

## Nové možnosti rozvoje vzdělávání na Technické univerzitě v Liberci

Specifický cíl A3: Tvorba nových profesně zaměřených studijních programů

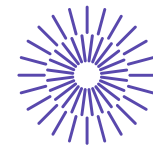
NPO\_TUL\_MSMT-16598/2022



# Předmět: Technická dokumentace

## Přednáška č. 9: Mechanické převody

Ing. Radka Jírová, Ph.D.

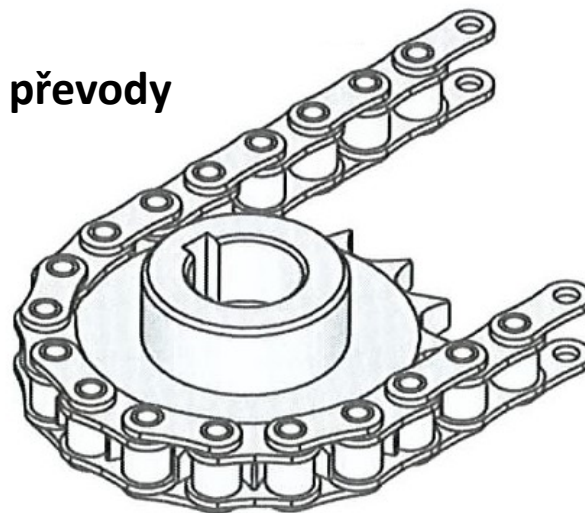


# Mechanické převody

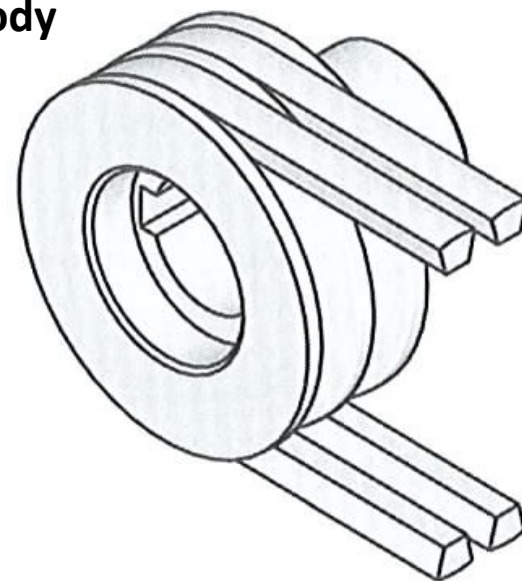
**Ozubené převody**



**Řetězové převody**



**Řemenové převody**



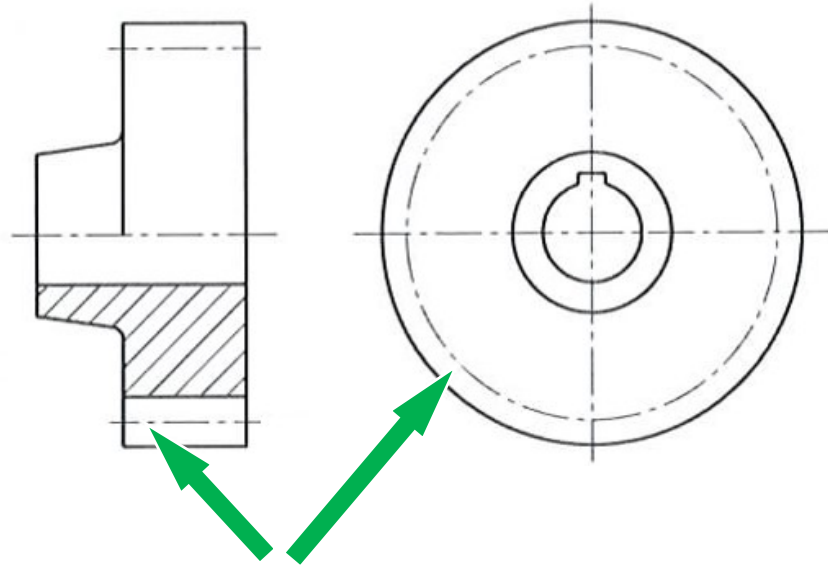


# Ozubené převody

## Čelní ozubená kola



### Zjednodušené zobrazení



### Základní rozměry

- $m$  – modul (normalizovaný)
- $z$  – počet zubů
- $b$  – šířka ozubení
- $\beta$  – úhel sklonu zubu
- $i$  – převodový poměr

### Ozubení se zobrazí pomocí:

- roztečné plochy (čerchovaná tenká čára)
- hlavové plochy (souvislá tlustá čára)
- patní plochy v řezu (souvislá tlustá čára)

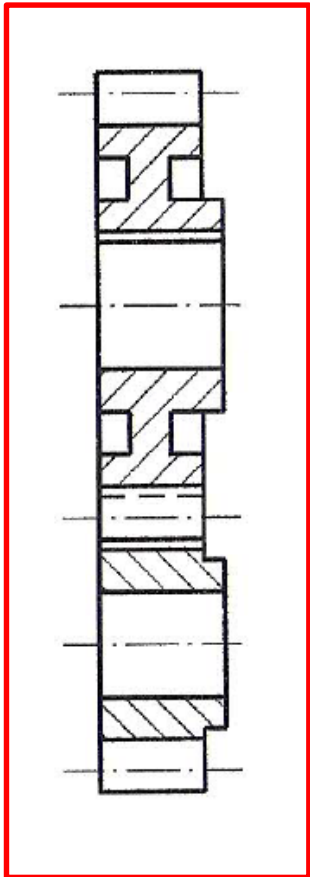


# Ozubené převody

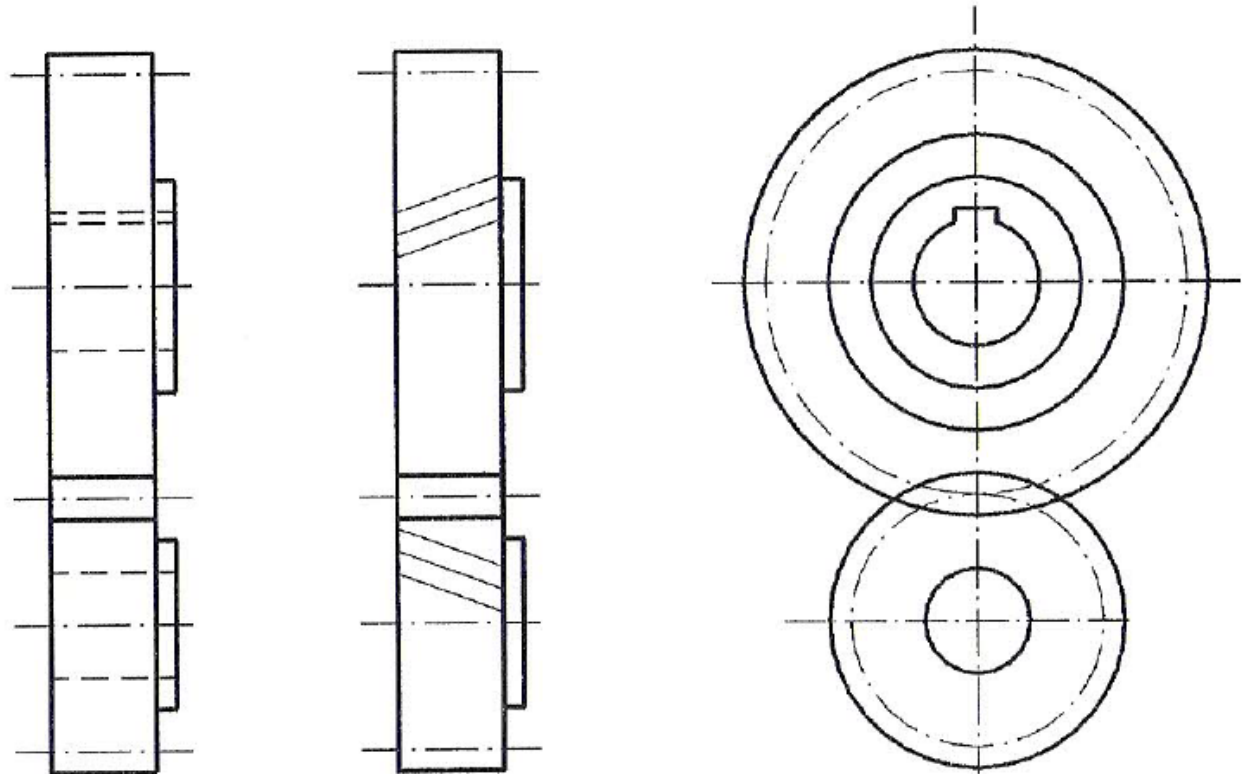
## Čelní ozubená kola

Zobrazení spoluzabírajících kol ve výkresu sestavení

Řez



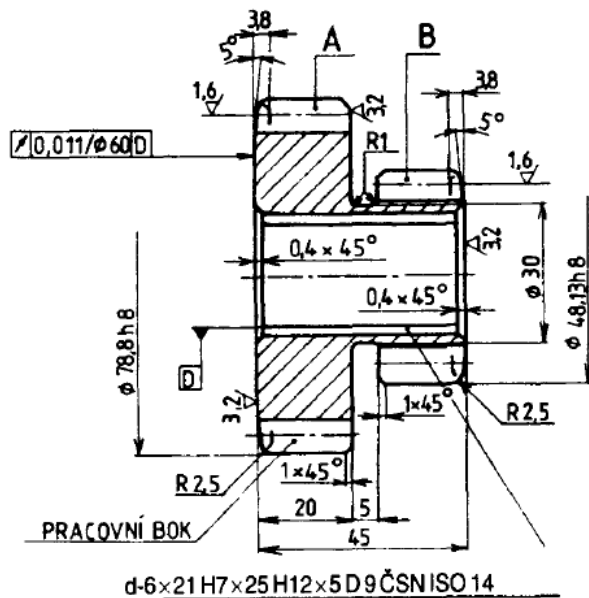
Pohled



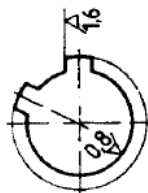


# Ozubené převody

## Čelní ozubená kola



KONTROLA PROFILU  
MĚŘIDLEM



### Tabulka údajů pro výrobu ozubeného kola

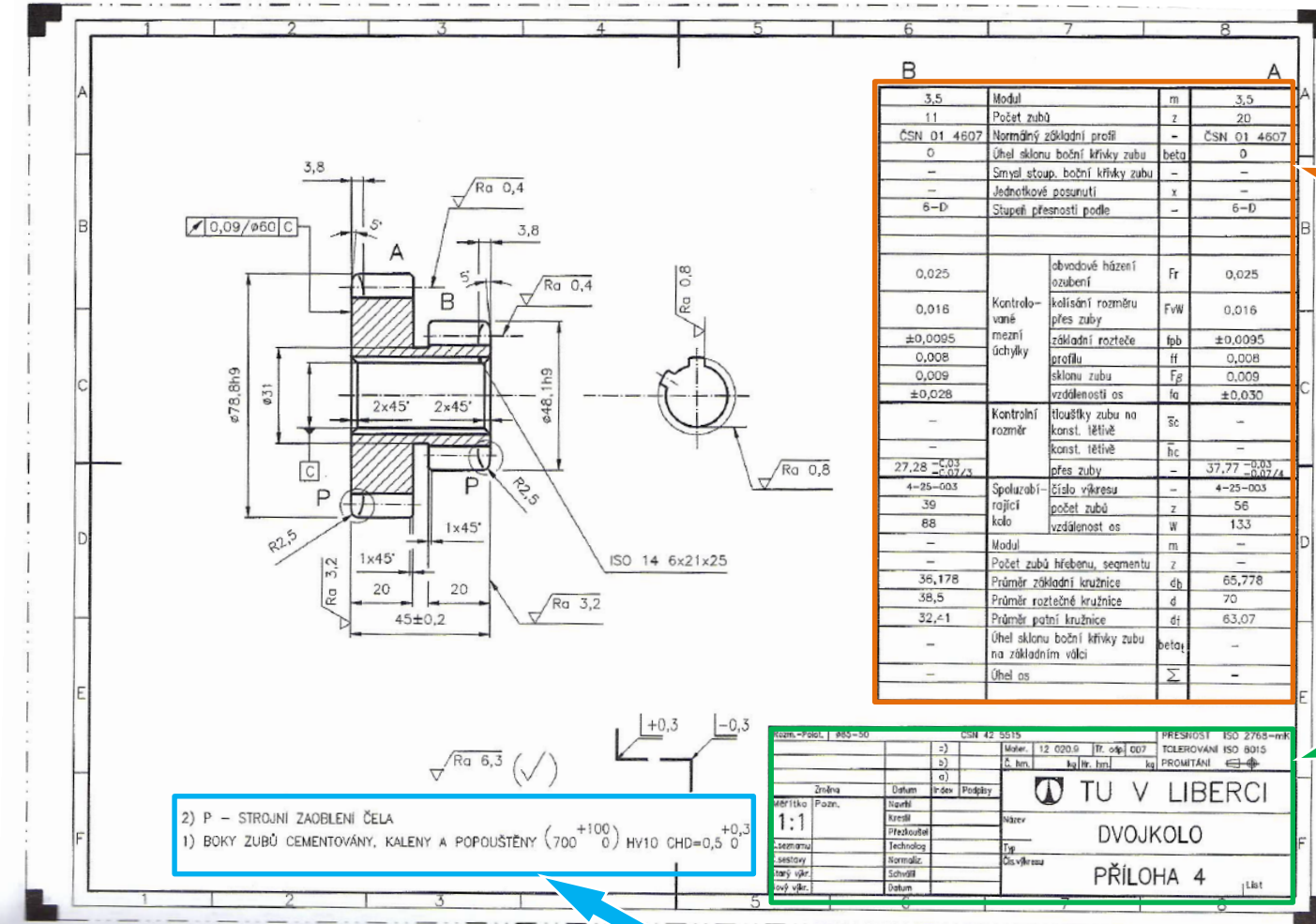
- Základní rozměry
- Kontrolní rozměry
- Údaje o spoluzabírajícím kole

B		A	
3,5	Modul	m	3,5
11	Počet zubů	z	20
ČSN 01 4607	Normální základní profil	—	ČSN 01 4607
0	Úhel sklonu boční křivky zubu	$\beta$	0
—	Smysl stoupání boční křivky zubu	—	—
0,380	Jednotkové posunutí	z	0,260
6-ČSN 01 4682	Stupeň přesnosti podle	6-D	ČSN 01 4682
0,036	Kontrolované mezí úchytky	dvoubokého odvalu za otáčku	$F_r$ 0,036
0,014		dvoubokého odvalu za rozteč	$f_r$ 0,014
0,009		sklonu zubu	$F_{\beta}$ 0,009
$\pm 0,028$		vzdálenosti os	$f_a$ $\pm 0,030$
0,014	Kontrolní rozměr	mezí úchytky jmenovité vzdálenosti os	horní $E_s$ 0,014
-0,060		dolní $E_i$	-0,060
		přes	—
01 - 16 - 02	Spoluzabírající kolo	číslo výkresu	01 - 16 - 02
39		páčet zubů	z 56
88		vzdálenosti os	$a_w$ 133
—	Modul	$m_s$	—
—	Počet zubů hřebenu, segmentu	z	—
36,178	Průměr základní kružnice	$d_b$	65,778
38,5	Průměr roztečné kružnice	d	70
32,41	Průměr patní kružnice	$d_f$	63,07
—	Úhel sklonu boční křivky zubu na základním válci	$\beta_b$	—
—	Úhel os	$\Sigma$	—



# Ozubené převody

## Čelní ozubená kola



Tabulka údajů

Popisové pole  
 - polotovar  
 - materiál  
 - ...

