36	37	42	57		38	45
M42	43	48	68		44	52

Tab. 2.7. Diery pre skrutky

Rozmery [mm]



Priemer skrutky d	Priemer diery D rad			Skosenie z	Priemer skrutky d	Priemer diery D rad			Skosenie z
	jemný H12	stredný H13	hrubý H14			jemný H12	stredný H13	hrubý H14	
1	1,1	1,2	1,3	0,1	20	21	22	24	1,2
1,2	1,3	1,4	1,5	0,1	22	23	24	26	1,2
1,4	1,5	1,6	1,8	0,1	24	25	26	28	1,6
1,6	1,7	1,8	2	0,15	27	28	30	32	1,6
2	2,2	2,4	2,6	0,15	30	31	33	35	1,6
2,5	2,7	2,9	3,1	0,15	33	34	36	38	1,8
3	3,2	3,4	3,6	0,2	36	37	39	42	1,8
3,5	3,7	4	4,3	0,2	39	40	42	45	1,8
4	4,3	4,5	4,8	0,3	42	43	45	48	1,8
4,5	4,8	5	5,3	0,3	45	46	48	52	1,8
5	5,3	5,5	5,8	0,3	48	50	52	56	2
6	6,4	6,6	7	0,3	52	54	56	62	2
7	7,4	7,6	8	0,4	56	58	62	66	2
8	8,4	9	10	0,5	60	62	66	70	2
10	10,5	11	12	0,5	64	66	70	74	2
12	13	14	15	1	68	70	74	78	2
14	15	16	17	1	72	74	78	82	2
16	17	18	19	1,2	76	78	82	86	2
18	19	20	21	1,2	80	82	86	91	2,5

2.7 Kótovanie valcových koncov hriadeľov

Hriadeľ je konštrukčne realizovaná súčiastka na prenos výkonu, umožňuje rotačný pohyb a prenos krútiaceho momentu. Najčastejšie má tvar ocelevej tyče odstupňovaného kruhového prierezu. Valcové konce hriadeľov (tab. 2.8) sú normalizované a ich tvar a veľkosť udáva norma STN 01 4990 (Valcové konce hriadeľov).

Tab. 2.8. Valcové konce hriadeľov

Rozmery [mm]

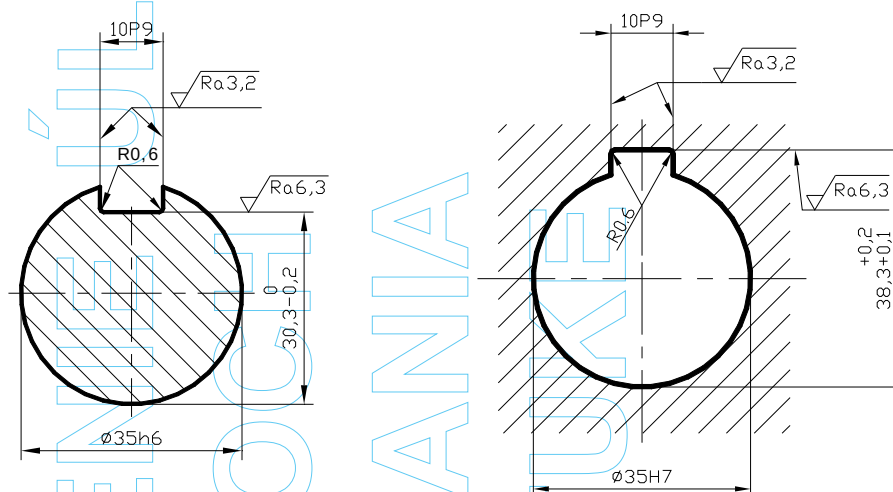
Priemer d		Dĺžka l		z	R ¹⁾	Odchýľky	Priemer d		Dĺžka l		z	R ¹⁾	Odchýľky		
rad 1	rad 2	dlhá	krátka				rad 1	rad 2	dlhá	krátka					
6		16		0,3	0,6	j6	60		140	105	1,6	2,5	m6		
7							63								
8		20					65								
9							70								
10		23	20	0,6	1			71							
11								75							
12		30	25					80							
14								85							
16		40	28				90		170	130	2,5	4		6	
18							95								
	19						100								
20		50	36	1,6			110		210	165					
22							120								
	24	60	42				125								
25						130									
28		80	58	1	2,5	140		250	200	4	6	m6			
	30						150								
32							160		300				240		
35															
	38			2,5	k6										
40															
	42														
45		110	82												
	48														
50															
55						1,6	m6								
	56														

¹⁾ R, R₀ treba voliť s uvažovaním nebezpečenstva vrubového účinku

[illegible]

... (to the ...)

Rozmery [mm]



Obr. 2.11 Žliabok pre pero v hriadeli a v náboji – príklad kótovania

2.9 Zápichy

Zápichy sú plytké žliabky (prechodové plochy), ktorých tvar a rozmery stanovuje STN 01 4960 (Zápichy).

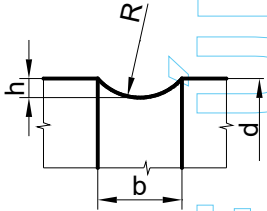
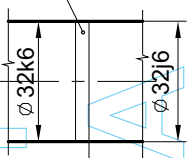
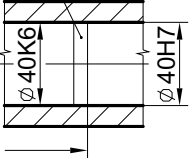
Tab. 2.10 Zápich tvaru E

Rozmery [mm]

Podrobné zobrazenie zápichu			Kreslenie a predpisovanie na výkrese		
Výška vedenia v	Šírka noža s	Veľkosť posunutia a	Rozmery zápichu		
			hĺbka h	šírka b	polomer R
6 až 16	1,6	1,0	0,5	2,0	0,8
16 až 32	2,5	1,6	0,8	3,0	1,25
32 až 50	4,0	2,5	1,2	4,8	2,0
nad 50	6,0	3,8	1,6	7,0	3,0

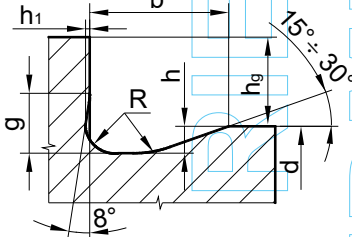
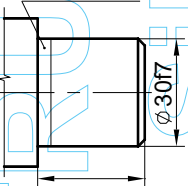
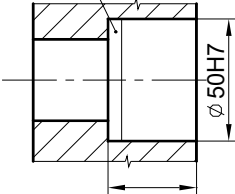
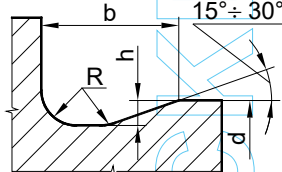
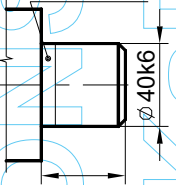
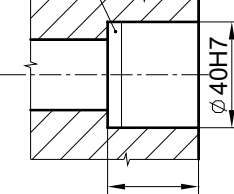
Tab. 2.11 Zápich tvaru D

Rozmery [mm]

	Kreslenie a predpisovanie na výkrese		
	vonkajší zápich 	vnútorný zápich 	
Priemer hriadeľa (diery) d	Rozmery zápichu		
	šírka b	hĺbka h	polomer R
do 10	0,8	0,1	1,0
10 až 30	1,4	0,2	1,6
30 až 80	2,2	0,3	2,5
nad 80	3,4	0,4	4,0

Tab. 2.12 Zápichy tvaru F a G

Rozmery [mm]

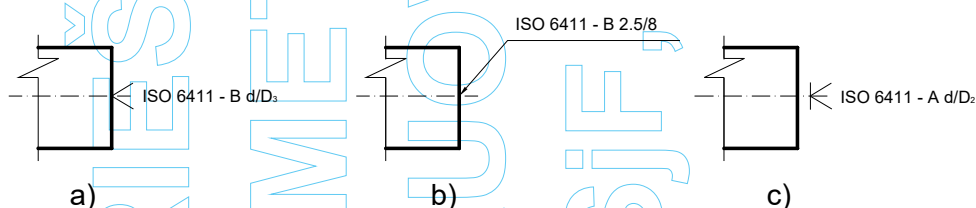
Podrobné zobrazenie zápichu		Kreslenie a predpisovanie na výkrese					
		vonkajší zápich			vnútorný zápich		
							
							
Priemer hriadeľa (diery) d		Rozmery zápichu					Výška osadenia
bežné požiadavky	striedavé napätia	šírka		hĺbka		polomer R	hg
		b	g	h	h1		
do 1,6	-	0,5	0,8	0,1	0,1	0,1	1,6
1,6 až 3	-	1,0	0,9	0,1	0,1	0,2	2,0
3 až 18	-	2,0	1,1	0,2	0,1	0,4	3,0
18 až 80	-	2,5	2,3	0,3	0,2	0,8	4,0
nad 80	-	4,0	3,4	0,4	0,3	1,2	6,0
-	18 až 50	2,5	2,0	0,2	0,1	1,2	4,0
-	50 až 80	4,0	3,1	0,3	0,2	1,6	6,0
-	80 až 125	5,0	4,8	0,4	0,3	2,5	10,0
-	nad 125	7,0	6,4	0,5	0,3	4,0	16,0

2.10 Strediacie otvory

Strediacie otvory sa používajú na upínanie súčiastok v kužeľových hrotoch pri výrobe, a pri kontrole ich rozmerov a tvarov. Na technických výkresoch sa zobrazujú zjednodušene podľa STN ISO 6411 (Technické výkresy. Zjednodušené znázornenie strediacich otvorov).

Tab. 2.13 Normalizované hodnoty strediacich otvorov Rozmery [mm]

Menovitý rozmer strediacieho otvoru d	Najväčšie priemery strediacieho otvoru		
	Typ R D ₁	Typ A D ₂	Typ B D ₃
1,6	3,25	3,35	5
2,0	4,25	4,25	6,3
2,5	5,3	5,3	8
3,15	6,7	6,7	10
4,0	8,5	8,5	12,5
(5,0)	10,6	10,6	16

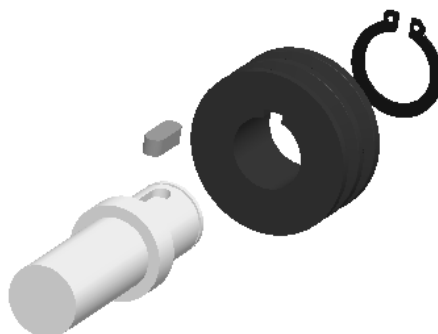


Obr. 2.12 Predpisovanie strediacieho otvoru na výkrese, ktorý a) musí zostať, b) môže zostať, c) nesmie zostať na dokončenej súčiastke

V norme STN 01 4917 je použitý ešte pôvodný názov strediacia jamka, teraz sa už používa pojem strediaci otvor.

2.11 Žliabky na hriadeľi a v diere pre poistné krúžky

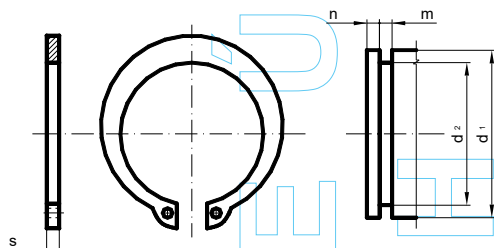
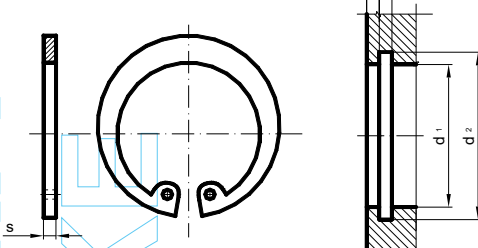
Poistné krúžky sa používajú na zamedzenie osového posuvu čapu alebo na poistenie axiálnej polohy súčiastok uložených na hriadeľi alebo v náboji.



Obr. 2.13 Montážna jednotka (čiastočná): hriadeľ, pero, náboj (remenica pre dva klinové remene), poistný krúžok (na poistenie axiálnej polohy remenice)

Tab. 2.14 Žliabky na hriadelí a v náboji pre poistné krúžky

Rozmery [mm]

STN 02 2930				STN 02 2931			
							
Priemer d_1	s	Žliabok na hriadelí			Žliabok v diere		
		d_2	m	n	d_2	m	n
do 12	1	$d_1 - 0,5$	1,10	0,75	$d_1 + 0,5$	1,10	0,75
13 až 14	1	$d_1 - 0,6$	1,10	1	$d_1 + 0,6$	1,10	1
15	1	$d_1 - 0,7$	1,10	1	$d_1 + 0,7$	1,10	1
16 až 17	1	$d_1 - 0,8$	1,10	1,2	$d_1 + 0,8$	1,10	1,2
18 až 22	1,2	$d_1 - 1,0$	1,30	1,5	$d_1 + 1,0$	1,10	1,5
24 až 26	1,2	$d_1 - 1,2$	1,30	1,8	$d_1 + 1,2$	1,30	1,8
28 až 30	1,5	$d_1 - 1,4$	1,60	2	$d_1 + 1,4$	1,30	2
32 až 34	1,5	$d_1 - 1,7$	1,60	2,5	$d_1 + 1,7$	1,30	2,5
35	1,5	$d_1 - 2,0$	1,60	2,5	$d_1 + 1,7$	1,60	2,5
36 až 38	1,75	$d_1 - 2,0$	1,85	3	$d_1 + 2,0$	1,60	3
40 až 48	1,75	$d_1 - 2,5$	1,85	3,75	$d_1 + 2,5$	1,85	3,75
50 až 62	2	$d_1 - 3,0$	2,15	4,5	$d_1 + 3,0$	2,15	4,5
65 až 75	2,5	$d_1 - 3,0$	2,65	4,5	$d_1 + 3,0$	2,65	4,5
80	2,5	$d_1 - 3,5$	2,65	5,25	$d_1 + 3,5$	2,65	5,25
85 až 100	3	$d_1 - 3,5$	3,15	5,25	$d_1 + 3,5$	3,15	5,25
105 až 145	4	$d_1 - 4,0$	4,15	6	$d_1 + 4,0$	4,15	6
150 až 200	4	$d_1 - 5,0$	4,15	7,5	$d_1 + 5,0$	4,15	7,5
210 až 250	5	$d_1 - 6,0$	5,15	9	$d_1 + 6,0$	5,15	9
260 až 300	5	$d_1 - 8,0$	5,15	12	$d_1 + 8,0$	5,15	12

Krúžky sa vyrábajú pre tieto priemery: 10, ... (po 1), ..., 22, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 34, 35, 36, 38, 40, 42, 45, 48, 50, 52, 55, 56, 58, 60, 62, 63, 65, 68, 70, 75, 78, 80, 82, 85, 88, 90, ... (po 5), ..., 200, ... (po 10), ... 300mm.

Hodnoty n v tab. 2.14 sú minimálne, inak n zvolíme ako trojnásobok hĺbky žliabku.

Drsnosť povrchu žliabku sa odporúča max. $Ra = 3,2$.

Medzné odchýlky priemeru žliabku d_2 sú:

pre $d_1 = 18\text{mm}$ v hriadelí $h11$, v diere $H11$,

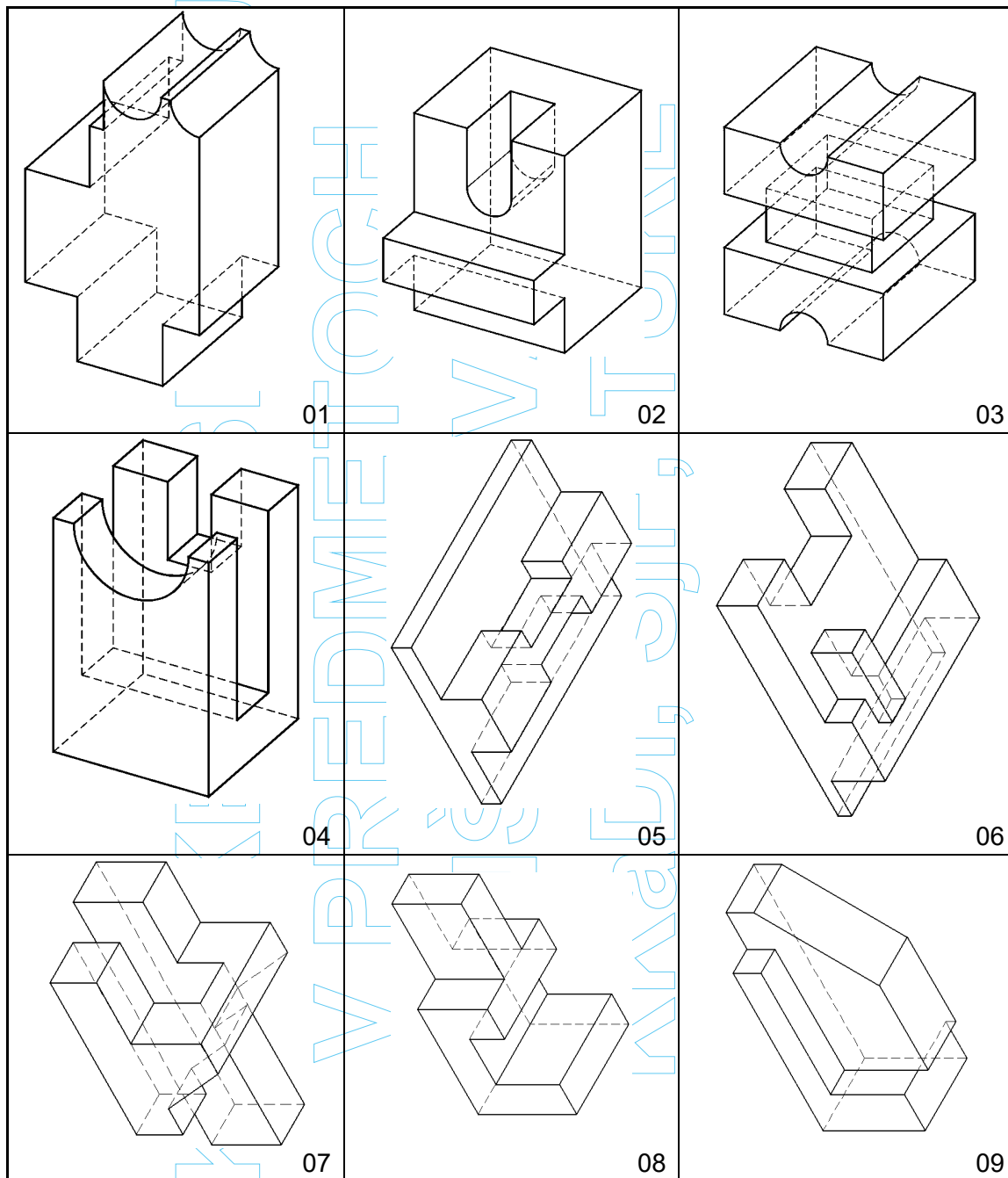
pre $d_1 = 19$ až 100mm v hriadelí $h12$, v diere $H12$.

Medzné odchýlky šírky žliabku m sú v hriadelí aj v diere $H13$.

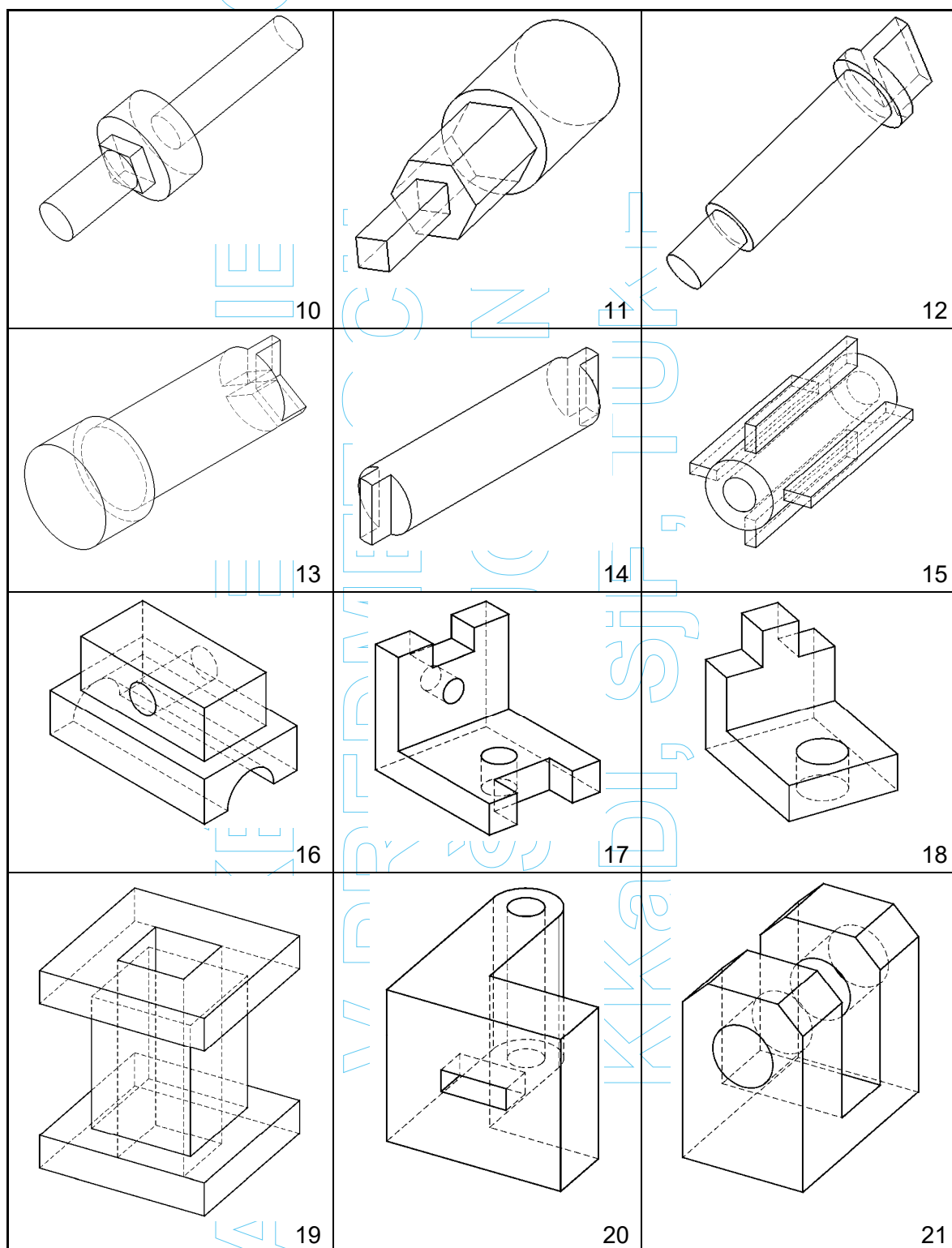
Materiál 13 251.

2.12 Úlohy na zobrazovanie a kótovanie

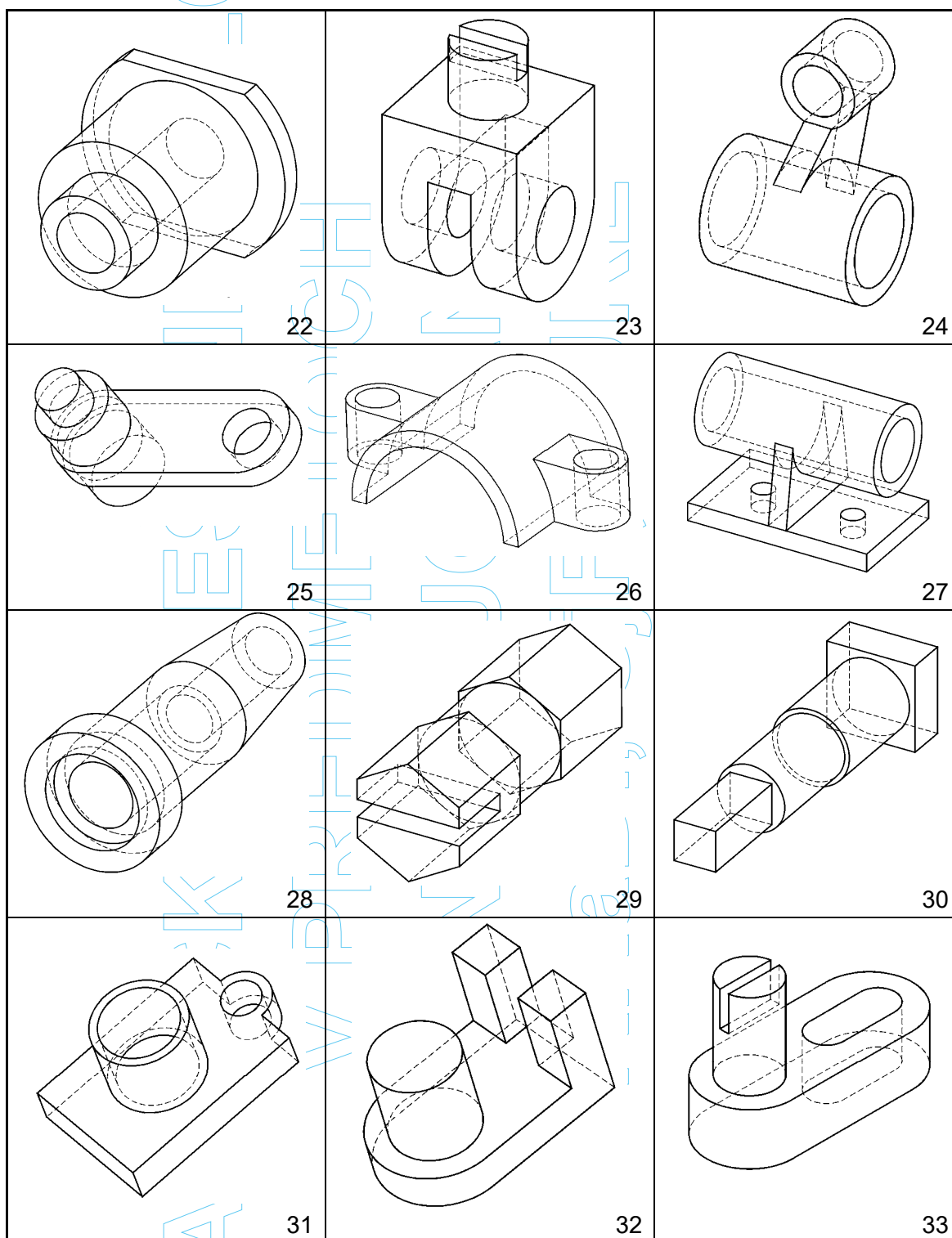
Tab. 2.15 Názorné zobrazenie súčiastok



Tab. 2.16 Národné zobrazenie súčiastok



Tab. 2.17 Národné zobrazenie súčiastok



3 VÝROBNÉ VÝKRESY

3.1 Zadanie programu 02

Text zadania: Vypracujte úplné výrobné výkresy troch nenormalizovaných strojových súčiastok zadanych podľa modelov (hriadeľ so žliabkom pre pero, zápichom a strediacim otvorom, prírubu, hranatá súčiastka, súčiastka s vonkajším a vnútorným metrickým závitom). Súčiastky znázorníte v potrebnom počte pohľadov a zakótujete v zošite voľnou rukou, ceruzkou na pravú stranu, s prihliadnutím na umiestnenie titulného bloku a tolerančnej pečiatky. Po realizovaných opravách a testovaní, vyhotovte výkresy dvoch cvičiacim zadanych súčiastok vo forme úplných dielenských výkresov ako ceruzkové originály na normalizovanom formáte.

Odvzdáva sa výkresová dokumentácia, ktorá musí obsahovať:

- úplné výrobné výkresy dvoch cvičiacim zadanych súčiastok vyhotovených ako ceruzkové originály.

Súčasťou zadania v zošite je:

- jednoznačné určenie tvaru súčiastky, ktoré vyjadruje zobrazenie v potrebnom počte pohľadov (rezov, prierezov, podrobností a pod.),
- úplné zakótovanie rozmerov súčiastky,
- presnosť výroby stanovenú predpísaním tolerancií funkčných rozmerov, geometrického tvaru plôch a ich vzájomnej polohy,
- akosť povrchu súčiastky, prípadne jeho úpravu,
- označenie hrán,
- ďalšie údaje potrebné pre výrobu, kontrolu a montáž,
- kompletne vyplnený titulný blok a tolerančnú pečiatku.

Poznámky:

- model súčiastky zorientujte do polohy vhodnej pre výrobu (do prevládajúcej polohy pri výrobe),
- vzhľadom na charakter a zložitosť strojovej súčiastky určite počet a druh priemetov, to znamená počet pohľadov, rezov, prierezov, podrobností a prerušení,
- súčiastku vhodne zakótujte, každý rozmer zakótujte len raz,
- zvolte vhodnú sústavu kót pre kótovanie dvoch alebo viacerých dĺžkových rozmerov (reťazcové, zmiešané alebo kótovanie od základní),
- zakótujte konštrukčné, technologické a montážne podrobnosti, to znamená zrazenia, zaoblenia, kužele, žliabky, zápichy atď.,
- na výrobnom výkrese súčiastky sa kreslí súčiastka tak, ako vyzerá po úplnom dohotovení v nezmontovanom stave (napr. pružina nezaťažená a pod.),
- označenie materiálu súčiastky,
- označenie polotovaru, pri normalizovaných polotovaroch udať veľkosť pri uvažovaní s výrobou jedného kusa a príslušnú STN normu zvoleného polotovaru (napr. Ø50-120 STN 42 5510), pri nenormalizovaných polotovaroch slovne uviesť typ polotovaru a doplňujúci údaj (napr. ODLIATOK, č.m.1234).

Súčiastky sa na výrobných výkresoch zobrazujú v mierke podľa *STN ISO 5455 (Technické výkresy. Mierky.)* a prednostne pomocou kolmého zobrazovania podľa *STN ISO 5456-2 (Technické výkresy. Metódy premietania. Kolmé - ortografické zobrazovanie)*. Výrobné výkresy sa zhotovujú na normalizované formáty výkresov, ktorých úpravu predpisuje norma *STN ISO 5457 (Technická dokumentácia výrobu. Rozmery a úprava výkresových listov)*.

O titulnom bloku a údajoch v ňom pojednáva norma *STN EN ISO 7200 (01 3250): 2004 (Technická dokumentácia výrobu. Polia a údaje v titulných blokoch a v záhlaviach dokumentov)*.

3.2 Drsnosť povrchu

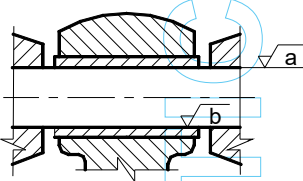
Drsnosť povrchu je jedným z dôležitých parametrov, ktoré charakterizujú kvalitu povrchu a významne ovplyvňujú vlastnosti funkčných a voľných povrchov súčiastok.

Prednostné hodnoty drsnosti povrchu R_a v μm ($1\text{mm} = 1000 \mu\text{m}$):
 0,012 ; 0,025 ; 0,050 ; **0,1 ; 0,2 ; 0,4 ; 0,8 ; 1,6 ; 3,2 ; 6,3 ; 12,5 ; 25** .
 (Vytlačené hrubo treba užívať prednostne.)

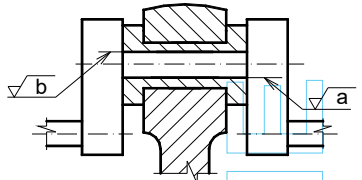
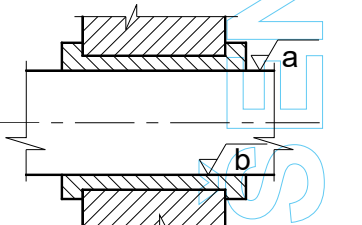
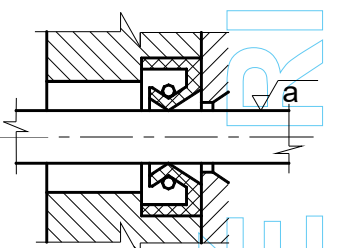
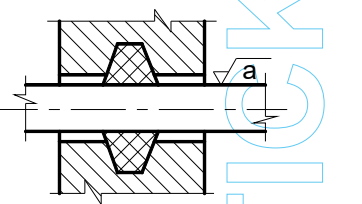
Centrálne údaje o drsnosti povrchu sa na výrobných výkresoch uvádzajú v príslušnom poličku titulného bloku pomenovanom „označenie drsnosti“.

V titulnom bloku v rubrike „hodnotenie povrchu“ sa uvedie: R_a ISO 1302.

