

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

<i>Předmět:</i> STAVBA A PROVOZ STROJŮ	<i>Ročník:</i> TŘETÍ	<i>Vytvořil:</i> GARSTKA A.	<i>Datum:</i> 28.10.2012
<i>Název zpracovaného celku:</i> PROGRAM č.2 - ŘEMENOVÝ PŘEVOD			

Řemenový převod (cvičení)

Obecný úvod

Řemenové převody slouží k přenosu i změně otáčivého pohybu a krouticího momentu. Jsou založeny na přenosu síly z obvodu řemenic nekovovým tažným elementem – řemenem. Ten jim dává specifické vlastnosti. Řemenové převody lze rozdělit na dvě základní skupiny, liší se způsobem přenosu síly mezi řemenem a řemenicí:

- 1) silovým stykem (třením), nebo
- 2) tvarovým stykem, tj. vzájemným působením boků zubů.

Výhody řemenových převodů

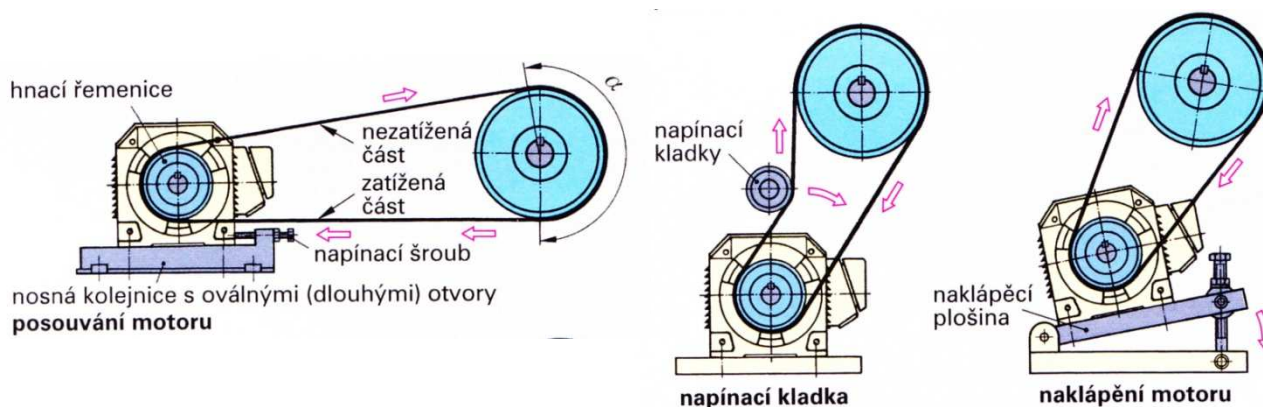
- tichý chod a tlumení rázů, vyplývající z pružného přenosu síly
- možnost velké osové vzdálenosti hřídelů
- možnost současného pohonu více řemenic
- nevyžadují mazání
- nízká cena, vyplývající z relativní jednoduchosti výroby

Nevýhody řemenových převodů

- omezená provozní teplota a odolnost vůči chemikáliím a olejům
- přidavné namáhání silami, potřebnými k napnutí řemenu
- ve většině případů potřeba napínacího ústrojí
- u silových (třecích) převodů nepřesný převodový poměr z důvodu skluzu
- relativně větší rozměry

Napínání řemenu

Je většinou nutné kvůli postupnému uvolňování předpětí řemenu během provozu. Realizuje se změnou rozteče hřídelů, napínací kladkou nebo změnou funkčního průměru řemenic.

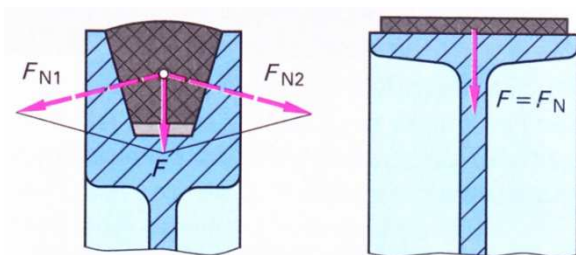


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Druhy řemenů

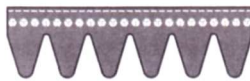
Ploché řemeny jsou velice ohebné, ale vyžadují větší předpětí a jsou relativně široké.