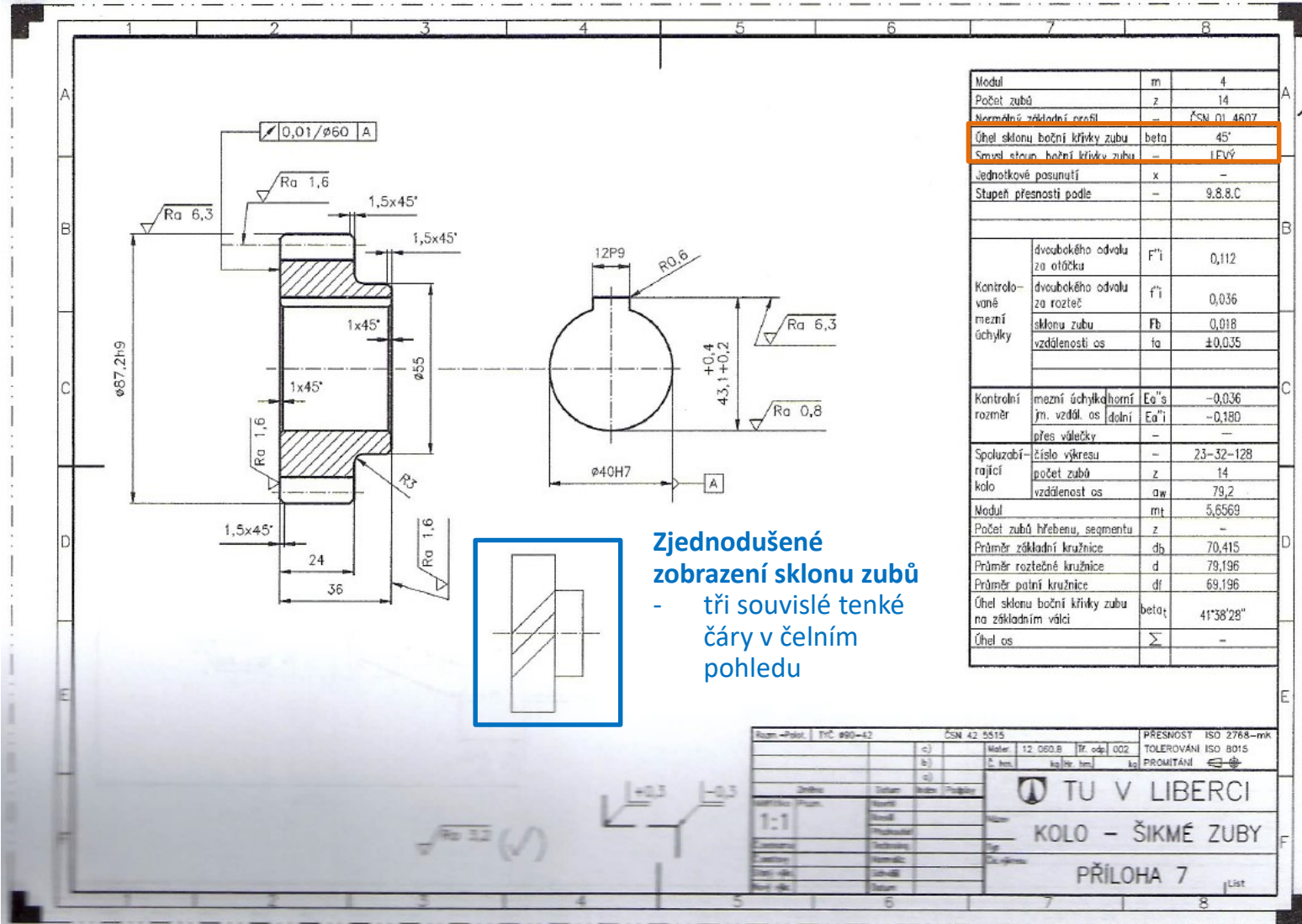
Poznámka  
 - technologie výroby



# Ozubené převody

## Čelní ozubená kola

Šikmé ozubení



ČSN 42 5515  
PŘESNOST ISO 2768-mk  
TOLEROVÁNÍ ISO 8015  
PROMĚTÁNÍ

**TU V LIBERCI**  
KOLO - ŠIKMÉ ZUBY  
PŘÍLOHA 7

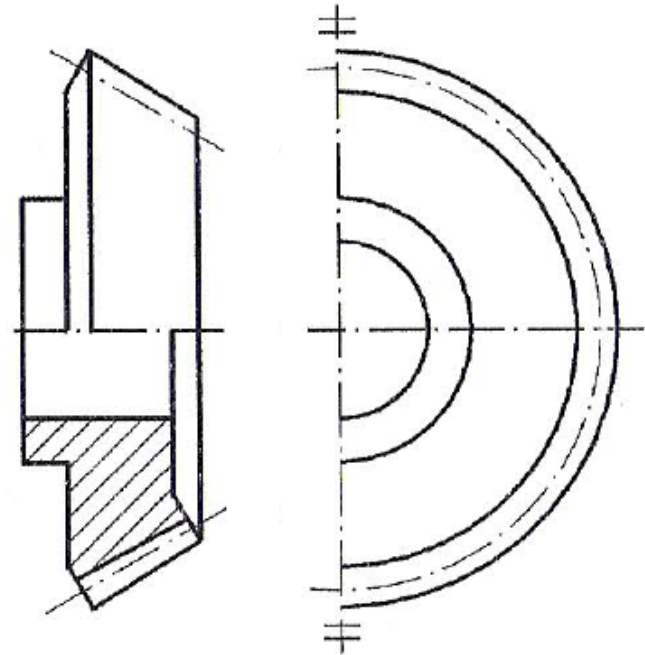


# Ozubené převody

## Kuželová ozubená kola



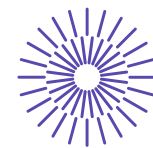
## Zjednodušené zobrazení



### Základní rozměry

- $m$  – modul (normalizovaný)
- $z$  – počet zubů
- $b$  – šířka ozubení
- $\beta$  – úhel sklonu zubu
- $\delta$  – úhel roztečného kužele
- $\Sigma$  – úhel os (obvykle 90st.)
- $i$  – převodový poměr



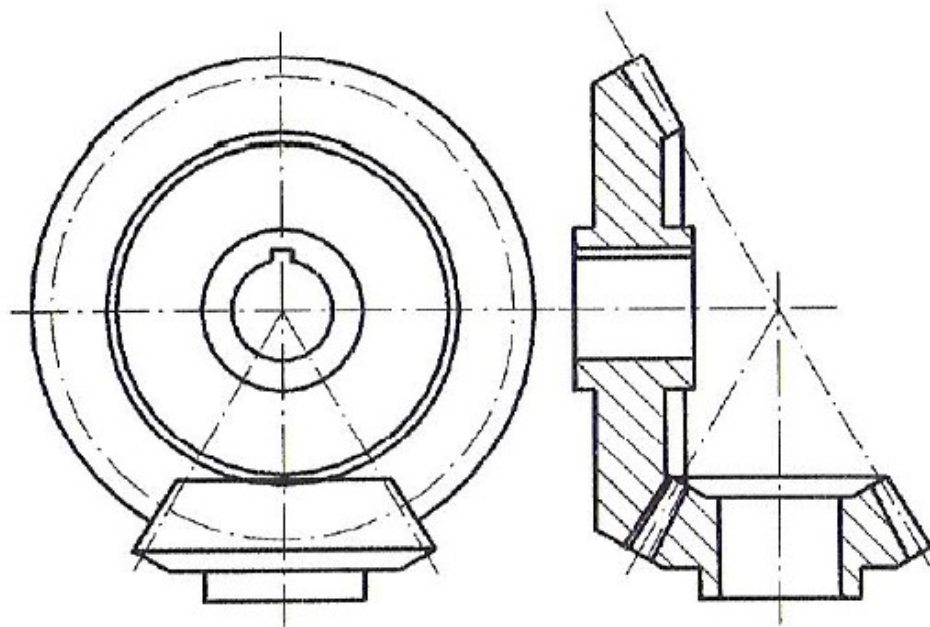


# Ozubené převody

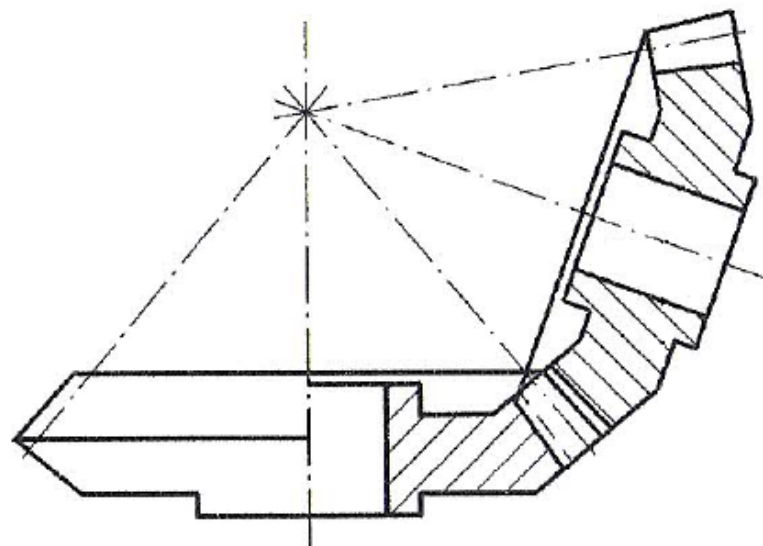
## Kuželová ozubená kola

Zobrazení spoluzabírajících kol ve výkresu sestavení

Úhel os 90st.



Úhel os  $\neq 90$ st.