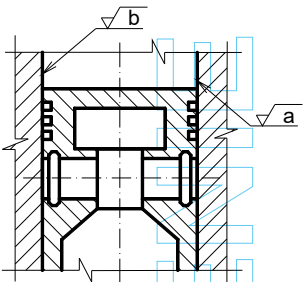
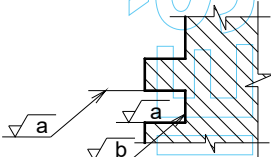
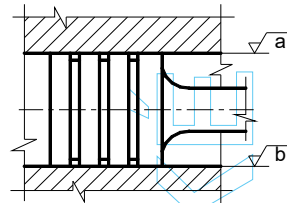
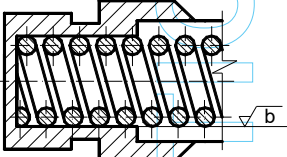
Tab. 3.1 Príklad predpisu drsnosti povrchu funkčných plôch pohyblivých s kývavým pohybom

Príklad súčiastok a uzlov			Drsnosť povrchu $R_a (\mu\text{m})$	
			a	b
	Piestny čap, čap vahadla ventilu	veľké rýchlosti	0,1	0,4
		malé rýchlosti	0,2	0,8
		väčšie rozmery	0,4	0,8

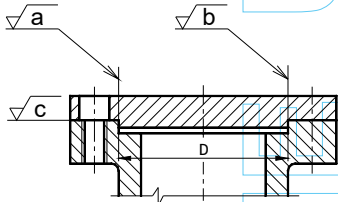
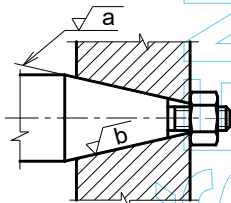
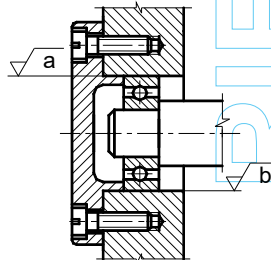
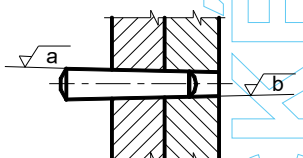
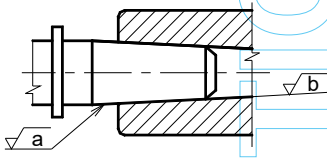
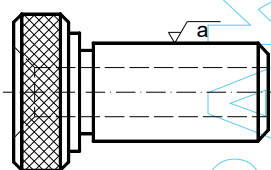
Tab. 3.2 Príklad predpisu drsnosti povrchu funkčných plôch pohyblivých s otáčavým pohybom

Príklad súčiastok a uzlov			Drsnosť povrchu $R_a (\mu m)$	
			a	b
	Kľukový hriadeľ	rýchlobežné	0,1 0,2	0,4
		pomalobežné	0,4	0,8
	Hriadeľ alebo valcový čap otočný v puzdre	presné	0,4	0,8
		bežné	0,8	1,6
	Hriadeľ s tesnením Gufero	Obvodová rýchlosť		
		$v < 1 \text{ ms}^{-1}$	0,8	-
		$v = 1 \div 8 \text{ ms}^{-1}$	0,4	-
		$v > 8 \text{ ms}^{-1}$	0,2 0,1	-
	Hriadeľ s plsteným tesnením		1,6	-

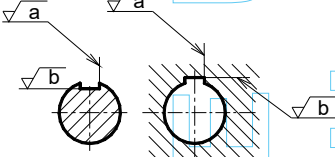
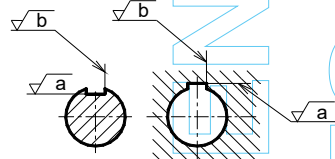
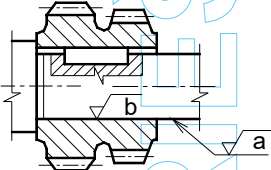
Tab. 3.3 Príklad predpisu drsnosti povrchu funkčných plôch pohyblivých s posuvným ohybom

Príklad súčiastok a uzlov			Drsnosť povrchu $R_a (\mu m)$	
			a	b
	Piesty a valce	motocyklové a letecké	0,4 0,8	0,1 0,2
		automobilové a naftové	0,8	0,2 0,4
		hydraulické čerpadlá	0,4	0,8
	Žliabky v piestoch	bežné vyhotovenie	0,4 0,8	1,6 3,2
	Valce a piesty vstrekovacích čerpadiel, piesty a posúvače hydraulických jednotiek	pre vysoké tlaky	0,025 0,05	0,05 0,1
		bežné vyhotovenie	0,1	0,2
		pre nižšie tlaky	0,2	0,4
	Plochy pre vedenie pružín	špeciálne		1,6
		bežné		3,2 6,3
		hrubé		12,5

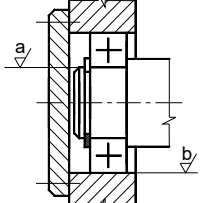
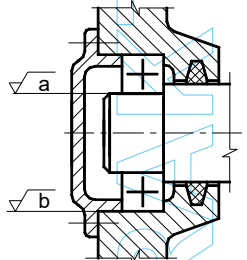
Tab. 3.4 Príklad predpisu drsnosti povrchu funkčných plôch rozoberateľných a strediacich

Príklad súčiastok a uzlov			Drsnosť povrchu $R_a (\mu m)$		
			a	b	c
	Strediace vybrania a nákrúžky	presné $D < 150$	0,8	1,6	1,6
		presné $D \geq 150$	1,6	3,2	3,2
		bežné $D < 150$	1,6	3,2	3,2
		bežné $D \geq 150$	3,2	6,3	6,3
	Kúžeľové stopky a púzdra, upevnenie hriadeľa v náboji a pod.	presné	0,4	0,8	
		bežné	0,8 (1,6)	1,6 (3,2)	
	Valcové strediace plochy	presné	0,8	0,8	
		bežné	1,6	1,6	
		nad $\varnothing 150$	1,6 (3,2)	1,6 (3,2)	
	Valcové a kúžeľové kolíky	ako strediaci prvok	0,8	0,8	
		ako spojovací prvok	0,8	1,6 (3,2)	
	Vnútorne upínacie kužele vretien, trňov, redukcií a pod.	zvýšená a vysoká presnosť	0,2	0,4	
		bežná presnosť	0,4	0,8	
	Nástrčné vŕtacie púzdra, strediaci vrták a podobne.	veľmi presné	0,2	0,4	
		presné	0,4	0,8	
		bežné	0,8	1,6	

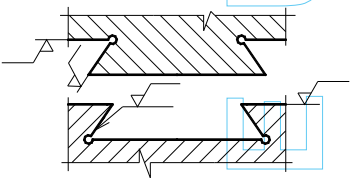
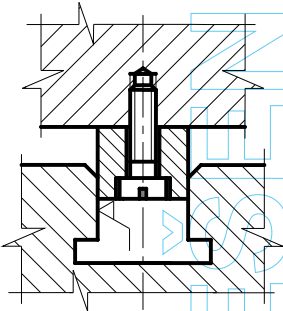
Tab. 3.5 Príklad predpisu drsnosti povrchu funkčných plôch rozoberateľných a strediacich

Príklad súčiastok a uzlov				Drsnosť povrchu $R_a (\mu m)$	
				a	b
	Žliabky pre tesné perá	pero STN 02 2562		0,8 (1,6)	-
		Žliabok v hriadeli i náboji	presné	1,6	3,2
			bežné	3,2	6,3
	Kliny	Žliabok v hriadeli i náboji	presné	1,6	3,2
			bežné	3,2	6,3
	Plochy neprenášajúce silu ani moment		presné	0,8	1,6
			bežné	1,6	3,2

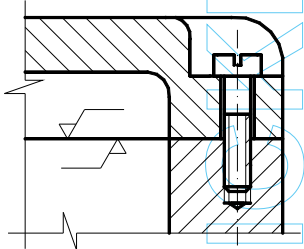
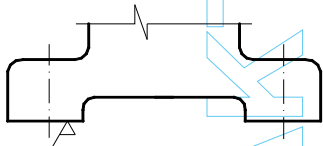
Tab. 3.6 Príklad predpisu drsnosti povrchu funkčných plôch pre valivé ložiská

Príklad súčiastok a uzlov			Drsnosť povrchu $R_a (\mu m)$	
			a	b
	Uloženie axiálne posuvné (vyrovnávanie dilatácií)	presné	0,4	0,8
		bežné	0,8	0,8 (1,6)
	Uloženie axiálne nehybné	presné	0,4	0,8
		do $\varnothing 120$	0,8	1,6
		nad $\varnothing 120$	0,8	1,6

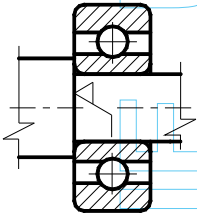
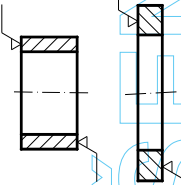
Tab. 3.7 Príklad predpisu drsnosti povrchu funkčných plôch dosadajúcich jedna na druhú, pohyblivé – klzné vedenie

Príklad súčiastok a uzlov		Drsnosť povrchu $R_a (\mu m)$
	Vodiace plochy prismatických vedení pričných saní	0,8
	Upínacie žliabky	3,2 (6,3)

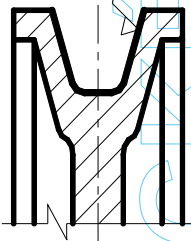
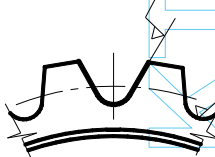
Tab. 3.8 Príklad predpisu drsnosti povrchu funkčných plôch dosadajúcich jedna na druhú, nehybné – stykové plochy

Príklad súčiastok a uzlov		Drsnosť povrchu $R_a (\mu m)$
	Dosadacie plochy delených skríň, prevodoviek a podobne	1,6
	Pätky motorov, konzol a podobne	6,3

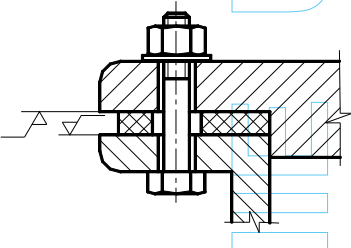
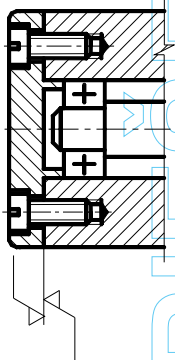
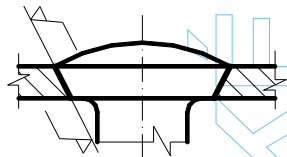
Tab. 3.9 Príklad predpisu drsnosti povrchu funkčných plôch dosadajúcich jedna na druhú, nehybné – čelné oporné plochy

Príklad súčiastok a uzlov			Drsnosť povrchu $R_a (\mu m)$
	Čelá púzdiar, osadení hriadeľov. Oporné plochy pre ložiská, čelá nábojov ozubených kolies.	veľmi presné	0,4
		presné	0,8
		bežné	1,6
	Čelá rozperných krúžkov a dosadacie plochy podložiek	presné	1,6
		bežné	3,2

Tab. 3.10 Príklad predpisu drsnosti povrchu funkčných plôch so zvláštnymi požiadavkami, prevody remeňové a reťazové

Príklad súčiastok a uzlov			Drsnosť povrchu $R_a (\mu m)$
	Žliabky pre klinové remene a žliabky pre laná	$v < 10 \text{ ms}^{-1}$	1,6
		$v \geq 10 \text{ ms}^{-1}$	0,8
		lanové kladky a bubny	3,2
	Reťazové prevody	boky zubov reťazových kolies	1,6
		oblá časť zuba reťazového kolesa	0,4

Tab. 3.11 Príklad predpisu drsnosti povrchu funkčných trecích plôch

Príklad súčiastok a uzlov			Drsnosť povrchu $R_a (\mu m)$
	Tesniace plochy s tesnením	s mäkkým tesnením	3,2 – 6,3
		s papierovým tesnením	1,6 – 3,2
		s kovovým tesnením (Cu, Al)	3,2 – 6,3
	Tesniace plochy bez tesnenia	pri vyšších tlakoch	0,2 (0,1)
		pri nižších tlakoch	0,4
	Ventil pred zabrúsením		0,4 – 0,8

3.3 Drsnosť povrchu závitů

Drsnosť povrchu závitů sa v bežných prípadoch na výkresoch nepredpisuje. Informatívne hodnoty drsnosti povrchu závitů v závislosti od stupňov presnosti a od veľkosti veľkého priemeru závitů sú v tabuľke 3.12.

Tab. 3.12 Drsnosť povrchu závitov

Veľký priemer závitů		Stupeň presnosti				
		4	5	6	7	8
od	do	Drsnosť povrchu R_a				
1	1,4	0,4				
1,6	2					
2,2	3					
3,5	4					
4,5	5,5					
6	7					
8	9					
10	11					
12	16	0,8				
18	22					
24	33					
36	45				1,6	
48	60					
62	80					
						3,2

3.4 Tepelné spracovanie – predpisovanie na výkrese

Tepelné spracovanie je proces, pri ktorom je súčiastka, alebo jej časť, v tuhom stave podrobená jednému, alebo viacerým tepelným cyklom. Ak sa tento dej ovplyvňuje zámerne tiež chemickým účinkom prostredia, ide o spracovanie chemicko-tepelné. Asi 90% všetkých kovových súčiastok podlieha na rôznych stupňoch celého technologického procesu, tepelnému resp. chemicko-tepelnému spracovaniu. Tepelným spracovaním ocelí sa dosahujú určité vhodné vlastnosti ocele. Priebeh režimu teplôt pri tepelnom spracovaní sa riadi podľa druhu tepelného spracovania.

Údaje o tepelnom spracovaní sa obyčajne uvádzajú nad titulným blokom.

Výkres znázorňuje súčiastku v dokončenom stave, preto sa nemajú ani slovné údaje v predpisoch úprav povrchu a tepelného spracovania formulovať ako príkazy (napr. „KALIŤ“), ale sa majú vyjadrovať v trpnom rode (napr. „KALENÉ“). alebo podstatným menom (napr. „KALENIE“).

Pre tepelné spracovanie je spravidla nutné uviesť požadovanú hĺbku spracovania h a údaje o mechanických vlastnostiach, napr. tvrdosti.

Príklad:

„CEMENTOVANÉ h 0,6...0,8 mm KALENÉ 55...60 HRC“ alebo **„POVRCHOVO KALENÉ 57±2 HRC.“**

Údaj 57±2 je údaj o tvrdosti. Tvrdosť sa udáva podľa rôznych autorov a metód merania: BRINELL (HB), ROCKWELL (HRB, HRC), VICKERS (HV).

Tab. 3.13 Druh, účel a postup pri tepelnom spracovaní

Druh	Účel	Postup
Žíhanie normalizačné	Hrubá prípadne nerovnomerná štruktúra ocele sa opäť zmení na jemnú rovnomernú štruktúru.	Teplota sa riadi podľa obsahu uhlíka. Po ohreve nasleduje ochladzovanie. U väčšiny ocelí je to ochladzovanie mimo pec na voľnom vzduchu.
Žíhanie na mätko	Oceľ sa zmäkčuje pre ľahšiu obrobiteľnosť.	Žíha sa v oblasti okolo 700°C tak dlho, až sa páskový perlit mení na zrnitý. Po ohreve nasleduje pomalé ochladzovanie, čím sa dosahuje značnej mäkkosti.
Žíhanie k odstráneniu vnútorného pnutia	Vnútorné pnutie v oceli, ktoré zostalo po kovaní, valcovaní, lisovaní a pod. sa znižuje na prijateľnú mieru.	Žíha sa niekoľko hodín v oblasti pod 650°C. Po ohreve nasleduje pomalé ochladzovanie. Pritom nenastáva žiadna zmena štruktúry materiálu.
Kalenie	Kalenie je základná operácia k dosiahnutiu čo najvyššej tvrdosti ocele, po ktorom pravidelne nasleduje popúšťanie za nižšej teploty, alebo za vyššej teploty (zúšľachtovanie).	Po ohreve nasleduje náhle ochladenie asi na 250°C. Tým sa dosahuje sklovite tvrdej, avšak krehkej štruktúry materiálu.
Popúšťanie za nízkej teploty	Vnútorné pnutie v oceli a jej krehkosť spôsobená zakalením sa znižujú, avšak tvrdosť dosiahnutá zakalením sa zachová.	Po zakalení sa oceľ opäť ohrieva a ochladzuje. Zakalená časť s tvrdou štruktúrou nadobudne potrebnú húževnatosť pri dostatočnej tvrdosti.
Zúšľachtovanie (kalenie a popúšťanie za vysokej teploty)	Oceľ získa pevnosť a zvyšuje sa jej medza pružnosti. Pri popúšťaní za vyššej teploty prevláda zlepšenie ťažnosti a húževnatosti.	Pri ohreve na 820 až 890°C a po zakalení v oleji, vo vode, alebo na vzduchu, sa oceľ popúšťa pri 530°C až 670°C.
Cementovanie	Súčasti, ktoré musia mať tvrdú povrchovú vrstvu dostatočne odolávajúcu opotrebeniu (oteru), sa cementujú, nitridujú a povrchovo kalia plameňom. Pritom jadro súčiastky zostáva nezakalené, t.j. húževnaté.	Cementovanie je povrchové nahličovanie ocelí chudobných na C (do 0,25%C). Dosahuje sa pôsobením C, alebo jeho zlúčenín za teplôt 870°C až 920°C počas niekoľkých hodín (približne možno vypočítať, že za jednu hodinu nahličovania na príslušnej teplote sa hrúbka tvrdenej cementačnej vrstvy zväčší o 0,1mm). Po vlastnom cementovaní nasleduje kalenie priamo z cementačnej teploty, alebo po vychladnutí a opätovnom ohriatí na kaliacu teplotu, ktorá býva o niečo nižšia ako teplota cementačná.

Druh	Účel	Postup
Nitrocementovanie		Nitrocementovaním t.j. obohatením povrchovej vrstvy uhlíkových ocelí uhlíkom a dusíkom sa získa tvrdá vrstva.
Nitridovanie	Súčasti, ktoré musia mať tvrdú povrchovú vrstvu dostatočne odolávajúcu opotrebeniu (oteru), sa cementujú, nitridujú a povrchovo kalia plameňom. Pritom jadro súčiastky zostáva nezakalené, t.j. húževnaté.	Na súčasť žíhanú dlhšiu dobu, za teploty asi 500°C, pôsobí dusík vznikajúci štiepením plynného čpavku. Vnikaním dusíku do ocele sa vytvárajú nitridy, ktoré sami vytvoria veľmi tvrdú povrchovú vrstvu bez ďalšieho tepelného spracovania.
Povrchové kalenie		Povrch súčasti sa ohrieva kyslíkoacetylenovým plameňom, alebo indukčným ohrevom. Priamo po ohreve nasleduje zakalenie povrchovej vrstvy súčasti prúdom vody. Jadro súčiastky zostáva studené, takže sa takmer nezdeformuje.

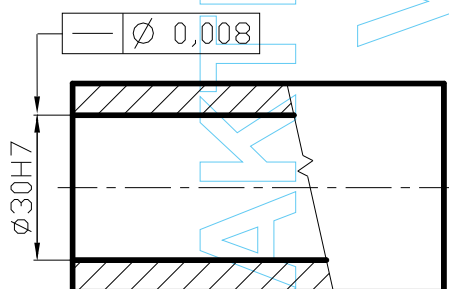
3.5 Geometrické tolerancie – číselné hodnoty

Druhy geometrických tolerancií sa na výkrese označia príslušným grafickým symbolom a doplnkovou značkou. Značka a číselná hodnota tolerancie, resp. označenie základne sa zapisuje do tolerančného rámečka rozdeleného na dve, alebo tri polia, v tomto poradí (zľava doprava):

- v prvom poli sa uvádza značka geometrického tolerovania,
- v druhom poli sa zapisuje číselná hodnota tolerancie v milimetroch,
- v treťom poli sa zapisuje, ak je to potrebné, označenie základne (základní).

3.5.1 Tolerancie tvaru

Príklad predpisovania tolerancie priamosti je na (obr. 3.1). **Tolerančné pole priamosti** (v uvedenom príklade) možno určiť predpisom tolerančného poľa v tvare valca, ak sa pred hodnotu tolerancie napíše značka $\varnothing$. Skutočná os súčiastky sa musí nachádzať v priestore ohraničenom tolerančným valcom s priemerom $\varnothing 0,008\text{mm}$.



— Grafická značka tolerancie priamosti

Hodnotu tolerancie 0,008 nájdeme v tab.3.14 podľa menovitého priemeru $\varnothing 30$ a stupňa presnosti 7.

Obr.3.1 Predpis geometrickej tolerancie na výkrese

Tab.3.14 Tolerancie rovinnosti a priamosti

Rozsahy menovitých rozmerov		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

Tab.3.15 Tolerancie kruhovitosti a valcovitosti

Rozsahy menovitých rozmerov		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

Menovitým rozmerom sa rozumie menovitý priemer plochy.

3.5.2 Tolerancie smeru a hádzania

Tab. 3.16 Tolerancie smeru (rovnobežnosti, kolmosti a sklonu), tolerancia kruhového čelného hádzania a celkového čelného hádzania

Rozsahy menovitých rozmerov		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 tolerancie 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 zadany vzťažný úsek.

Tab. 3.17 Tolerancie kruhového obvodového hádzania a celkového obvodového hádzania. Tolerancie polohy (súosovosti a súmernosti)

Rozsahy menovitých rozmerov		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

4 ZOBRAZOVANIE A KÓTOVANIE OZUBENÝCH KOLIES

Ozubené kolesá patria k tvarovo zložitým súčiastkam s mimoriadnymi nárokmi na presnosť. Výroba ozubenia vyžaduje špeciálne strojné a nástrojové vybavenie. V kapitole sú uvedené len základné vzťahy pre výpočet rozmerov ozubenia, potrebné k zhotoveniu výrobných výkresov a pre vyplnenie tabuliek údajov.

4.1 Zadanie programu 03

Text zadania: Nakreslite výrobné výkresy štyroch rôznych typov ozubených kolies, z toho dvoch ozubených kolies zadanych podľa modelov a dvoch ozubených kolies podľa zadania.

V zošite nakreslite výkresy všetkých zadanych ozubených kolies formou náčrtu. Každý náčrtok musí obsahovať tvar, rozmery, všetky údaje potrebné pre výrobu, kontrolu a montáž, vyplnený titulný blok, tolerančnú pečiatku a tabuľku údajov pre ozubenia. Pre každé ozubené koleso vyhotovte výpočet základných rozmerov.

Odvzdáva sa výkresová dokumentácia, ktorá musí obsahovať:

- výrobné výkresy dvoch cvičiacim zadanych ozubených kolies vyhotovené ako ceruzkové originály,
- na zadnej strane každého výkresu uveďte výpočet rozmerov daného ozubeného kolesa potrebný pre vyplnenie tabuľky údajov.

Súčasťou zadania sú v zošite:

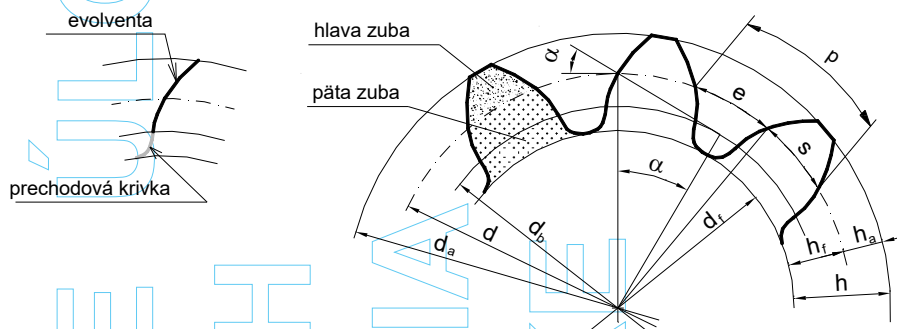
- náčrty výrobných výkresov štyroch rôznych typov ozubených kolies (vyplnený titulný blok, tolerančná pečiatka a tabuľka údajov pre ozubenie),
- rozmerový výpočet každého ozubeného kolesa potrebný pre vyplnenie tabuľky údajov pre ozubenie,
- presnosť výroby ozubených kolies, drsnosti povrchu ozubenia, materiál a tepelné spracovanie ozubenia,
- presnosť výroby a drsnosti povrchu ostatných plôch.

Poznámky:

- pri zadani ozubených kolies podľa modelov najprv spočítajte počet zubov kolesa, stanovte uhol sklonu zubov a hodnotu modulu (upravte podľa),
- ostatné rozmery ozubeného kolesa zakótujte podľa všeobecne platných pravidiel kótovania (otvor v náboji, žliabky pre perá a pod.),
- výpočty rozmerov ozubenia vyhotovte s presnosťou na tisíciny (hlavový priemer ozubeného kolesa je možné zaokrúhliť na desatiny milimetra).

4.2 Základné pojmy ozubenia

Norma STN ISO 701 (*Medzinárodné označovanie ozubených kolies. Symboly geometrických veličín*) má za cieľ zjednotenie symbolov používaných v rôznych krajinách do medzinárodného označovania ozubených kolies nadväzujúcich na základné geometrické údaje. Na obr. 4.1 sú vysvetlené niektoré základné pojmy, v tab. 4.1 význam indexov a v tab. 4.2 význam základných symbolov.



Obr. 4.1 Ozubené koleso – základné pojmy

Tab. 4.1 Význam základných indexov

Index	Význam Indexu
1,3,5,...	hnacie koleso (pastorok)
2,4,6,...	hnané koleso (koleso)
a	hlavový
b	základný
f	pätňový
n	normálový
t	čelný
x	osový
bez indexu	roztupový

Tab. 4.2 Význam symbolov

Symbol	Význam symbolu
d	priemer roztupovej kružnice
d _a	priemer hlavovej kružnice
d _f	priemer päťnej kružnice
d _b	priemer základnej kružnice
h	výška zuba
h _a	výška hlavy zuba
h _f	výška päty zuba
p	roztup zubov
s	hrúbka zuba na roztupovej kružnici
e	šírka zubovej medzery na roztupovej kružnici
α	uhol záberu nástroja

4.3 Čelné ozubené kolesá

4.3.1 Geometrické parametre čelných ozubených kolies

Základná charakteristiky tvaru a rozmerov nekorigovaného čelného ozubeného kolesa sú počet zubov, modul ozubení, uhol záberu nástroja a uhol sklonu zuba. Vzťahy pre výpočet geometrických rozmerov nekorigovaného čelného ozubeného kolesa s rovnými a šikmými zubami, sú uvedené v tab. 4.3.

Tab. 4.3 Vzťahy pre výpočet geometrických rozmerov čelného súkolesia bez korekcie

Geometrické prvky	Pastorok	Ozubené koleso
Počet zubov	z_1	z_2
Prevodové číslo	$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$	
Modul v normálovej rovine (Tab.4.4 a 4.5)	m_n (normalizovaný)	
Uhol záberu nástroja	najčastejšie používaný $\alpha_n = 20^\circ$	
Uhol sklonu zubov	$\beta = 0^\circ$ - rovné zuby $\beta = 8^\circ \div 25^\circ$ - šikmé zuby	
Modul v čelnej rovine	$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$	
Uhol záberu v čelnej rovine	$\tan \alpha_t = \frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta}$	
Uhol sklonu zuba na základnej kružnici	$\sin \beta_b = \sin \beta \cdot \cos \alpha_n$	
Rozstup v normálovej rovine	$p_n = \pi \cdot m_n$	
Rozstup v čelnej rovine	$p_t = \pi \cdot m_t$	
Výška hlavy zuba	$h_a = h_a^* \cdot m_n$ ($h_a^* = 1$)	
Výška päty zuba	$h_f = (h_a^* + c_a^*) \cdot m_n$	
Priemer rozstupovej kružnice	$d_1 = \frac{z_1 \cdot m_n}{\cos \beta}$	$d_2 = \frac{z_2 \cdot m_n}{\cos \beta}$
Priemer hlavovej kružnice	$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot h_a$	$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot h_a$
Priemer pätnjej kružnice	$d_{f1} = d_1 - 2 \cdot h_f$	$d_{f2} = d_2 - 2 \cdot h_f$
Priemer základnej kružnice	$d_{b1} = d_1 \cdot \cos \alpha_t$	$d_{b2} = d_2 \cdot \cos \alpha_t$
Hlavová vôľa	$c_a = c_a^* \cdot m_n = 0,25 \cdot m_n$ ($c_a^* = 0,25$)	
Polomer zaoblenia prechodovej krivky	$r_f = r_f^* \cdot m_n = 0,38 \cdot m_n$ ($r_f^* = 0,38$)	
Súčiniteľ šírky zuba	$\psi = 15 \text{ až } 25$	
Šírka ozubenia	$b_1 = b_2 + 2 \cdot m_n$	$b_2 = \psi \cdot m_n$
Osová vzdialenosť	$a = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m_n}{2 \cdot \cos \beta}$	

Tab.4.4 Moduly čelných ozubených kolies m_n [mm] podľa STN ISO 54 , rad I

1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6
8	10	12	16	20	25	32	40	50

Tab.4.5 Moduly čelných ozubených kolies m_n [mm] podľa STN ISO 54 , rad II

1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	(6,5)
7	9	11	14	18	22	28	36	45

Príklad výpočtu geometrických rozmerov čelného ozubeného pastorka so šikmými zubami bez korekcie (z obr.4.4):

Počet zubov čelného pastorka $z_1 = 21$.

Počet zubov spoluzaberajúceho čelného kola $z_2 = 66$.

Prevodové číslo $u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{66}{21}$

$$u = 3,143.$$

Modul v normálovej rovine $m_n = 4 \text{ mm}$ (normalizovaná hodnota).

Uhol záberu nástroja $\alpha_n = 20^\circ$ (normalizovaná hodnota).

Osová vzdialenosť $a = 180 \text{ mm}$.

Uhol sklonu zubov $\cos \beta = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m_n}{2 \cdot a}; \left(a = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m_n}{2 \cdot \cos \beta} \right)$

$$\cos \beta = \frac{(21 + 66) \cdot 4}{2 \cdot 180} \Rightarrow \beta = \arccos 0,96$$

$$\beta = 14,83511^\circ.$$

Modul v čelnej rovine $m_t = \frac{m_n}{\cos \beta} = \frac{4}{\cos 14,83511^\circ}$

$$m_t = 4,138 \text{ mm}.$$

Uhol záberu v čelnej rovine

$$\tan \alpha_t = \frac{\tan \alpha_n}{\cos \beta} = \frac{\tan 20^\circ}{\cos 14,83511^\circ} \Rightarrow \alpha_t = \arctan 0,37652$$

$$\alpha_t = 20,63241^\circ.$$

Rozstup v normálovej rovine $p_n = \pi \cdot m_n = \pi \cdot 4 \Rightarrow p_n = 12,566 \text{ mm}$.

Výška hlavy zuba $h_a = h_a^* \cdot m_n = 1 \cdot 4 \Rightarrow h_a = 4 \text{ mm}$.

Výška päty zuba $h_f = (h_a^* + c_a^*) \cdot m_n = (1 + 0,25) \cdot 4 \Rightarrow h_f = 5 \text{ mm}$.

Priemer rozstupovej kružnice $d_1 = \frac{z_1 \cdot m_n}{\cos \beta} = \frac{21 \cdot 4}{\cos 14,83511^\circ}$

$$d_1 = 86,897 \text{ mm}.$$

Priemer hlavovej kružnice $d_{a1} = d_1 + 2 \cdot h_a = 86,897 + 2 \cdot 4$

$$d_{a1} = 94,897 \text{ mm}.$$

Priemer pätnéj kružnice $d_{f1} = d_1 - 2 \cdot h_f = 86,897 - 2 \cdot 5$

$$d_{f1} = 76,897 \text{ mm}.$$

Priemer základnej kružnice $d_{b1} = d_1 \cdot \cos \alpha_t = 86,897 \cdot \cos 20,63241^\circ$

$$d_{b1} = 81,323 \text{ mm}.$$

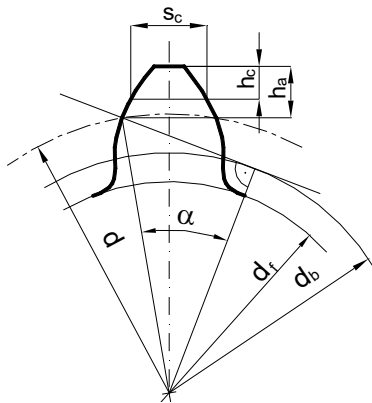
Hlavová vôľa $c_a = c_a^* \cdot m_n = 0,25 \cdot 4 \Rightarrow c_a = 1 \text{ mm}$.

Polomer zaoblenia prechodovej krivky $r_f = r_f^* \cdot m_n = 0,38 \cdot 4 \Rightarrow r_f = 1,52 \text{ mm}$.

Šírka ozubenia $b_1 = \psi \cdot m_n + 2 \cdot m_n = 18 \cdot 4 + 2 \cdot 4 \Rightarrow b_1 = 80 \text{ mm}$.

Hrúbka cementačnej vrstvy $\delta = (0,2 \div 0,25) \cdot m_n$ pre $m_n \leq 4 \text{ mm}$

$$\delta = 0,5 \cdot \sqrt{m_n} \text{ pre } m_n > 4 \text{ mm}.$$



Obr. 4.2 Konštantná hrúbka zuba

Výpočet konštantnej hrúbky a výšky zuba

Konštantná hrúbka zuba:

$$s_c = m_n \cdot \frac{\pi \cdot \cos^2 \alpha_n}{2}$$

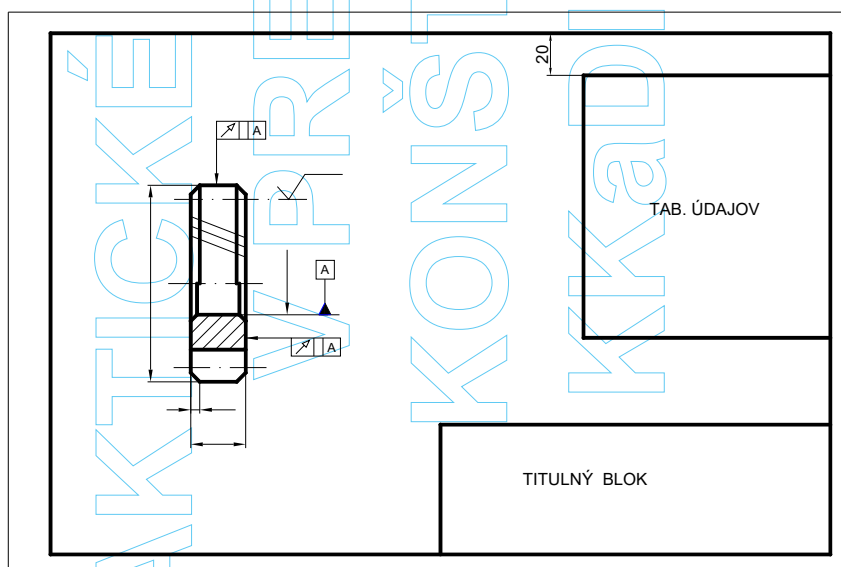
Konštantná výška zuba:

$$h_c = m_n \cdot \left(1 - \frac{\pi \cdot \cos \alpha_n \cdot \sin \alpha_n}{4} \right)$$

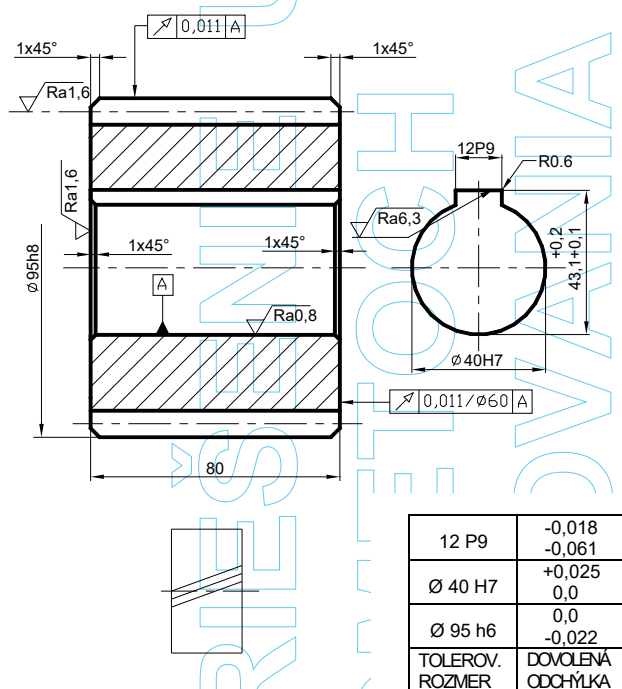
Toleruje sa konštantná hrúbka zuba.

4.3.2 Kreslenie výkresov čelných ozubených kolies

Pravidlá pre kreslenie výkresov čelných ozubených kolies určuje norma STN 01 3216-1 (*Výkresy v strojárstve. Údaje zadávané na výrobu ozubených kolies. Časť 1: Čelné ozubené kolesá*), ktorá určuje údaje, ktoré je potrebné uviesť na výkresoch čelných ozubených kolies. Tieto údaje je potrebné doplniť údajmi, ktoré sú potrebné, alebo účelné pre výrobu a kontrolu ozubeného kolesa. Údaje pre výrobu a kontrolu ozubenia sa zapisujú do tabuľky údajov. Umiestnenie tabuľky údajov a titulného bloku na výrobnom výkrese je zobrazený na obr. 4.3. Príklad výkresu čelného ozubeného kolesa je zobrazený na obr. 4.4.

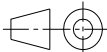
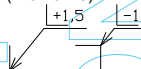
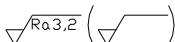


Obr. 4.3 Umiestnenie tabuľky údajov



Tabuľka údajov		
Normálový modul	m_n	4
Počet zubov	z	21
Druh ozubenia	-	evolventné
Uhol sklonu boč. krivky zuba	β	14,83511°
Zmysel stúpania boč. krivky zuba	-	L
Zákl. profil	Uhol profilu	α 20°
	Výška hlavy zuba	h_a 4
	Hlavová vŕľa	c_a 1
	Polomer zaoblenia prechodovej krivky	r_f 1,52
Jednotkové posunutie		x 0
Jednotková zmena hrúbky zuba		x_t 0
Stup. presnosti podľa STN 014682		- 6-D
Kontrol. medzné odchýlky	Obvodové hádzanie	F_r 0,028
	Základný rozstup	f_{pb} ±0,012
	Sklon zuba	F_β 0,012
Kontrolný rozmer	Konštantná výška	h_c 2,99
	Konštantná hrúbka	s_c 5,548 ^{-0,060} _{-0,130}
	Rozmer cez zuby	W 30,820 ^{-0,030} _{-0,080}
	Poč. meraných zubov	z_w 3
Čelný modul		m_t 4,138
Priemer rozstupovej kružnice		d 86,897
Priemer základnej kružnice		d_b 81,323
Priemer päťnej kružnice		d_f 76,897
Uhol osí		Σ -
Spoluza-berajúce koleso	počet zubov	66
	výkres číslo	
	Vzdialenosť osí	180,138 ^{±0,02}

Zuby cementované 0,8 ... 1,0 mm, kalené HV 10 = 665 ... 805

FormátA A3	Mierka 1:1	Materiál konečný 12 050.4	Polotovár VÝKOVOK ZK.20	Hodnotenie povrchu Ra ISO 1302	Všeobecné tolerancie ISO 2768-mK	Hmotnosť (kg) 0,45
Metóda premietania 	Chránené podľa ISO 16016	Označenie hrán (ISO 13715) 			Označenie drsnosti 	
Zodpovedné oddelenie	Technický referent		Vyhotovil Peter Biely		Schválil	
 TECHNICKÁ UNIVERZITA KOŠICE STROJNICKÁ FAKULTA KATEDRA KONŠTRUOVANIA, DOPRAVY A LOGISTIKY			Typ dokumentu VÝROBNÝ VÝKRES		Postavenie dokumentu KONTROLUJE SA	
			Titul, Doplnkový titul OZUBENÉ KOLESO ČELNÝ PASTOROK		Identifikačné číslo 3-ZK – 8045-04	
					Zmena	Dátum vydania 01.5.2013

Popis polotovaru: ZK.20 ⇒ polotovár je výkovok, v súpisе položiek skratka ZK znamená zápusťkové kovanie.

Obr. 4.4 Výkres čelného ozubeného kolesa - príklad

4.3.3 Predpisovanie presnosti čelných ozubených súkolesí

Predpisovanie presnosti čelných ozubených kolies je stanovené normou STN 01 4682. Norma stanovuje 12 stupňov presnosti zhotovenia ozubených kolies, ktoré sú označené číslami 1 až 12. Pre každý stupeň presnosti sú stanovené predpisy – kinematickej presnosti, plynulosti chodu a dotyku zubov ozubených kolies v súkolesí.

Norma stanovuje 6 skupín bočnej vôle medzi zubami súkolesia označenými písmenami A, B, C, D, E, H a 8 skupín bočnej vôle x, y, z, a, b, c, d, h. Osové vzdialenosti sú zaradené do 6 tried odchýlok vzdialeností I, II, III, IV, V, VI.

Presnosť rozmerov ozubeného súkolesia je podmienkou pre presnosť jeho chodu a životnosť. Vyššia presnosť všeobecne znamená vyššiu kvalitu, ale aj vyššie náklady na výrobu.