Klínové řemeny mají lichoběžníkový průřez, takže se díky rozkladu sil dosáhne velké třecí síly i při poměrně malém předpětí.



Konstrukci řezaných klínových řemenů tvoří tažená nosná textilní vlákna, vsazená do pryžového jádra, zesíleného příčnými vlákny. Obalované řemeny mají boky kryty tkaninou, odolnou proti otěru. Ohebnost řezaných řemenů lze zvětšit pomocí příčných výřezů na jejich vnitřní straně. Pozor – nezaměňovat s ozubenými řemeny!

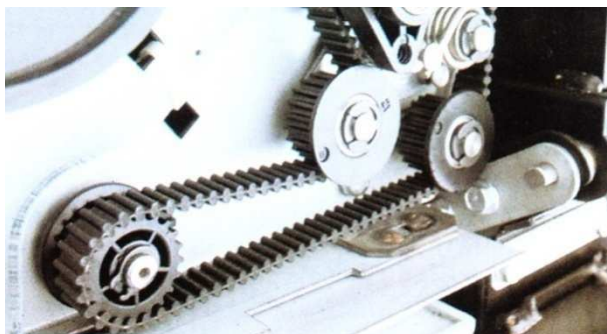
Pro různé účely se vyrábějí a používají klínové řemeny různých průřezů a konstrukcí.

Tabulka: Typy klínových řemenů	
Profil	Vlastnosti
Úzké klínové řemeny, obalované (hladké)	
	Univerzálně použitelné; přenášejí velký výkon; vyžadují větší (hlubší) řemenice než standardní klínové řemeny; nejpoužívanější typ řemenů.
Klínové řemeny řezané, s nekrytými boky	
	Velká pevnost vhodná pro přenos velkého výkonu; velká ohebnost vhodná pro malé řemenice.
Víceprofilové řemeny	
	Obalované nebo řezané; neprokluzují v drážkách řemenice; vhodné pro velké vzdálenosti a pro malé průměry řemenic.
Drážkované klínové řemeny	
	Ohebné a trvanlivé při proměnném ohybu; malé protažení; rovnoměrné rozložení sil na řemenici.
Široké klínové řemeny (pro variátory)	
	Bývají příčně drážkované (jako ozubené řemeny), řezané nebo hladké; používají se ve variátorech.

Ozubené řemeny přenášejí síly tvarovým stykem, takže nedochází ke skluzu a převodový poměr je konstantní. Ozubené řemeny spojují přednosti plochých a klínových řemenů s přesností řetězových převodů.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Bývají jednostranné nebo oboustranné s různými profily ozubení.



Řemenice řemenových převodů

Materiálem řemenic jsou ocel, litina, lehké kovy nebo plasty. Vyrábí se obráběním z plného materiálu, odlitím a tažených polotovarů nebo lisováním. Provedení funkčních ploch odpovídá typu řemenu.

Příklad použití řemenového převodu



Kontrolní otázka:

Kde je na vyobrazené spodní stanici lyžařského vleku použit řemenový převod?
O jaký typ převodu jde?
Nakreslete schéma celého pohonu na této fotografii.

Zadání:

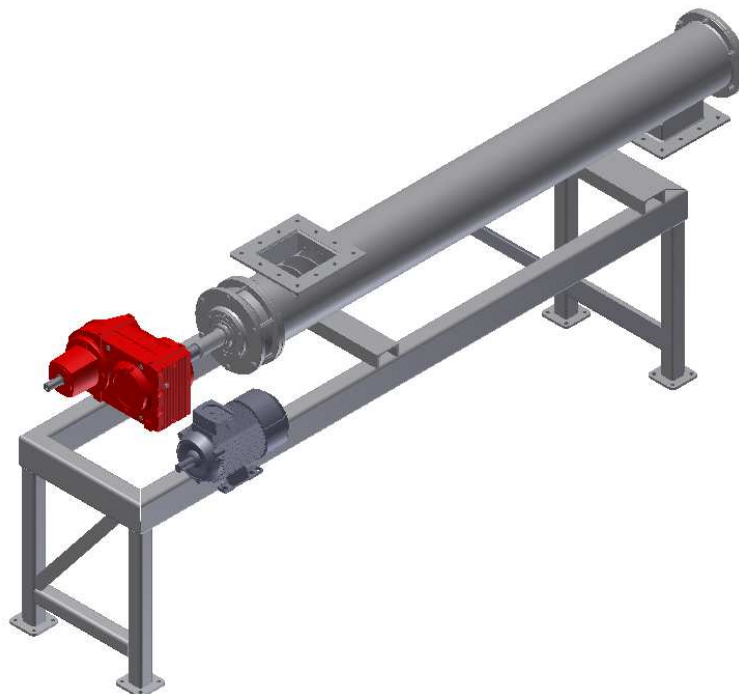
Jako člen týmu, pracujícího na konstrukci šnekového dopravníku popítku od filtru, vytvořte na již zpracovaném koncepčním návrhu dopravníku převod klínovými řemeny mezi asynchronním elektromotorem a převodovkou. K návrhu využijte Strojnické tabulky autorů Leinveber, Vávra, 4. vyd. (ST).

Navrhněte a vypracujte:

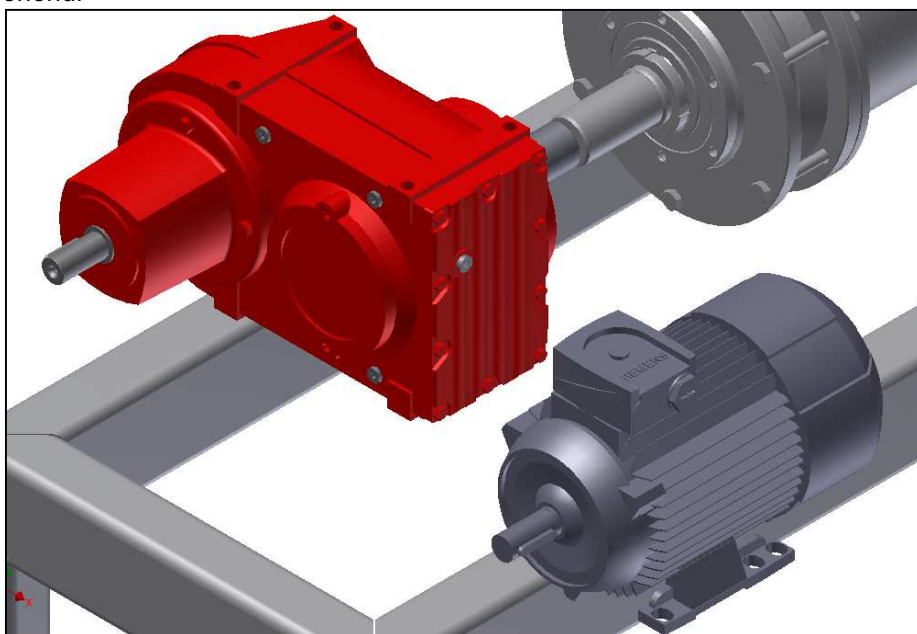
1. Návrh druhu řemenů.
2. Návrh velikosti řemenů.
3. Návrh průměrů řemenic.
4. Určení geometrie převodu a délky řemene.
5. Výpočet počtu řemenů v převodu.
6. Profily drážek a tvar kotoučů řemenic.
7. Výrobní výkresovou dokumentaci obou řemenic.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výchozí návrh dopravníku:



Detail pohonu:



Zadané základní parametry pohonu:

Dopravník poběží v nepřetržitém provozu.

Asynchronní elektromotor Siemens 3,0 kW, 1420 ot/min, hřídel $d=28$ mm, $l=60$ mm, těsné pero.

Převodovka SEW Eurodrive F67AD4, vstupní hřídel $d=38$ mm, $l=80$ mm, těsné pero.

Převodové číslo (převodový poměr) $i = 2$.

Napínání převodu šroubové, posunem motoru v rovině jeho lože.