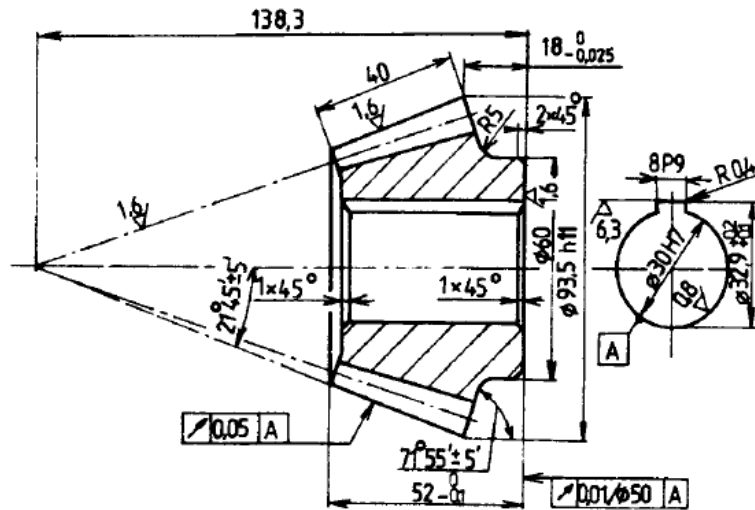




# Ozubené převody

## Čelní ozubená kola

### Tabulka údajů pro výrobu ozubeného kola

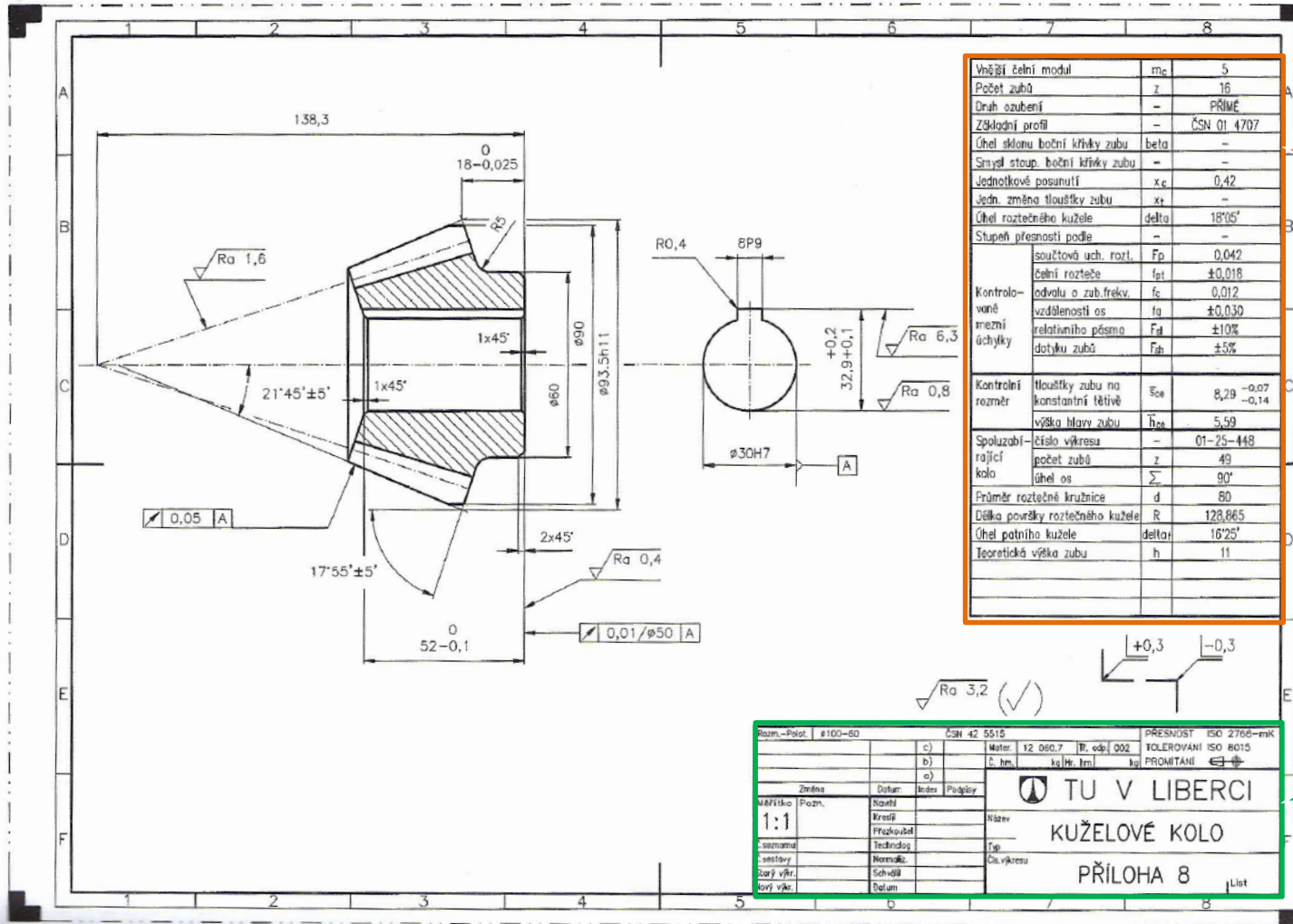


Vnější čelní modul	$m_c$	5	
Počet zubů	$z$	16	
Druh ozubení	—	PŘÍMÉ	
Základní profil	—	ČSN ISO 677	
Smysl stoupání boční křivky zubu	—	—	
Jednotkové posunutí	$x_c$	0,42	
Jednotková změna tloušťky zubu	$x_t$	—	
Úhel roztečného kužele	$\delta$	18°05'	
Stupeň přesnosti podle	7-C	ČSN 01 4682	
Kontrolované mezní úchytky	součtová úchytky roztečí	$F_p$	0,042
	čelní rozteče	$f_p$	±0,018
	odvalu o zubové frekvenci	$f_c$	0,009
	vzdálenosti os	$f_a$	±0,025
	relativního pásma dotyku zubů	$F_{ci}$	±10 %
		$F_{cih}$	±10 %
Kontrolní rozměr	tloušťky zubů na konst. téživě	$s_{ce}$	8,29 <sup>-0,07</sup> -0,14
	výšky hlavy zubů	$h_{ce}$	5,59
Spoluzabírající kolo	číslo výkresu	—	01-16-05
	počet zubů	$z$	49
	úhel os	$\Sigma$	90°
Průměr roztečné kružnice	$d$	80	
Délka povrchy roztečného kužele	$R$	128,865	
Úhel patního kužele	$\delta_i$	16°25'	
Teoretická výška zubu	$h$	11	



# Ozubené převody

## Kuželová ozubená kola



Tabulka údajů

Popisové pole

- polotovar
- materiál
- ...

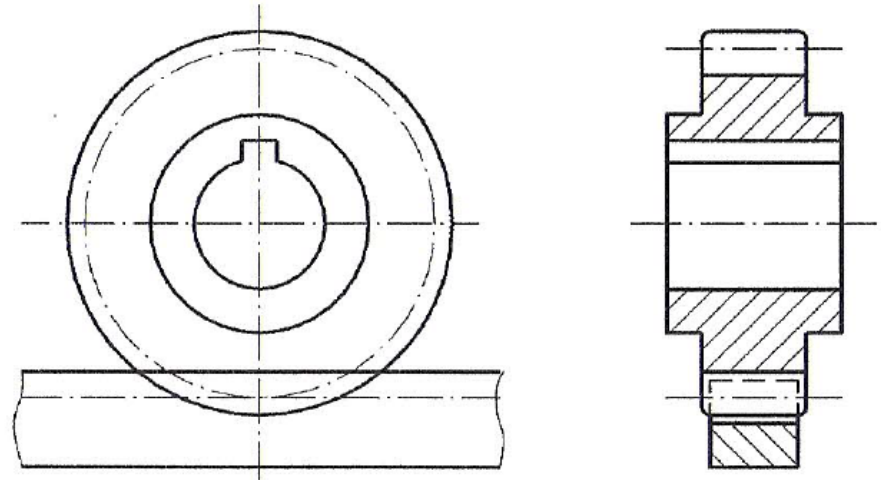


# Ozubené převody

## Ozubené hřebeny



Zobrazení záběru ozubeného hřebenu a kola ve výkresu sestavení



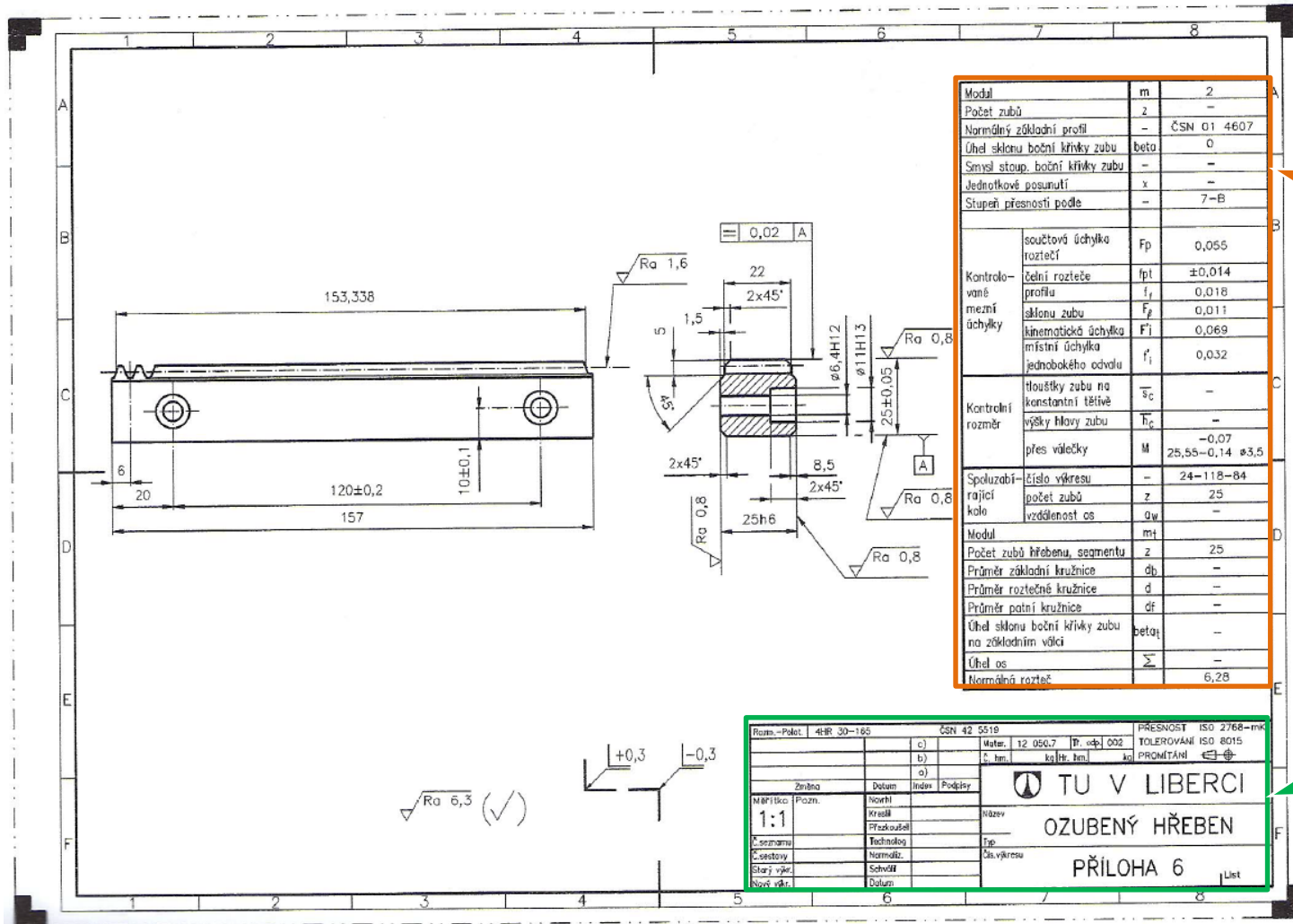
### Základní rozměry

- $m$  – modul (normalizovaný)
- $z$  – počet zubů
- $b$  – šířka ozubení



# Ozubené převody

## Ozubené hřebeny



Modul	m	2	
Počet zubů	z	25	
Normální základní profil	—	ČSN 01 4607	
Úhel sklonu boční křivky zubu	beta	0	
Smysl stoup. boční křivky zubu	—	—	
Jednotkové posunutí	x	—	
Stupeň přesnosti podle	—	7-B	
Kontrolované mezní úchytky	součtová úchytko roztečí	Fp	0,055
	čelní rozteče	fpt	±0,014
	profilu	f <sub>r</sub>	0,018
	sklonu zubu	F <sub>β</sub>	0,011
	kinematická úchytko místní úchytko jednobokého odvalu	F' <sub>i</sub>	0,069
Kontrolní rozměr	tloušťky zubu na konstantní těživě	T <sub>sc</sub>	—
	výšky hlavy zubu	T <sub>hc</sub>	—
	přes válečky	M	-0,07 25,55-0,14 ø3,5
Spoluzabírající kolo	číslo výkresu	—	24-118-84
	počet zubů vzdálenost os	z a <sub>w</sub>	25 —
Modul	m	2	
Počet zubů hřebenu, segmentu	z	25	
Průměr základní kružnice	d <sub>b</sub>	—	
Průměr roztečné kružnice	d	—	
Průměr patní kružnice	d <sub>f</sub>	—	
Úhel sklonu boční křivky zubu na základním válci	beta <sub>0</sub>	—	
Úhel os	Σ	—	
Normální rozteč	—	6,28	

Tabulka údajů

Rozm.-Polož. 4HR 30-166		ČSN 42 5519		PŘESNOST ISO 2768-mK	
		Mater. 12 050,7		TOLEROVÁNÍ ISO 8015	
		c) km		PROMÍTÁNÍ	
		a) km			
Značka	Datum	Index	Podpis	TU V LIBERCI	
Mřížka	Prozr.	Návrh	Kreslil	OZUBENÝ HŘEBEN	
Č. seznamu		Přezkoušel	Název	PŘÍLOHA 6	
Č. sestavy		Technolog	Typ	List	
Starší výk.		Normaliz.	Čís. výkresu		
Nový výk.		Schválil	Datum		

Popisové pole

- polotovar
- materiál
- ...