Tab. 4.6 Skupiny bočných vôle, tolerancií bočných vôle a tried presnosti podľa plynulosti chodu

Skupina bočnej vôle	A	B	C	D	E	H
Stupeň presnosti podľa plynulosti chodu	3-12	3-11	3-9	3-8	3-7	3-7
Tolerancia bočnej vôle	a	b	c	d	h	h
Trieda odchýlky vzdialeností osí	VI	V	IV	III	II	I

Presnosť súkolesia je možné stanoviť rôznym stupňom presnosti jednotlivých predpisov, skupinou, toleranciou a triedou.

Príklad označenia **8 - 7 - V Ba STN 01 4682**

kde **8** je stupeň presnosti kinematickej presnosti, **7** je stupeň presnosti plynulosti chodu, skupina bočnej vôle **B**, tolerancia bočnej vôle **a**, trieda odchýlok osovej vzdialenosti **V**.

V prípade rovnakého stupňa presnosti jednotlivých predpisov, ak tolerancia bočnej vôle zodpovedá skupine bočnej vôle: **7 - B STN 01 4682**.

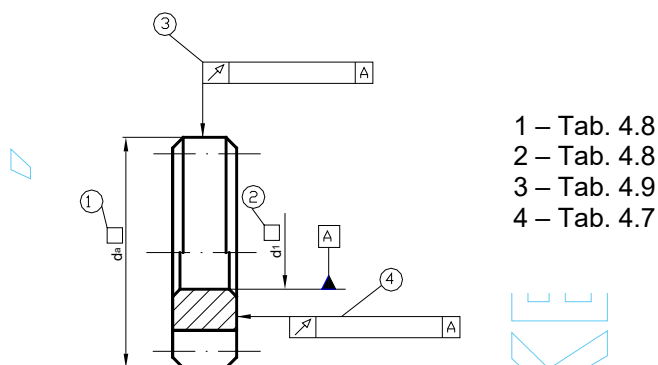
Tab. 4.7 Tolerancia hádzania axiálnej vzťažnej plochy kolesa [μm]

Priemer rozstupovej kružnice d [mm]	Stupeň presnosti ozubenia	
	5 a 6	7 a 8
do 125	11	18
125 – 400	14	22
400 – 800	20	32

Tab. 4.8 Tolerancia uloženia hlavového priemeru ozubených kolies

Stupeň presnosti	6	7	8
Otvor kolesa d_1	IT 6	IT 7	
Hlavový priemer d_a	IT 8	IT 8	

Na obr.4.5 je znázornené označenie medzného obvodového hádzania ozubenia, tolerance hádzania radiálnej a axiálnej vzťažnej plochy kolesa, tolerance otvoru kolesa pre hriadeľ a hlavového priemeru čelného ozubeného kolesa v závislosti od stupňa presnosti.



Obr. 4.5 Tolerovanie čelného ozubeného kolesa

Tab.4.9 Medzné obvodové hádzanie ozubení F_r [μm]

Stupeň presnosti	Modul m [mm]		Rozstupový priemer d [mm]	
	od	do	do 125	125 - 400
6	1	3,5	25	36
	3,5	6,3	28	40
	6,3	10	32	45
7	1	3,5	36	50
	3,5	6,3	40	56
	6,3	10	45	63
8	1	3,5	45	63
	3,5	6,3	50	71
	6,3	10	56	80

Tab.4.10 Predpisy plynulosti chodu – medzná odchýlka základného rozstupu f_{tb} [μm]

Stupeň presnosti	Modul m [mm]	Rozstupový priemer d [mm]	
		do 125	125 - 400
6	1 – 3,5	$\pm 9,5$	± 10
	3,5 – 6,3	± 12	± 13
	6,3 – 10	± 13	± 15
	10 – 16	-	± 17
7	1 – 3,5	± 13	± 15
	3,5 – 6,3	± 17	± 19
	6,3 – 10	± 19	± 21
	10 – 16	-	± 24
8	1 – 3,5	± 19	± 21
	3,5 – 6,3	± 24	± 26
	6,3 – 10	± 26	± 30
	10 – 16	-	± 34

Tab.4.11 Predpisy plynulosti chodu – medzná odchýlka sklonu zuba F_β [μm]

Stupeň presnosti	Modul m [mm]	Šírka ozubení b_w [mm]		
		do 40	40 – 100	100 – 160
6	1 – 16	9	12	16
7	1 – 25	11	16	20
8	1 – 40	18	25	32

Tab.4.12 Najmenšia odchýlka hrúbky zuba E_{cs} [μm]

Skupina bočnej vôle	Stupeň presnosti podľa plynulosti chodu	Rozstupový priemer d [mm]					
		do 80	od 80 do 125	od 125 do 180	od 180 do 250	od 250 do 315	od 315 do 400
D	3 – 6	35	40	45	55	60	60
	7	35	45	50	60	70	70
	8	40	50	60	70	70	80
C	3 – 6	55	60	70	80	90	100
	7	60	70	80	90	100	120
	8	70	80	90	100	120	140
B	3 – 6	90	100	120	140	160	160
	7	100	120	140	140	180	180
	8	100	120	140	160	180	200

Tab.4.13 Tolerancia hrúbky zuba T_c [μm]

Skupina bočnej vôle	Tolerancia bočnej vôle	Pre medzné obvodové hádzanie ozubení F_r [μm] určené podľa tab.4.9					
		od 25 do 32	od 32 do 40	od 40 do 50	od 50 do 60	od 60 do 80	od 80 do 100
D	d	50	60	70	70	100	120
C	c	70	70	90	100	140	160
B	b	70	90	100	140	160	180

4.4 Kuželové ozubené kolesá

Prenos krútiaceho momentu a prevodu medzi rôznobežnými hriadeľmi, sa dosiahne kuželovým ozubeným súkolesím, pričom hriadele tohto súkolesia sú najčastejšie na seba kolmé. Ozubenie kuželového súkolesia môže byť priame, šikmé alebo zakrivené.

4.4.1 Geometrické parametre kuželových ozubených kolies s priamymi zubami

Vzťahy pre výpočet geometrických rozmerov nekorigovaného kuželového ozubeného kolesa s priamymi zubami sú uvedené v tab. 4.14. Základné geometrické rozmery kuželového ozubeného kolesa s evolventným ozubením s priamymi zubami sú uvedené na obr. 4.6.

Tab. 4.14 Vzťahy pre výpočet geometrických rozmerov kuželového ozubeného kolesa s priamymi zubami, **Tvar I**

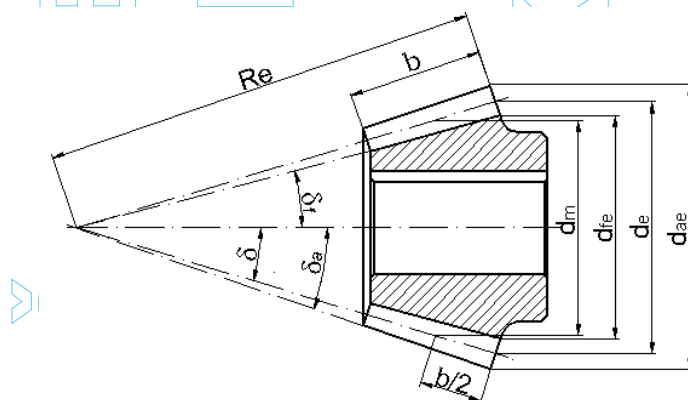
Geometrické prvky	Pastorok	Ozubené koleso
Počet zubov	z_1	z_2
Prevodové číslo	$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$	
Maximálny modul na valivom kuželi v čelnej rovine (tab.4.15)	m_{te} (normalizovaný)	
Uhol záberu nástroja	$\alpha_t = 20^\circ$	
Polovičný vrcholový uhol valivého kužela	$\delta_1 = \arctan \frac{z_1}{z_2}$	$\delta_2 = 90^\circ - \delta_1$
Počet zubov rovinného kolesa	$z_e = \sqrt{z_1^2 + z_2^2}$ (nezaokrúhľovať)	
Dĺžka povrchovej priamky valivého kužela	$R_e = \frac{m_{te} \cdot z_e}{2}$	
Výška hlavy zuba	$h_{ae} = h_a^* \cdot m_{te} \quad (h_a^* = 1)$	
Výška päty zuba	$h_{fe} = (h_a^* + c_a^*) \cdot m_{te} \quad (c_a^* = 0,2)$	
Priemer rozstupovej kružnice	$d_{e1} = z_1 \cdot m_{te}$	$d_{e2} = z_2 \cdot m_{te}$
Priemer hlavovej kružnice	$d_{ae1} = d_{e1} + 2 \cdot h_{ae} \cdot \cos \delta_1$	$d_{ae2} = d_{e2} + 2 \cdot h_{ae} \cdot \cos \delta_2$
Priemer pätnéj kružnice	$d_{fe1} = d_{e1} - 2 \cdot h_{fe} \cdot \cos \delta_1$	$d_{fe2} = d_{e2} - 2 \cdot h_{fe} \cdot \cos \delta_2$
Priemer základnej kružnice	$d_{be1} = d_{e1} \cdot \cos \alpha_t$	$d_{be2} = d_{e2} \cdot \cos \alpha_t$
Hlavová vôľa	$c_a = c_a^* \cdot m_{te} = 0,2 \cdot m_{te}$	
Polomer zaoblenia prechodovej krivky	$r_f = r_f^* \cdot m_{te} = 0,3 \cdot m_{te}$	
Súčiniteľ šírky zuba	$\psi_m = 8 \text{ až } 12$	
Šírka ozubení	$b_{1,2} = \psi_m \cdot m_{te}$ alebo $b_{1,2} = \psi_k \cdot R_e = 0,3 \cdot R_e$	
Uhol hlavy zuba	$\vartheta_a = \arctan \frac{h_{ae}}{R_e}$	
Uhol päty zuba	$\vartheta_f = \arctan \frac{h_{fe}}{R_e}$	
Uhol zuba	$\vartheta = \vartheta_a + \vartheta_f$	
Uhol hlavového kužela	$\delta_{a1} = \delta_1 + \vartheta_a$	$\delta_{a2} = \delta_2 + \vartheta_a$
Uhol pätného kužela	$\delta_{f1} = \delta_1 - \vartheta_a$	$\delta_{f2} = \delta_2 - \vartheta_a$
Výška hlavového kužela	$C_1 = \frac{d_{ae1}}{2 \cdot \tan \delta_{a1}}$	$C_2 = \frac{d_{ae2}}{2 \cdot \tan \delta_{a2}}$
Kontrolný rozmer:		
- konštantná hrúbka zuba	$s_{ce} = m_{te} \cdot \frac{\pi \cdot \cos^2 \alpha_t}{2}$	
- konštantná výška zuba	$h_{ce} = h_{ae} - \frac{m_{te} \cdot \pi \cdot \sin 2\alpha_t}{8}$	
Toleruje sa konštantná hrúbka zuba (tab. 4.17 a tab. 4.18).		

Tab.4.15 Moduly kužeľových ozubených kolies m_{te} [mm] podľa STN ISO 678, rad I

1	1,25	1,5	2	2,5	3	4	5	6
8	10	12	16	20	25	32	40	50

Tab.4.16 Moduly kužeľových ozubených kolies m_{te} [mm] podľa STN ISO 678, rad II

1,125	1,375	1,75	2,25	2,75	3,5	4,5	5,5	(6,5)
7	9	11	14	18	22	28	36	45



Obr. 4.6 Geometrické parametre kužeľového ozubeného kola

Príklad výpočtu geometrických rozmerov kužeľového ozubeného pastorka s priamymi zubami TVAR I (z obr.4.7):

Počet zubov kužeľového pastorka $z_1 = 16$.

Počet zubov spoluzaberajúceho kužeľového kola $z_2 = 49$.

Prevodové číslo
$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{49}{16}$$

$$u = 3,0625.$$

Maximálny modul na valivom kuželi v čelnej rovine

$$m_{te} = 5 \text{ mm (normalizovaná hodnota).}$$

Uhol záberu nástroja $\alpha_t = 20^\circ$ (normalizovaná hodnota).

Polovičný vrcholový uhol valivého kužela
$$\delta_1 = \arctan \frac{z_1}{z_2} = \text{arctg} \frac{16}{49}$$

$$\delta_1 = 18,083445^\circ.$$

Počet zubov rovinného kola
$$z_e = \sqrt{z_1^2 + z_2^2} = \sqrt{16^2 + 49^2}$$

$$z_e = 51,546096 \text{ (nezaokrúhľovať).}$$

Dĺžka povrchovej priamky valivého kužela
$$R_e = \frac{m_{te} \cdot z_e}{2} = \frac{5 \cdot 51,546096}{2}$$

$$R_e = 128,865 \text{ mm.}$$

Výška hlavy zuba
$$h_{ae} = h_a^* \cdot m_{te} = 1 \cdot 5 \Rightarrow h_{ae} = 5 \text{ mm.}$$

Výška päty zuba
$$h_{fe} = (h_a^* + c_a^*) \cdot m_{te} = (1 + 0,2) \cdot 5 \Rightarrow h_{fe} = 6 \text{ mm.}$$

Priemer rozstupovej kružnice $d_{e1} = z_1 \cdot m_{te} = 16 \cdot 5$

$$d_{e1} = 80 \text{ mm.}$$

Priemer hlavovej kružnice $d_{ae1} = d_{e1} + 2 \cdot h_{ae} \cdot \cos \delta_1$

$$d_{ae1} = 80 + 2 \cdot 5 \cdot \cos 18,083445^\circ$$

$$d_{ae1} = 89,506 \text{ mm.}$$

Priemer pätnjej kružnice $d_{fe1} = d_{e1} - 2 \cdot h_{fe} \cdot \cos \delta_1$

$$d_{fe1} = 80 - 2 \cdot 6 \cdot \cos 18,083445^\circ$$

$$d_{fe1} = 68,593 \text{ mm.}$$

Priemer základnej kružnice $d_{be1} = d_{e1} \cdot \cos \alpha_t = 80 \cdot \cos 20^\circ$

$$d_{be1} = 75,175 \text{ mm.}$$

Hlavová vôľa $c_a = c_a^* \cdot m_{te} = 0,2 \cdot 5$

$$c_a = 1 \text{ mm.}$$

Polomer zaoblenia prechodovej krivky $r_f = r_f^* \cdot m_{te} = 0,3 \cdot 5 \Rightarrow r_f = 1,5 \text{ mm.}$

Súčiniteľ šírky zuba $\psi_m = 8 \text{ až } 12$, volím $\psi_m = 8$.

Šírka ozubenia $b_1 = \psi_m \cdot m_{te} = 8 \cdot 5$

$$b_1 = 40 \text{ mm.}$$

Uhol hlavy zuba $\vartheta_a = \arctan \frac{h_{ae}}{R_e} = \arctg \frac{5}{128,865}$

$$\vartheta_a = 2,22198^\circ.$$

Uhol päty zuba $\vartheta_f = \arctan \frac{h_{fe}}{R_e} = \arctan \frac{6}{128,865}$

$$\vartheta_f = 2,66579^\circ.$$

Uhol zuba $\vartheta = \vartheta_a + \vartheta_f = 2,22198 + 2,66579 \Rightarrow \vartheta = 4,88777^\circ.$

Uhol hlavového kužela $\delta_{a1} = \delta_1 + \vartheta_a = 18,083445 + 2,22198$

$$\delta_{a1} = 20,305425^\circ.$$

Uhol pätného kužela $\delta_{f1} = \delta_1 - \vartheta_a = 18,083445 - 2,22198$

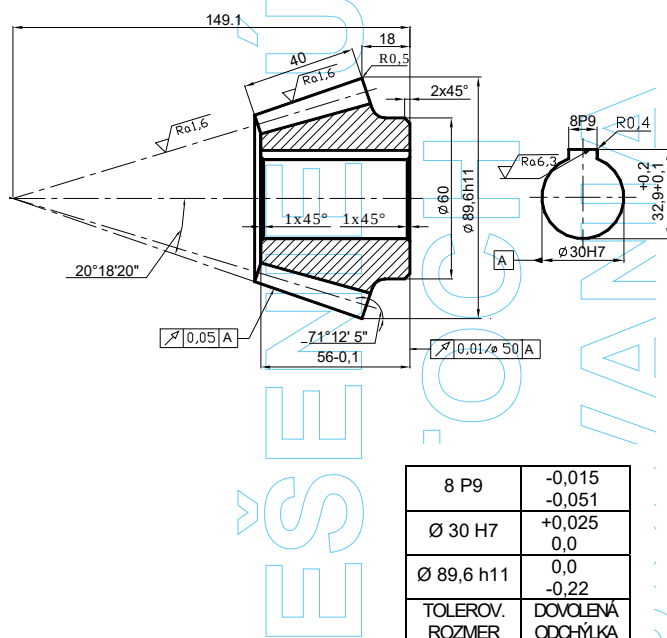
$$\delta_{f1} = 15,861465^\circ.$$

Výška hlavového kužela $C_1 = \frac{d_{ae1}}{2 \cdot \tan \delta_{a1}} = \frac{89,506}{2 \cdot \tan 20,305425^\circ}$

$$C_1 = 120,948 \text{ mm.}$$

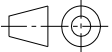
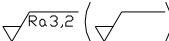
4.4.2 Kreslenie výkresov kužeľových ozubených kolies

Pravidlá pre kreslenie výkresov kužeľových ozubených kolies určuje norma STN 01 3216-2 (Výkresy v strojárstve. Údaje zadávané na výrobu ozubených kolies. Časť 2: Kužeľové kolesá s priamym ozubením). Údaje pre výrobu a kontrolu ozubenia sa zapisujú do tabuľky údajov. Príklad výkresu kužeľového ozubeného kolesa je zobrazený na obr. 4.7.



Tabuľka údajov			
Vonkajší čelný modul		m_{te}	5
Počet zubov		z	16
Druh ozubenía		-	evolventné
Uhol sklonu boč. krivky zuba		β	0°
Zmysel stúpania boč. krivky zuba		-	-
Zákl. profil	Uhol profilu	α_t	20°
	Výška hlavy zuba	h_a	5
	Hlavová vôľa	c_a	1
	Polomer zaoblenia prechodovej krivky	r_f	1,5
Jednotkové posunutie		x	0
Jednotková zmena hrúbky zuba		x_t	0
Uhol rozstupového kužela		δ	18,08344°
Stup. presnosti podľa STN 014682		-	6-D
Kontrol. medzné odchýlky	Obvodové hádzanie	f_r	0,028
	Základný rozstup	f_{pb}	±0,012
Kontrolný rozmer	Konštantná výška	h_{ce}	5,95
	Konštantná hrúbka	s_{ce}	8,54 ^{-0,05} _{-0,008}
Priemer rozstupovej kružnice		d_e	80
Priemer pätnjej kružnice		d_{ie}	68,593
Dĺžka povr. priamky rozst. kužela		R_e	128,865
Uhol pätného kužela		δ_r	15,86146°
Spoluza-berajúce koleso	počet zubov		49
	výkres číslo		
	Uhol osí	Σ	90°

Zuby nitridované do hĺbky 0,8 mm

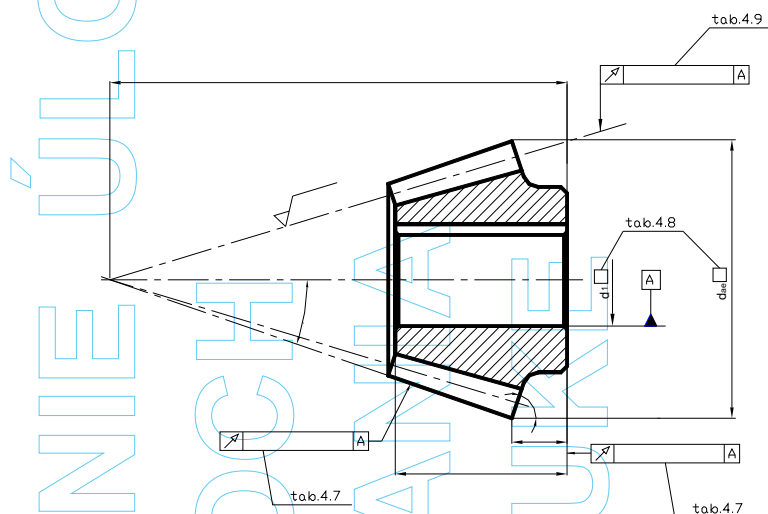
FormátA A3	Mierka 1:1	Materiál konečný 12 050.4	Polotovár VÝKOVOK ZK.35	Hodnotenie povrchu Ra ISO 1302	Všeobecné tolerancie ISO 2768-mK	Hmotnosť (kg) 0,385
Metóda premietania 	Chránené podľa ISO 16016	Označenie hrán (ISO 13715) ±0,5 ↓			Označenie drsnosti  Ra 3,2 ()	
Zodpovedné oddelenie		Technický referent		Vyhotovil Peter Biely	Schválil	
 TECHNICKÁ UNIVERZITA KOŠICE STROJNICKÁ FAKULTA KATEDRA KONŠTRUOVANIA, DOPRAVY A LOGISTIKY				Typ dokumentu VÝROBNÝ VÝKRES	Postavenie dokumentu KONTROLUJE SA	
				Titul, Doplnkový titul OZUBENÉ KOLESO KUŽELOVÝ PASTOROK	Identifikačné číslo 3-ZK – 8045-04	
				Zmena	Dátum vydania 01.5.2013	Jazyk SK
				List		

Obr. 4.7 Výkres kuželového ozubeného kolesa - príklad

4.4.3 Predpisovanie presnosti kuželových ozubených súkolesí

Tolerovanie kuželových ozubených súkolesí sa stanoví pre zvolenú skupinu bočnej vôle a triedu presnosti vyhotovenia kuželových ozubených kolies. Medzné odchýlky rozmeru diery v náboji, vonkajšieho hlavového kužela, vzťažnej roviny a ozubenía sa určia podľa obr. 4.8 z tab. 4.7, tab. 4.8 a tab. 4.9.

Tolerovanie rozmerov zubov sa určí z tab. 4.17 a tab. 4.18 pre zvolenú skupinu bočnej vôle a stupeň presnosti zhotovenia ozubených kolies.



Obr. 4.8 Tolerovanie kužeľového ozubeného kolesa

Tab.4.17 Tolerancia konštantnej hrúbky zuba kužeľového ozubeného kolesa T_{scr} [μm]

Obvodové hádzanie ozubenia F_r [μm] určené podľa tab.4.9	Tolerancia T_{scr} [μm] pre skupinu bočnej vôle		
	D	C	B
cez 25 do 32	48	60	75
cez 32 do 40	55	70	85
cez 40 do 50	65	80	100
cez 50 do 60	75	95	120
cez 60 do 80	90	110	130
cez 80 do 100	110	140	170

Tab.4.18 Minimálna odchýlka konštantnej hrúbky zuba kužeľového ozubeného kolesa

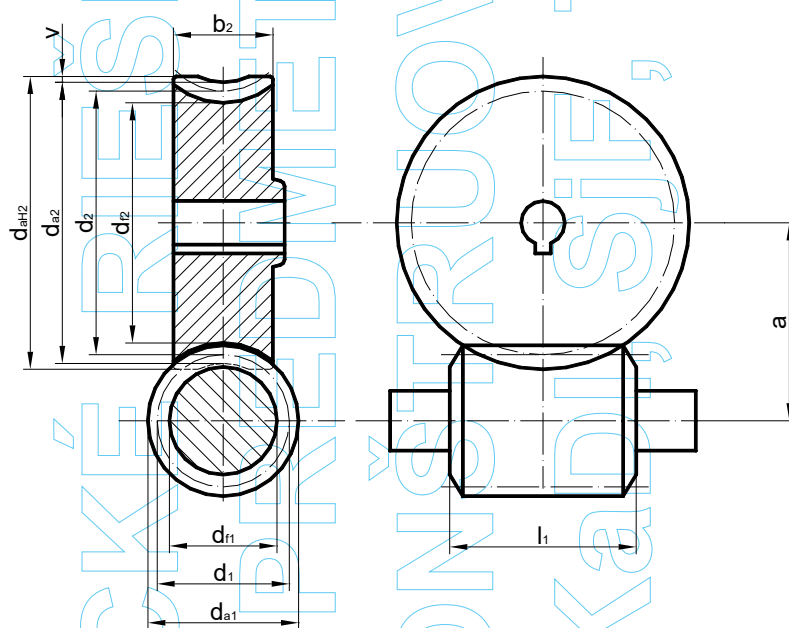
Dĺžka povrchovej priamky rozstupového kužeľa R_e [mm]		Uhol rozstupového kužeľa δ [°]		Odchýlka konštantnej hrúbky zuba kužeľového ozubeného kolesa j_{nmin} [μm] pre skupinu bočnej vôle		
cez	do	cez	do	D	C	B
-	50	-	15	-22	-36	-58
		15	25	-33	-52	-84
		25	-	-39	-62	-100
50	100	-	15	-33	-52	-84
		15	25	-39	-62	-100
		25	-	-46	-74	-120
100	200	-	15	-39	-62	-100
		15	25	-54	-87	-140
		25	-	-63	-100	-160

4.5 Závitkové súkolesie

Prenos krútiaceho momentu a prevodu medzi mimobežnými hriadeľmi sa dosiahne závitkovým súkolesím. Závitkové súkolesie je tvorené závitkovou a závitkovým kolesom. Závitkové súkolesia delíme na valcové súkolesie (valcová závitovka a valcové závitkové koleso), zmiešané súkolesie (valcová závitovka a globoidné závitkové koleso) a globoidné súkolesie (globoidná závitovka a globoidné závitkové koleso). V tejto kapitole sa zameriame na najčastejšie používané závitkové súkolesie, a to zmiešané súkolesie.

4.5.1 Geometrické parametre závitkového súkolesia

Vzťahy pre výpočet geometrických rozmerov nekorigovaného závitkového súkolesia s valcovou závitkovou typu ZN1 a globoidným závitkovým kolesom sú uvedené v tab. 4.20. Základné geometrické rozmery tejto závitovky a závitkového kolesa uvedené na obr. 4.9.



Obr. 4.9 Parametre závitkového súkolesia

Tab. 4.19 Doporučené priradenie súčiniteľa priemeru závitovky – q k modulu – m_n

Modul m_n [mm]	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16
q	16	12	12 14		9 10 12 14		8 9 10 12	8 10		8

Tab. 4.20 Vzťahy pre výpočet geometrických rozmerov závitovkového súkolesia s valcovou závitovkou pre typ závitovky ZN

Geometrické prvky	Závitovka	Závitovkové koleso										
Počet zubov	z_1	z_2										
Prevodové číslo	$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2}$											
Modul v normálovej rovine	m_n (normalizovaný)											
Uhol záberu nástroja	$\alpha_n = 20^\circ$											
Súčiniteľ priemeru závitovky	q											
Uhol stúpania na rozstupovom valci	$\sin \gamma = \frac{z_1}{q}$											
Osový modul	$m_x = \frac{m_n}{\cos \gamma}$											
Rozstup v normálovej rovine	$p_n = \pi \cdot m_n$											
Rozstup v osovej rovine	$p_x = \pi \cdot m_x$											
Výška hlavy zuba	$h_a = h_a^* \cdot m_n = 1 \cdot m_n \quad (h_a^* = 1)$											
Výška päty zuba	$h_f = (h_a^* + c_a^*) \cdot m_n \quad (c_a^* = 0,2)$											
Priemer rozstupovej kružnice	$d_1 = q \cdot m_n$	$d_2 = z_2 \cdot m_x$										
Priemer hlavovej kružnice	$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot h_a$	$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot h_a$										
Priemer pätnkej kružnice	$d_{f1} = d_1 - 2 \cdot h_f$	$d_{f2} = d_2 - 2 \cdot h_f$										
Vonkajší priemer venca kolesa		$d_{aH2} = d_{a2} + 2 \cdot v$										
Hlavové prevýšenie	$v = v^* \cdot m$ <table><tr><td>z_1</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td></tr><tr><td>v^*</td><td>1</td><td>0,75</td><td>0,75</td><td>0,5</td></tr></table>		z_1	1	2	3	4	v^*	1	0,75	0,75	0,5
z_1	1	2	3	4								
v^*	1	0,75	0,75	0,5								
Hlavová vôľa	$c_a = c_a^* \cdot m_n = 0,2 \cdot m_n$											
Polomer zaoblenia prechodovej krivky	$r_f = r_f^* \cdot m_n = 0,3 \cdot m_n$											
Šírka ozubeného venca kolesa		$b_2 = \psi_d \cdot d_1$ <table><tr><td>$z_1=1, 2, 3$</td><td>$\psi_d = 0,75 \cdot \left(1 + \frac{2}{q}\right)$</td></tr><tr><td>$z_1= 4$</td><td>$\psi_d = 0,67 \cdot \left(1 + \frac{2}{q}\right)$</td></tr></table>	$z_1=1, 2, 3$	$\psi_d = 0,75 \cdot \left(1 + \frac{2}{q}\right)$	$z_1= 4$	$\psi_d = 0,67 \cdot \left(1 + \frac{2}{q}\right)$						
$z_1=1, 2, 3$	$\psi_d = 0,75 \cdot \left(1 + \frac{2}{q}\right)$											
$z_1= 4$	$\psi_d = 0,67 \cdot \left(1 + \frac{2}{q}\right)$											
Dĺžka závitovky	$l_1=(11+0,06 \cdot z_2) \cdot m \quad z_1=1 \div 3$ $l_1=(12,5+0,09 \cdot z_2) \cdot m \quad z_1=4$											
Osová vzdialenosť	$a = \frac{(d_1 + d_2)}{2}$											

Príklad výpočet geometrických rozmerov závitkového súkolesia (závitovky a závitkového kolesa) s valcovou závitkovou pre typ závitovky ZN (obr.4.10 a 4.11):

Počet zubov (chodov) závitovky $z_1 = 1$

Počet zubov závitkového kolesa $z_2 = 65$

Modul v normálovej rovine $m_n = 2 \text{ mm}$ (normalizovaný)

Uhol záberu nástroja $\alpha_n = 20^\circ$ (normalizovaný)

Súčiniteľ priemeru závitovky $q = 16$

Uhol stúpania na rozstupovom valci $\sin \gamma = \frac{z_1}{q} \Rightarrow \gamma = \arcsin \frac{z_1}{q} \Rightarrow \gamma = 3,58332^\circ$

Osový modul $m_x = \frac{m_n}{\cos \gamma} = \frac{2}{\cos 3,58332^\circ} \Rightarrow m_x = 2,00392 \text{ mm}$

Rozstup v normálovej rovine $p_n = \pi \cdot m_n = \pi \cdot 2 \Rightarrow p_n = 6,283185 \text{ mm}$

Rozstup v osovej rovine $p_x = \pi \cdot m_x = \pi \cdot 2,00392 \Rightarrow p_x = 6,2955 \text{ mm}$

Výška hlavy zuba $h_a = h_a^* \cdot m_n = 1 \cdot 2 \Rightarrow h_a = 2 \text{ mm}$

Výška päty zuba $h_f = (h_a^* + c_a^*) \cdot m_n = (1 + 0,2) \cdot 2 \Rightarrow h_f = 2,4 \text{ mm}$

Priemer rozstupovej kružnice závitovky $d_1 = q \cdot m_n = 16 \cdot 2 \Rightarrow d_1 = 32 \text{ mm}$

Priemer rozstupovej kružnice závitkového kolesa

$$d_2 = z_2 \cdot m_x = 65 \cdot 2,00392 \Rightarrow d_2 = 130,2548 \text{ mm}$$

Priemer hlavovej kružnice závitovky

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot h_a = 32 + 2 \cdot 2 \Rightarrow d_{a1} = 36 \text{ mm}$$

Priemer hlavovej kružnice závitkového kolesa

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot h_a = 130,2548 + 2 \cdot 2 \Rightarrow d_{a2} = 134,2548 \text{ mm}$$

Priemer pätnjej kružnice závitovky

$$d_{f1} = d_1 - 2 \cdot h_f = 32 - 2 \cdot 2,4 \Rightarrow d_{f1} = 27,2 \text{ mm}$$

Priemer pätnjej kružnice závitkového kolesa

$$d_{f2} = d_2 - 2 \cdot h_f = 130,2548 - 2 \cdot 2,4 \Rightarrow d_{f2} = 125,4548 \text{ mm}$$

Hlavové prevýšenie $v = v^* \cdot m_n = 1 \cdot 2 \Rightarrow v = 2 \text{ mm}$

Vonkajší priemer venca kolesa $d_{aH2} = d_{a2} + 2 \cdot v \Rightarrow d_{aH2} = 138,2548 \text{ mm}$

Hlavová vôľa $c_a = c_a^* \cdot m_n = 0,2 \cdot 2 \Rightarrow c_a = 0,4 \text{ mm}$

Polomer zaoblenia prechodovej krivky $r_f = r_f^* \cdot m_n = 0,3 \cdot 2 \Rightarrow r_f = 0,6 \text{ mm}$

Šírka ozubeného venca kolesa $b_2 = \psi_d \cdot d_1 = \left(0,75 \cdot \left(1 + \frac{2}{q} \right) \right) \cdot d_1$

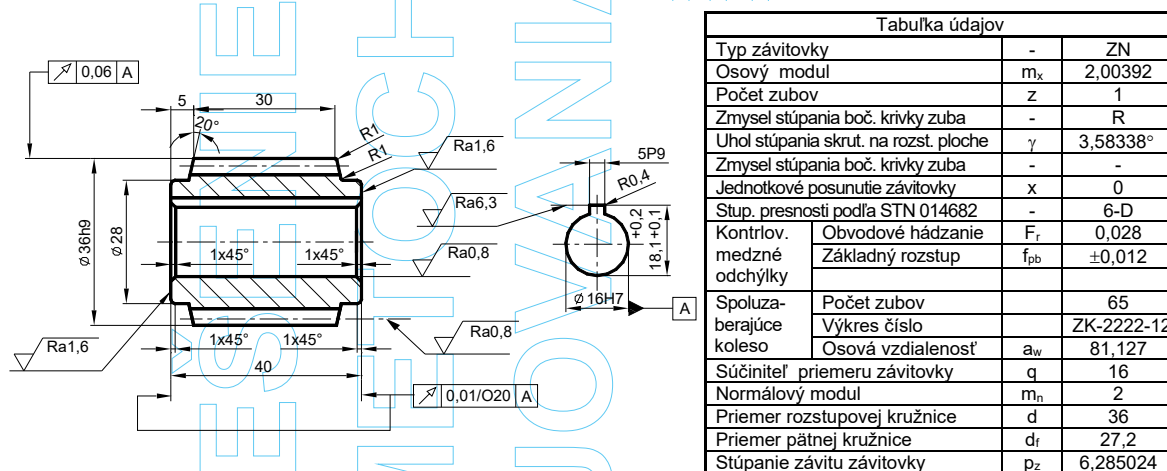
$$b_2 = \left(0,75 \cdot \left(1 + \frac{2}{16} \right) \right) \cdot 32 \Rightarrow b_2 = 27 \text{ mm}$$

Dĺžka závitovky $l_1 = (11 + 0,06 \cdot z_2) \cdot m_n = (11 + 0,06 \cdot 65) \cdot 2 \Rightarrow l_1 = 30 \text{ mm}$

Osová vzdialenosť $a = \frac{(d_1 + d_2)}{2} = \frac{(32 + 130,2548)}{2} \Rightarrow a = 81,1274 \text{ mm}$

4.5.2 Kreslenie výkresov závitoviek a závitovkových kolies

Pravidlá pre kreslenie výkresov závitoviek a závitovkových kolies určuje norma STN 01 3216-4 (Výkresy v strojárstve. Údaje zadávané na výrobu ozubených kolies. Časť 4: Závitovkové súkolesie s valcovou závitovkou). Údaje pre výrobu a kontrolu ozubenia sa zapisujú do tabuľky údajov. Príklad výkresu závitovky je zobrazený na obr.4.10 a príklad výkresu závitovkového kola je zobrazený na obr.4.11.