# Ozubené převody

## Materiály ozubených kol a hřebenů

- **Tvárné litiny** – ČSN 42 2306, ČSN 42 2307, ČSN 42 2308
- **Ocel na odlitky** – ČSN 42 2650, ČSN 42 2660, ČSN 42 2719, ČSN 42 2750, ČSN 42 2767
- **Konstrukční ocel** – ČSN 11 500, ČSN 11 523, ČSN 11 600, ČSN 11 700, ČSN 12 050, ČSN 12 051, ČSN 12 061, ČSN 13 242, ČSN 14 140, ČSN 14 220, ČSN 14 223, ČSN 15 230, ČSN 15 330, ČSN 15 241, ČSN 16 220, ČSN 16 240, ČSN 16 343, ČSN 16 436, ČSN 16 440, ČSN 16 526

## Tepelné a chemicko-tepelné zpracování

- **Tvárné litiny** – zušlechtěná
- **Ocel na odlitky** – normalizačně žíhaná, zušlechtěná, povrchově kalená po boku
- **Konstrukční ocel** – tepelně nezpracovaná, normalizačně žíhaná, zušlechtěná, povrchově kalená po boku, povrchově kalená mezerově, nitridovaná, nitrocementovaná kalená, cementovaná kalená, karbonitridovaná

### Poznámka na výrobním výkresu

2) P – STROJNÍ ZAOBLENÍ ČELA

1) BOKY ZUBŮ CEMENTOVÁNY, KALENY A POPOUŠTĚNY  $\left(700 \begin{smallmatrix} +100 \\ 0 \end{smallmatrix}\right)$  HV10 CHD=0,5  $\begin{smallmatrix} +0,3 \\ 0 \end{smallmatrix}$

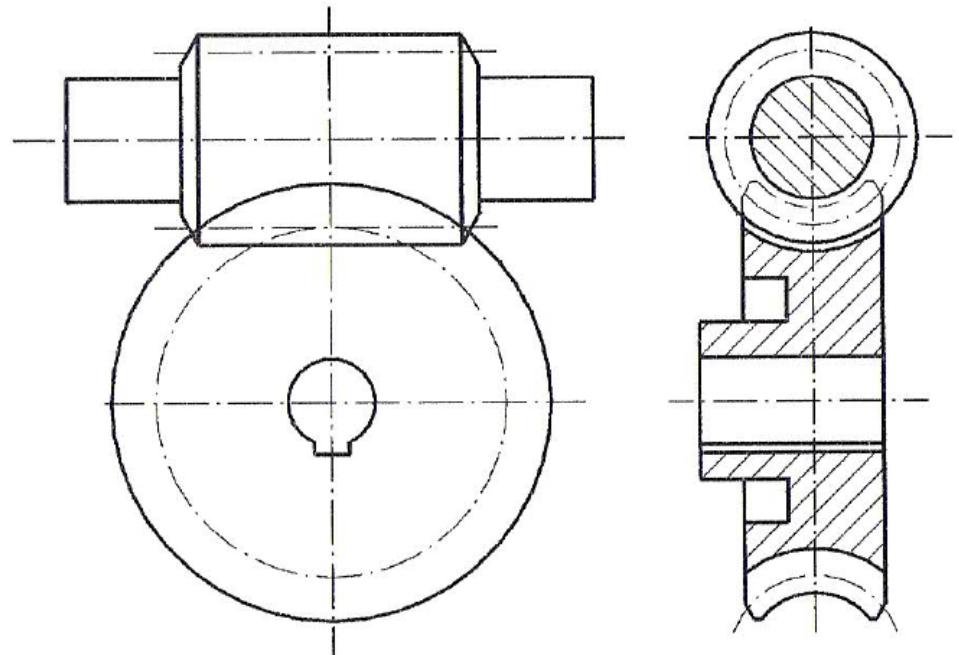


# Ozubené převody

## Šnekové převody



Zobrazení spoluzabírajícího šneku a šnekového kola ve výkresu sestavení



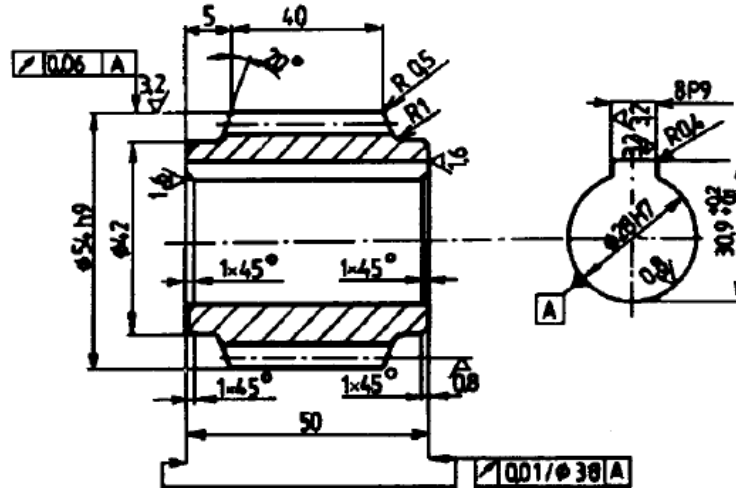
### Základní rozměry

- $m$  – modul (normalizovaný)
- $z$  – počet zubů
- $q$  – součinitel průměru šneku
- $i$  – převodový poměr



# Ozubené převody

## Šnek



### Tabulka údajů pro výrobu šneku

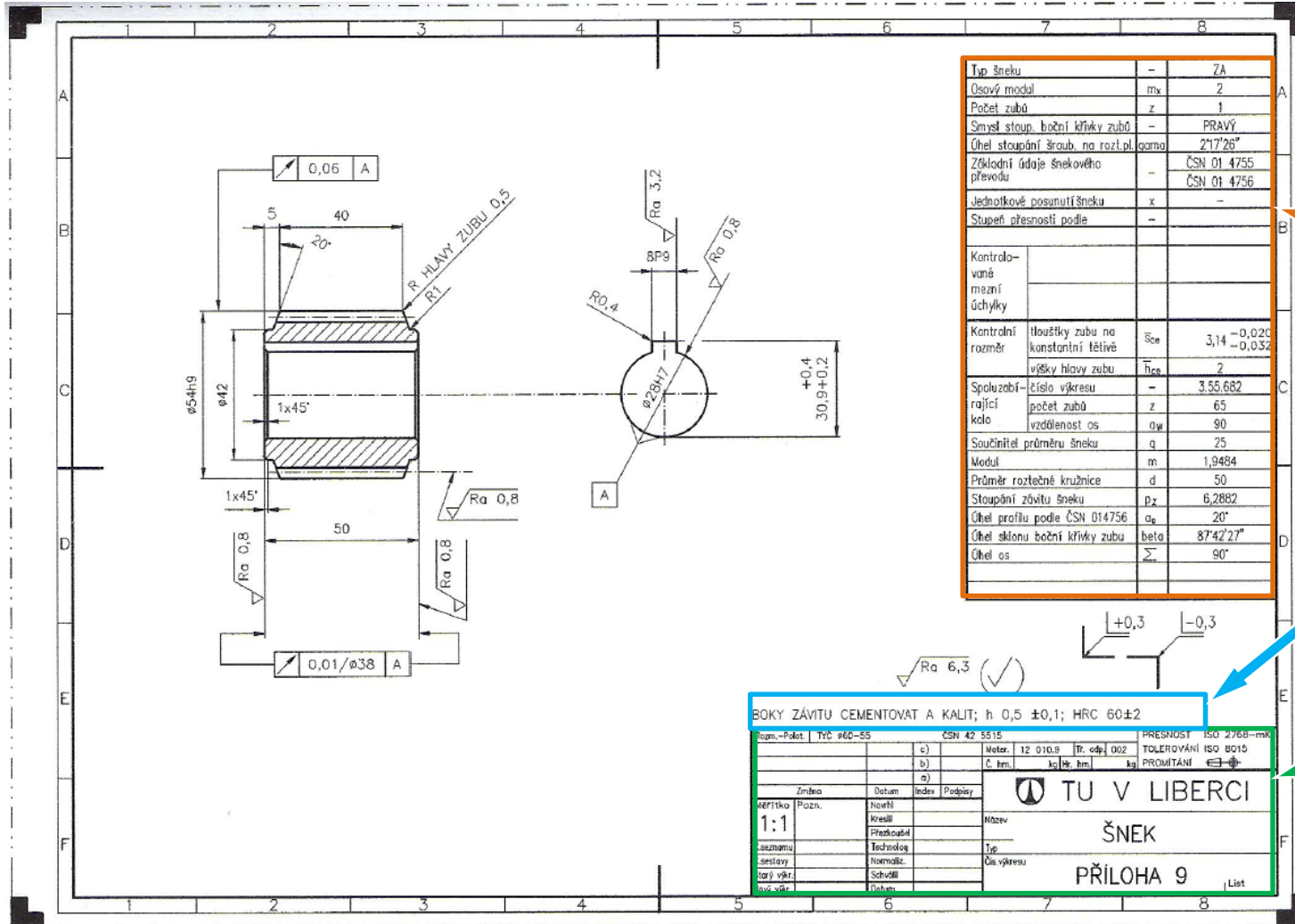
Typ šneku	–	ZA	
Osový modul	$m_x$	2	
Počet zubů	$z$	1	
Smysl stoupání boční křivky zubů	–	PRAVÝ	
Úhel stoupání šroubovice na roztečné ploše	$\gamma$	2°17'33"	
Základní údaje šnekového převodu	–	ČSN 01 4755 ČSN 01 4756	
Jednotkové posunutí šneku*)	$x$	–	
Stupeň přesnosti podle	7-C	ČSN 01 4682	
Kontrolované mezní úchytky			
Kontrolní rozměr	tloušťky zubů na konst. těživě	$s_c$	3,14 – 0,020 – 0,032
	výšky hlavy zubů	$h_c$	2
Spoluzabírající kolo	číslo výkresu	–	01-16-06
	počet zubů	$z$	65
	vzdálenost os	$a_w$	90
Součinitel průměru šneku	$q$	25	
Modul	$m$	1,9984	
Průměr roztečné kružnice	$d$	50	
Stoupání závitů šneku	$p_z$	6,2882	
Úhel profilu podle ČSN 01 4756	$\alpha_0$	20°	
Úhel sklonu boční křivky zubů	$\beta$	87°42'27"	
Úhel os	$\Sigma$	90°	





# Ozubené převody

## Šnek



Tabulka údajů

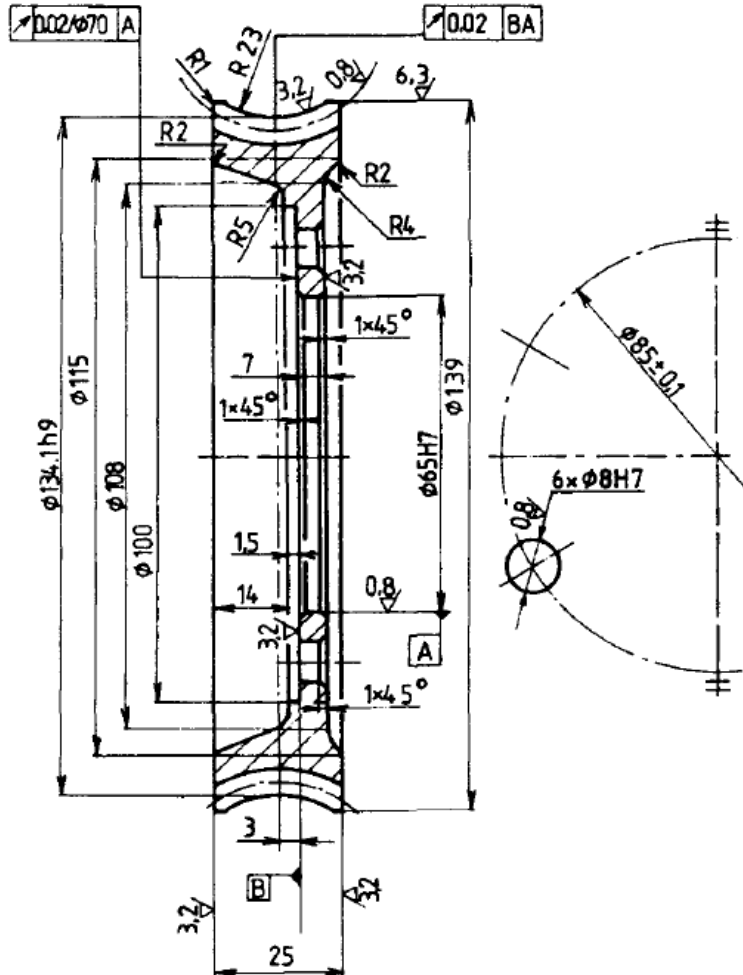
Poznámka  
- technologie výroby

Popisové pole  
- polotovar  
- materiál  
- ...



# Ozubené převody

## Šnekové kolo



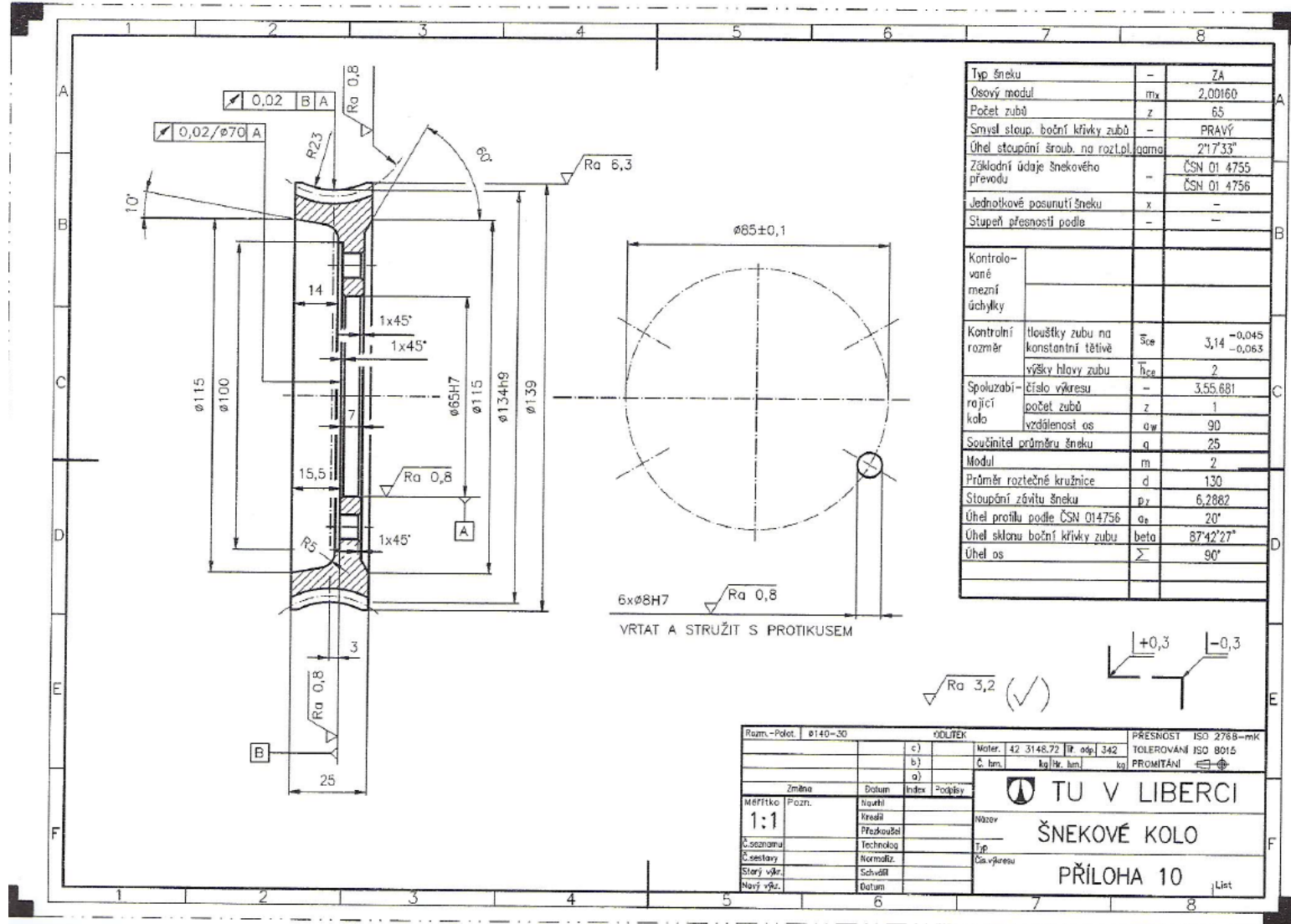
## Tabulka údajů pro výrobu šnekového kola