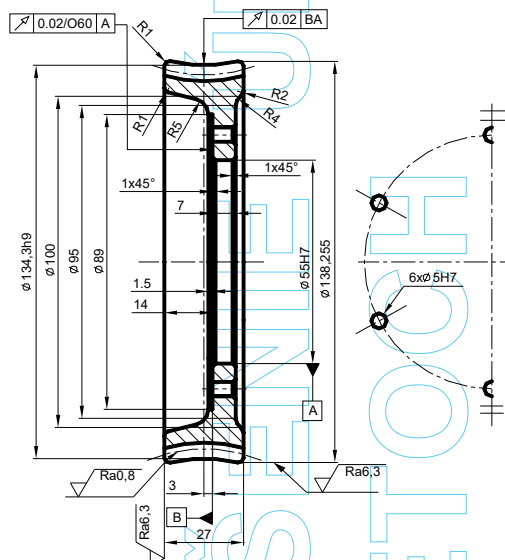


5 P9	-0,012 -0,042
16 H7	+0,018 0
36 h9	0 -0,062
TOLEROV. ROZMER	DOVOLENÁ ODCHÝLKA

CEMENTOVANÉ DO HLĚBKY 0,8 mm, TVRDOŠT HRC 45±5

FormátA A3	Mierka 1:1	Materiál konečný 14 120.4	Polotovár VÝKOVOK ZK.50	Hodnotenie povrchu Ra ISO 1302	Všeobecné tolerancie ISO 2768-mK	Hmotnosť (kg) 0,189
Metóda premietania 	Chránené podľa ISO 16016	Označenie hrán (ISO 13715) ±0,5	Označenie drsnosti 			
Zodpovedné oddelenie	Technický referent	Vyhotovil Peter Biely	Schválil			
TECHNICKÁ UNIVERZITA KOŠICE STROJNÍCKA FAKULTA KATEDRA KONŠTRUOVANIA, DOPRAVY A LOGISTIKY		Typ dokumentu VÝROBNÝ VÝKRES	Postavenie dokumentu KONTROLUJE SA			
		Titul, Doplnkový titul OZUBENÉ KOLESO ZÁVITOVKA	Identifikačné číslo 3-ZK - 2222-11			
			Zmena	Dátum vydania 01.5.2013	Jazyk SK	List

Obr. 4.10 Výkres závitovky - príklad



Tabuľka údajov		
Typ závitovky	-	ZN
Osový modul	m_x	2,00392
Počet zubov	z	65
Zmysel stúpania boč. krivky zuba	-	R
Uhol stúpania skrut. na rozst. ploche	γ	3,58338°
Zmysel stúpania boč. krivky zuba	-	-
Jednotkové posunutie závitovky	x	0
Stup. presnosti podľa STN 014682	-	6-D
Kontrol. medzné odchýlky	Obvodové hádzanie	F_r 0,028
	Základný rozstup	f_{pb} $\pm 0,012$
Spoluza-berajúce koleso	Počet zubov	1
	Výkres číslo	ZK-2222-11
	Osová vzdialenosť	a_w 81,127
Súčiniteľ priemeru závitovky	q	16
Normálový modul	m_n	2
Priemer rozstupovej kružnice	d	80
Priemer pätnnej kružnice	d_r	68,593
Stúpanie závitov závitovky	p_z	6,285024

5 H7	+0,012 0
55 H7	+0,030 0
134,3 h9	0 -0,100
TOLEROV. ROZMER	DOVOLENA ODCHÝLKA

TVRDOSŤ HB 100 $\pm$ 5

FormátA A3	Mierka 1:1	Materiál konečný 42 3145.0	Polotovár ODLIATOK č.m.156	Hodnotenie povrchu Ra ISO 1302	Všeobecné tolerancie ISO 2768-mK	Hmotnosť (kg) 0,295
Metóda premietania 	Chránené podľa ISO 16016	Označenie hrán (ISO 13715) $\pm 0,5$	Označenie drsnosti $\sqrt{Ra 3,2}$ ()			
Zodpovedné oddelenie	Technický referent	Vyhotovil Peter Biely	Schválil			
TECHNICKÁ UNIVERZITA KOŠICE STROJNICKÁ FAKULTA KATEDRA KONŠTRUOVANIA, DOPRAVY A LOGISTIKY		Typ dokumentu VÝROBNÝ VÝKRES	Postavenie dokumentu KONTROLUJE SA			
		Titul, Doplnkový titul OZUBENÉ KOLESO ZÁVITOVKOVÉ KOLESO	Identifikačné číslo 3-ZK - 2222-12			
			Zmena	Dátum vydania 01.5.2013	Jazyk SK	List

Obr. 4.11 Výkres závitovkového kolesa - príklad

4.5.3 Predpisovanie presnosti závitovkových prevodov s valcovou závitovkou

Norma STN 01 4689 (Základné pravidlá zameniteľnosti. Závitovkové prevody s valcovou závitovkou. Lícovanie) platí pre lícovanie závitovkových prevodov s valcovou závitovkou a závitovkového súkolesia všetkých typov s uhlom osí 90°, s normalizovanou hodnotou modulu od 1 do 25 mm, s rozstupovým priemerom závitovky do 450 mm a s rozstupovým priemerom závitovkového kolesa do 6300 mm. Stanovuje predpisy presnosti prevodov a súkolesí pre uvedené druhy závitoviek a závitovkových kolies.

V tab. 4.21 sú uvedené odporúčané kombinácie skupín bočnej vôle závitovky so závitkovým kolesom v prevode a triedy presnosti podľa plynulosti chodu.

Tab. 4.21 Skupiny bočných vôli, tolerancií bočných vôli a tried presnosti podľa plynulosti chodu pre závitkové súkolesie

Trieda presnosti	Skupina bočnej vôle	Tolerancia bočnej vôle
5 až 12	A	a
5 až 12	B	b
3 až 9	C	c
3 až 8	D	d
1 až 6	E, H	h

Dovoľuje sa ku skupine bočnej vôle prvkov závitkového súkolesia a závitkového prevodu priradiť inú skupinu tolerancie bočnej vôle. Príklad označenia presnosti závitkového súkolesia s triedou presnosti 7 podľa všetkých troch predpisov, so skupinou bočnej vôle prvkov závitkového prevodu C za predpokladu dodržania vzájomnej závislosti medzi skupinami bočnej vôle a toleranciou bočnej vôle je:

7 – C STN 01 4689.

V tab. 4.22 sú uvedené odchýlky obvodového hádzania ozubeného venca závitkového kolesa pre odporúčané triedy presnosti.

Tab. 4.22 Medzné obvodové hádzanie ozubeného venca závitkového kolesa F_r [μm]

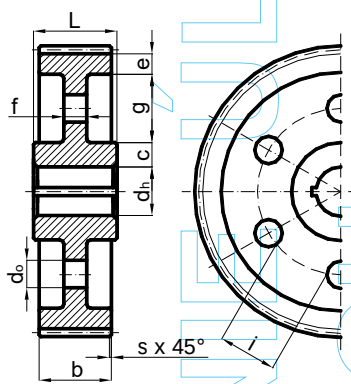
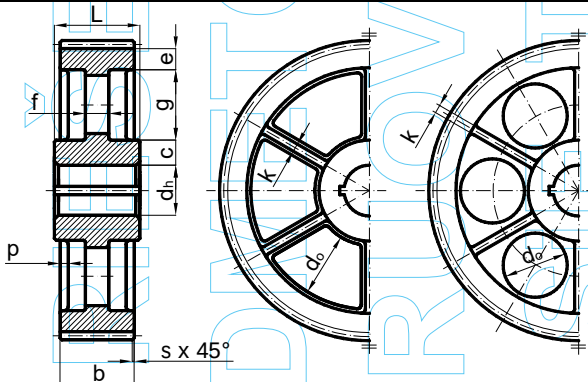
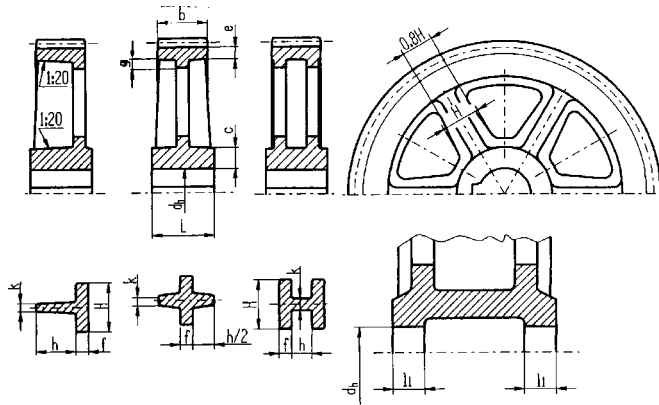
Trieda presnosti	Modul m_n [mm]		Rozstupový priemer d [mm]		
	nad	do	do 125	nad 125 do 400	nad 400 do 800
6	od 1	3,5	25	36	45
	3,5	6,3	28	40	50
	6,3	10	32	45	56
	10	16	-	50	63
7	od 1	3,5	36	53	63
	3,5	6,3	40	56	71
	6,3	10	45	63	80
	10	16	-	71	90
8	od 1	3,5	45	63	80
	3,5	6,3	50	71	90
	6,3	10	56	80	100
	10	16	-	90	112
9	od 1	3,5	56	80	100
	3,5	6,3	63	90	112
	6,3	10	71	100	125
	10	16	-	112	140

4.6 Konštrukčné riešenie tvaru telies ozubených kolies

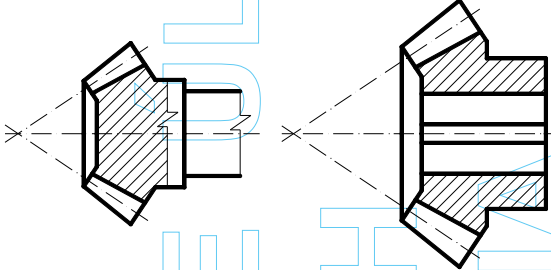
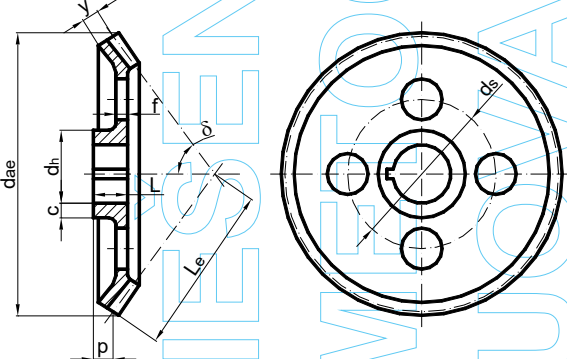
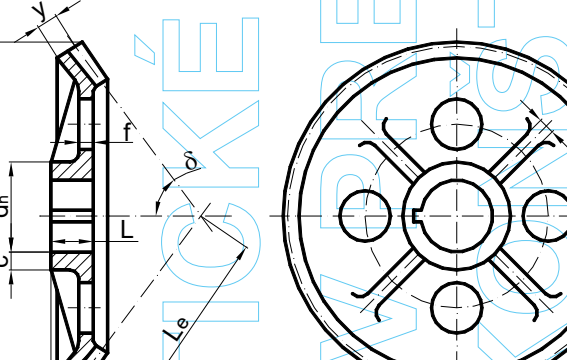
Konštrukčné riešenie tvaru telesa ozubeného kolesa závisí od viacerých faktorov, napríklad od veľkosti, spôsobu výroby, od toho, či sa jedná o samostatné ozubené koleso, alebo či je ozubené koleso súčasťou hriadeľa a pod.

Tab. 4.23 Konštrukčné riešenia tvaru čelných ozubených kolies

Pastorky, ktoré tvoria s hriadeľom jeden celok	
$d_f > d_h$ $d_h \leq 0,9 \cdot d_f$ $d_f < d_h$ $d_a \geq d_h$ $s = 0,3 \cdot m_n$ $b_1 = b + (1 \text{ až } 3) \cdot m_n$ R podľa funkcie R_1 podľa nástroja m_n - modul [mm] b - šírka kolesa [mm] b_1 - šírka pastorka [mm] d_h - priemer hriadeľa [mm]	Vlastnosti: vysoká tuhosť, vysoká dosiahnuteľná presnosť ozubenia. Výroba: kusová – z tyčového polotovaru obrábaním (väčší odpad), sériová – kovaním (väčšia pevnosť, finančne náročnejšia).
Pastorky	
$e \geq 3,5 \cdot m_n$ $s = 0,3 \cdot m_n$ $b_1 = b + (1 \text{ až } 3) \cdot m_n$ m_n - modul [mm] b - šírka kolesa [mm] b_1 - šírka pastorka [mm]	Spojenie s hriadeľom: nalisovaním, privarením, žliabkovaním, pomocou pera. Výroba: pastorky pre $d \leq 150$ až 200 mm z plného tyčového polotovaru kovaním.

Čelné ozubené kolesá - kované			
		$e = (3 \text{ až } 4) \cdot m_n$ $c = (1,2 \text{ až } 1,8) \cdot h$ $d_o = (0,4 \text{ až } 0,7) \cdot g$ $f = 0,3 \cdot b$ $i = (0,4 \text{ až } 0,7) \cdot d_o$ $L = (1,0 \text{ až } 1,25) \cdot b$ $s = 0,3 \cdot m$ m - modul [mm] h - výška pera [mm] b - šírka kolesa [mm]	Spojenie s hriadeľom: pomocou pera, žliabkovaním. Výroba: kolesá s priemerom $d \leq 150$ až 200 mm z plného tyčového polotovaru kovaním, $d = 160$ až 200 mm zápusťkové kovanie.
Čelné ozubené kolesá - odlievané			
		Pre $d > 500$ mm pri hromadnej výrobe. Sú menej únosné ako kolesá kované. Použitie: sivá liatina pre obvodovú rýchlosť $v < 7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, oceľoliatina pre $v < 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Menšie kolesá: vyrábajú sa s plným diskom, alebo s odľahčujúcimi otvormi.	
		Väčšie kolesá: Spojenie náboja s vencom sa realizuje pomocou ramien s prierezom: eliptickým, krížovým, T-profilom,... Ramená je potrebné kontrolovať pevnostným výpočtom na ohyb.	
$e = (1,6 \text{ až } 2,0) \cdot m_n$ $g = 2,0 \cdot m_n$ $f = (1,4 \text{ až } 1,7) \cdot m_n$ $k = (1,1 \text{ až } 1,3) \cdot m_n$		$L = (1,0 \text{ až } 1,25) \cdot d_h$ $l_1 = 0,5 \cdot d_h$ $H = (8,0 \text{ až } 10,0) \cdot m_n$ $h = (6,0 \text{ až } 8,0) \cdot m_n$	$i_R = \sqrt{d} / 7 \text{ [mm]}$ $c = 0,4 \cdot d_h + (5 \text{ až } 10) \text{ mm}$ i_R - počet ramien (3 až 8) d - priemer rozstupovej kružnice [mm]

Tab. 4.24 Konštrukčné riešenia tvaru kužeľových ozubených kolies

Pastorky	
	<u>Kuželové ozubené kolesá s malým počtom zubov</u> vyrábajú sa väčšinou vcelku s hriadeľom z tyčového polotovaru. Pre sériovú výrobu sa pastorok nasadzuje na hriadeľ podľa rovnakých zásad ako čelné ozubené koleso.
Kuželové ozubené kolesá - tvárnené	
 $b = 0,3.L_e$ $d_h = 0,5.L_e$ $y = 0,2.L_e$ $f = 0,17.L_e$ $c = 0,3.d_h$ $L = d_h$	Používajú sa pre priemer $d_e \leq 500$ mm. Veniec a náboj sa spájajú pomocou plnej dosky s odľahčujúcimi otvormi.
Kuželové ozubené kolesá - odlievané	
 $b = 0,3.L_e$ $d_h = 0,5.L_e$ $y = 0,2.L_e$ $f = 0,4.(L_e)^{1/2}$ $c = 0,3.d_h$ $k = 0,8.f$ $L = d_h$	<u>Kolesá odlievané zo sivej liatiny a ocele</u> majú tvary podobné ako čelné ozubené kolesá. <u>Kolesá menších priemerov</u> $d_{ae} \leq 500$ mm sa odlievajú s plným diskom, odľahčujúcimi otvormi a radiálnymi rebrami. Veľké kuželové kolesá sa najčastejšie odlievajú s ramenami tvaru T podľa rovnakých zásad ako čelné ozubené kolesá.

4.7 Materiály na výrobu ozubených kolies

Tab. 4.25 Materiály ozubených kolies

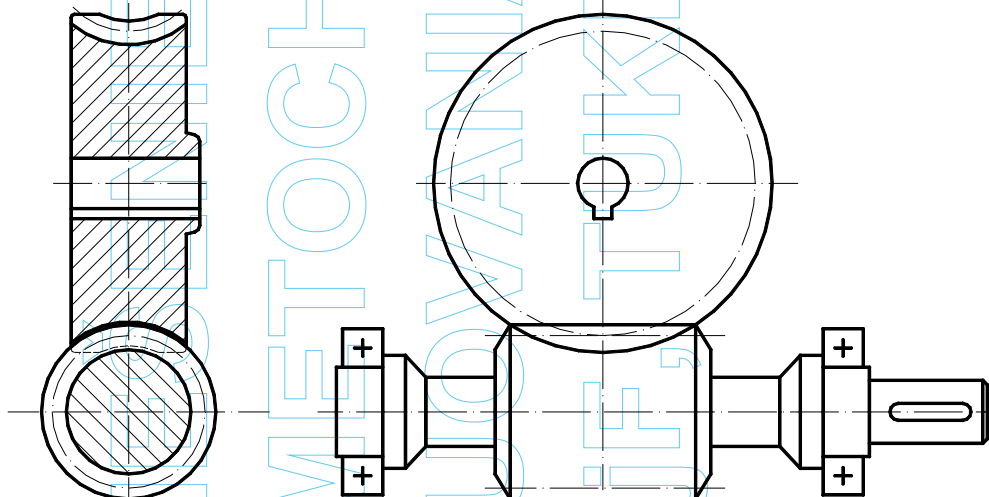
Materiál	Použitie	Označenie ocele podľa STN	Spôsob chemicko-tepelného spracovania	Označenie podľa EN	
ocel' obvyklých vlastností s vyšším obsahom uhlíka	strojové súčiastky namáhané staticky aj dynamicky, hriadele, ozubené kolesá, sústružené stroje, súčiastky, čapy, kolíky, veká, príruby, puzdrá, upínacie dosky, skrutky, matice	11 500	normalizačné žihanie	E 295	EN 10025-94
		11 523	normalizačné žihanie	S 355 J2 G3	EN 10025-93
konštrukčná ocel'	zvárané ozubené kolesá				
ocel' obvyklých vlastností s vyšším obsahom uhlíka	strojové súčiastky namáhané staticky aj dynamicky pre ktoré sa nevyžaduje zväratelnosť; súčiastky vystavené veľkému tlaku, hriadele, osi, ozubené a reťazové kolesá, páky, čapy, skrutky a matice, piestnice	11 600	normalizačné žihanie	E 335	EN 10025-94

uhlíková oceľ na cementovanie	menej namáhané ozubené a reťazové kolesá, vačkové hriadele, puzdrá	12 020 12 024	cementovanie	C 15 E C 22	EN 10084-94 EN 10083-91
uhlíková oceľ na zušľachtenie a povrchové kalenie	hriadele, väčšie ozu- bené kolesá, vence ozubených kolies, závitovky, piesty, ojnice	12 050	na zušľachtenie a povrchové kalenie	C 45	EN 10083-2-91
chrómová oceľ na cementovanie	na cementované stroj. súčiastky, napr. ozubené kolesá, závitovky, vačky	14 120	oceľ so zvláštnymi vlastnosťami a na cementovanie	15 Cr 2	EN 84-70
Mn-Cr oceľ na cementovanie	na veľké strojové súčiastky – ozubené kolesá, čapy, hriadele	14 221	oceľ so zvláštnymi vlastnosťami a na cementovanie	20 MnCr 8	EN 10084-94
Ni-Cr oceľ na cementovanie	veľmi namáhané stroj. súčiastky s cementovaným povrchom – pastorky, ozubené kolesá, kolesá diferenciálov, zvlášť namáhané čapy, hriadele hnacích kolies vozidiel, kladky	16 220	oceľ so zvláštnymi vlastnosťami a na cementovanie	15 NiCr 6	EN 84-70

4.8 Zadania ozubených kolies

Tab. 4.26 Hodnoty zadania pre závitovkové súkolesie pre obr. 4.12

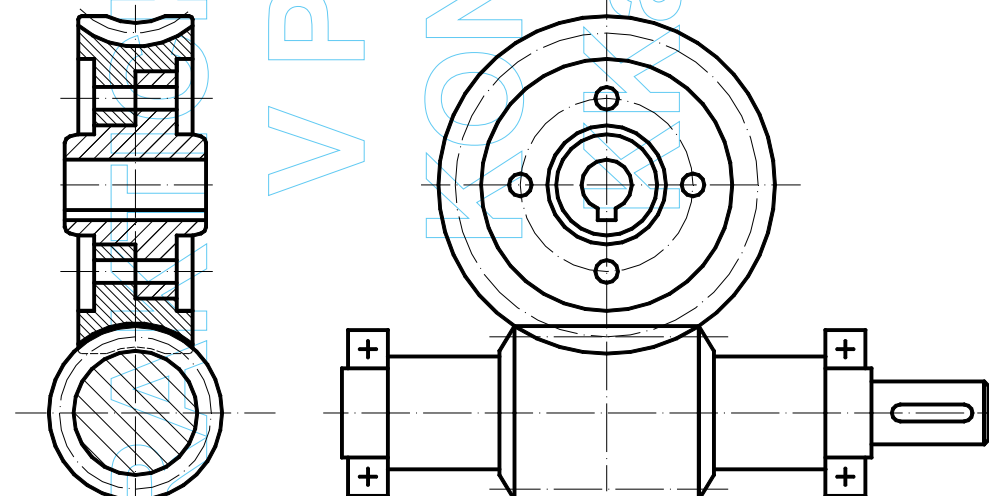
Úloha č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m_n [mm]$	2	2,5	4	3	4	5	6	8	10	10
z_1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2
u	40	25	20	12,5	50	31,5	16	10	63	25
q	16	12	12	12	10	9	10	9	8	10



Obr. 4.12 Závitovkové súkolesie k tab. 4.26

Tab. 4.27 Hodnoty zadania pre závitovkové súkolesie pre obr. 4.13

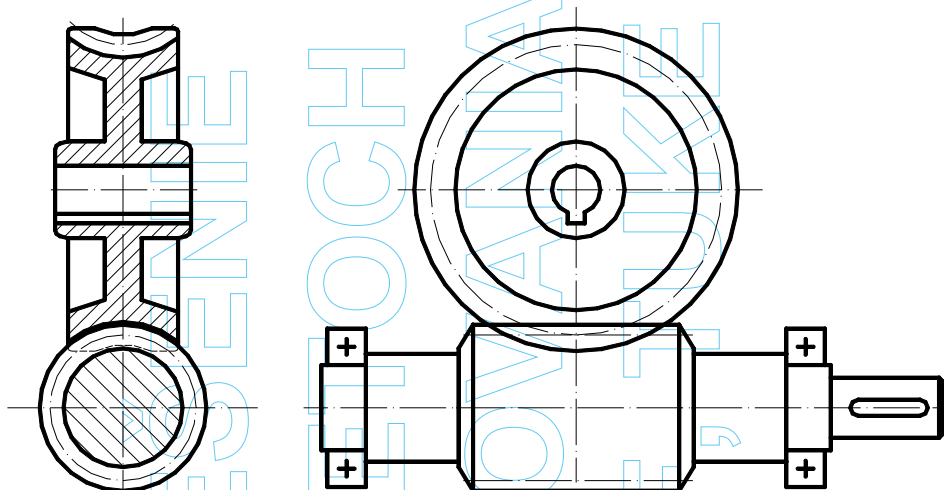
Úloha č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m_n [mm]$	4	5	6	8	10	10	16	8	8	6
z_1	4	3	2	1	1	2	3	4	3	2
u	10	16	25	40	50	31,5	13	10	20	16
q	14	12	10	14	8	10	8	10	8	9



Obr. 4.13 Závitovkové súkolesie k tab. 4.27

Tab. 4.28 Hodnoty zadania pre závitovkové súkolesie pre obr. 4.14

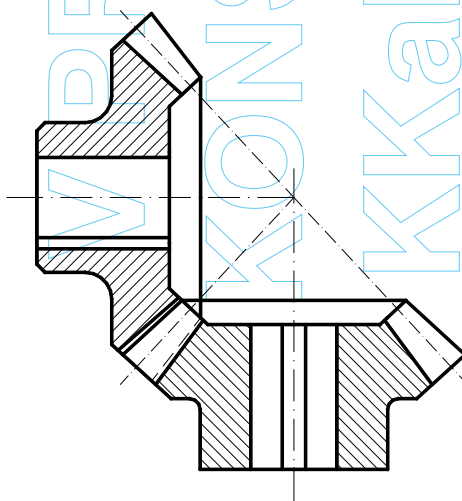
Úloha č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m_n [mm]	2,5	3	4	5	6	6	8	3	4	5
z_1	1	2	3	4	1	2	1	4	3	2
u	50	40	20	10	60	35	52	12	25	32
q	12	12	14	12	10	9	10	14	9	12



Obr. 4.14 Závitovkové súkolesie k tab. 4.28

Tab. 4.29 Hodnoty zadania pre kuželové súkolesie s priamymi zubami pre obr. 4.15

Úloha č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
m_{te} [mm]	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12
z_1	33	31	29	27	25	23	21	19	17	17
z_2	72	80	60	55	72	46	50	45	40	43



Obr. 4.15 Kuželové súkolesie s priamymi zubami k tab. 4.29

5 PODZOSTAVY PREVODOVIEK

Mechanické prevody slúžia na vytvorenie väzby medzi hnacím a hnaným hriadeľom. Najvýznamnejšiu časť tvoria prevody pomocou ozubených kolies. Základnou jednotkou je súkolesie.

5.1 Zadanie programu 01

Text zadania: Vypracujte úplnú technickú dokumentáciu konštrukčného uzla, vstupného, predlohového, alebo výstupného hriadeľa z prevodovej skrine s valivým uložením.

Do zošita našikujte samostatne všetky normalizované a samostatne nenormalizované súčiastky z daného konštrukčného uzla. Normalizované a nenormalizované súčiastky nakreslite v potrebnom počte pohľadov. Do zošita našikujte zostavu zadaného uzla, na formát A3, vo zväčšenej mierke, vytvorte položky zostavy. V zošite vytvorte samostatný súpis položiek k zadanej zostave. Vypočítajte rozmery ozubené kolesa, pre predlohové hriadele rozmery oboch ozubených kolies. Podľa ložiska určte priemery na hriadeľi v tomto mieste. Navrhňte vhodné odstupňovanie hriadeľa. Pri navrhovaní vstupného, alebo výstupného hriadeľa, použite normalizovaný koniec hriadeľa (tab.2.8). Navrhňte vhodné rozmery veka. Do zošita nakreslite výrobné výkresy nenormalizovaných súčiastok.

Súčasťou zadania sú v zošite:

- našikované nenormalizované súčiastky (bez kót, ale s potrebnými rezmi, prierezmi a pod.),
- normalizované súčiastky (z hľadiska axiálneho poistenia napr. ložisko) a časti zo zadanej zostavy (napr. normalizovaný koniec hriadeľa),
- našikovaná zostava vo zväčšenom zobrazení,
- samostatný súpis položiek,
- všetky dielenské výkresy nenormalizovaných súčiastok,
- výpočet základných rozmerov ozubených kolies zo zadanej zostavy.

Odovzdáva sa výkresová dokumentácia, ktorá musí obsahovať:

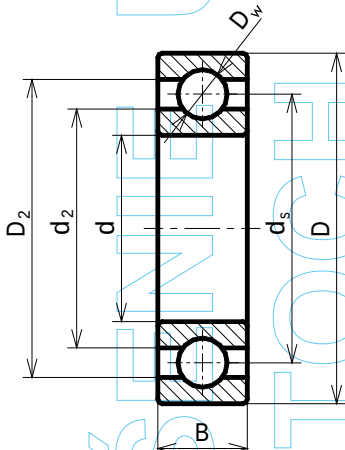
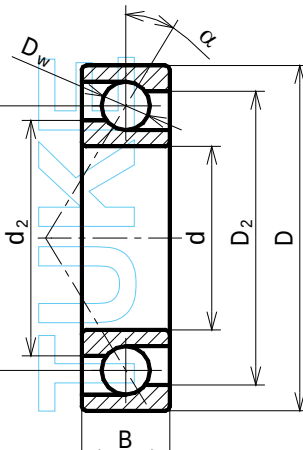
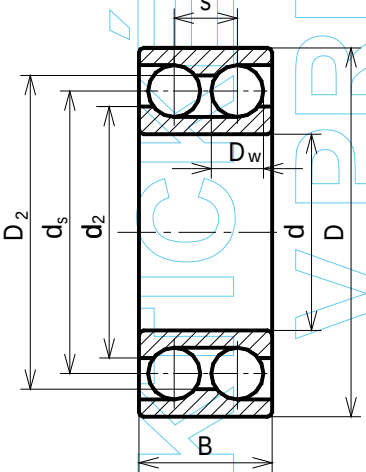
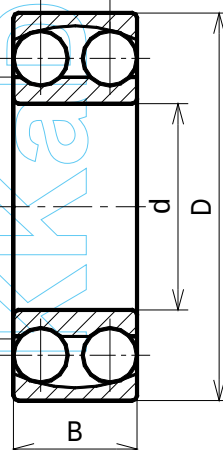
- výkres podzostavy s oddeleným súpisom položiek,
- výrobné výkresy nenormalizovaných súčiastok.

Poznámky:

- hriadeľ je potrebné vhodne odstupňovať, nevytvárať veľké skoky (zmeny priemeru),
- vypočítať rozmery pätnjej kružnice, ktorá určuje priemer na hriadeľi v prípade, že ozubenie je vytvorené priamo na hriadeľi,
- určiť rozmery tesniaceho krúžku v prípade, ak je tesnenie v zadanom konštrukčnom uzle,
- pod vekami bývajú podločky, v zostavách nie sú zobrazené,
- na zostave zakótovať len hlavné a pripájacie rozmery.

5.2 Zobrazenie ložísk na výkresoch

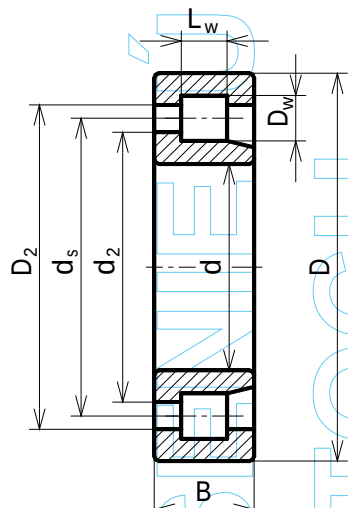
Tab. 5.1 Zjednodušené zobrazenie valivých ložísk

Guličkové ložiská jednoradové Typ 160, 60, 62, 63, 64  $d_s = 0,5(D + d)$ $D_w = 0,3(D - d)$ $d_2 = d_s - 0,6D_w$ $D_2 = d_s + 0,6D_w$	Guličkové ložiská jednoradové s kosouhlým stykom Typ 70, 72, 73  $d_s = 0,5(D + d)$ $D_w = 0,3(D - d)$ $d_2 = d_s - 0,6D_w$ $D_2 = d_s + 0,6D_w$															
Guličkové ložiská dvojradové s kosouhlým stykom Typ 32, 33  $d_s = 0,5(D + d)$ $D_w = 0,28(D - d)$ $d_2 = d_s - 0,6D_w$ $D_2 = d_s + 0,6D_w$ $s = 0,5B$	Guličkové ložiská dvojradové naklápacie Typ 12, 22, 13, 23  $d_s = 0,5(D + d)$ $D_w = M_1(D - d)$ $s = B - D_w$ $d_2 = d_s - M_2D_w$ <table><tr><td>Typ</td><td>12</td><td>13</td><td>22</td><td>23</td></tr><tr><td>M₁</td><td>0,23</td><td>0,23</td><td>0,25</td><td>0,28</td></tr><tr><td>M₂</td><td>0,8</td><td>0,5</td><td>0,8</td><td>0,8</td></tr></table>	Typ	12	13	22	23	M ₁	0,23	0,23	0,25	0,28	M ₂	0,8	0,5	0,8	0,8
Typ	12	13	22	23												
M ₁	0,23	0,23	0,25	0,28												
M ₂	0,8	0,5	0,8	0,8												

Valčkové ložiská jednoradové

Typ NU 10, 2, 3, 4, 22, 23

NJ 2, 3, 4, 22, 23 aj N 2, 3, 4



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

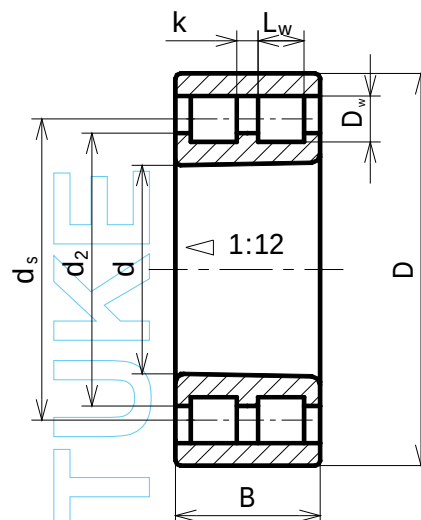
$$D_w = 0,25(D - d)$$

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

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

Valčkové ložiská dvojradové

Typ NN 30 s kužeľovou dierou



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

$$D_w = 0,23(D - d)$$

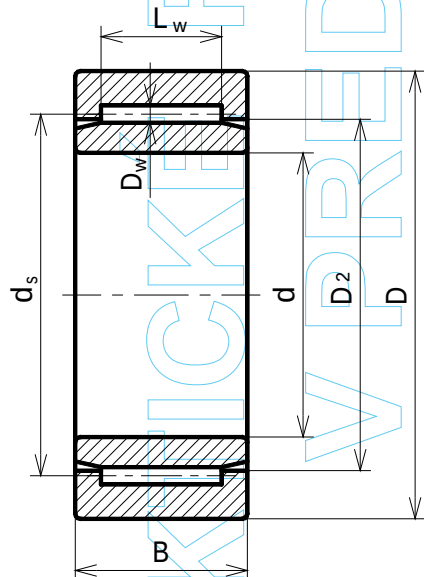
$$L_w = D_w$$

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

$$k = 0,3D_w$$

Ihlové ložiská jednoradové

Typ NA 49



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

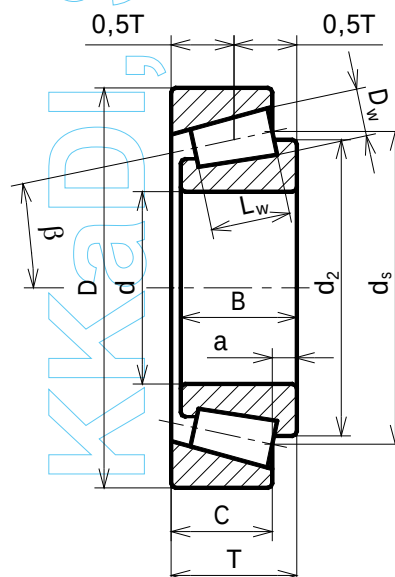
$$D_w = 0,1(D - d)$$

$$L_w = 0,7B$$

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

Kužeľíkové jednoradové

Typ 302, 322, 303, 313,



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

$$D_w = 0,25(D - d)$$

$$a = 0,2C$$

$$\text{Pre typy 302, 303, 320, 322, 323}$$

$$L_w = 0,8C; d_2 = 0,5(D + d); \beta = 12^\circ$$

$$\text{Pre typ 313}$$

$$L_w = C; d_2 = 0,5(D + d); \beta = 25^\circ$$

5.3 Zostavy

Pri čítaní výkresu zostavy alebo podzostavy je vhodné si najprv dôkladne prezrieť všetky pohľady.

Výkres celkovej zostavy zobrazuje všetky skupiny a súčiastky zmontované ako konečný výrobok, alebo zariadenie. Celá zostava nebýva podrobne kótovaná, ale kótované sú len hlavné funkčné rozmery (dĺžka, šírka, výška), pripojovacie rozmery (rozstupy pripojovacích dier, napríklad na prírubách, veľkosť a poloha otvorov pre základové skrutky, napr.: pre prevodovku a elektromotor., výška osí rotácie hriadeľov elektromotorov a prevodoviek, priemer a dĺžka voľných koncov hriadeľov elektromotorov a prevodoviek). Kóty slúžia pre montáž, prepravu a skladovanie.

Odkazy na časti výrobku označujú na výkrese jednotlivé súčiastky a časti zostavy výrobku. Odkazy na časti výrobku sa označujú iba číslami, ak je to potrebné, môžu sa k číslam pridať písmená veľkej abecedy. Všetky odkazy na tom istom výkrese musia mať rovnaký typ a výšku písma, ktorá je dvojnásobkom výšky písma použitého pri kótovaní alebo inom označení.