Typ šneku	–	ZA	
Osový modul	$m_n$	2	
Počet zubů	$z$	65	
Smysl stoupání boční křivky zubu	–	PRAVÝ	
Úhel stoupání šroubovice na roztečné ploše	$\gamma$	$2^\circ 17' 33''$	
Základní údaje šnekového převodu	–	ČSN 01 4755 ČSN 01 4756	
Jednotkové posunutí šneku	$x$	–	
Stupeň přesnosti podle	7-C	ČSN 01 4682	
Kontrolované mezní úchytky			
Kontrolní rozměr	tloušťky zubu na konst. tětivě	$s_c$	$3,14 \begin{matrix} -0,045 \\ -0,063 \end{matrix}$
	výšky hlavy zubu	$h_c$	2
Spoluzabírající kolo	číslo výkresu	–	01-16-07
	počet zubů	$z$	1
	vzdálenost os	$a_w$	90
Součinitel průměru šneku	$q$	25	
Modul	$m$	1,9984	
Průměr roztečné kružnice	$d$	130	
Stoupání závitu šneku	$p_z$	6,2682	
Úhel profilu podle ČSN 01 4756	$\alpha_0$	$20^\circ$	
Úhel sklonu boční křivky zubu	$\beta$	$87^\circ 42' 27''$	
Úhel os	$\Sigma$	$90^\circ$	



# Ozubené převody

## Šnekové kolo



Typ šneku	-	ZA	
Osový modul	$m_x$	2,00160	
Počet zubů	$z$	65	
Smysl stoup. boční křivky zubů	-	PRAVÝ	
Úhel stoupání šroub. na rozpl. l. čar		$2'17'33''$	
Základní údaje šnekového převodu	-	ČSN 01 4755 ČSN 01 4756	
Jednotkové posunutí šneku	$x$	-	
Stupeň přesnosti podle	-	-	
Kontrolované mezní úchytky			
Kontrolní rozměr	hloubky zubu na konstantní tětivě	$\overline{s}_{ce}$	3,14 $-0,045$ $-0,063$
	výšky hlavy zubu	$\overline{h}_{ce}$	2
Spoluzabírající kolo	číslo výkresu	-	3,55.681
	počet zubů	$z$	1
	vzdálenost os	$a_w$	90
Součinitel průměru šneku	$q$		25
Modul	$m$		2
Průměr roztečné kružnice	$d$		130
Stoupání zřívku šneku	$p_z$		6,2882
Úhel profilu podle ČSN 014756	$\alpha_s$		$20^\circ$
Úhel sklonu boční křivky zubu	$\beta$		$87'42'27''$
Úhel os	$\Sigma$		$90^\circ$

6x $\varnothing 8H7$   $\sqrt{Ra 0,8}$   
VRTAT A STRUŽIT S PROTÍKUSEM

$\sqrt{Ra 3,2}$  (✓)  
+0,3  
-0,3

Rozm.-Počet. 1410-30		ODLÍTEK		PŘESNOST ISO 2768-mK	
	c)	Mater.	42 3148.72	IP. odp.	342
	b)	Č. hm.		kg	
	a)				
Změna		Datum	Index	Podpis	
Měřtko	1:1	Naučil			
		Kredil			
		Přezkoušel			
Č. seznamu		Technolog			
Č. sestavy		Normaliz.			
Stary vkr.		Schválil			
Nový vkr.		Datum			
			TU V LIBERCI		
			ŠNEKOVÉ KOLO		
			PŘÍLOHA 10		
			List		




# Ozubené převody

## Materiály šneků

- **Konstrukční ocel** – ČSN 12 020, ČSN 12 050, ČSN 14 140, ČSN 14 220, ČSN 14 331, ČSN 16 240
- **Tepelné a chemicko-tepelné zpracování** – zušlechťená a povrchově kalená, cementovaná kalená

## Materiály šnekových kol

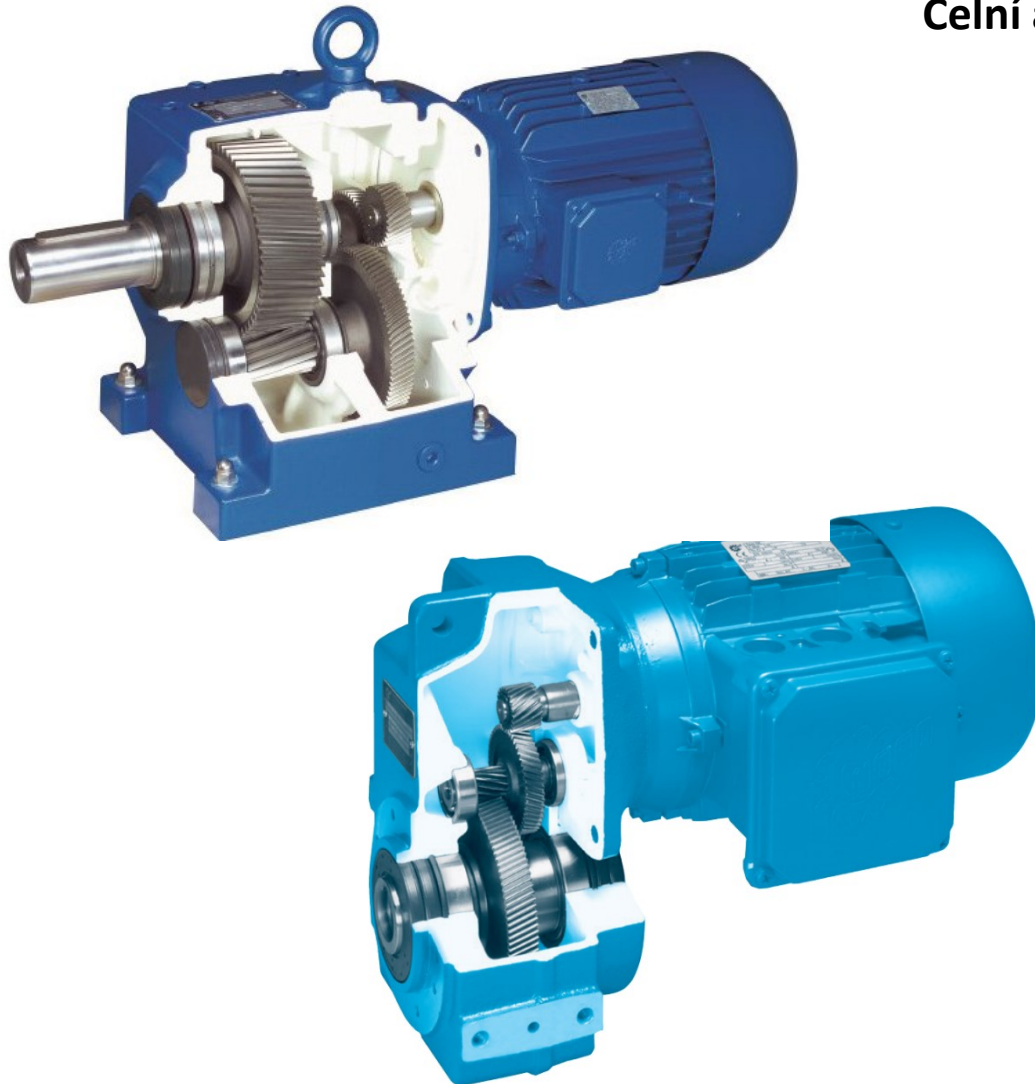
- 
- **Cínový bronz** – ČSN 42 3120, ČSN 42 3123, ČSN 42 3135, ČSN 42 3137
  - **Hliníkový bronz** – ČSN 42 3145, ČSN 42 3147
  - **Mosaz** – ČSN 42 3311, ČSN 42 3313
  - **Šedá litina** – ČSN 42 2415, ČSN 42 2420, ČSN 42 2425, ČSN 42 2430

## Poznámka na výrobním výkresu

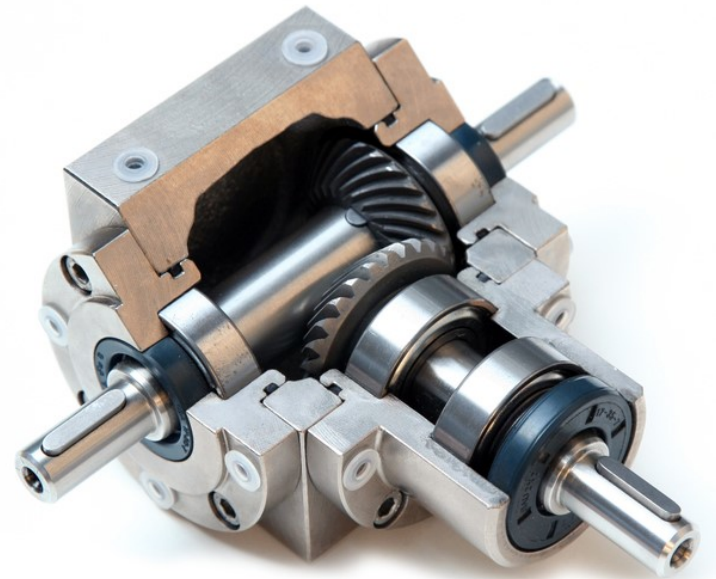
BOKY ZÁVITU CEMENTOVAT A KALIT; h 0,5 ±0,1; HRC 60±2



# Převodovky



## Čelní a kuželové převodovky



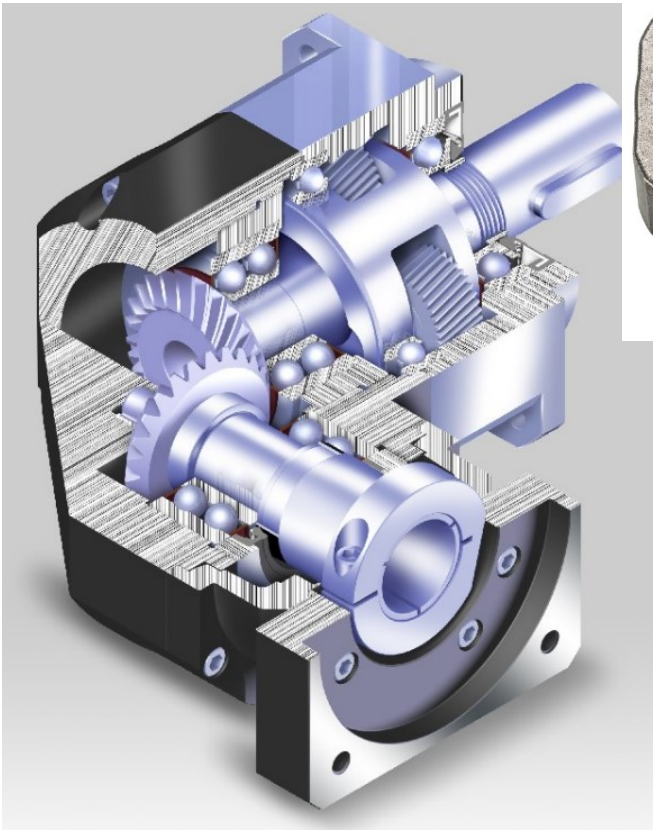
- + Široká škála převodových poměrů  
Vysoká účinnost (až 97%)
- Automobilové převodovky