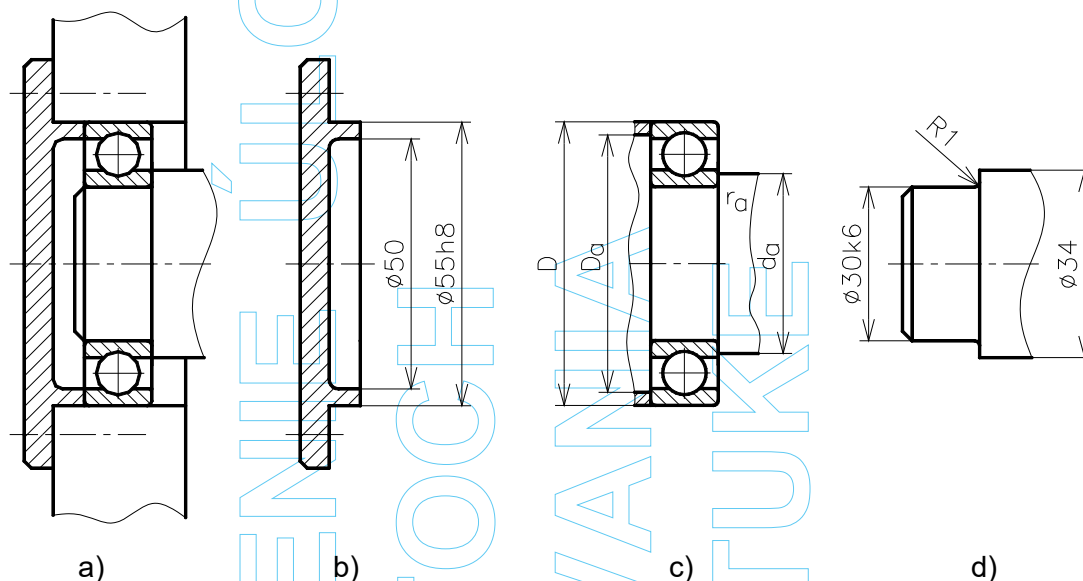
Odkaz na časť výrobku sa umiestňuje mimo obrysu príslušnej časti. Každý odkaz na časť výrobku sa musí spojiť s príslušnou časťou odkazovou čiarou, ktorá sa na obryse časti ukončuje šípkou a na ploche bodkou (ktorá je pomerne veľká). Odkazové čiary majú byť krátke a sklonené a nesmú sa navzájom pretínať. Odkazy na rovnaké časti výrobku na výkrese sa uvádzajú len raz.

Následnosť odkazov na časti výrobku: v zostave prvé pozičné čísla definujú súčiastky, ktoré je potrebné vyrábať odlievaním (napr. telesá skríň, veka a pod.), ďalšie trieskovým obrábaním (hriadele, ozubené kolesá) a posledné pozície sú určené normalizovaným súčiastkam (ložiská, skrutky, matice, podložky, perá a pod.).

Normalizované súčiastky môžu byť kreslené zjednodušene len v prípade, že ide o zložitejšie zostavy (prípadne o montážny výkres). Ak sa na zostave normalizované súčiastky opakujú stačí, ak je ich zobrazených iba niekoľko a ostatné sú zobrazené len osami. V reze sa nezobrazujú súčiastky, ktoré sú plné (hriadele, skrutky), ale ani podložky sa nezobrazujú v reze. Súčiastky, v ktorých sú vložené hriadele, čapy atď. majú rotačné vnútorné dutiny. Súčiastky, ktoré sú spájané skrutkami majú, alebo matice, alebo druhý materiál plní funkciu matice a musí tam byť závit.

5.4 Príklady riešenia ložiskového uzla – veko a čap

Na obr. 5.1 je časť podzostavy, koniec hriadeľa uložený v guľíkovom ložisku. Vnútorný krúžok ložiska sa opiera o osadenie na hriadeľi, vonkajší krúžok je držaný vekom. Riešenie ložiskového uzla je pre ložisko 6006. Hodnoty pre zadané ložisko vyhladané z katalógu ložísk sú: priemer vnútorného krúžku $\varnothing 30\text{mm}$, priemer vonkajšieho krúžku je $\varnothing 55\text{mm}$, maximálna hodnota $D_a = 50\text{mm}$, minimálna hodnota $d_a = 34\text{mm}$, Zaoblenie na hriadeľi maximálne $r_a = 1\text{mm}$. Pre toho ložisko je na obr. 5.1b zakótovaná tá časť veka, ktorej kóty súvisia s ložiskom. Podobne aj na obr. 5.1d je zakótovaná časť hriadeľa (čap), ktorej kóty súvisia s ložiskom.

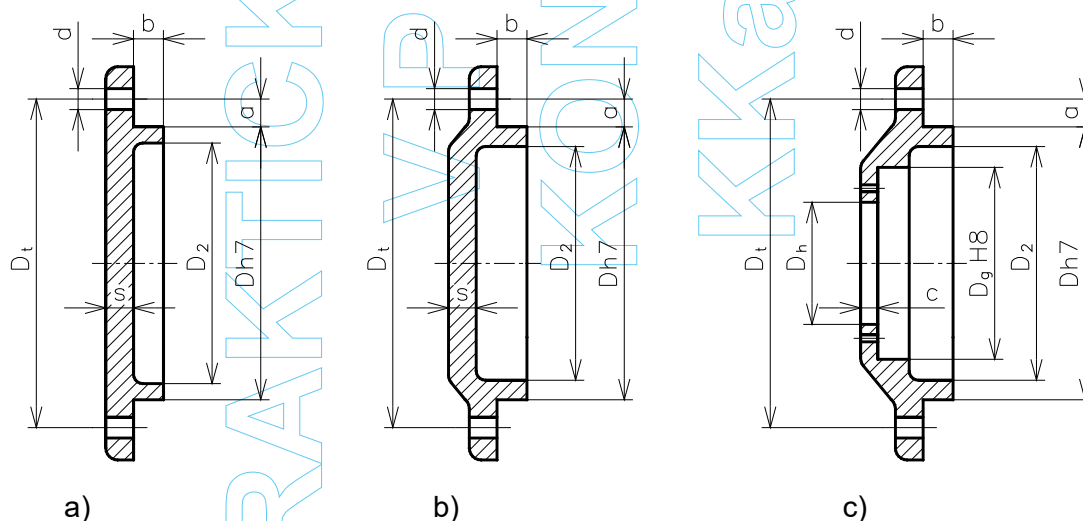


Obr. 5.1 Časť podzostavy v telese skrine: a) podzostava, b) veko, c) údaje z katalógu ložísk, d) časť hriadeľa

5.5 Príklady riešenia viek

5.5.1 Príklady skrutkovaných viek

Veká chránia priestor uloženia valivých ložísk pred znečistením, zabraňujú úniku oleja, prípadne mazacieho tuku a zachytávajú axiálne sily hriadeľov. Vstupný a výstupný hriadeľ je utesnený tesniacimi krúžkami, jedno veko je priechodzie (má otvor pre hriadeľ, ktorý musí mať priemer o 1 až 2 milimetre väčší, ako je priemer hriadeľa v danom mieste). Na obr. 5.2 sú tvary viek. Uzavreté veko môže mať rôzny tvar, ktorý môže byť závislý na spôsobe výroby. Hodnota a (obr. 5.2) slúži len pre výpočet, na výkrese nekótovať! Vo vekách môžu byť otvory pre vytlačenie tesniaceho krúžku (gufero).



Obr. 5.2 Veká: a) uzavreté veko ploché, b) uzavreté veko, c) veko priechodzie s úpravou pre gufero určené priemerom D_g

Tab. 5.2a Doporučené údaje pre návrh viek

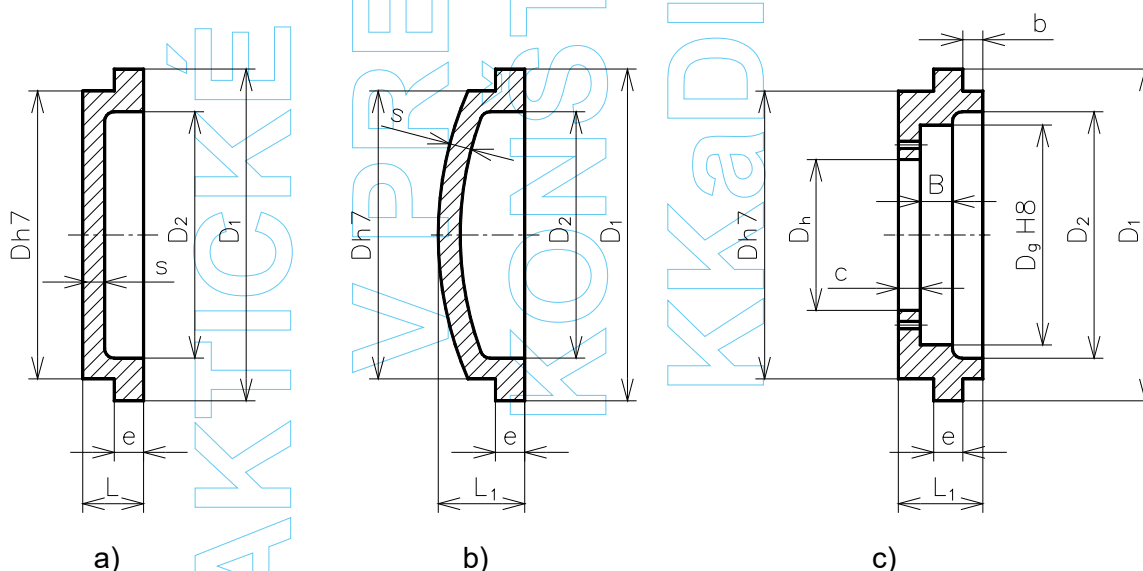
D (mm)	D_t (mm)	D_g (mm)	D_2 (mm)	D_h (mm)	c (mm)	s (mm)
Priemer podľa vonkajšieho krúžku ložiska	Rozstupový priemer $D + 2a$	Priemer podľa tesniaceho krúžku	$(0,7D \sim 0,9)D$	Priemer hriadeľa zväčšený o $(1 \sim 2)mm$	$(3 \sim 5)mm$	min 8

Tab. 5.2b Doporučené údaje pre návrh viek

D (mm) cez do	a (mm)	b (mm)	Skrutka STN 02 1101	d H12 (mm) Diera pre skrutku	Počet skrutiek	Medzné odchýlky D_t (mm)
- 30	5	6	M5	5,8	4	$\pm 0,28$
30 50	5	6	M5	5,8	4	$\pm 0,28$
50 80	6	6	M6	7	4	$\pm 0,35$
80 120	8	8	M8	9	4-6	$\pm 0,5$
120 180	8	8	M8	9	4-6	$\pm 0,5$
180 250	10	8	M10	11	4-6	$\pm 0,5$

5.5.2 Príklady vkladáných viek

Na obr.5.3 sú tri druhy vkladáných viek, jedno s úpravou pre gufero. Vkladané veká majú tvary závislé podľa hriadeľa.



Obr. 5.3 Vkladané veká: a) uzavreté veko ploché, b) uzavreté veko, c) veko prechodzie s úpravou pre gufero určené priemerom D_g

Tab. 5.3 Doporučené údaje pre návrh vkladných viek

D (mm)	D ₁ (mm)	D _g (mm)	D ₂ (mm)	D _h (mm)	B
Priemer podľa vonkajšieho krúžku ložiska	Maximálny priemer $D + 1,5e$	Priemer podľa tesniaceho krúžku	$(0,7D \sim 0,9)D$	Priemer hriadeľa zväčšený (1~2)mm	podľa tesniaceho krúžku
e (mm)	s (mm)	L (mm)	L ₁ (mm)	c (mm)	b (mm)
5 ~ 8	min 8	10 ~ 15	$(1,5 \sim 2) \cdot L$	3 ~ 5	6 ~ 8

5.6 Príklady návrhov kolies

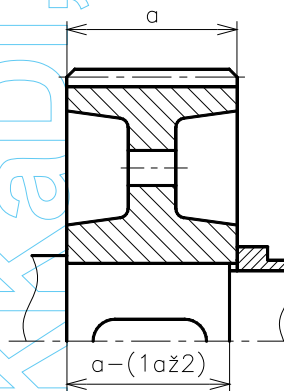
Teleso ozubeného kolesa sa vyrába trieskovým obrábaním z valcových tyčových polotovarov (menšie priemery), kovaním, kovaním v zápustkách, odlievaním a zvaraním. Spôsob vyhotovenia je závislý na rozmeroch kolesa, na počte vyrábaných kusov a tiež závisí od použitého materiálu. Kolesá veľkých rozmerov sa vyrábajú odlievaním pri sériovej výrobe a zvaraním pri malom počte kusov. Vzory tvarov kolies *tab.4.23*, *tab.4.24*.

Pastorky sa vyrábajú často v celku s hriadeľom, závisí to od rozmerov hriadeľa a ozubenia. Pri nasadení pastorka na hriadeľ musí byť minimálna vzdialenosť medzi pätným priemerom a žliabkom pre pero $3 \cdot m_n$.

5.7 Príklady riešenia úpravy hriadeľa

5.7.1 Axiálne poistenie kolesa

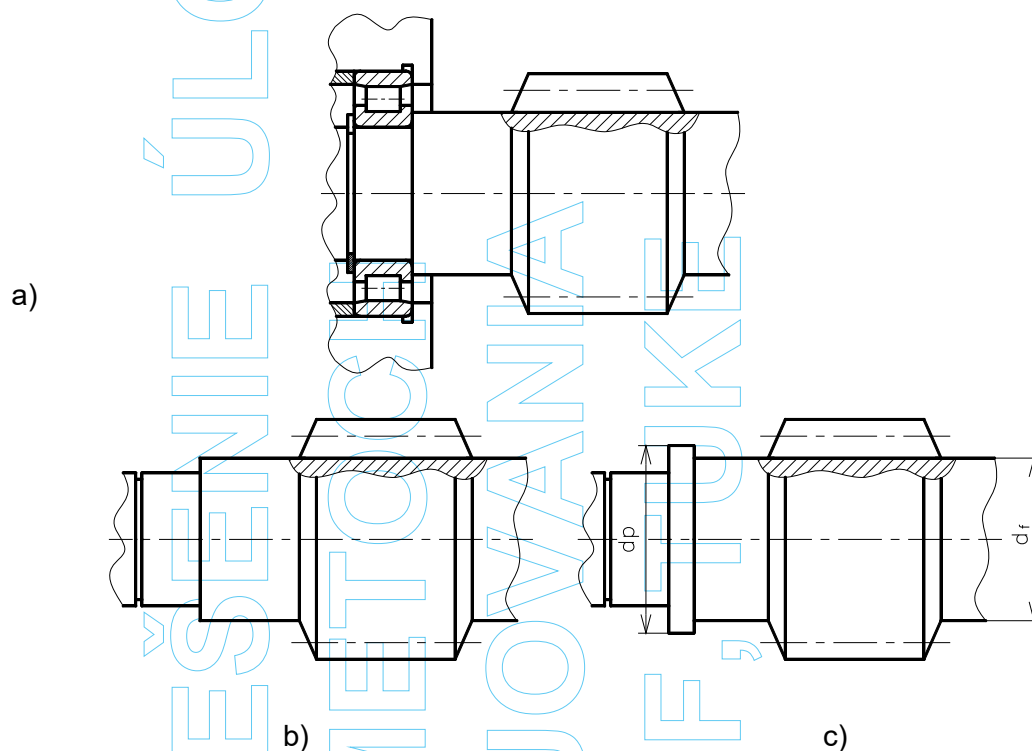
V zadaniach sa môže vyskytovať potreba navrhnuť nasadenie kolesa pomocou pera, v takomto prípade je potrebné, aby bola dĺžka hriadeľa v danom úseku o 1 až 2mm menšia ako je šírka a ozubeného kolesa. Na *obr. 5.4* je upevnenie kolesa na hriadeľ pomocou pera a vymedzenie v axiálnom smere. Vymedzovací krúžok dotláča koleso. Nesmie nastať prípad, aby dosadol vymedzovací krúžok na osadenie na hriadeľ a koleso by malo axiálnu vôľu, preto je náboj širší ako dĺžka hriadeľa v danom úseku.



Obr. 5.4 Upevnenie ozubeného kolesa na hriadeľ pomocou pera

5.7.2 Úpravy závitovky

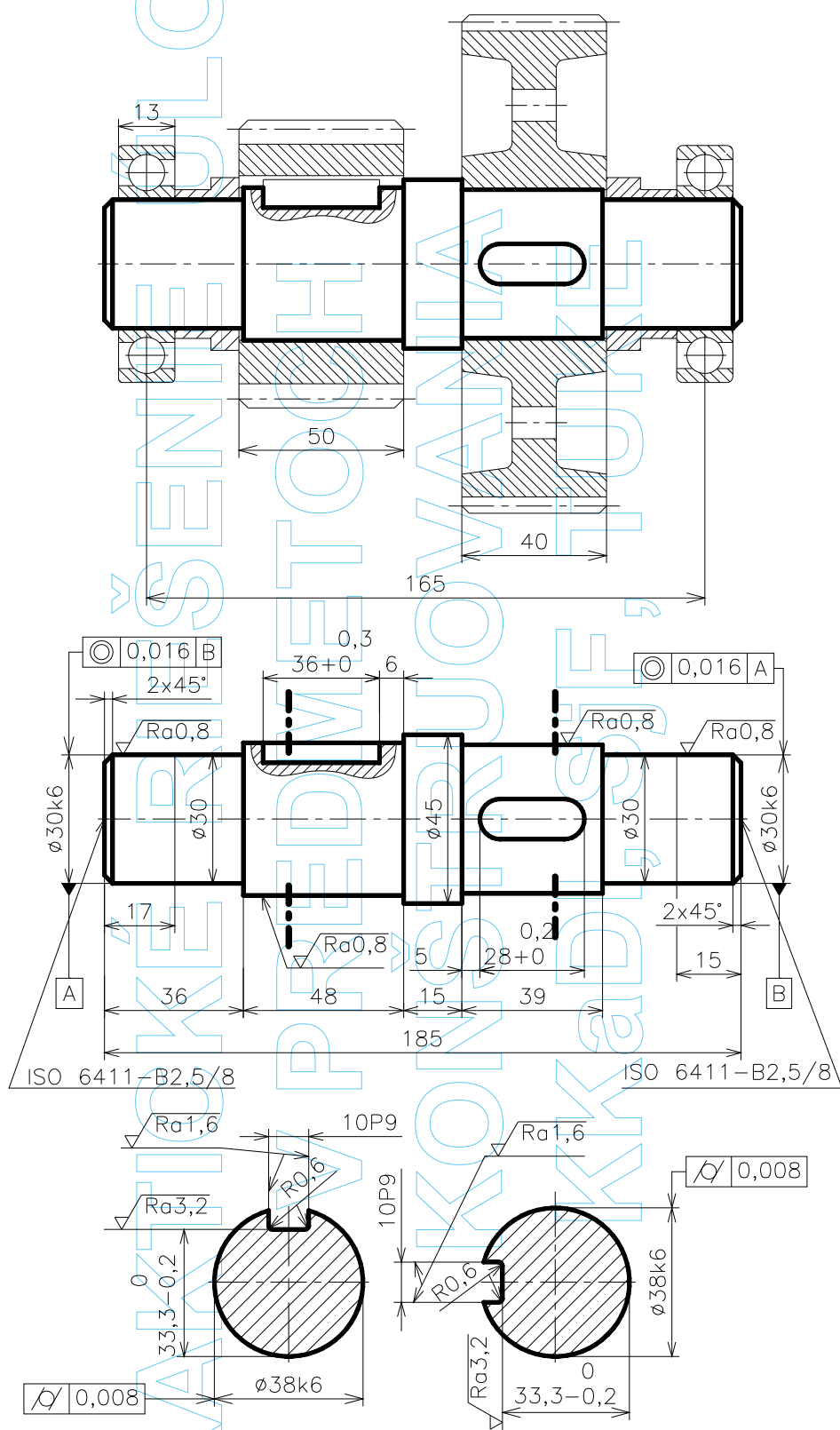
V zadaniach môže nastať potreba konštrukčne upraviť hriadeľ. Napr. na *obr. 5.5a* je časť zostavy, kde závitovka spolu s hriadeľom je jedna súčiastka. Poistenie ložiska vyžaduje minimálny priemer d_p . Ak je tento priemer väčší ako pätný priemer závitovky d_f , potom sa vytvorí osadenie pre opretie ložiska s priemerom d_p , ktorý je určený ložiskom (*obr. 5.5c*). Ak priemer d_p je rovnaký, nie je potrebné upravovať hriadeľ (*obr. 5.5b*).



Obr. 5.5 Závitovka: a) časť zostavy, b) hriadeľ bez úpravy, c) hriadeľ s úpravou – osadením

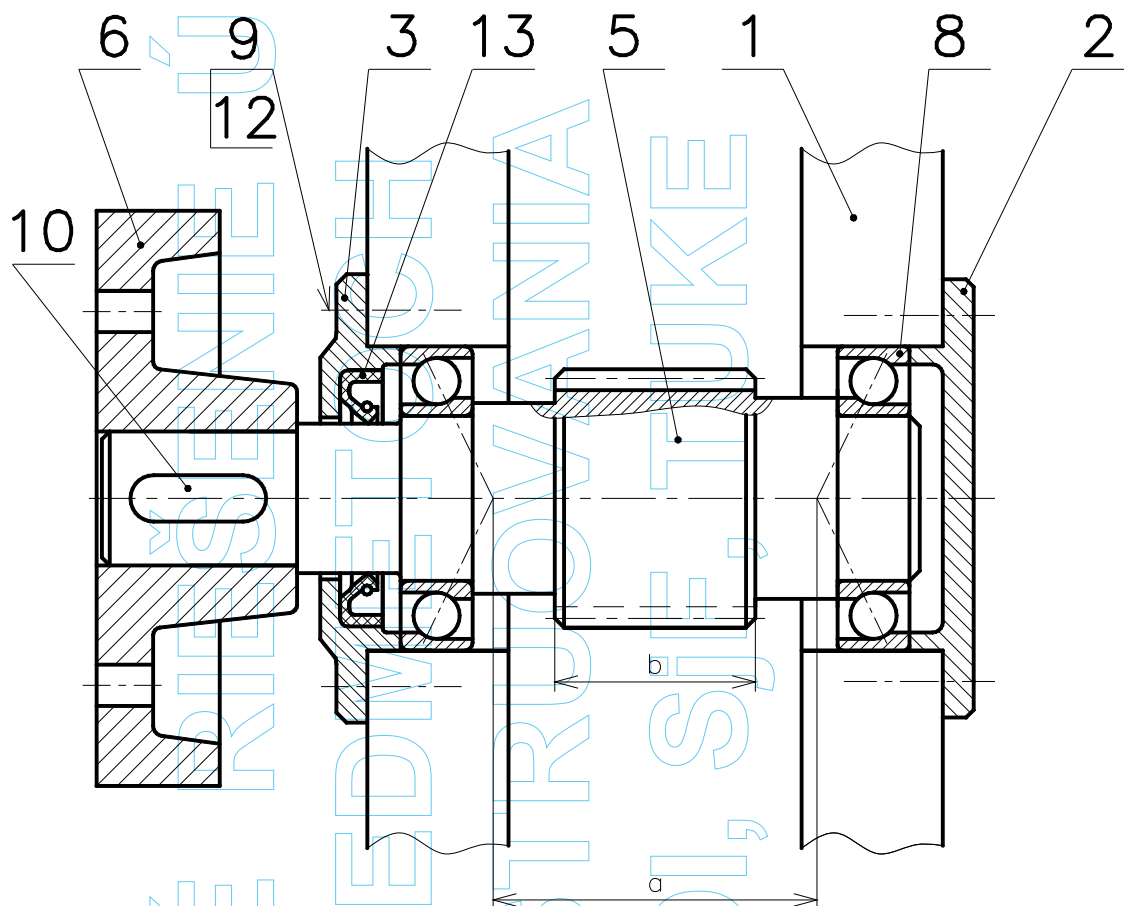
5.8 Predlohový hriadeľ

Na obr. 5.6 je príklad podzostavy predlohového hriadeľa, ktorý je uložený v guľíkových ložiskách typ 6006 a výrobný výkres tohto hriadeľa bez titulného bloku. Vhodný materiál napr. 11 500 a polotovar napr. Ø45 - 195 STN 42 55 10. Dĺžky hriadeľa v miestach pod ozubenými kolesami sú o jeden milimeter menšie pre náboj 40mm a o 2mm menšie pre náboj s dĺžkou 50mm. Dĺžky pier sú normalizované s normalizovanými toleranciami. Minimálna dĺžka pera pre priemer Ø 38mm je 25mm.



Obr. 5.6 Príklad predlohového hriadeľa zo zostavy v ložiskách 6006

5.7 Zadávacie varianty

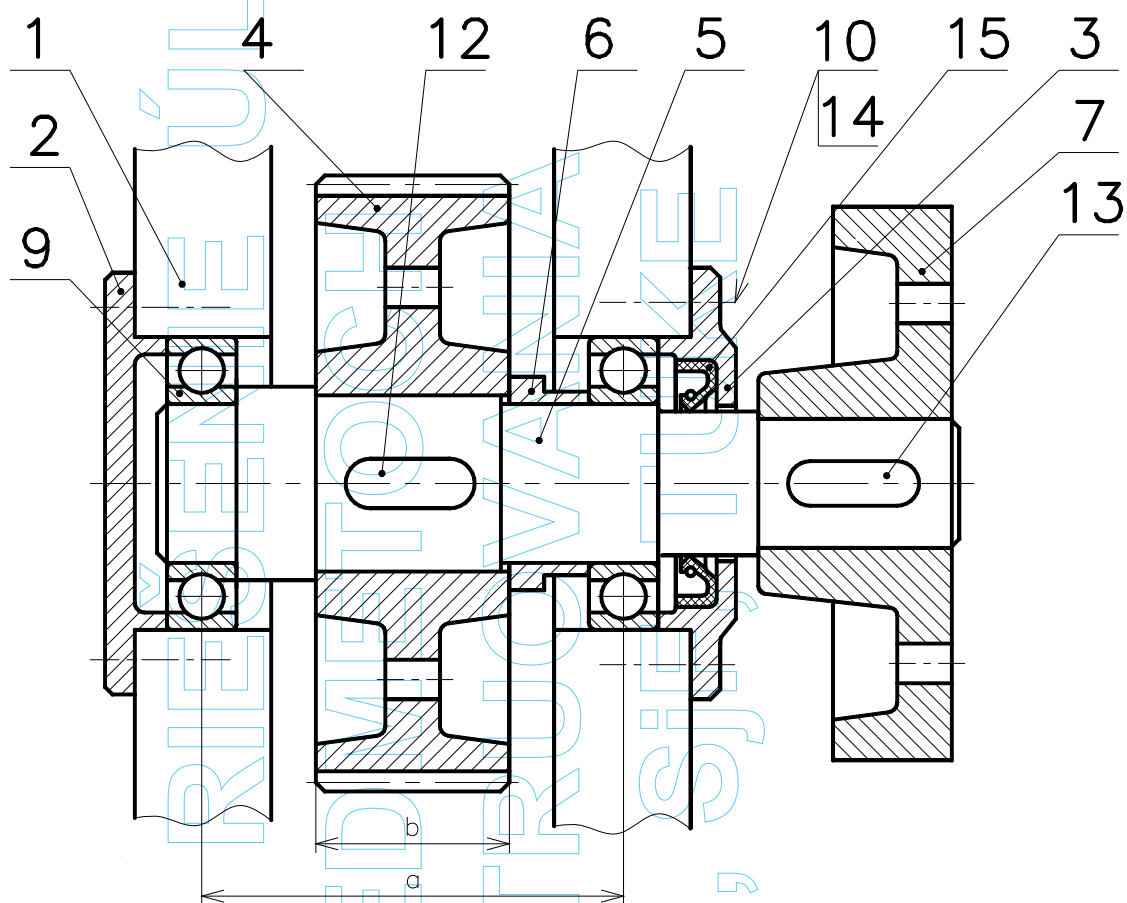


Obr. 5.7 Zadanie 01 alternatíva A

Tab. 5.4 Zadávacie údaje pre alternatívu A

č.z.	Rozmery		Pozícia 5			Pozícia 8
	a (mm)	b (mm)	z_1	m_n (mm)	β (°)	
11	80	50	21	2,75	10	7207
12	95	68	20	3	12	7208
13	100	70	19	3,5	7	7308
14	110	64	17	4	14	7309
15	130	90	19	4	18	7310
16	130	95	21	4,5	9	7311

Nakreslite podzostavu vstupného hriadeľa, ktorý je uložený v guľíkových ložiskách s kosouhlým stykom 8. Hriadeľ je vyrobený s ozubeným kolesom 5 ako jeden kus. Navrhňte normalizovaný voľný koniec hriadeľa, na ktorom je upevnená časť spojky 6.

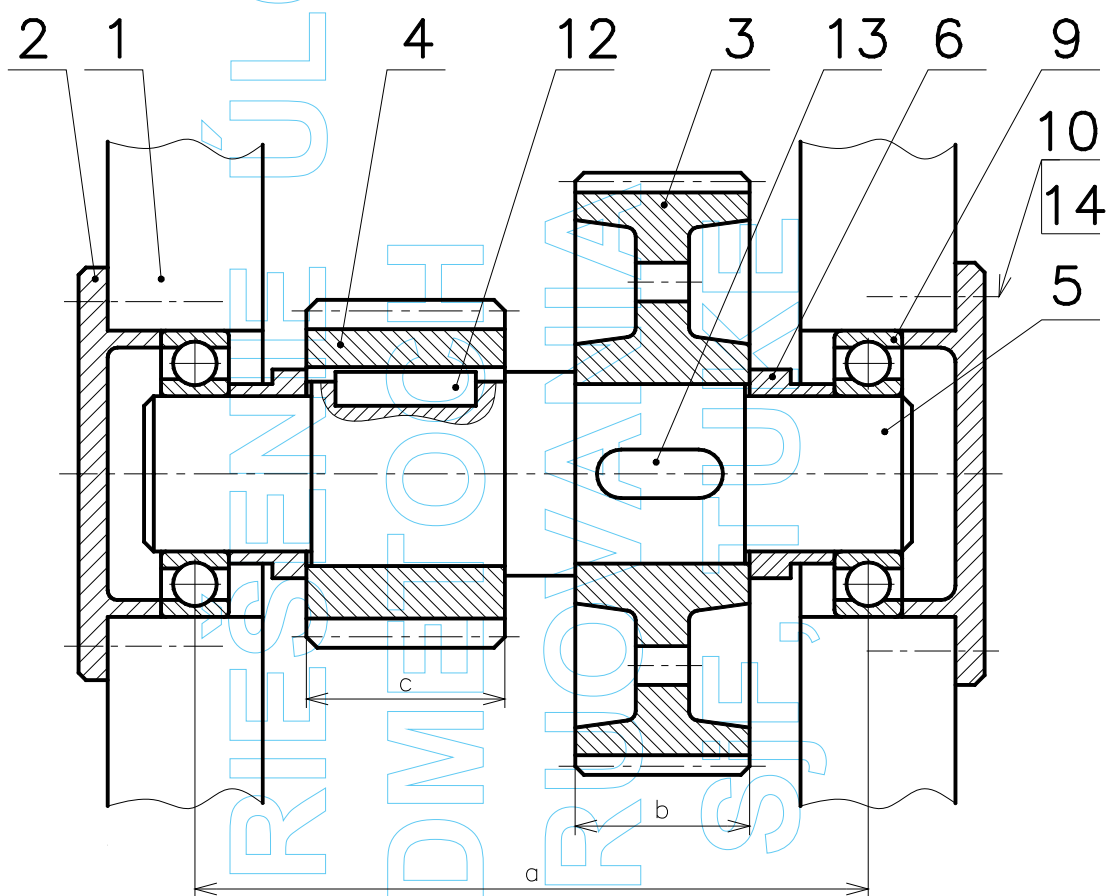


Obr. 5.9 Zadanie 01 alternatíva C

Tab. 5.6 Zadávacie údaje pre alternatívu C

č.z.	Rozmery		Pozícia 4			Pozícia 9
	a (mm)	b (mm)	z_2	m_n (mm)	β (°)	
11	90	57	57	2,75	10	6008
12	100	65	51	3	12	6208
13	105	66	68	3,5	7	6309
14	125	60	71	4	14	6310
15	140	86	62	4	18	6311

Nakreslite podzostavu výstupného hriadeľa, ktorý je uložený v guľíkových ložiskách 9. Na hriadeľi 5 je nasadené ozubené koleso 4. Navrhňte normalizovaný voľný koniec hriadeľa, na ktorom je upevnená časť spojky 7.

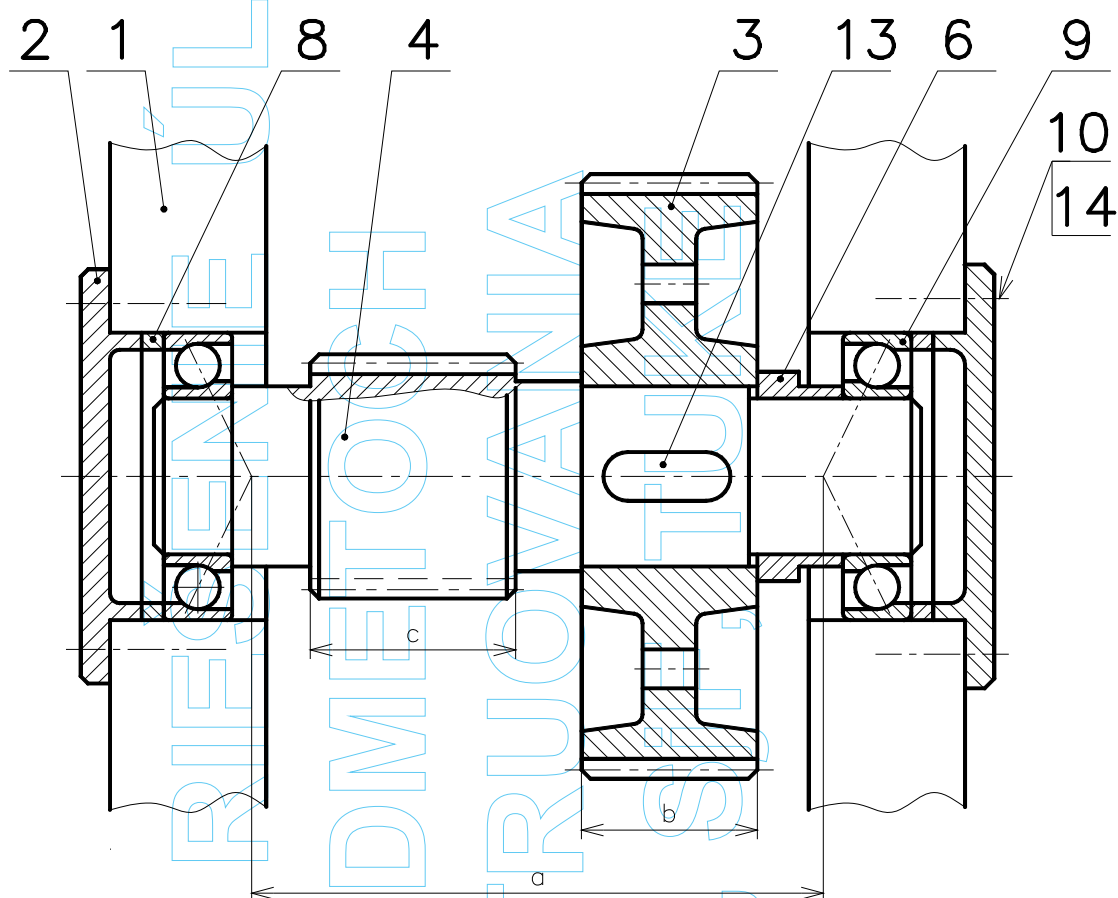


Obr. 5.10 Zadanie 01 alternatíva D

Tab. 5.7 Zadávacie údaje pre alternatívu D

č.z.	Rozmery			Pozícia 3			Pozícia 4			Pozícia 9
	a (mm)	b (mm)	c (mm)	z_2	m_{n1} (mm)	β_1 (°)	z_3	m_{n2} (mm)	β_2 (°)	
11	165	44	60	74	2	12	23	3	11	6205
12	180	62,5	51	83	2,5	9	24	3	25	6006
13	185	53	60	56	2,75	14	21	3,5	18	6307
14	195	57	72	63	3	10	22	4	16	6209
15	220	66,5	99	59	3,5	11	19	5,5	8	6310

Nakreslite podzostavu predlohového hriadeľa, ktorý je uložený v guľíčkových ložiskách 9. Na hriadeľi 5 sú nasadené dve ozubené kolesá. Koleso 3 je koleso prvého stupňa prevodovky a koleso 4 je pastorkom druhého stupňa a je upevnené na hriadeľi pomocou pera 12.

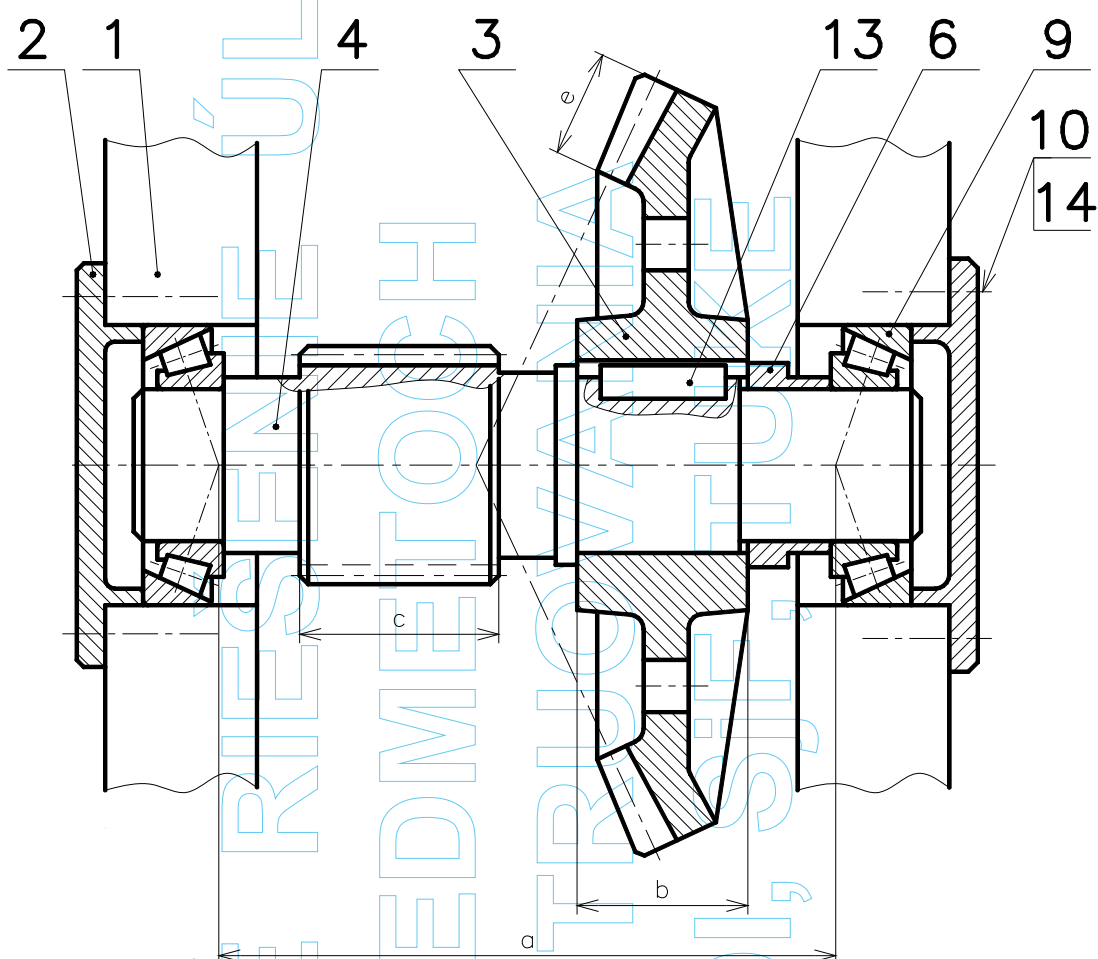


Obr. 5.11 Zadanie 01 alternatíva E

Tab. 5.8 Zadávacie údaje pre alternatívu E

č.z.	Rozmery			Pozícia 3			Pozícia 4			Pozícia 9
	a (mm)	b (mm)	c (mm)	z_2	m_{n1} (mm)	β_1 (°)	z_3	m_{n2} (mm)	β_2 (°)	
11	150	44	54	53	2	9	17	2,5	9	7205
12	160	50	57	67	2,5	14	18	3	12	7006
13	170	55	63,5	72	2,75	8	16	3,5	14	7307
14	185	51	70	81	3	17	17	3,5	21	7208
15	205	77	84	77	3,5	15	18	4	12,5	7009
16	215	64	90	70	4	21	16	5	7	7210

Nakreslite podzostavu predlohového hriadeľa, ktorý je uložený v guľíkových ložiskách s kosouhlým stykom 9. Súčasťou hriadeľa je ozubenie 4. Na hriadeľi 4 je upevnené pomocou pera ozubené koleso 3 z predchádzajúceho stupňa.

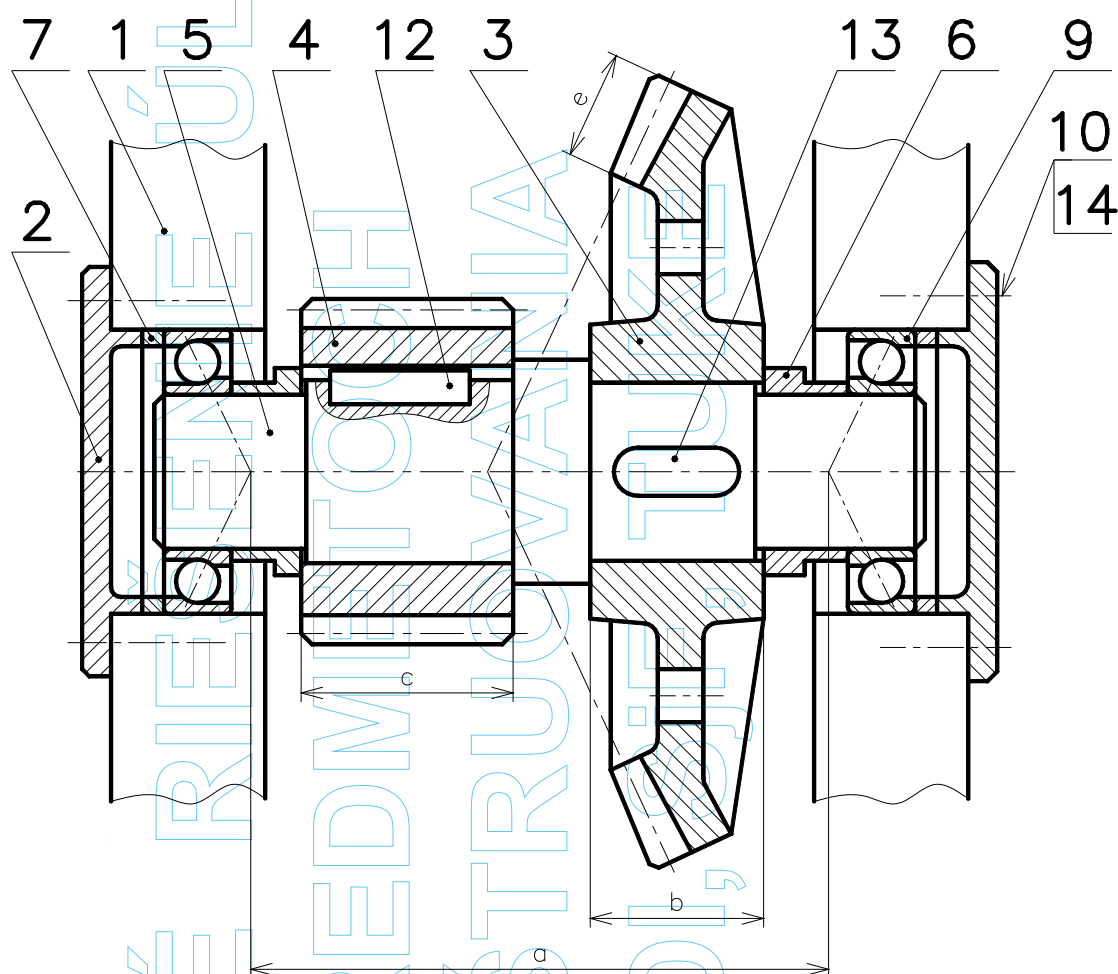


Obr. 5.12 Zadanie 01 alternatíva F

Tab. 5.9 Zadávacie údaje pre alternatívu F

č.z.	Rozmery				Pozícia 3			Pozícia 4		Pozícia 9
	a (mm)	b (mm)	c (mm)	e (mm)	z_2	m_e (mm)	z_1	z_3	m_{n2} (mm)	
11	185	60	66	24	48	3,5	17	18	3	30207
12	200	66	70	28	45	4	16	21	3,5	32208
13	210	65	72	31	56	4,5	16	19	4	30309
14	225	70	88	35	61	5	17	20	4	32310
15	245	75	100	35	63	5	15	17	5	32211

Nakreslite podzostavu predlohového hriadeľa, ktorý je uložený v kuželíkových ložiskách 9. Súčasťou hriadeľa 4 je ozubenie a na hriadeľi je upevnené kužeľové ozubené koleso 3 s počtom zubov z_2 , kde spoluzaberajúci kužeľový pastorek (nie je na podzostave) má počet zubov z_1 .

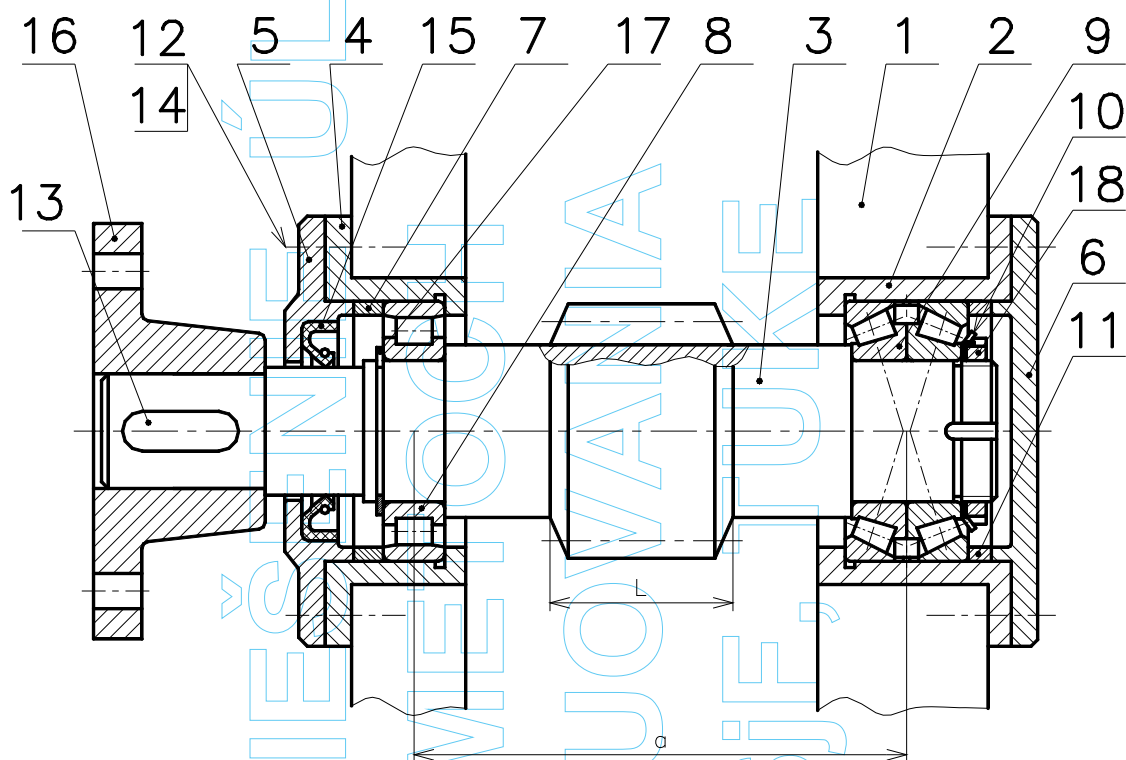


Obr. 5.13 Zadanie 01 alternatíva G

Tab. 5.10 Zadávacie údaje pre alternatívu G

č.z.	Rozmery				Pozícia 3			Pozícia 4		Pozícia 9
	a (mm)	b (mm)	c (mm)	e (mm)	z_2	m_e (mm)	z_1	z_3	m_{n2} (mm)	
11	210	75	60	35	68	4	16	23	3,5	7207
12	225	80	80	51	70	5	18	24	4	7209
13	270	90	99	60	72	5,5	15	25	4,5	7310
14	295	95	105	50	62	6	13	22	5	7211
15	320	100	84	55	67	6	17	19	5	7311

Nakreslite podzostavu predlohového hriadeľa, ktorý je uložený v guľíkových ložiskách s kosouhlým stykom 9. Na hriadeľi sú nasadené čelné ozubené koleso 4 a kužeľové ozubené koleso 3 s počtom zubov z_2 , kde spoluzaberajúci kužeľový pastorek má počet zubov z_1 (nie je na výkrese).

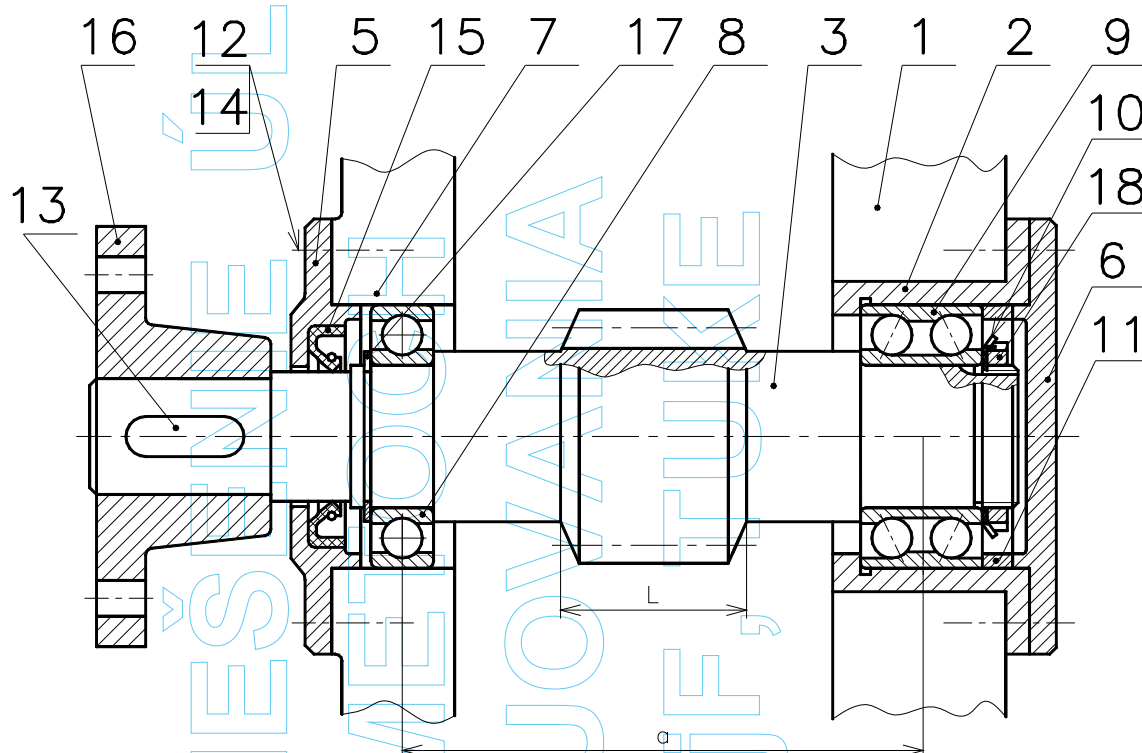


Obr. 5.14 Zadanie 01 alternatíva H

Tab. 5.11 Zadávacie údaje pre alternatívu H

č.z.	Rozmery		z_1	Pozícia 3		Pozícia 8	Pozícia 9
	a (mm)	L (mm)		m_n (mm)	q	Typ N	
11	90	45	1	3,15	14	N 206	31306/DF
12	110	65	2	3,55	12,5	N 207	31307/DF
13	150	75	1	4,5	12,5	N 208	31308/DF
14	155	80	2	5,6	12,5	N 209	31309/DF
15	170	90	1	7,1	10	N 210	31310/DF

Nakreslite podzostavu vstupného hriadeľa, ktorý je uložený z jednej strany vo valčekovom ložisku 8 a z druhej strany v jednoradovom kuželíkovom ložisku 9. Kuželíkové ložiská sú zostavené do dvojice čelami k sebe (usporiadanie X). Hriadeľ 3 spolu so závitovkou tvorí jeden kus. Typ závitovky je ZN. Valčekové ložisko 8 je z jednej strany axiálne poistené poistným krúžkom. Kuželíkové ložisko je poistené MB podložkou 10 a KM maticou 18. V niektorých zadaniach je potrebná úprava hriadeľa vzhľadom na potrebnú plochu pre osadenie, ktorá je určená ložiskami. Tieto priemery môžu mať rôzne hodnoty pre valčekové a kuželíkové ložisko.

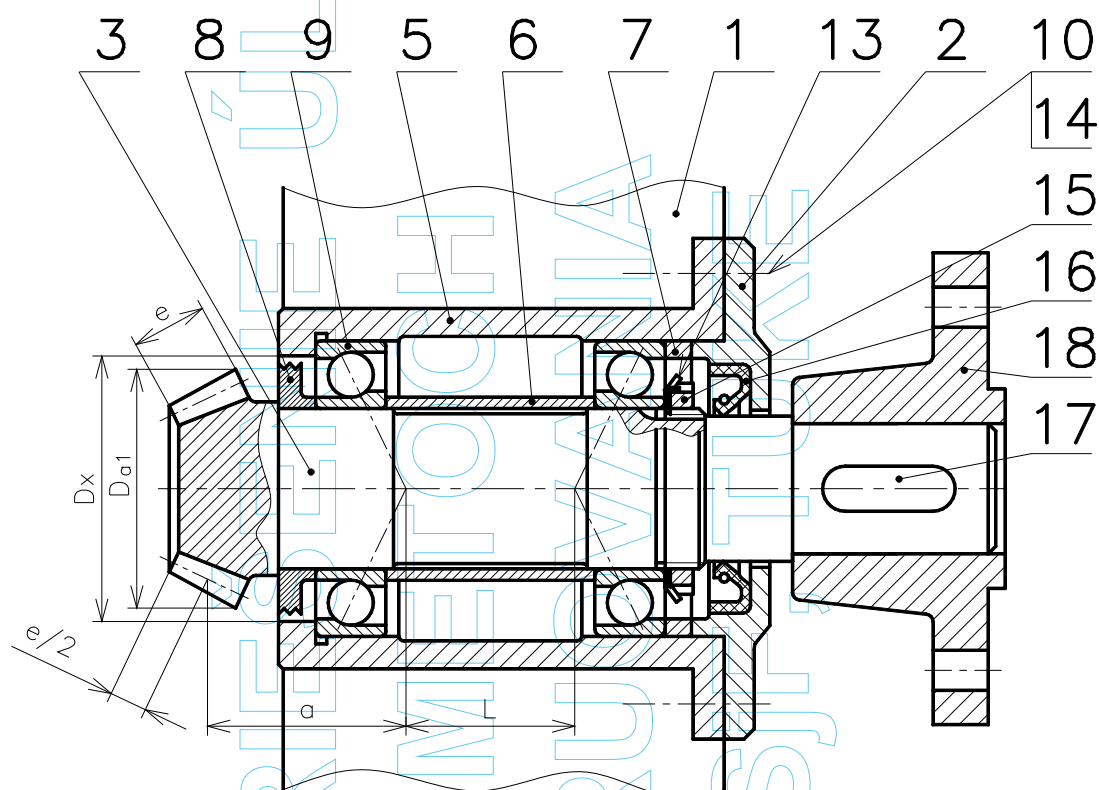


Obr. 5.15 Zadanie 01 alternatíva I

Tab. 5.12 Zadávacie údaje pre alternatívu I

č.z.	Rozmery		Pozícia 3			Pozícia 8	Pozícia 9
	a (mm)	L (mm)	z_1	m_n (mm)	q		
11	105	50	1	3,55	12,5	6006	3206
12	115	68	2	4	14	6207	3307
13	155	75	1	4,5	14	6308	3308
14	170	64	2	5	12,5	6009	3209
15	175	90	1	6,3	12,5	6210	3310

Nakreslite podzostavu vstupného hriadeľa, ktorý je uložený z jednej strany v guľíkovom ložisku 8 (plávajúca podpera) a z druhej strany v dvojradovom guľíkovom ložisku s kosouhlým stykom 9. Hriadeľ 3 spolu so závitovkou tvorí jeden kus. Typ závitovky je ZN. Vnútny krúžok guľíkového ložiska 8 je axiálne poistený osadením a poistným krúžkom. Dvojradové guľíkové ložisko je v puzdre 2 a axiálne je poistené MB podložkou 10 a KM maticou 18. V niektorých zadaniach je potrebná úprava hriadeľa vzhľadom na potrebnú plochu pre osadenie, ktorá je určená ložiskami. Tieto priemery môžu mať rôzne hodnoty pre jednoradové a dvojradové guľíkové ložisko. Položka 16 je časť spojky.

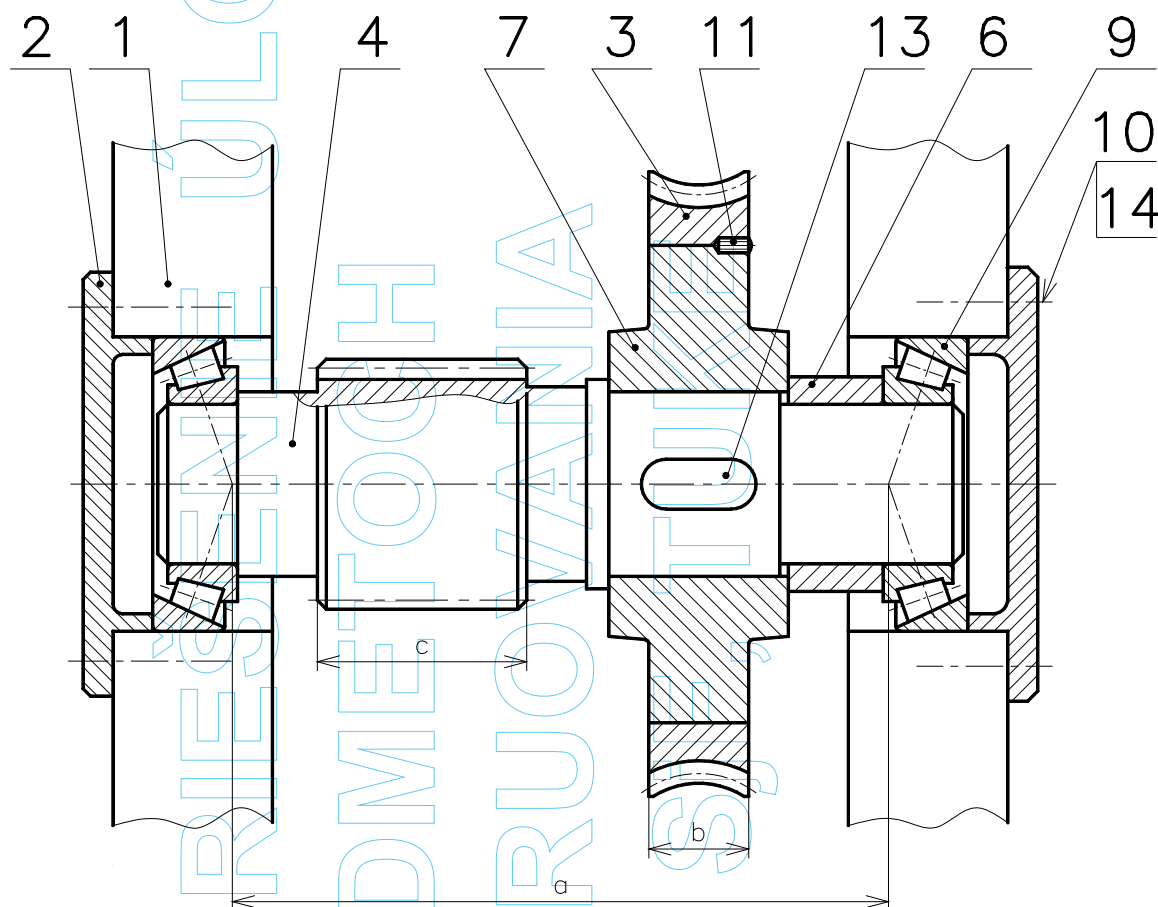


Obr. 5.16 Zadanie 01 alternatíva J

Tab. 5.13 Zadávacie údaje pre alternatívu J

č.z.	Rozmery			Pozícia 3			Pozícia 9
	a (mm)	L (mm)	e (mm)	z ₁	m _e (mm)	z ₂	
11	55	55	27	13	4	45	7307
12	65	68	25	12	4,5	39	7208
13	70	75	32	14	5	41	7309
14	65	64	35	15	5	53	7310
15	90	90	38	15	6	55	7311

Nakreslite podzostavu vstupného hriadeľa, ktorý je uložený v guľíkových ložiskách s kosouhlým stykom 9. Hriadeľ 3 spolu s kuželovým pastorkom je jeden kus. Najväčší rozmer na kuželovom pastorku D_{a1} musí byť menší ako najmenší otvor D_x (tento rozmer je určený ložiskom) v puzdre 5. Ložiská sú usporiadané do X. Puzdro 5 má úpravy pre vonkajšie krúžky ložísk. Krúžok 8 slúži ako odstrekovací krúžok, aby chránil ložiská pred odstrekoványm olejom a má nenormalizovaný tvar.

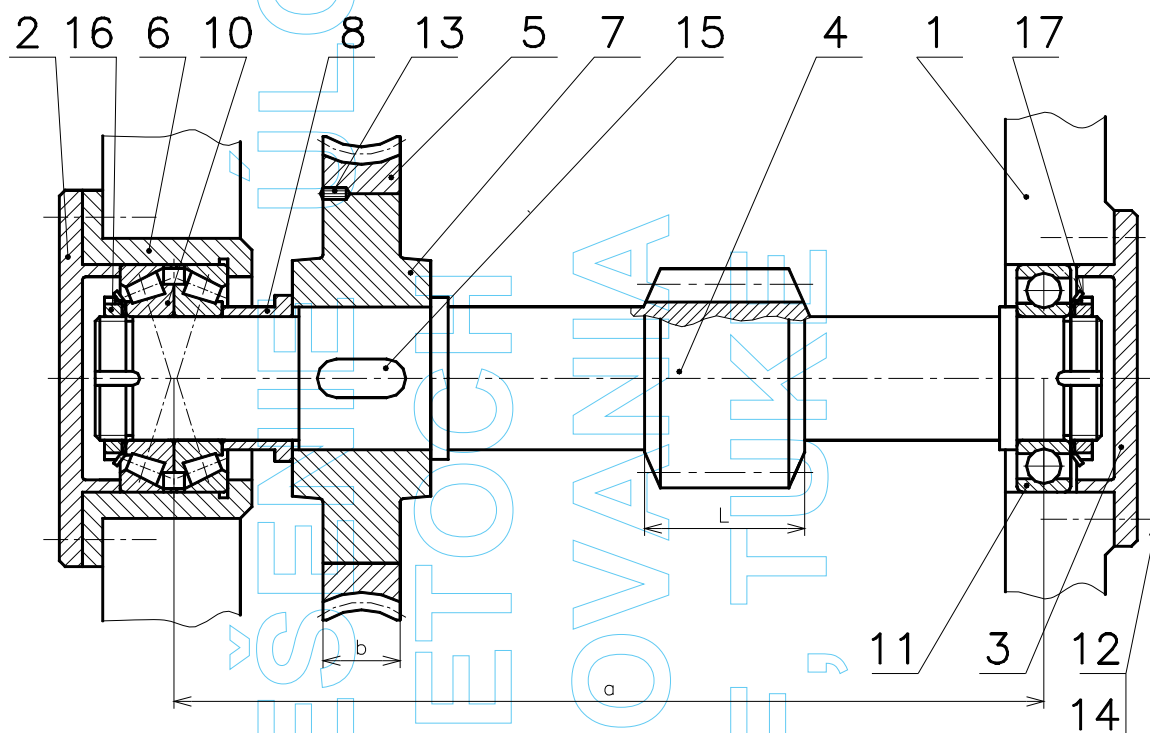


Obr. 5.17 Zadanie 01 alternatíva K

Tab. 5.14 Zadávacie údaje pre alternatívu K

č.z.	Rozmery		Pozícia 4			Pozícia 3				Pozícia 9
	a (mm)	c (mm)	z_3	β (°)	m_{n2} (mm)	z_2	z_1	m_{n1} (mm)	q	
11	220	72	19	11	3	50	1	5	10	30208
12	245	88	24	12	4	40	1	5,6	12,5	32209
13	285	90	19	15	4,5	40	2	8	9	30310
14	205	105	21	13	5	38	2	7,1	10	30211
15	335	108	22	19	6	63	1	9	9	30212

Nakreslite podzostavu predlohového hriadeľa, ktorý je uložený v kuželíkových ložiskách 9. Hriadeľ 4 je spolu s čelným pastorkom jeden kus. Na hriadeľ 4 je nasadené závitkové koleso prvého stupňa, ktorého veniec z mosadze 3 je nasadený na náboji z ocele 7. Šírku venca závitkového kolesa 3 voľte podľa tab.4.20.



Obr. 5.18 Zadanie 01 alternatíva L

Tab. 5.15 Zadávacie údaje pre alternatívu L

č.z.	Roz- mery	Pozícia 4			Pozícia 5				Pozícia 10	Pozícia 11
		a (mm)	z_3	m_{n2} (mm)	q_2	z_2	z_1	m_{n1} (mm)	q_1	
11	320	1	5	14	50	1	3,55	10	31309/DF	6009
12	345	2	5,6	12,5	40	1	4	12,5	31310/DF	6210
13	395	1	6,3	14	45	2	4,5	10	31311/DF	6211
14	405	2	7,1	12,5	48	2	5,6	10	31312/DF	6212
15	455	1	8	12,5	58	1	6,3	9	31313/DF	6313

Nakreslite podzostavu predlohového hriadeľa, ktorý je uložený z jednej strany v kuželikových ložiskách 10 združených do dvojice čelami k sebe (usporiadanie X) a z druhej strany guľíkovom ložisku 11. Guľíkové ložisko vytvára plávajúcu podperu. Ložiská sú v axiálnom smere poistené KM maticami a MB podložkami. Hriadeľ 4 je spolu so závitovkou jeden kus. Na hriadeľ 4 je nasadené závitovkové koleso prvého stupňa, ktorého veniec z mosadze 5 je nasadený na náboji z ocele 7. Počet zubov z_1 je zadán len kôli výpočtu uhla stúpania skrutkovice a modulu m_{x1} (z predchádzajúceho stupňa). Šírku venca závitovkového kolesa 5 voľte podľa tab. 4.20.

6 ZVÁRANÉ KONŠTRUKCIE A TLAKOVÉ NÁDOBY

Zvary sú zaradené medzi nerozoberateľné spoje. Zváranie spája kovové súčiastky do jedného celku za pôsobenia tepla alebo tlaku, prípadne tepla a tlaku. Takto vytvorené súčiastky sa volajú zvarky. Zvary sa nevykresľujú na výkresoch, ale sa označujú odkazovými čiarami spolu s ostatnými údajmi potrebnými pre predpísanie vytvorenia zvarku.

Výkresy zvarkov majú charakter zostavného výkresu, ale na rozdiel od ostatných zostáv, sú tu kótované všetky súčiastky pre vytvorenie zvarku. Názov v titulnom bloku má mať prvé slovo **Zváraná**, napr. Zváraná konštrukcia, Zváraná tlaková nádoba.

Výkresová dokumentácia zváratej zostavy musí obsahovať nasledovné údaje:

- na prípravu zváraných častí (výrobu),
- na zostavenie a samotné zváranie, t. j. kóty, ktoré určujú vzájomnú polohu jednotlivých častí zvarku, označenie zvarov a ich tvaru a veľkosti, predpísanie spôsobu zvárania, prídavný materiál, údaje o tepelnom spracovaní a o kontrole zvarov,
- pre obrábanie zvarku po zvarení, t. j. kóty opracovaných rozmerov po zváraní, údaje o presnosti, tolerancie (napr. tvaru a polohy), údaje o akosti povrchu a pod.

6.1 Zadanie programu 02

Text zadania: Vyhotovte zostavný výkres ocelevej zváratej konštrukcie, alebo tlakovej nádoby, podľa zadaného zadania. Navrhnete materiál jednotlivých komponentov, ktorých zvariteľnosť je zaručená, druh prídavného materiálu (elektroda a pod.). Vypočítajte jednotlivé dĺžky prútov. Navrhnete optimálne typy a rozmery zvarov. Návrhy konštrukcie naškicujte do zošita. Preriešte uloženie konštrukcie a po otestovaní vypracujte potrebnú výkresovú dokumentáciu.

Do zošita naškicujte zadanú schému zváratej konštrukcie, alebo tlakovej nádoby. Pre konštrukciu nakreslite zadané prierezy profilov, v prípade uholníkov vyhľadajte údaje určujúce polohu ťažiska. Vypočítajte dĺžky jednotlivých prútov. V zošite nakreslite celkovú zváranú zostavu. Predpíšte zvary a odťahy pre jednotlivé profily.

Súčasťou zadania sú v zošite:

- nakreslené jednotlivé prierezy zadaných profilov,
- nakreslite schému zadanej konštrukcie,
- celkovú zostavu s predpísaním jednotlivých zvarov,
- vytvorte samostatný súpis položiek.

Odovzdáva sa výkresová dokumentácia, ktorá musí obsahovať:

- ceruzkou v mierke nakreslený výkres zostavy so schémou konštrukcie, predpísaním všetkých prídavných materiálov, s úplným vyriešením všetkých uzlov a vyznačením všetkých zvarov. Súpis položiek má byť priamo na zostave. V prípade tlakovej nádoby rozkreslenú tlakovú nádobu s úplným zakótovaním a predpísaním zvarov, prídavných materiálov a súpis položiek musí byť súčasťou zostavy.

Poznámky:

- voliť materiály, ktoré majú zaručenú zvariteľnosť (napr. 11373, 11 453),
- elektródu voliť na základe použitého materiálu,
- zvary voliť podľa možnosti súmerne (napr. obojstranné kútové zvary),
- nehromadiť zvary na jednom mieste,
- nevytvárať priveľmi tuhé detaily, bez možnosti malých deformácií,
- spájanie rúrok vyžaduje niekedy náročnejšiu prípravu stykových plôch. Rúrky môžu byť narezané, prípadne sklepané.

6.2 Označovanie spôsobu zvarovania, elektród a prídavných materiálov

Spôsob zvarovania sa zapíše do vidlice, ktorou je ukončená zástavka odkazovej čiary. Do vidlice sa môžu zapísať aj ďalšie údaje (obr. 6.1).

Tab. 6.1 Číselné označovanie technológií zvarovania (výber z STN EN 24063: 1994)

Oblúkové zvarovanie	bez ochrannej atmosféry	obalenou elektródou - ručné zvarovanie	111
		holou elektródou	113
		obaleným drôtom	115
	v ochrannej atmosfére	v neutrálnom plyne - metóda MIG	131
		v aktívnom plyne - metóda MAG	135
		v neutrálnom plyne - neodtavujúcou sa wolframovou elektródou	141
Odporové zvarovanie	plazmové zvarovanie		15
	bodové		21
	výstupkové		22
	švové		23
	stykové s odtavením		24
	stykové stlačením		25
Zvarovanie plameňom	kyslíkovým plameňom	kyslíkovo - acetylénovým	311
		kyslíkovo - propánovým	312

Tab. 6.2 Obalené elektródy na oblúkové zvarovanie nelegovaných ocelí bez ochrannej atmosféry (výber z STN EN 499: 1999)

Označenie elektródy podľa normy	Obchodné označenie	Priemer drôtu (mm)	Použitie na zvarovanie
E 35AA	E- K 103	2; 2,5; 3,2; 4; 5	konštrukcií a zariadení z ocelí 11 373, 11 418, 12 021
E 38RR	E- R 113	2; 2,5; 3,2	konštrukcií a súčiastok z konštrukčných ocelí napr. 11 423
E 38AR	E- R 117	2; 2,5; 3,2; 4	konštrukcií z oceľových plechov napr. 11343, 11373, 11416, 11425, 12021 a namáhaných konštrukcií
E 38 3B	E- B 121	2; 2,5; 3,2; 4; 5	na zariadenia z ocele napr. 10 370, 11 373, 11 423, 12 021 a namáhaných konštrukcií
E 46 2B	E- B 125	2; 2,5; 3,2; 4; 5	dôležitých konštrukcií z ocele napr. 11 523, a na stavbu plavidiel

6.3 Stupne kvality zváraných spojov

Pre zvárané spoje, ktoré sú vytvorené oblúkovým zváraním, určuje norma *STN EN ISO 5817: 2008- Zvarovanie. Zvarované spoje ocelí, niklu, titánu a ich zliatin zhotovené tavným zvaraním*. Tri stupne kvality:

- B – vysoká úroveň kvality,
- C – stredná úroveň kvality,
- D – mierna úroveň kvality.

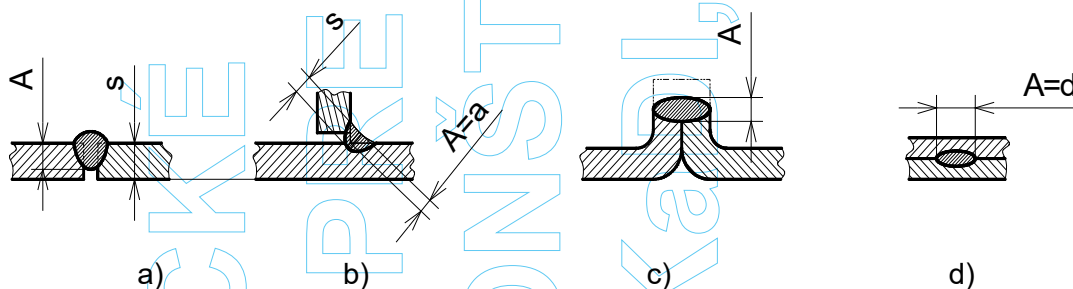
Stupeň kvality zvarov sa zapisuje spolu s ostatnými informáciami o zvare a spôsobe zvárania:

- pri jednotlivých zvaroch do vidlice odkazovej čiary za prvou šikmou zlomkovou čiarou za číselným označením spôsobu zvárania,
- pri viacerých zvaroch na výkrese s rovnakou kvalitou všetkých zvarov sa údaje zapíšu v blízkosti titulného bloku spoločným zápisom, napr.