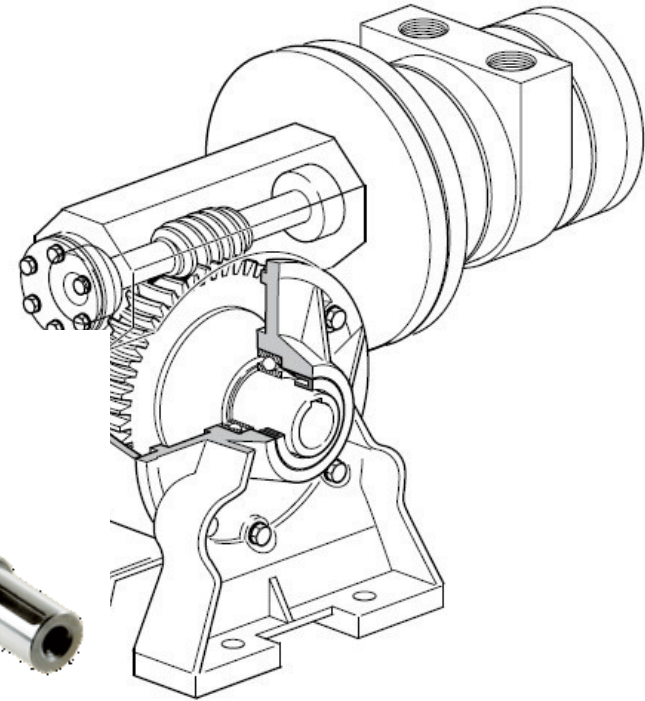
# Převodovky

## Planetové převodovky

- Čelní soukolí planetového mechanismu



## Šnekové převodovky

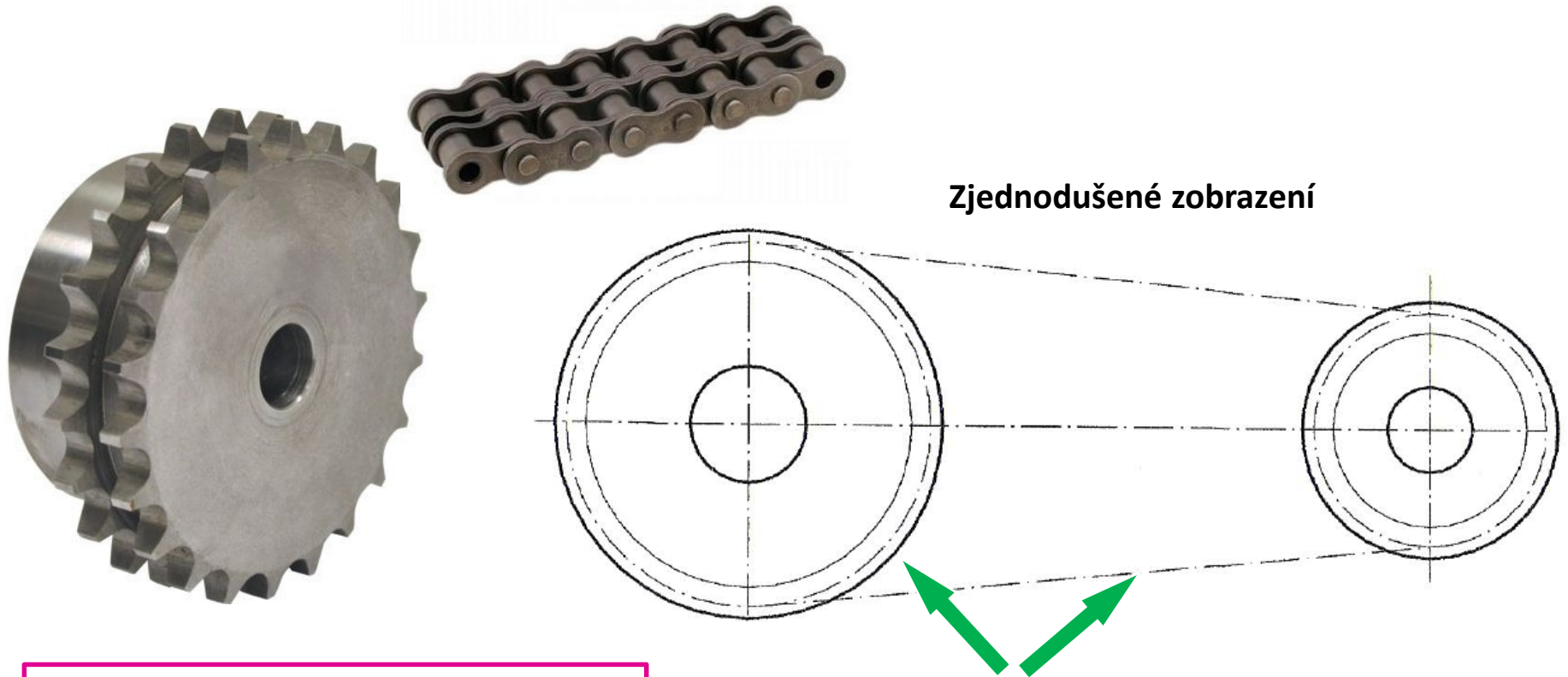


- + Velké převodové poměry  
Vysoká účinnost (až 97%)
- Cena

Velké převodové poměry  
Nízká účinnost (ca. 65-75%)



# Řetězové převody



Zjednodušené zobrazení

## Základní rozměry

- $d$  – roztečný průměr
- $z$  – počet zubů
- $p$  – rozteč článků řetězu
- $a$  – osová vzdálenost
- $i$  – převodový poměr

## Řetězové kolo se zobrazí pomocí:

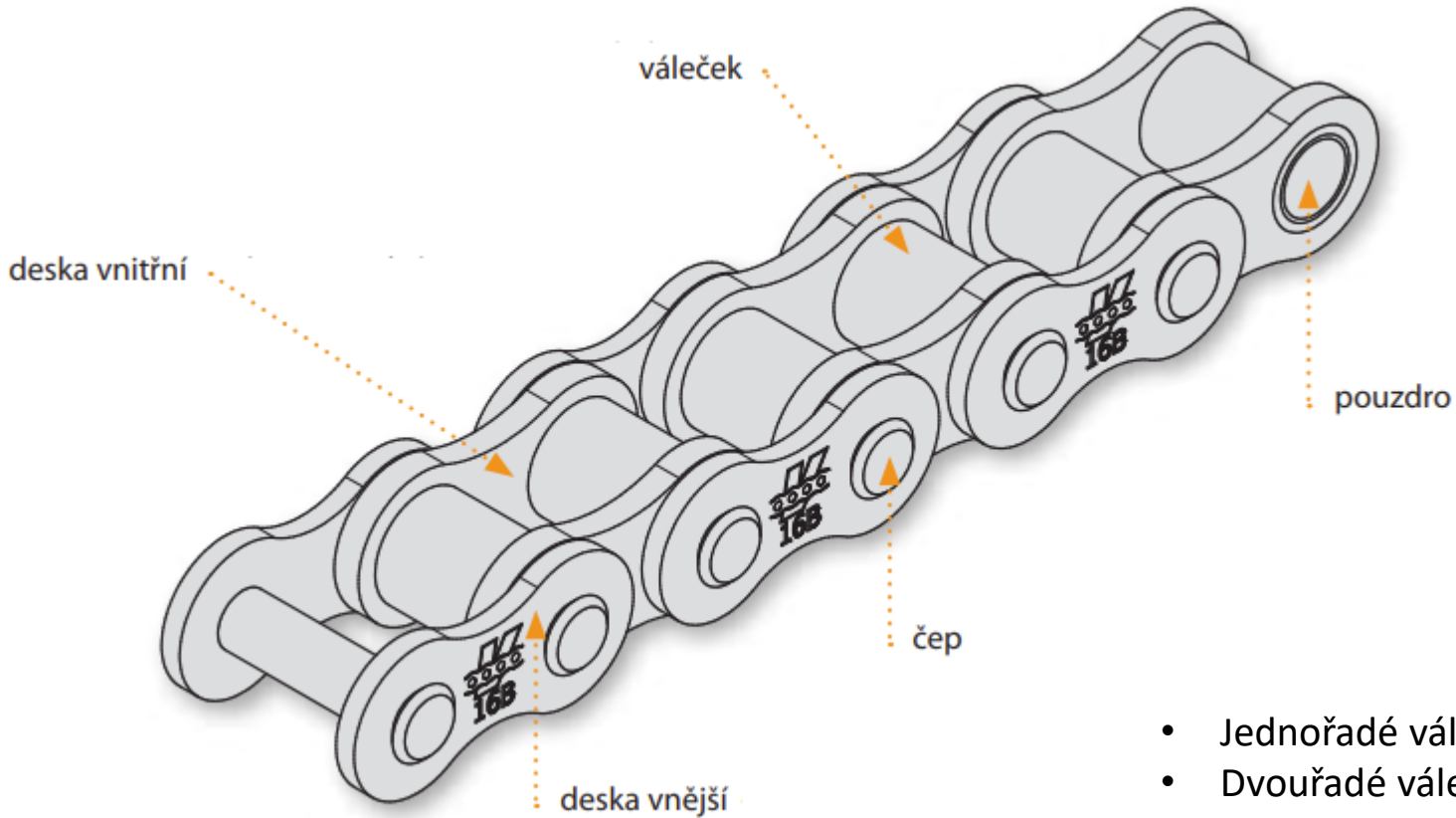
- roztečné plochy (čerchovaná tenká čára)
- hlavové plochy (souvislá tlustá čára)
- patní plochy (souvislá tenká čára)

**Řetěz se zobrazí čerchovanou tenkou čarou**



# Řetězové převody

Válečkové řetězy – ČSN 02 3330, ISO R606, DIN 8187



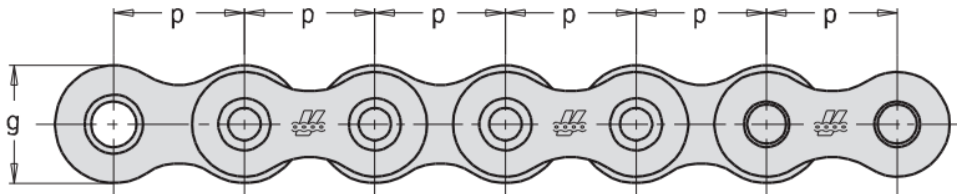
- Jednořadé válečkové řetězy
- Dvouřadé válečkové řetězy
- Třířadé válečkové řetězy



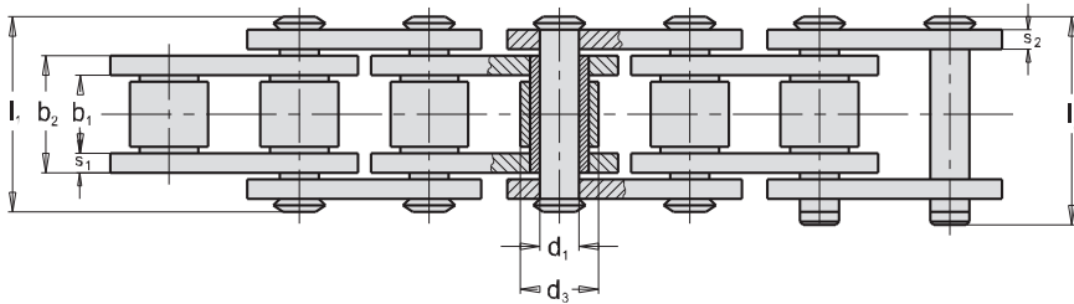
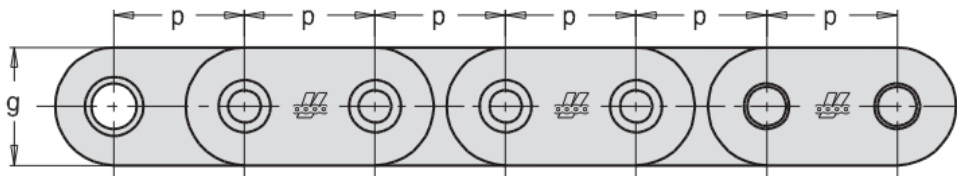