Stupeň kvality zvarov: ISO 5817-D.



Obr. 6.1 Príklad predpísania zvaru



Obr. 6.2 Charakteristický rozmer priečného prierezu zvaru: a) tupý zvar, b) kútový, c) lemový, d) dierový

Za dĺžku zvaru sa považuje čistá dĺžka t. j. bez neúplných koncov zvarov. Ak je zvar vzhotovný po celej dĺžke súčiastky, alebo po celom obvode, nemusí sa uvádzať za základnou značkou žiadny rozmer.

6.4 Všeobecné tolerancie pre zvary

Tieto tolerancie určuje norma *STN EN ISO 13920: 2000 – Zváranie. Všeobecné tolerancie pre zvárané konštrukcie. Rozmery pre dĺžky a uhly. Tvar a poloha*. Medzné odchýlky sú určené vnorme pre 4 tolerančné triedy: A, B, C, D. Medzné odchýlky priamosti, rovinnosti a rovnobežnosti sú stanovené pre tolerančné triedy: E, F, G, H.

Označenie tolerančnej triedy rozmerov, prípadne geometrie sa uvedie na vhodnom mieste na výkrese, napr. *EN ISO 13920 – B*, alebo *EN ISO 13920 – BE*.

Tab. 6.3 Medzné odchýlky dĺžkových rozmerov pre zvárané konštrukcie (výpis z normy STN ISO 13920: 2000)

Tolerančná trieda	Medzné odchýlky (mm) pre rozsah menovitých rozmerov (mm)								
	cez 2 do 30	30 120	120 400	400 1000	1000 2000	2000 4000	4000 8000	8000 12000	12000 16000
A	±1	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7
B		±2	±2	±3	±4	±6	±8	±10	±12
C		±3	±3	±6	±8	±11	±14	±18	±21
D		±4	±4	±9	±12	±16	±21	±27	±32

Tab. 6.4 Medzné odchýlky uhlových rozmerov pre zvárané konštrukcie (výpis z normy STN ISO 13920: 2000)

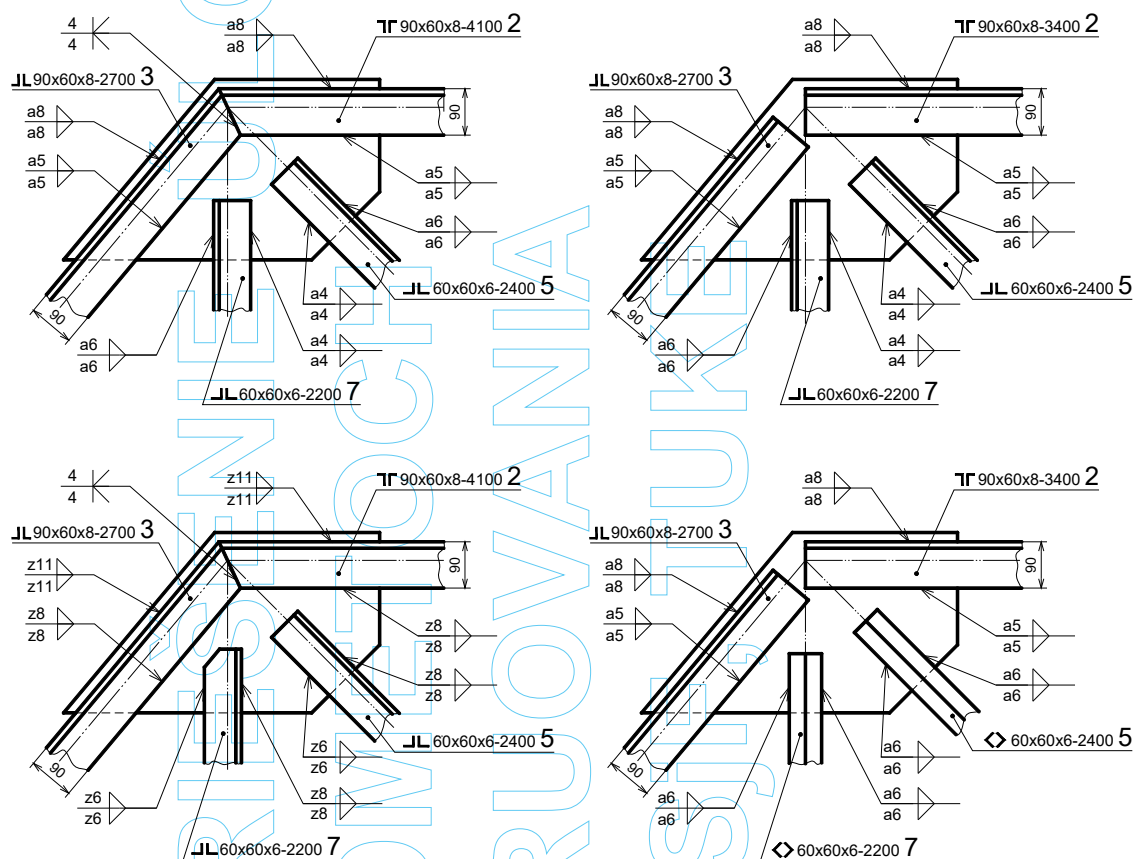
Tolerančná trieda	Medzné odchýlky (v stupňoch a minútach) pre menovité rozmery v (mm)		
	do 400	cez 400 do 1000	cez 1000
A	±20'	±15'	±10'
B	±45'	±30'	±20'
C	±1°	±45'	±30'
D	±1°30'	±1°15'	±1°

Tab. 6.5 Medzné odchýlky priamosti, rovinnosti a rovnobežnosti (výpis z normy STN ISO 13920: 2000)

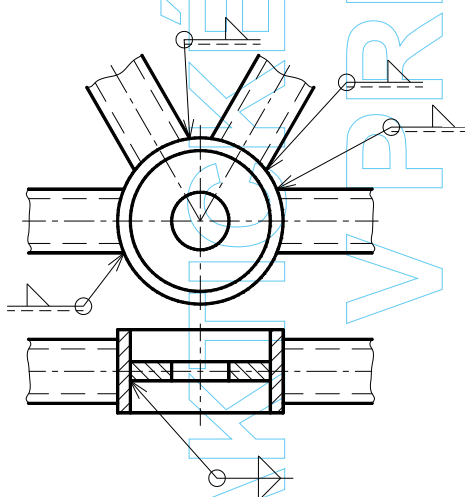
Tolerančná trieda	Medzné odchýlky (mm) pre rozsah menovitých rozmerov (mm)							
	cez 30 do 120	120 400	400 1000	1000 2000	2000 4000	4000 8000	8000 12000	12000 16000
A	0,5	1	2	3	4	5	6	7
B	1	1,5	4,5	6	8	10	12	14
C	1,5	3	9	11	16	20	22	25
D	2,5	5	14	18	26	32	36	40

6.5 Príklady konštrukčných uzlov

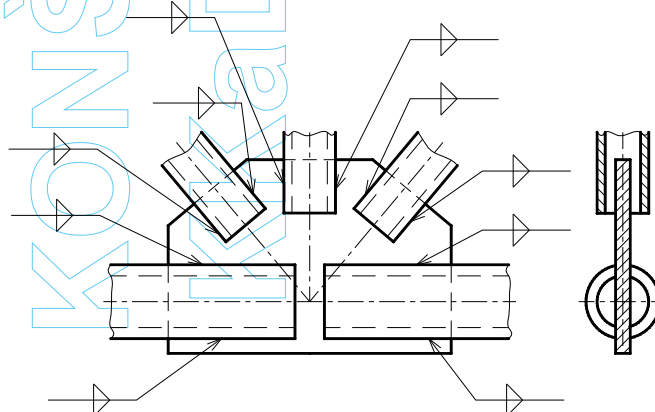
Ťažiskové osi sa pre jeden uzlov pretínajú v jednom bode, je to základný princíp. Odťah určuje vzdialenosť profilu od miesta priesečníkov ťažiskových osí. Táto hodnota môže byť záporná, ak sa táto hodnota chýba, alebo kladná ak prečnieva od priesečníka. Na obr.6.2 sú štyri príklady riešenia jedného uzla, bez riešenia odťahov.



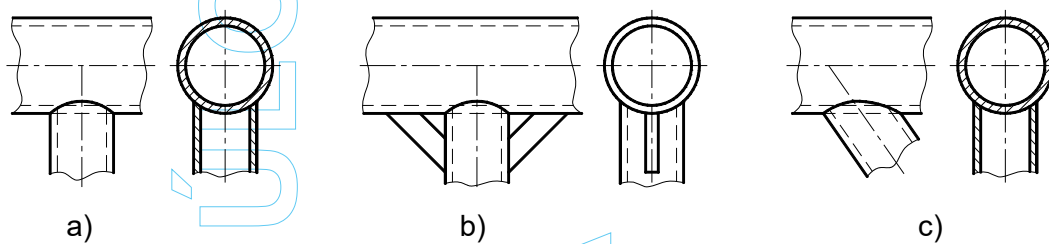
Obr. 6.3 Zváraný uzol – 4 príklady zvarov prevedenia rovnakého uzla, bez predpisania odťahov



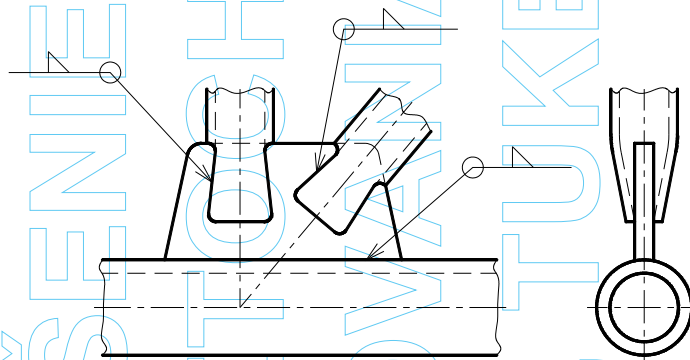
Obr. 6.4 Zváraný uzol – spojenie rúrok pomocou rúčky



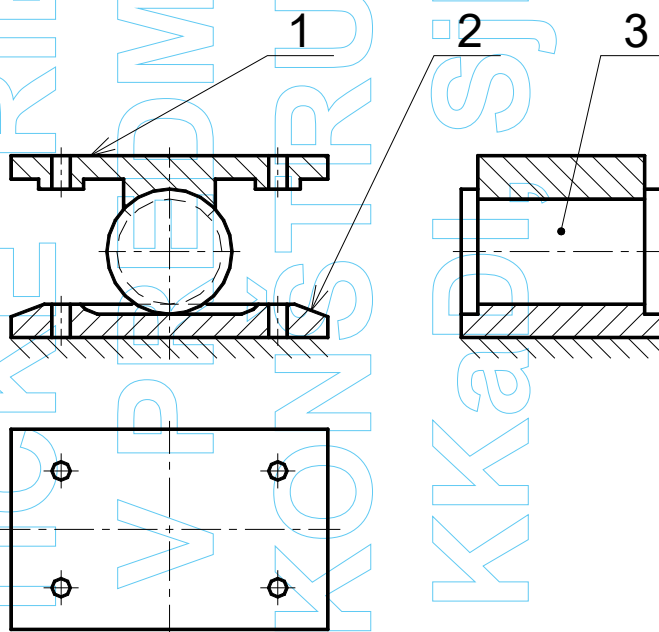
Obr. 6.5 Zváraný uzol – spojenie rúrok, ktoré sú narezané



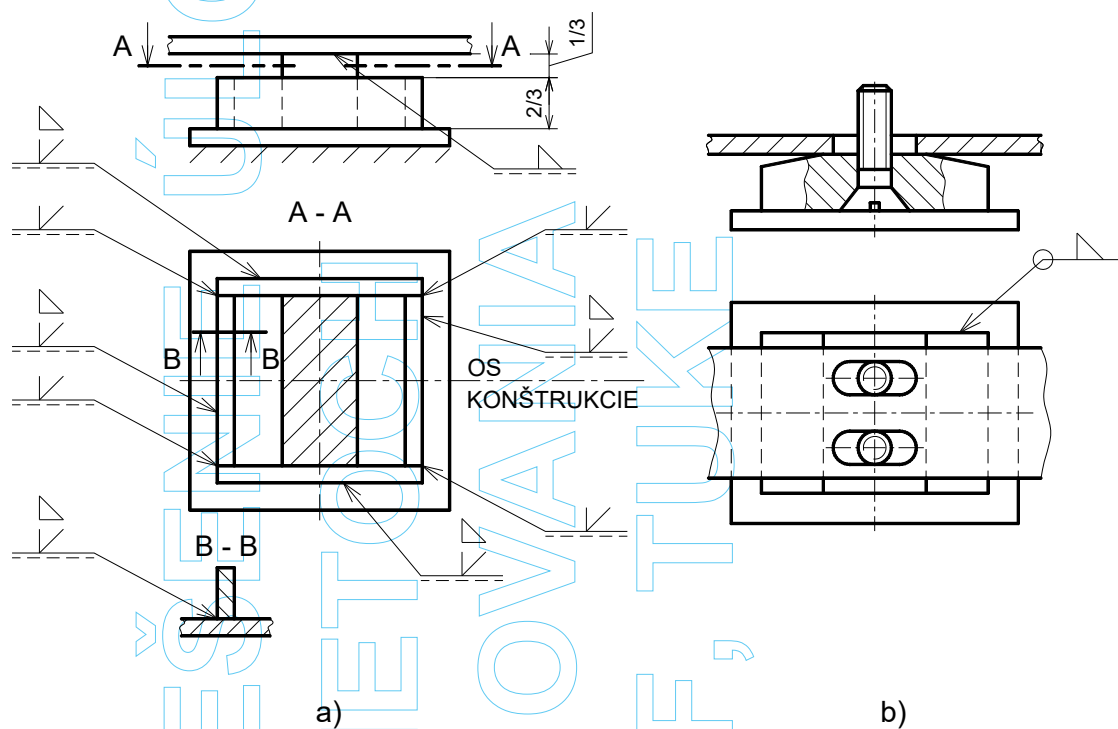
Obr. 6.6 Zváranie rúrok: a) kolmé rúrky, b) kolmé rúrky s výstuhami z plechu, c) šikmé



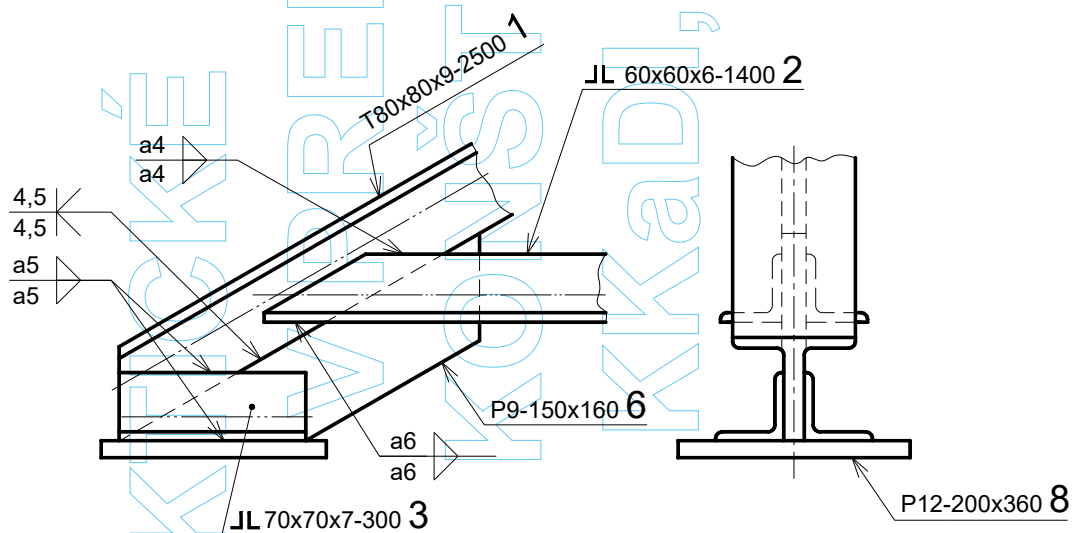
Obr. 6.7 Zváranie rúrok, ktoré sú upravené sklepaním a privarené po obvode



Obr. 6.8 Posuvné lôžko, uloženie na valčeku. Položky : vahadlo 1, ložná doska 2, valček 3

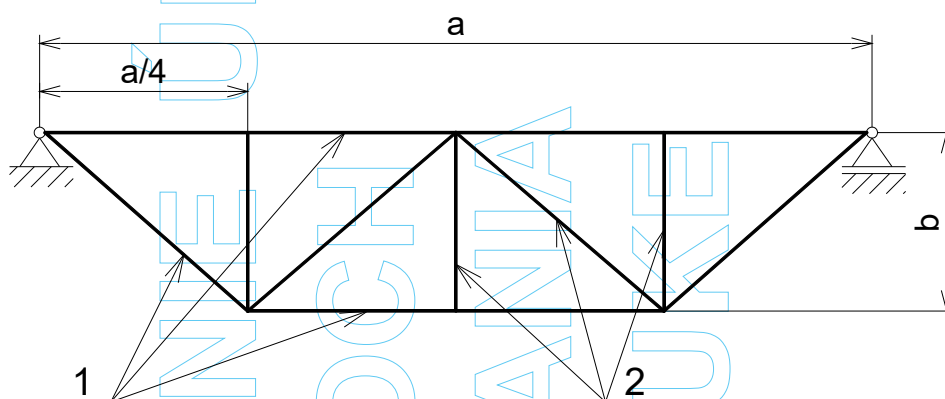


Obr. 6.9 Posuvné lôžka: a) pomocou hranolu, b) posúvanie v otvore. (Rez B-B je len vysvetľujúci.)

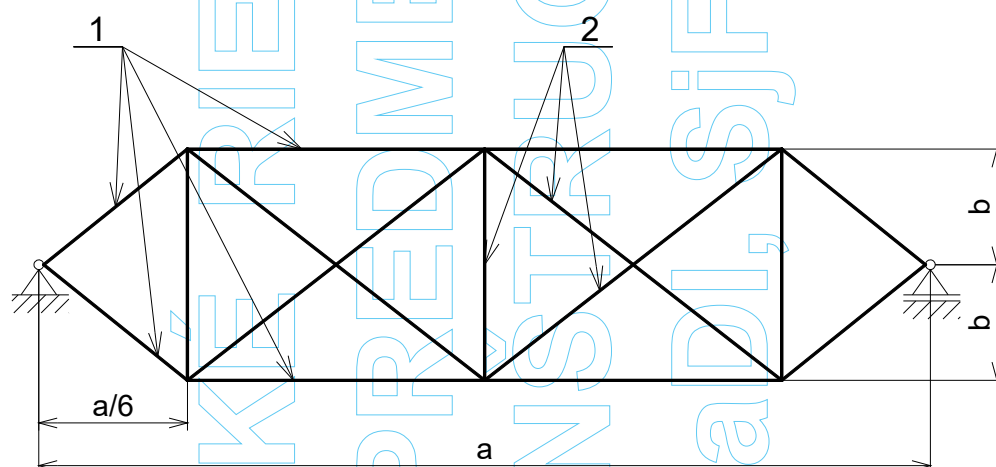


Obr. 6.10 Zváraný uzol – pevné lôžko a privarenie T a L profilov

6.3 Zadávacie varianty pre zvary



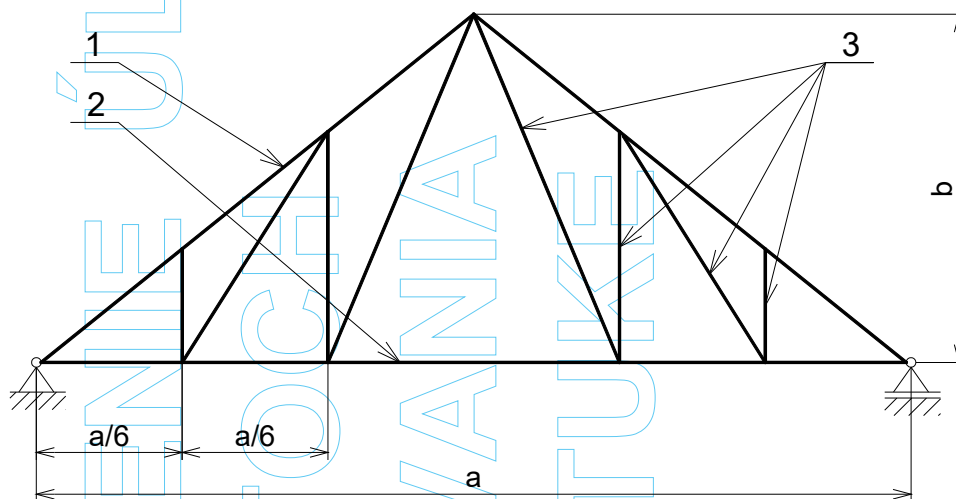
Obr. 6.11 Zadanie 02 alternatíva A



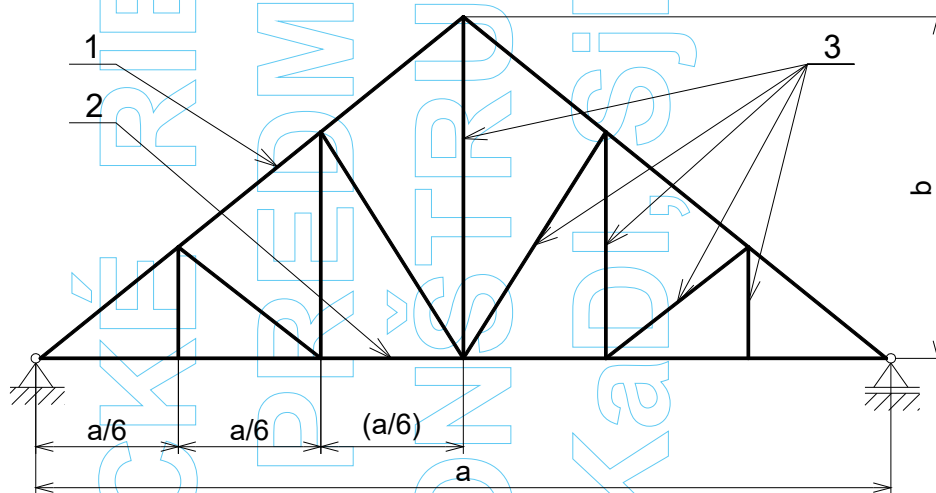
Obr. 6.12 Zadanie 02 alternatíva B

Tab. 6.6 Zadávacie údaje pre alternatívy A, B

č.z.	Položka		a (mm)	b (mm)
	1	2		
11	TR Ø89x6	TR Ø 60x4	4 800	800
12	T 80	TR Ø 70x7	5 400	1 400
13	2L 100x100x8	2L 80x80x6	7 200	1 300
14	2L 110x70x10	2L 90x90x8	8 100	1 100
15	T 80	TR Ø 76x7	9 000	900
16	TR Ø102x7	TR Ø 82,5x6	6 000	1 200



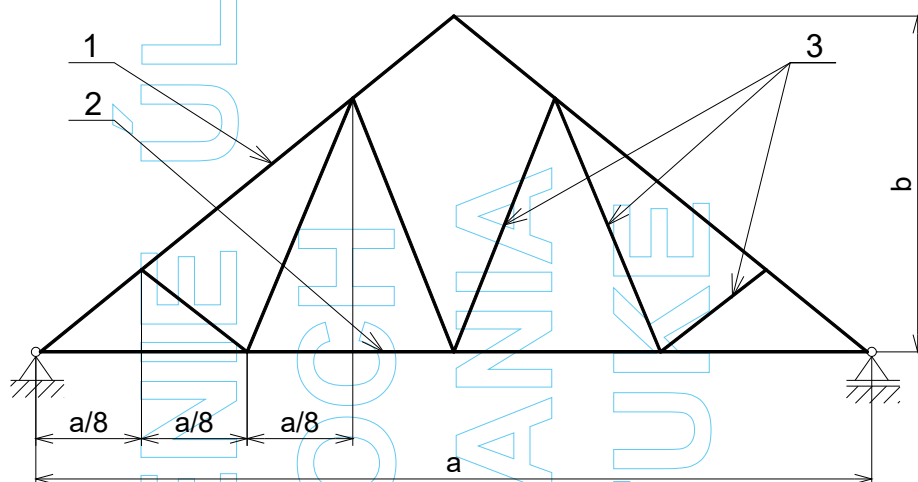
Obr. 6.13 Zadanie 02 alternatíva C



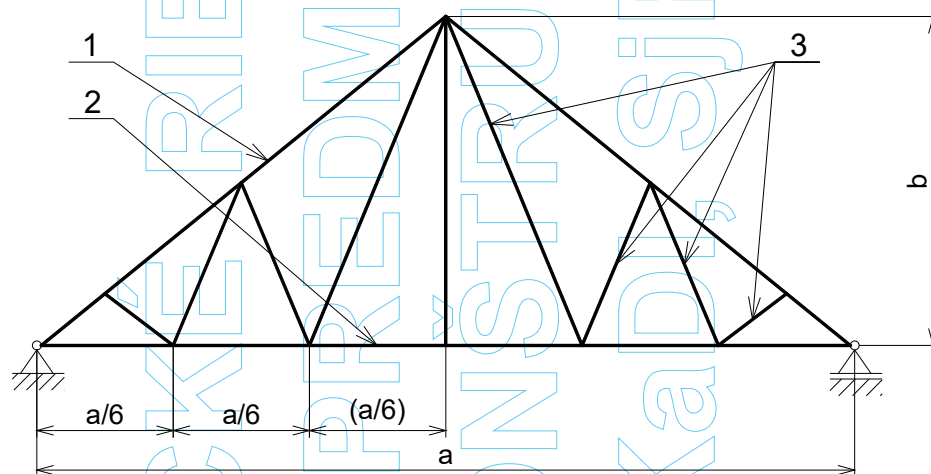
Obr. 6.14 Zadanie 02 alternatíva D

Tab. 6.7 Zadávacie údaje pre alternatívy C, D

č.z.	Položka			a (mm)	b (mm)
	1	2	3		
11	TR Ø89x8	TR Ø76x8	TR Ø54x6,3	5 400	2 100
12	2L 100x 8	2L 70x8	2L 60x6	6 600	1 400
13	T 80x60	TR 60x8	TR Ø54x6,3	3 000	1 200
14	2L 90x90x10	2L 75x50x8	2L 65x50x7	7 200	1 500
15	TR 108x8	TR 82,5x7	TR 63,5x6,3	4 200	2 100
16	T 60	TR 57x7	TR 51x6,3	3 600	1 200



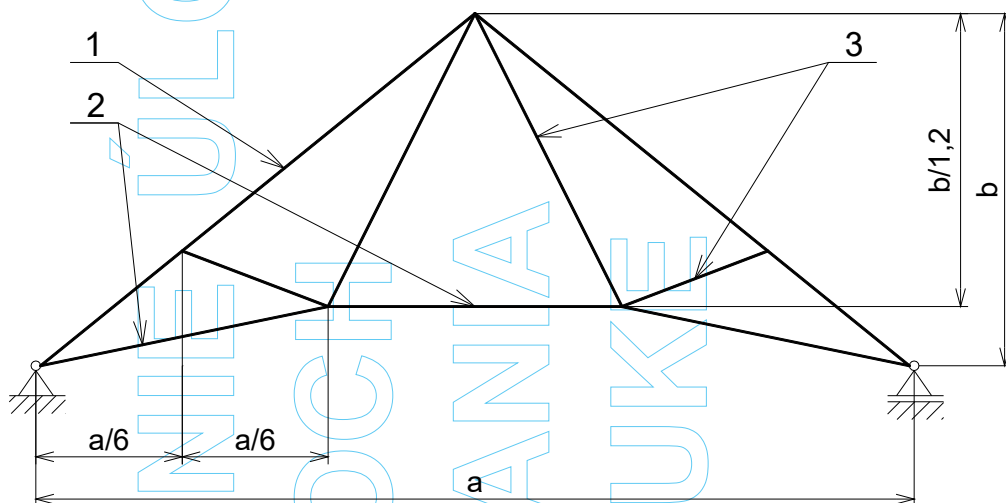
Obr. 6.15 Zadanie 02 alternatíva E



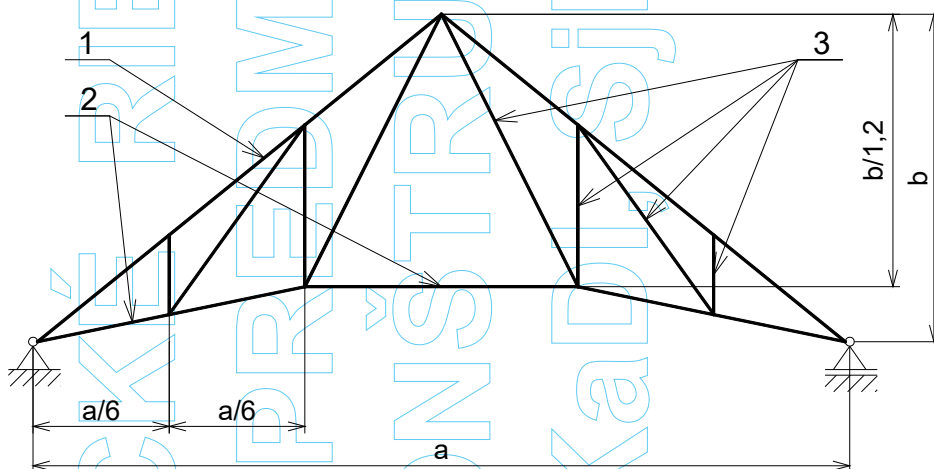
Obr. 6.16 Zadanie 02 alternatíva F

Tab. 6.8 Zadávacie údaje pre alternatívy E, F

č.z.	Položka			a (mm)	b (mm)
	1	2	3		
11	2L 100x70x10	2L 80x80x10	2L 70x70x7	5 760	1 500
12	TR Ø102x8	TR Ø89x7	TR Ø70x7	6 000	1 400
13	TR Ø95x8	TR Ø70x8	TR Ø60x6	4 500	1 200
14	2L 110x70x10	2L 80x80x10	2L 70x70x8	8 000	1 800
15	TR Ø89x8	TR Ø70x7	TR Ø57x5,6	4 800	1 600
16	2L 100x65x8	2L 80x80x8	2L 70x70x6	6 000	1 890



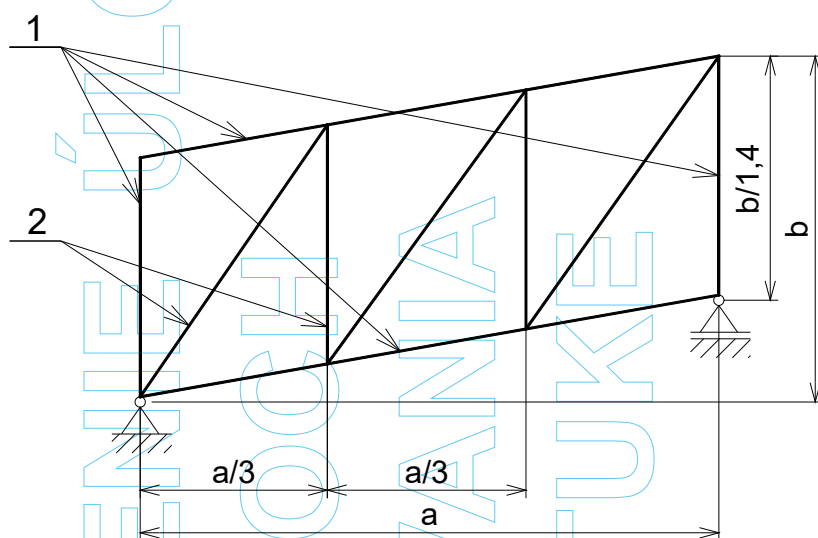
Obr. 6.17 Zadanie 02 alternatíva G



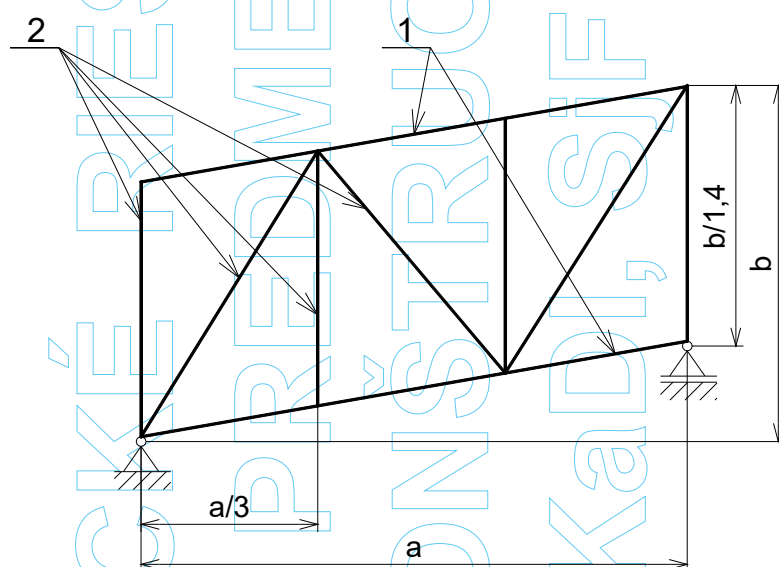
Obr. 6.18 Zadanie 02 alternatíva H

Tab. 6.9 Zadávacie údaje pre alternatívy G, H

č.z.	Položka			a (mm)	b (mm)
	1	2	3		
11	T80x60	2L 70x70x8	2L 60x60x6	4 200	1 500
12	T80	TR Ø89x7	TR Ø60x7	4 800	1 400
13	TR Ø95x8	TR Ø70x8	TR Ø60x6	5 400	1 320
14	2L 110x70x10	2L 80x80x8	2L 70x70x7	6 000	1 800
15	TR Ø89x8	TR Ø70x7	TR Ø57x5,6	4 800	1 560
16	2L 110x70x10	2L 80x80x8	2L 60x60x6	3 600	1 800



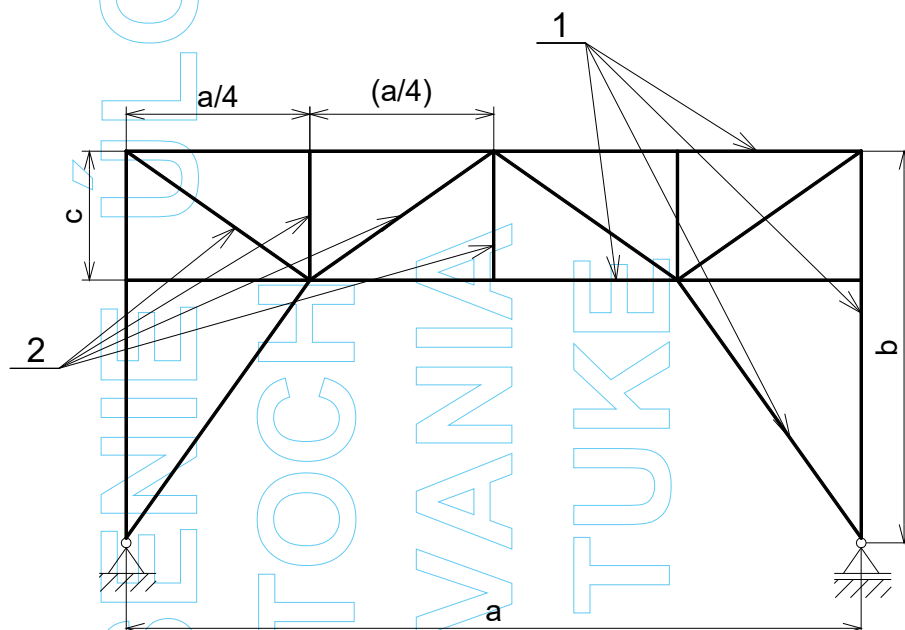
Obr. 6.19 Zadanie 02 alternatíva I



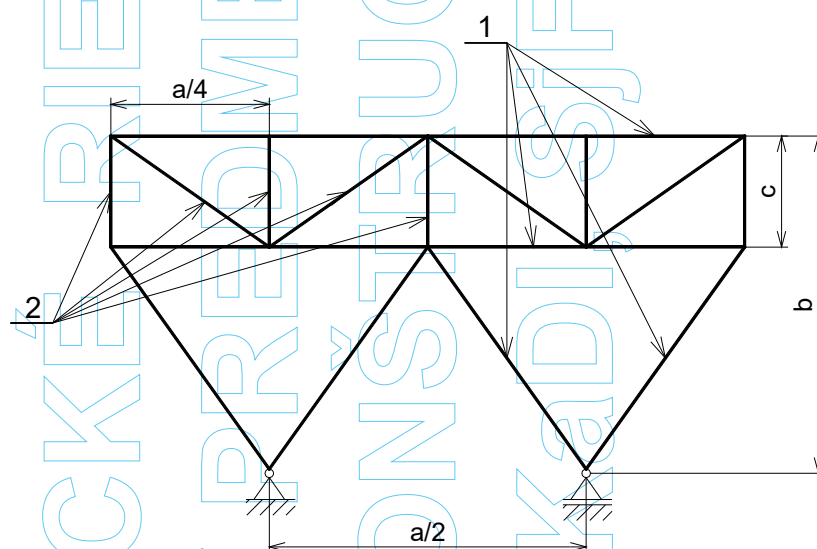
Obr. 6.20 Zadanie 02 alternatíva J

Tab. 6.10 Zadávacie údaje pre alternatívy I, J

č.z.	Položka			a (mm)	b (mm)
	1	2	3		
11	T80	2L 70x70x8	2L 60x60x6	3 000	1 400
12	T80x60	TR Ø89x7	TR Ø60x7	3 300	1 190
13	TR Ø102x9	TR Ø70x8	TR Ø60x6	5 400	1 320
14	2L 110x70x10	2L 80x80x8	2L 70x70x7	6 000	1 960
15	TR Ø89x8	TR Ø70x7	TR Ø57x5,6	4 800	1 540
16	2L 100x65x10	2L 80x80x6	2L 60x60x6	3 600	1 750