# Řetězové převody

Válečkové řetězy – ČSN 02 3311, ISO R606, DIN 8187

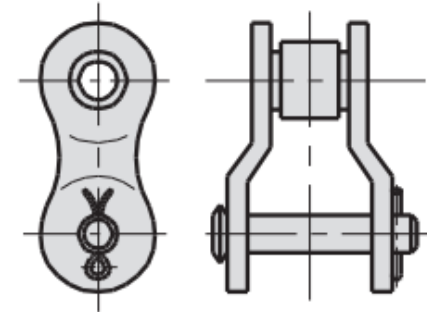


S rovnými deskami



## Spojovací článek

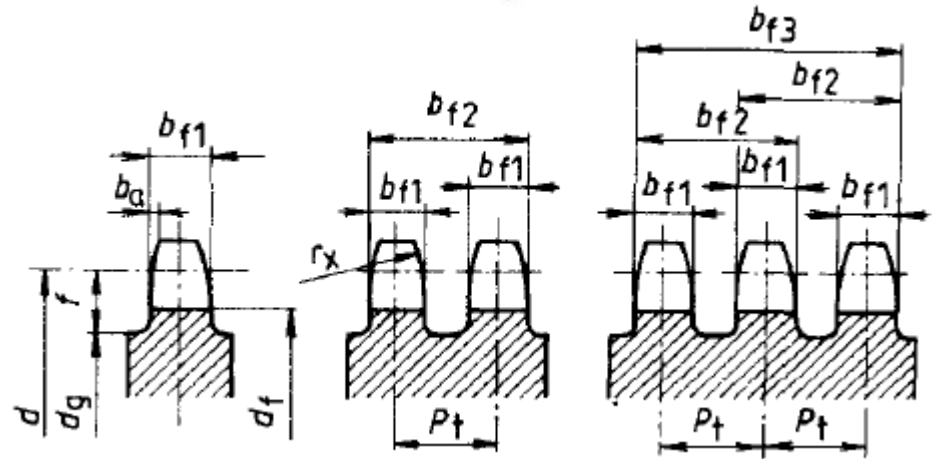
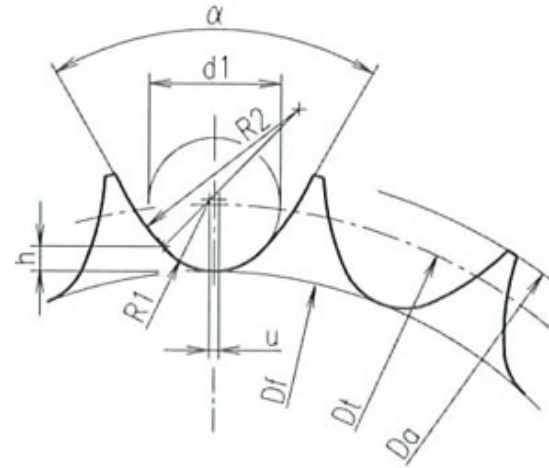
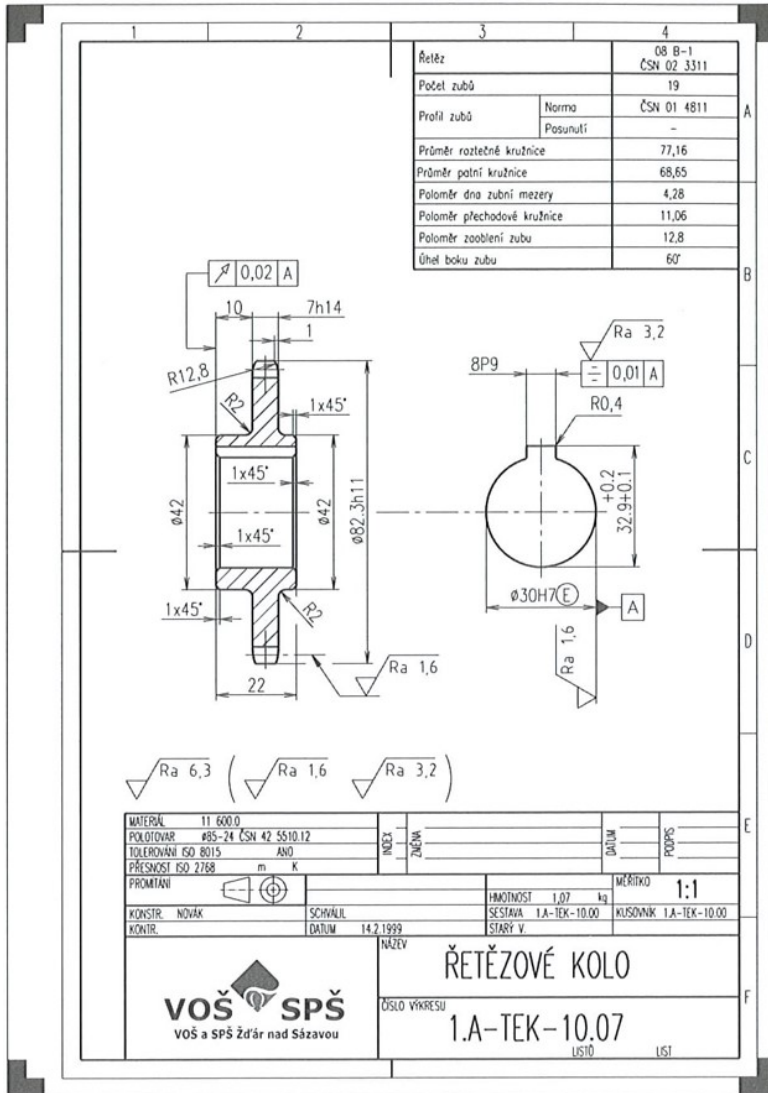
- pro lichý počet článků řetězu
- 20% nižší pevnost řetězu!





# Řetězové převody

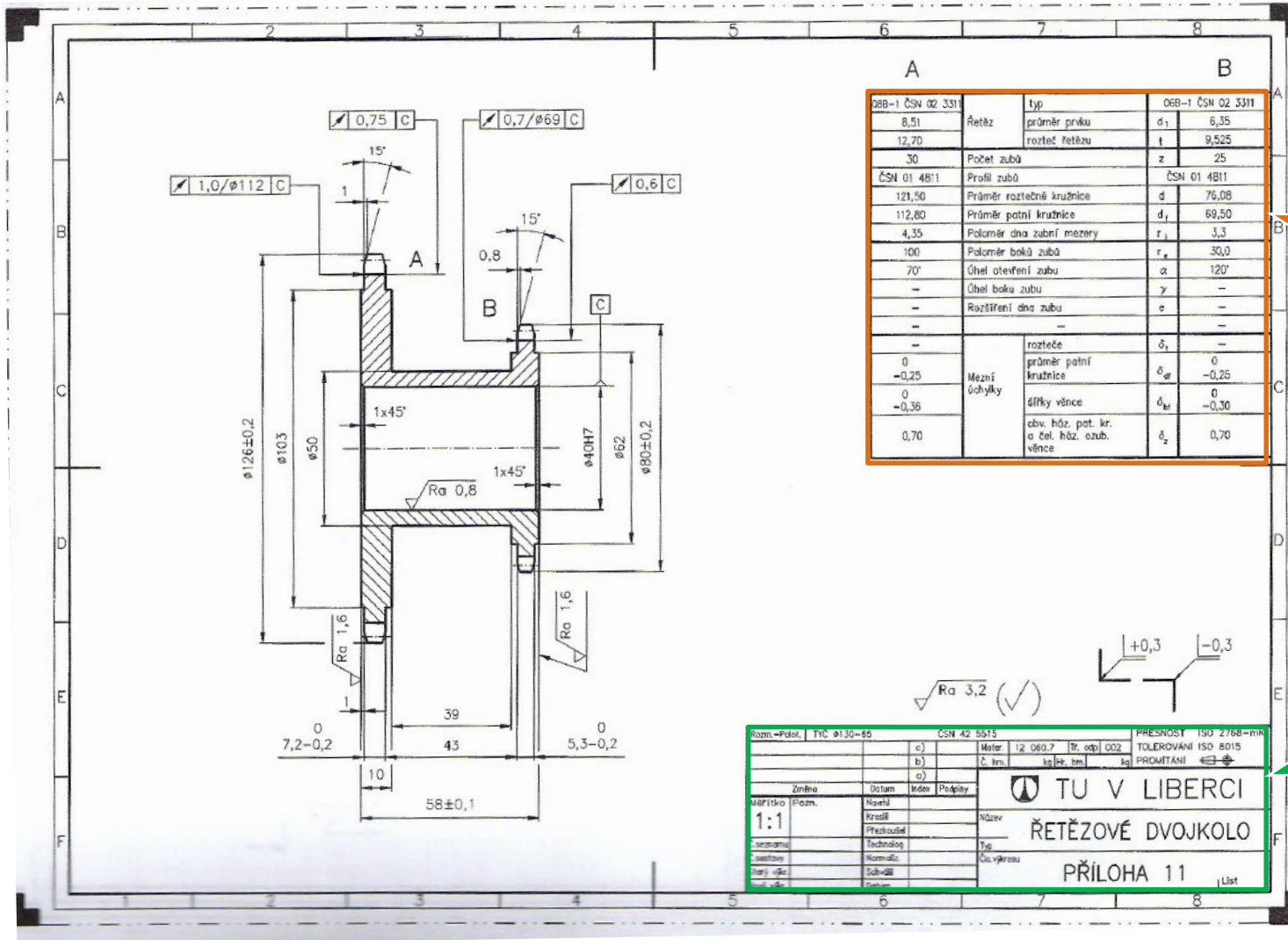
## Řetězové kolo - ISO R606, DIN 8187





# Řetězové převody

## Řetězové kolo - ISO R606, DIN 8187



Tabulka údajů

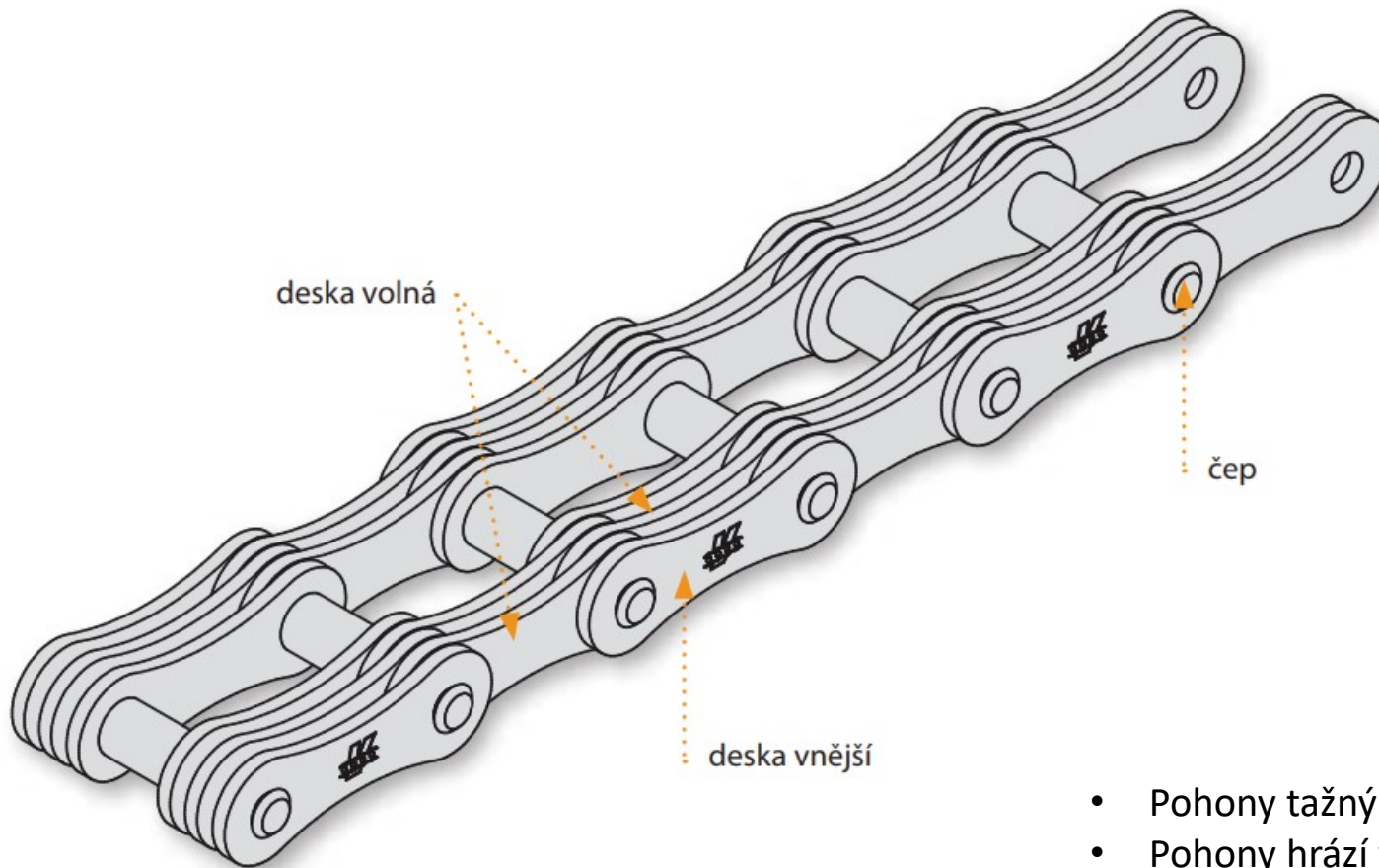
Popisové pole

- polotovar
- materiál
- ...



# Řetězové převody

Gallovy řetězy – ČSN 02 3330, DIN 8150, DIN 8156, DIN 8157



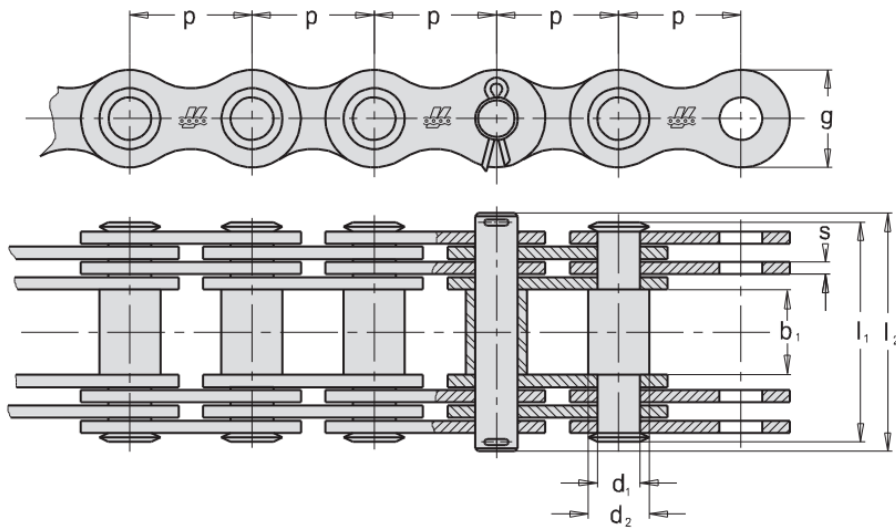
- Pohony tažný stolic
- Pohony hrází vodních staveb



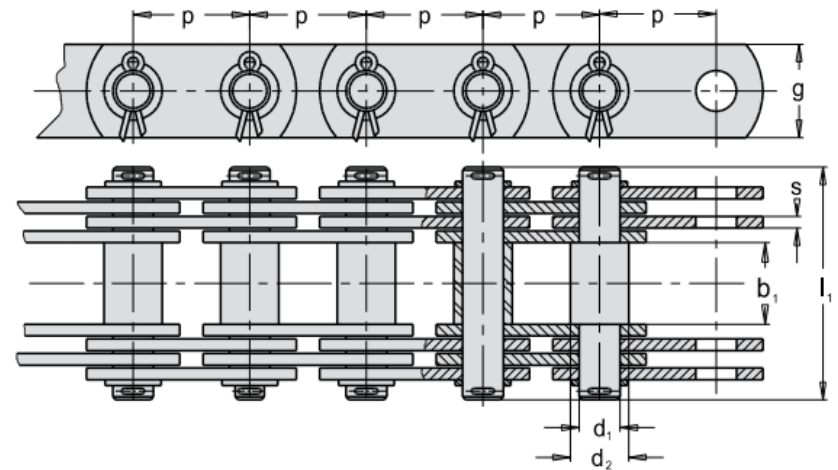
# Řetězové převody

Gallovy řetězy – ČSN 02 3330, DIN 8150, DIN 8156, DIN 8157

ČSN 02 3330, DIN 8150



DIN 8156, DIN 8157





# Řemenové převody

**Klínové řemeny**



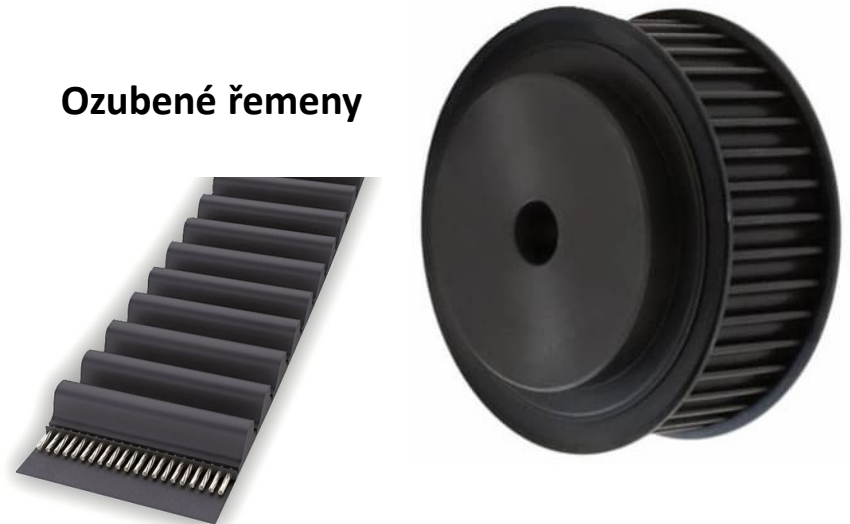
**Ploché řemeny**



## **Základní rozměry**

- $d$  – výpočtový průměr řemenice vztahený k tažné vrstvě řemene
- $a$  – osová vzdálenost
- $i$  – převodový poměr
- $z$  – počet zubů
- $p$  – rozteč článků řetězu

**Ozubené řemeny**



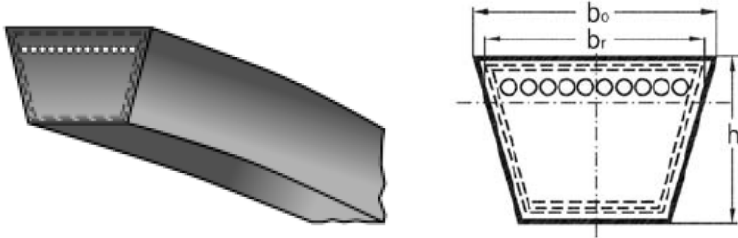


# Řemenové převody

## Klínové řemeny

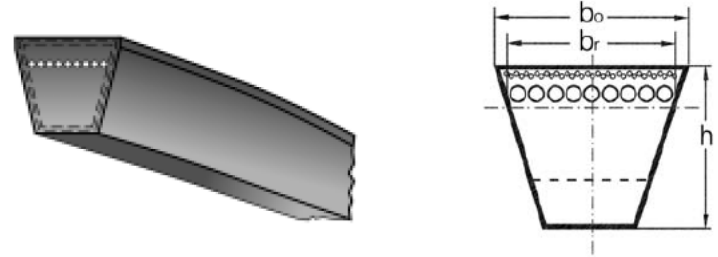
### *Klasické klínové řemeny*

✓ ISO 4184, DIN 2215



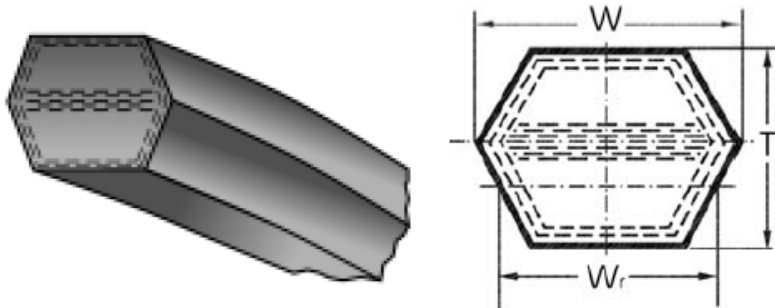
### *Úzké klínové řemeny*

✓ ISO 4184, DIN 7753

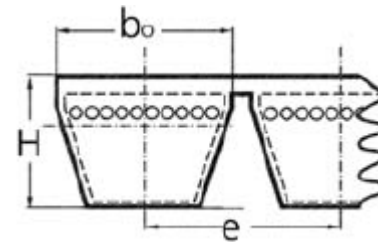


### *Dvojité klínové řemeny*

✓ ISO 5289, DIN 7722



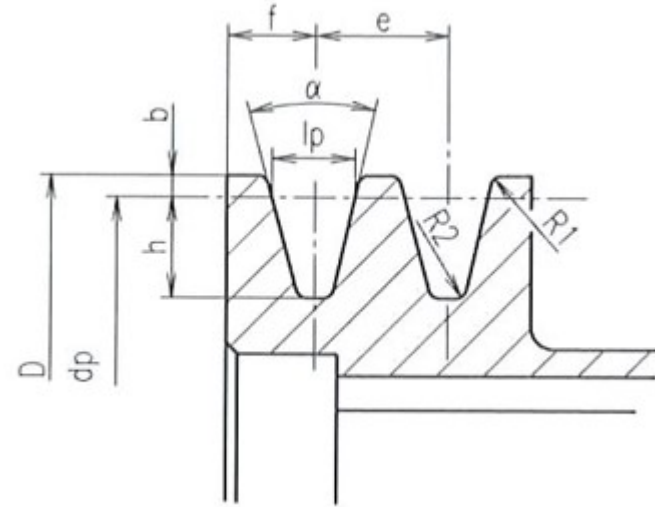
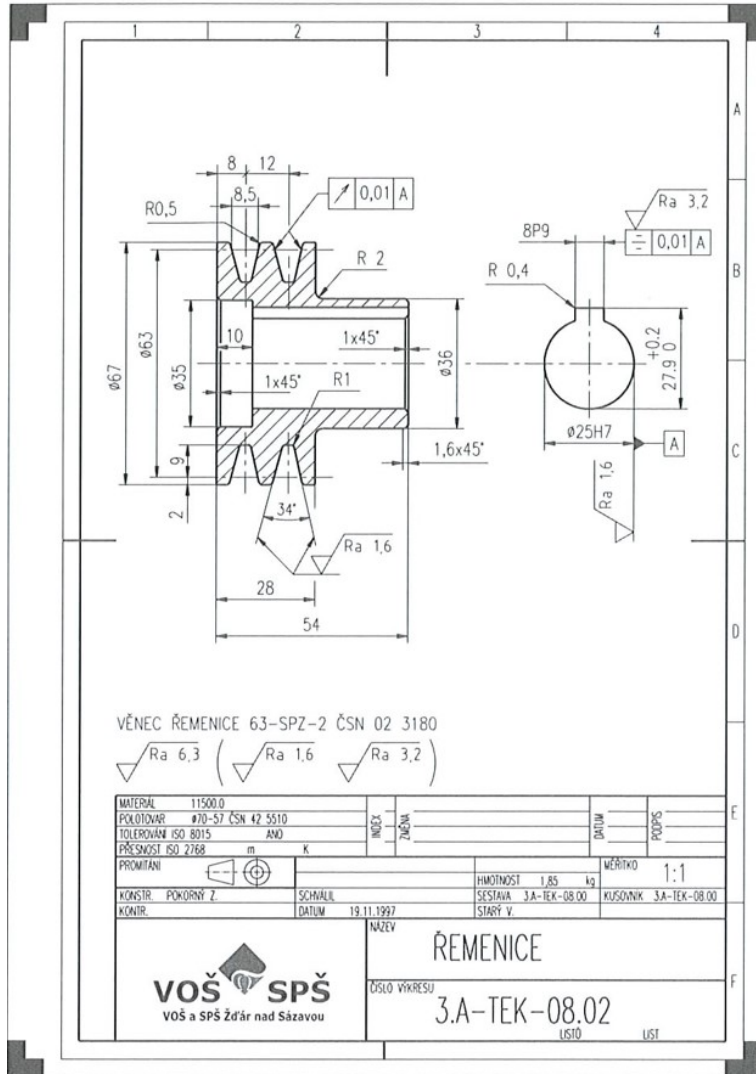
### *Násobné klínové řemeny*



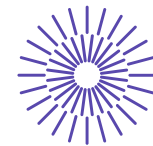


# Řemenové převody

## Řemenice



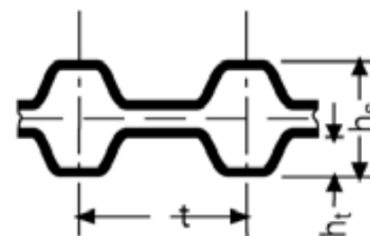
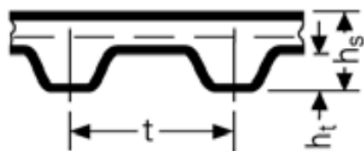




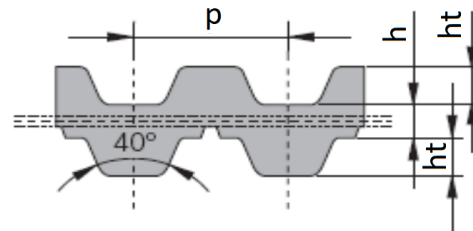
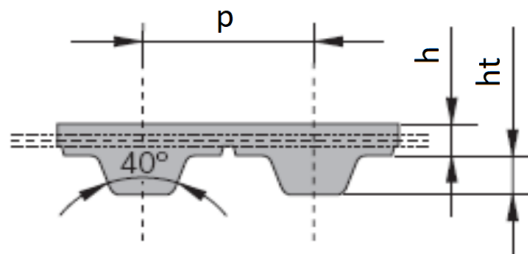
# Řemenové převody

## Ozubené řemeny

- *ISO 5296*



- *DIN 7721*

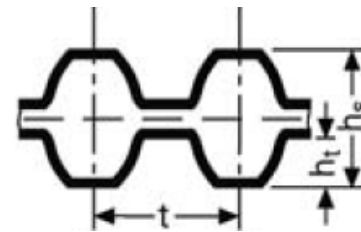
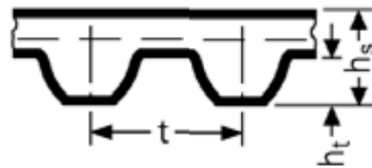
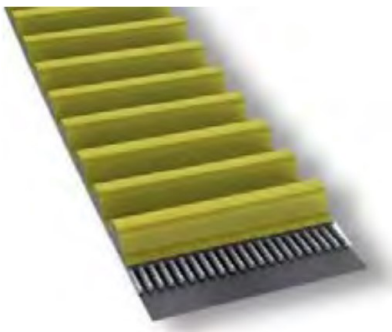
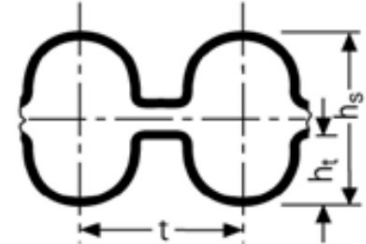
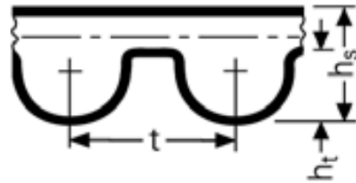
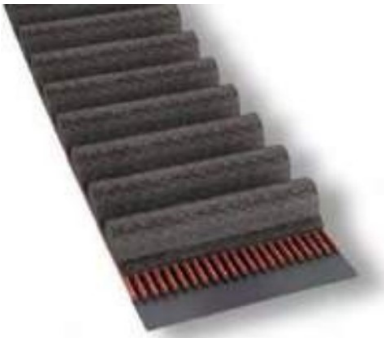




# Řemenové převody

## Ozubené řemeny

- *Nenormalizované profily*





# Řemenové převody

## Příslušenství

- *Napínací kladky*



- *Montážní destičky*



## Materiál řemenů

- ***Třecí (Vnitřní) vrstva*** – Polyuretan, EPDM, CR (Neopren), přírodní kaučuk
- ***Tažná vrstva*** – PE (Polyethylen), skelná vlákna, uhlíková vlákna, ocelová vlákna
- ***Krycí (Třecí) vrstva*** – nylonová tkanina, bavlněná tkanina, polyamidová tkanina



# Zdroje

- PUSTKA, Zdeněk. Základy konstruování: (tvorba výkresové dokumentace). Vydání 2. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2010. ISBN 978-80-7372-615-7
- KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT. Technické kreslení. 3. vydání. Brno: Computer Press, 2021. Učebnice. ISBN 978-80-251-5028-3
- LEINVEBER, Jiří a Pavel VÁVRA. Strojnické tabulky. 5. upravené vydání. Úvaly: Albra, 2011. ISBN 978-80-7361-081-4
- MATEZA s.r.o., [www.mateza.cz](http://www.mateza.cz) (4/2023)
- RAVEO s.r.o., [www.raveo.cz](http://www.raveo.cz) (4/2023)
- KOVAZ s.r.o., [www.kovaz.cz](http://www.kovaz.cz) (4/2023)
- Conrad Electronic Česká republika s.r.o., [www.conrad.cz](http://www.conrad.cz) (4/2023)
- ŘETĚZY VAMBERK s.r.o., [www.retezy-vam.cz](http://www.retezy-vam.cz) (4/2023)
- TYMA CZ s.r.o., [www.tyma.cz](http://www.tyma.cz) (4/2023)
- ContiTech Roulunds Rubber A/S, [www.roulundsrubber.com](http://www.roulundsrubber.com) (2008)