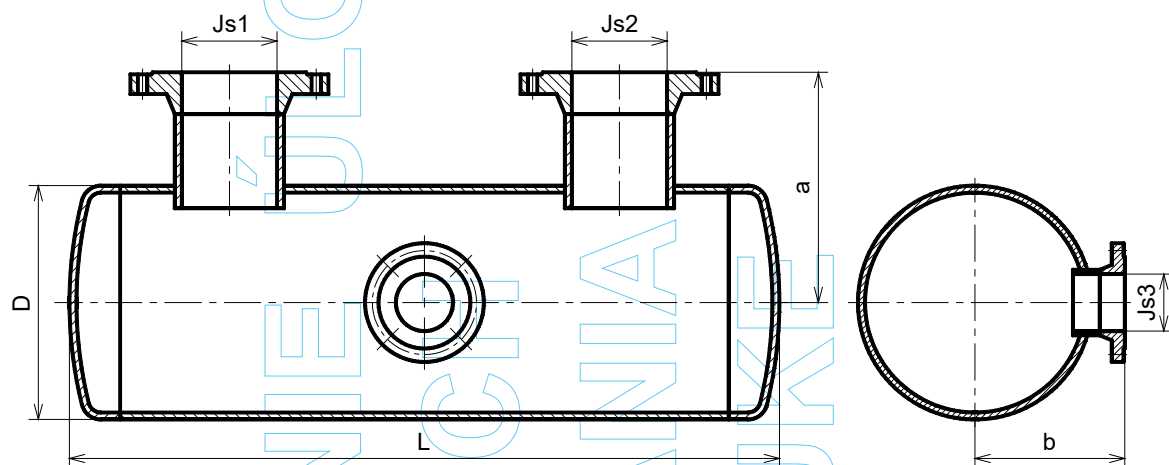
Obr. 6.21 Zadanie 02 alternatíva K



Obr. 6.22 Zadanie 02 alternatíva L

Tab. 6.11 Zadávacie údaje pre alternatívy K, L

č.z.	Položka		a (mm)	b (mm)	c (mm)
	1	2			
11	2L 100x60	2L 70x70x8	4 000	2 500	1 000
12	TR Ø102x9	TR Ø89x7	6 000	2 400	900
13	TR Ø95x8	TR Ø70x8	5 400	2 200	800
14	2L 110x70x10	2L 80x80x8	6 000	1 800	900
15	TR Ø89x8	TR Ø70x7	4 600	1 600	700
16	2L 100x100x12	2L 80x80x8	5 200	2 000	750

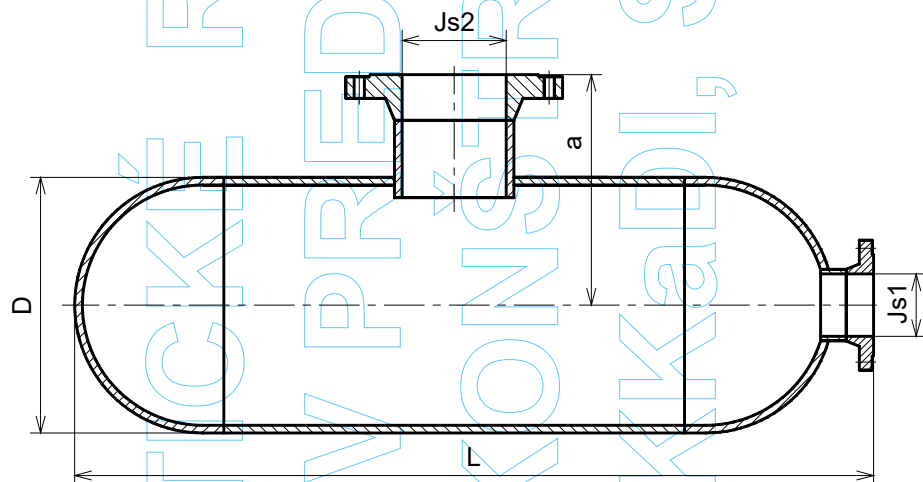


Obr. 6.23 Zadanie 02 alternatíva M

Tab. 6.12 Zadávacie údaje pre alternatívu M

č.z.	D (mm)	L (mm)	Js1	Js2	Js3	a (mm)	b (mm)
11	600	1 600	100	100	75	400	360
12	700	1 800	125	90	90	430	420
13	900	2 000	125	150	100	530	510
14	1 200	2 100	105	150	125	750	720

Poznámka: Použite normalizované dná.



Obr. 6.24 Zadanie 02 alternatíva N

Tab. 6.13 Zadávacie údaje pre alternatívu N

č.z.	D (mm)	L (mm)	Js1	Js2	a (mm)
11	500	1 200	65	80	400
12	700	1 500	80	100	450
13	800	2 000	125	125	620
14	1 000	2 200	125	150	720

Poznámka: Použite normalizované dná.

7 SLOVNÉ ÚLOHY

Slovné úlohy umožňujú navrhnúť študentom vlastné riešenia a umožňujú prejať samostatné technické myslenie. Pri súčiastkach, ktoré vykonávajú určitý pohyb, myslieť aj na krajné polohy týchto súčiastok.

7.1 Zadanie programu 03

Text zadania: Vypracujte úplnú technickú dokumentáciu slovne zadanej úlohy.

Do zošita našikujte dve alternatívy riešenia slovnej úlohy v potrebnom počte pohľadov. Po schválení rozpracujte vybranú alternatívu. Nakreslite dielenské výkresy všetkých nenormalizovaných súčiastok.

Súčasťou zadania sú v zošite:

- nakreslené dve alternatívy v potrebnom počte pohľadov,
- vybraná zostava s oddeleným súpisom položiek,
- dielenské výkresy nenormalizovaných súčiastok z vybranej alternatívy.

Odovzdáva sa výkresová dokumentácia, ktorá musí obsahovať:

- ceruzkou v mierke nakreslený výkres zostavy s oddeleným súpisom položiek,
- dielenské výkresy nenormalizovaných súčiastok.

Poznámky:

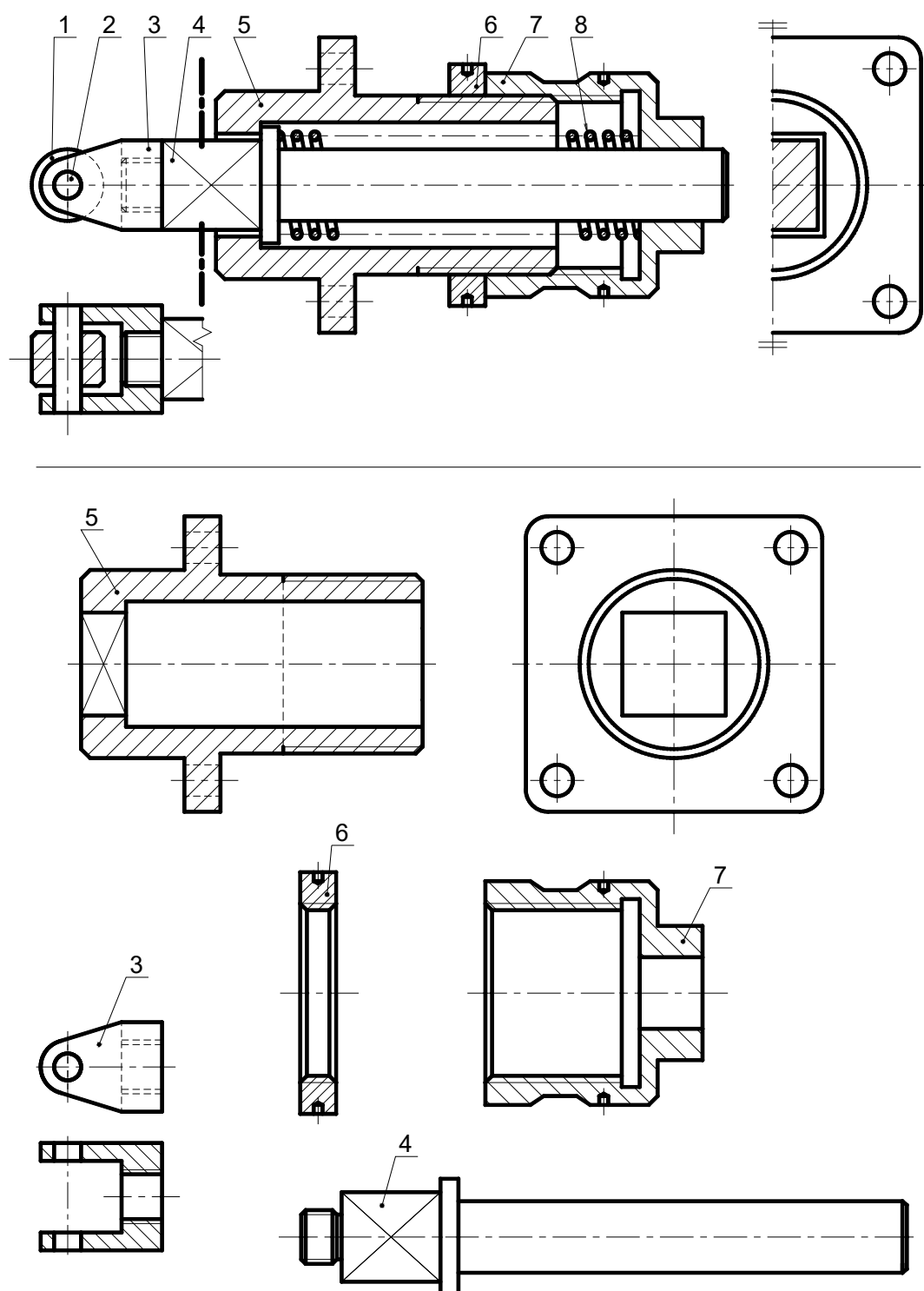
- pri riešení úlohy sa zamerajte na konštrukčne jednoduché a logické riešenie,
- u pohyblivých súčiastkach uvažujte aj s krajnými polohami.

7.2 Riešené úlohy

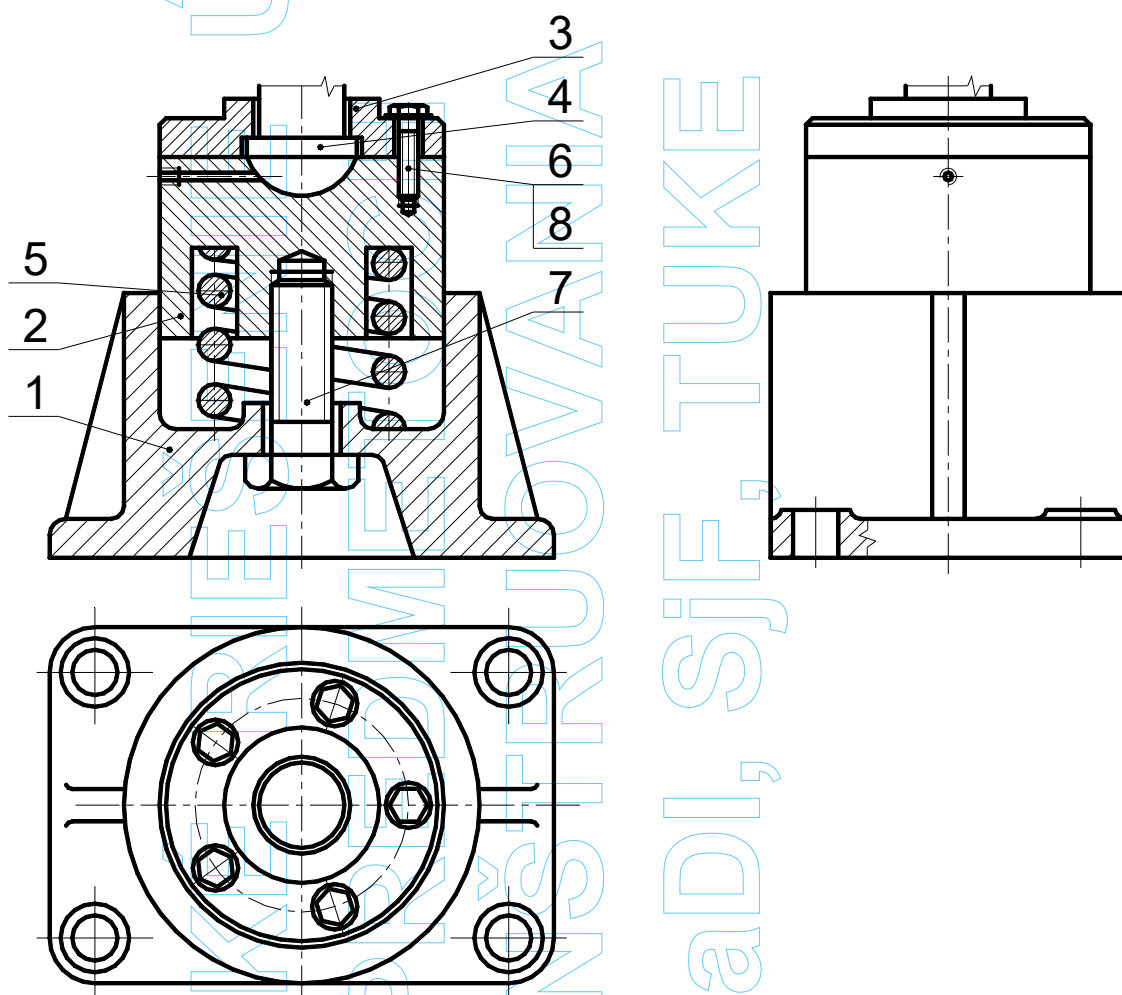
Na obr. 7.1 je jednoduchá zostava uloženia pružnej kladky, a tvary nenormalizovaných súčiastok z tejto zostavy, okrem pružiny. Na zostave sa nezobrazujú zrazenia pre narezanie závitov na súčiastkach 6 a 7. Diera v telese 5 je štvorcová aj položka 4 má štvorcovú časť.

Na obr. 7.2a je jednoduchá zostava tlmiča. V telese tlmiča 1 sa pohybuje piest 2. Veko 3 je priskrutkované k piestu pomocou piatich skrutiek so šesťhranou hlavou 6. Skrutka 7 je zaskrutkovaná do piestu 2 a pohybuje sa spolu s piestom ako jeden kus. Teleso 1 je potrebné zobraziť v troch pohľadoch (obr. 7.2b).

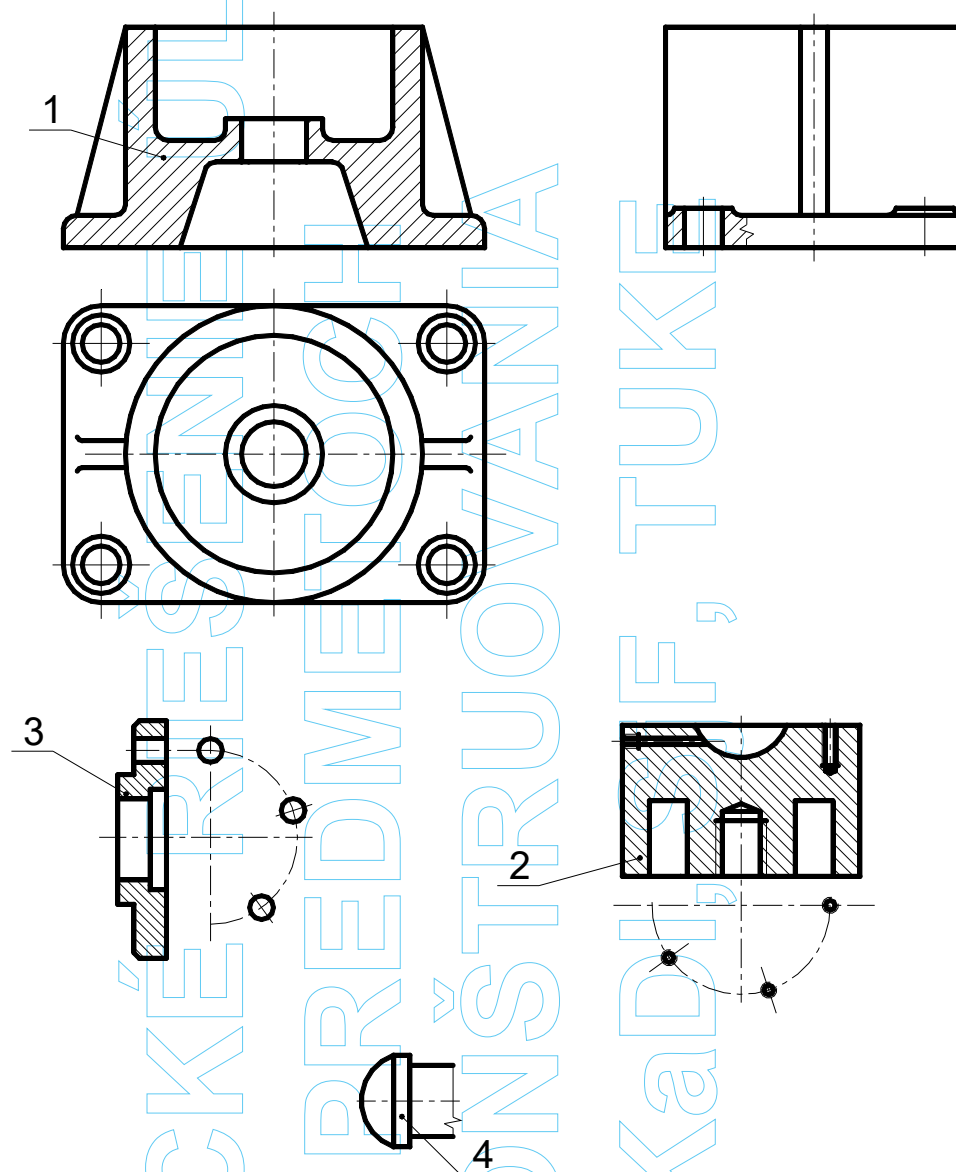
Na obr. 7.3a je jednoduchá zostava zdviháka, kde sa otáčaním ramena 4 pomocou pohybovej skrutky 3 mení výška zdvihu. Matica 5 je poistená pomocou normalizovanej skrutky 11. Teleso 1 je odliatok. Skrutka 3 je zaistená proti vypadnutiu pomocou podložky 10 a matice s ľavým závitom 8. Na obr. 7.3b sú tvary nenormalizovaných súčiastok zo zostavy zdvihák.



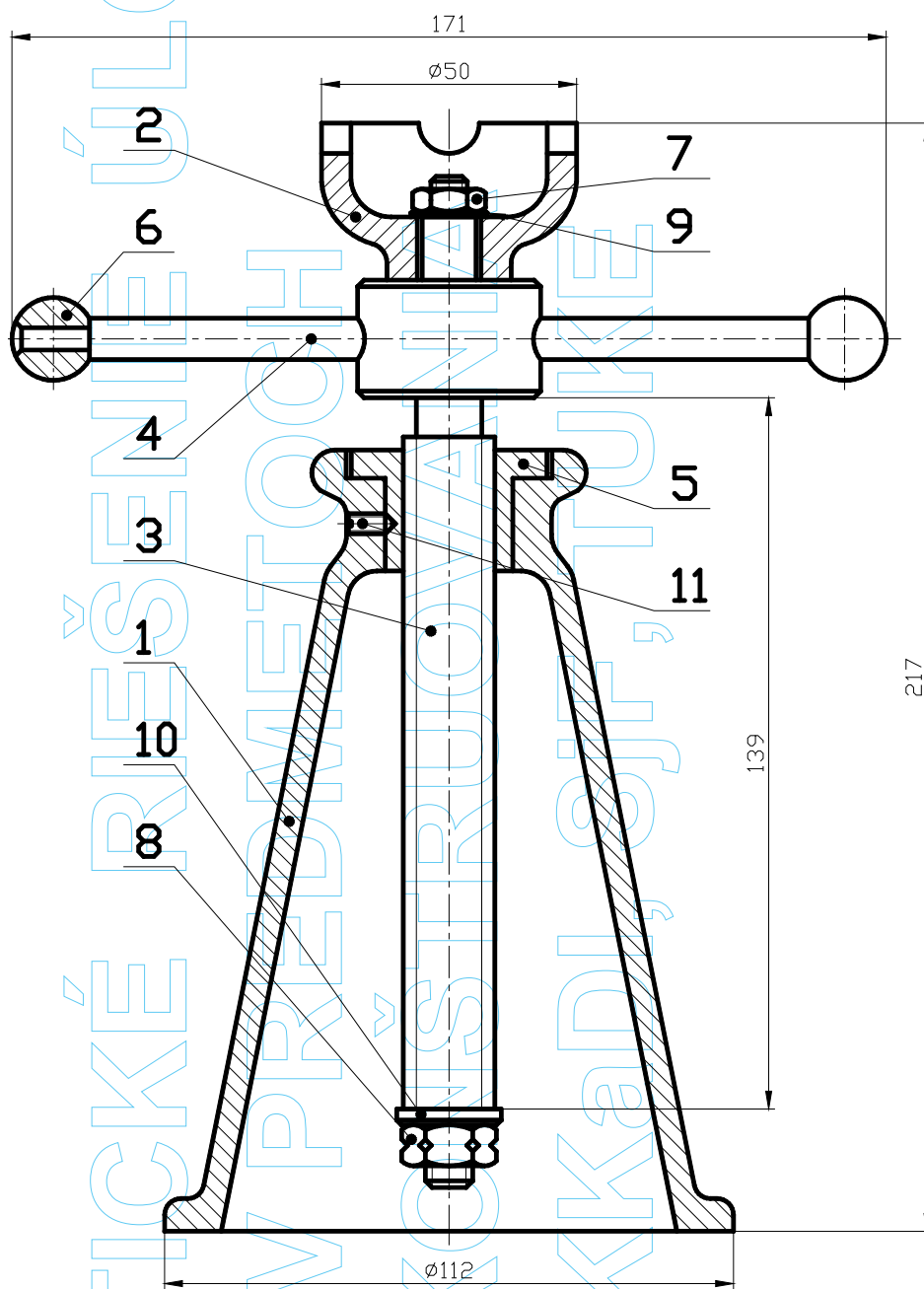
Obr. 7.1 Odpružená kladka a nenormalizované súčiastky zo zostavy



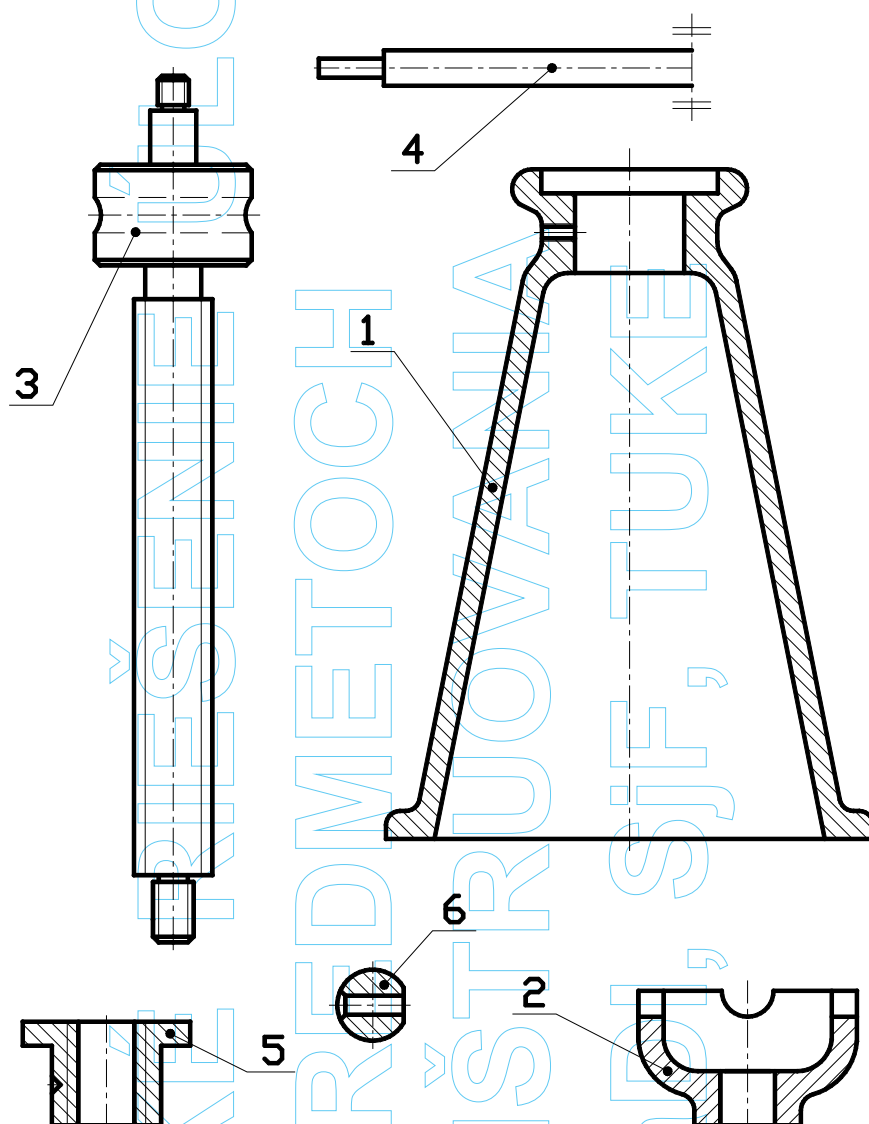
Obr. 7.2a Tlmič



Obr. 7.2b Nenormalizované súčiastky zo zostavy tlmič



Obr. 7.3a Zdvihák



Obr. 7.3b Súčiastky zo zostavy zdvihák

7.3 Zadávacie varianty pre slovné úlohy

Tab. 7.1 Zadávacie alternatívy 03

A1	Navrhните a nakreslite prevod medzi rovnobežnými hriadeľmi pomocou klinových remeňov. Osová vzdialenosť je 450mm a priemer malej remeňnice 125mm.
A2	Navrhните spojenie dvoch súosých hriadeľov pomocou výsuvnej zubovej spojky. Priemer konca hriadeľa je 32mm.

A3	Navrhните a nakreslite konštrukciu posúvných dverí.
A4	Navrhните a nakreslite uzáver zásobníka pre sypký materiál.
A5	Navrhните a nakreslite otočné uloženie dosky montážneho stola s priemerom 250mm.
A6	Navrhните a nakreslite stolový zverák pre uchytenie súčiastky do 150mm.
A7	Navrhните a nakreslite napínacie zariadenie pre napínanie klinových remeňov.
A8	Navrhните a nakreslite mechanický ukazovateľ množstva kvapaliny v nádrži.
A9	Navrhните a nakreslite zariadenie pre napínanie pásu dopravníka.
A10	Navrhните a nakreslite presuvné upevnenie ozubeného kola s rozstupovým priemerom $D=95\text{mm}$.
A11	Navrhните a nakreslite zariadenie pre napínanie oceľového lana.
A12	Navrhните a nakreslite stolový lis na ovocie.
A13	Navrhните a nakreslite malé krokovacie zariadenie.
A14	Navrhните a nakreslite prestaviteľný doraz, s rozsahom 80mm, pre priamočiary pohyb.
A15	Navrhните a nakreslite kužeľové klzné uloženie pre zvislý hriadeľ.
A16	Navrhните a nakreslite rektifikačné zariadenie súosovosti.
A17	Navrhните a nakreslite samočinnú odstredivú spojku.
A18	Navrhните a nakreslite nastaviteľný stojan pre fotoaparát.
A19	Navrhните a nakreslite otočnú upínaciu hlavicu pre štyri nástroje.
A20	Navrhните nožnicový pákový mechanizmus pre rozsah do 1000mm.
A21	Navrhните a nakreslite oceľovú konštrukciu montážneho mostíka pre osobné automobily.
A22	Navrhните a nakreslite závesné uloženie potrubia s priemerom 300mm k stropu s možnosťou axiálnej dilatácie.
A23	Navrhните a nakreslite zariadenie pre poistenie bubna ručného výťahu proti spätnému chodu.
A24	Navrhните a nakreslite zariadenie pre napínanie plochého remeňa pomocou napínacej remenice.
A25	Navrhните a nakreslite valivý výsuvný systém zásuviek.
A26	Navrhните a nakreslite uchytenie a utesnenie sklenej dosky prístroja.
A27	Navrhните a nakreslite zariadenie pre upevnenie ťažnej pružiny s možnosťou meniť predpätie.
A28	Navrhните a nakreslite teleskopické rameno malého robota.
A29	Navrhните a nakreslite zariadenie na sťahovanie ložísk.
A30	Navrhните a nakreslite zariadenie na ručné ohýbanie rúr so svetlosťou 15mm.
A31	Navrhните a nakreslite kladnicu s hákom pre lano.
A32	Navrhните a nakreslite posúvač na uzatváranie potrubia.
A33	Navrhните a nakreslite poistnú hriadeľovú spojku.
A34	Navrhните a nakreslite svorky na zaistenie súčiastok polohy súčiastok pri

	lepení.
A35	Navrhните a nakreslite pružnú čapovú spojku.
A36	Navrhните a nakreslite zariadenie na zmenu smeru otáčania hriadeľa.
A37	Navrhните a nakreslite zvislé valivé uloženie kolieska vozíka.
A38	Navrhните a nakreslite valivé uloženie pre zvislý hriadeľ.
A39	Navrhните a nakreslite zubovú hriadeľovú spojku.
A40	Navrhните a nakreslite rektifikačné zariadenie súosovosti.
A41	Navrhните a nakreslite spojku s plastovými elementmi.
A42	Navrhните a nakreslite zariadenie jednoduchého tlmiaceho zariadenia.
A43	Navrhните a nakreslite univerzálny kľúč na uťahovanie skrutiek a matic pre maximálny šesťhran $s=55\text{mm}$.
A44	Navrhните a nakreslite upevnenie ťažnej pružiny s možnosťou meniť predpätie.
A45	Navrhните a nakreslite malý knihársky lis.
A46	Navrhните a nakreslite zariadenie na prenášanie tyčového materiálu pomocou žeriava s hákom.
A47	Navrhните a nakreslite uloženie potrubia priemeru 800mm na betónovej podlahe.
A48	Navrhните a nakreslite otočnú konzolu s dĺžkou ramena 800mm.
A49	Navrhните a nakreslite skrutkový zdvihák.
A50	Navrhните a nakreslite mechanické presúvne zariadenie na vysúvanie spojky zo záberu.
A51	Navrhните a nakreslite dvojsoj vozík na prenášanie súčiastok.
A52	Navrhните a nakreslite pružné uloženie zvislého potrubia k zvislej stene.
A53	Navrhните a nakreslite zostavu jednoduchého pneumatického tlmiča.
A54	Navrhните a nakreslite zariadenie na zdvíhanie bremena do výšky 500mm.
A55	Navrhните a nakreslite otočné zariadenie (turniket) na zabezpečenie vstupu do budovy.
A56	Navrhните a nakreslite hrebeňový zdvihák.
A57	Navrhните a nakreslite systém presúvania elektromotora, ktorý umožňuje napínanie remeňa.
A58	Navrhните a nakreslite mechanický systém počítania otáčok.
A59	Navrhните a nakreslite systém upevnenia kovovej antény.
A60	Navrhните a nakreslite spätnú klapku.
A61	Navrhните a nakreslite zariadenie na sťahovanie valcových pružín.
A62	Navrhните a nakreslite zariadenie na zmenu rotačného pohybu na posúvny v jednoduchej skrini.
A63	Navrhните a nakreslite jednoduchý kulisový mechanizmus.
A64	Navrhните a nakreslite upínací prípravok s možnosťou pritláčania obrábanej súčiastky.
A65	Navrhните a nakreslite jednoduchý prevod trecími kolesami.

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. ANTALA, J.: Základy strojného inžinierstva, skriptá, zbierka úloh, 116s, STU Bratislava 2005, ISBN 80-227-2267-7.
2. ČILLÍK, L. a i.: Úvod do konštruovania, základné normy na tvorbu technickej dokumentácie. Zobrazovanie a kótovanie. Žilina 1996, ISBN 80-7100-365-4.
3. ČILLÍK, L. a i.: Úvod do konštruovania. Predpisovanie presnosti rozmerov, geometrie a drsnosti súčiastok, Žilina 1995, ISBN 80-7100-300-X.
4. ČOMAJ, I. a i.: Časti a mechanizmy strojov, konštrukčné cvičenia, Alfa Bratislava 1989, ISBN 80-05-00222-X.
5. DRASTÍK, F.: Technické kreslení podle mezinárodních norem I. Pravidla tvorby výkresů ve strojírenství MONTANEX 1994, ISBN 80-85780-10-0.
6. DRASTÍK, F. a i.: Strojnícke tabuľky pro konstrukci a dílnu, MONTANEX 1995, ISBN 80-85780-22-4.
7. FIALA, J. a i.: Strojnícke tabuľky 1, 2, 3 SNTL Praha 1988.
8. GIESECKE, F. a i.: Technical Drawing, New York, 1986, ISBN 0-02-342600-4.
9. 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.
10. HOMIŠIN, J. a i.: Základy strojného inžinierstva, Viena Košice 2001, ISBN 80-7165-359-4.
11. HOMIŠIN, J. a i.: Základy strojného inžinierstva, Viena Košice 2003, Druhé vydanie, ISBN 80-7165-359-4.
12. HOMIŠIN, J. a i.: Základy konštruovania v strojárstve, C – Press, Košice 2009, ISBN 978-80-970264-2-4.
13. KRÍŽ, R.: Strojnícke tabuľky II. Pohony (Hřídele, ozubené převody, řetězové a řemenové převody), MONTANEX 1997.
14. LEINVEBER, J. a i.: Technické kreslení, SNTL Praha, 1989, 230 s., ISBN 80-03-00099-8.
15. MEDVECKÝ, Š. a i.: Základy konštruovania, EDIS Žilina 1999, ISBN 80-7100-547-9.
16. MORAVEC, V.: Čelní ozubené kola, teorie, výpočet, konstrukce, výroba. MONTANEX 2001.
17. PAVLENKO, S., HALKO, J.: Časti strojov I. Učebné texty pre externé štúdium. Prešov FVT, 2006, 95s., ISBN 80-8073-567-0.
18. PAVLENKO, S.: Časti strojov I. FVT Prešov 2004, 133s, ISBN 80-8073-100-4.
19. TOMAGOVÁ, M., a i.: Technické kreslenie I. – pre absolventov gymnázií a netechnických stredných škôl, elfa Košice 1995, ISBN 80-88786-19-3.
20. TOMAGOVÁ, M., a i.: Základy strojnictva, učebné texty a praktiká, TU Košice 2004, 98s, ISBN 80-89066-78-X.
21. VASILKOVÁ, D., SEDLÁKOVÁ, J.: Inžinierska dokumentácia I. Učebné texty a varianty zadávania úloh na cvičenia, FVT Prešov 2000, ISBN 80-7099-532-7.
22. VASILKOVÁ, D., ŠMERINGAIOVÁ, A.: Technické kreslenie. Učebné varianty a varianty zadávania úloh, Prešov 2002, ISBN 80-7099-839-3.

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

Recenzenti: prof. Ing. Marián DZIMKO, CSc.
doc. Ing. Jozef HALKO, PhD.

Názov: Praktické riešenie úloh v predmetoch konštruovania

Vydanie: prvé

Vydavateľ: TU v Košiciach, Strojnícka fakulta

Rok: 2013

Rozsah: 115 strán, 78 obrázkov, 92 tabuliek

Edícia: Edícia študijnej literatúry

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

Náklad: 350 ks

ISBN 978-80-553-1571-3