Rozteč hřídelů cca $a = 480$ mm.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Postup vypracování

Návrh druhu klínových řemenů

V praxi se nejvíce používají klínové řemeny klasického průřezu nebo klínové řemeny úzké. Úzké řemeny přenesou daný výkon při menších rozměrech převodu. V našem příkladu zvolíme levnou „klasiku“, způsob návrhu úzkých řemenů je obdobný.

ŘEMENY

Rozměry v mm

KLÍNOVÉ ŘEMENY KLASICKÉHO PRŮŘEZU

Výběr z ČSN 02 3110
Účinnost od 1. 1. 1987

Označení klínového řemene průřezu A, výpočtová délky $L_p = 2\,000\text{ mm}$:

ŘEMEN A – 2 000 ČSN 02 3110

Rozměry v mm

Označení průřezu	Dřívější označení	Výpočtová šířka W_p	Šířka větší základny W	Výška řemene T
Z	10 × 6	8,5	10	6,0
A	13 × 8	11,0	13	8,0
B	17 × 11	14,0	17	11,0
C	22 × 14	19,0	22	14,0
D	32 × 20	27,0	32	19,0
E	38 × 23,5	32,0	38	23,5

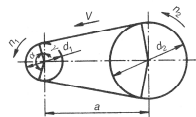
Výpočtová délka řemene L_p	Mezní odchylka délky	Max. rozdíl mezi délkami řemenů jedné sady	Průřez řemene					
			Z	A	B	C	D	E
400	+14 -8	2	+	-	-	-	-	-
450			+					
500			+	+				
560			+	+				
630			+	+				
710			+	+				
800	+14 -10	4	+	+	+			
900			+	+	+			
1 000			+	+	+			
1 120			+	+	+			
1 250			+	+	+			
1 400			+	+	+			
1 600	+24 -12	8	+	+	+	+		
1 800			+	+	+	+		
2 000			+	+	+	+		
2 240			+	+	+	+		
2 500			+	+	+	+		
2 800			+	+	+	+		
3 150	+36 -14	10	-	+	+	+	+	-
3 550			-	+	+	+	+	-
4 000			-	+	+	+	+	-
4 500			-	-	+	+	+	+
5 000			-	-	+	+	+	+
5 600			-	-	+	+	+	+
6 300	+48 -24	12	-	-	+	+	+	+
7 100			-	-	+	+	+	+
8 000			-	-	+	+	+	+
9 000			-	-	+	+	+	+
11 200			-	-	+	+	+	+
12 500			-	-	+	+	+	+
16 000	+96 -48	18	-	-	+	+	+	+
			-	-	+	+	+	+
			-	-	+	+	+	+
			-	-	+	+	+	+
			-	-	+	+	+	+
			-	-	+	+	+	+

Volíme tedy klínové řemeny klasického průřezu dle ČSN 02 3110, ST str. 530.

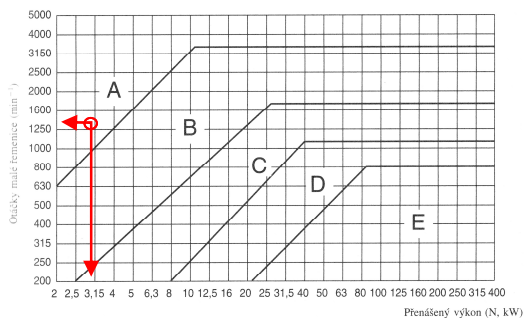
Návrh velikosti klínových řemenů

VÝPOČET PŘEVODŮ A VOLBA VELIKOSTI
KLÍNOVÉHO ŘEMENE KLASICKÝCH PRŮŘEZŮ

Výběr z ČSN 02 3111
Účinnost od 1. 7. 1987



Podle zadaného přeneseného výkonu volíme z diagramu průřez řemene A, B, C, D nebo E.
Průřez řemenů Z lze použít do 2 kW přeneseného výkonu.



Velikost řemene se volí z nomogramu ve ST str. 537.

Pro přenášený výkon 3 kW a otáčky malé řemenice 1420 ot/min vyplývá klínový řemen velikosti „A“, tedy šířky $W = 13$ mm a výšky $T = 8$ mm.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Návrh průměrů řemenic

Protože se snažíme o minimální rozměry převodu, zvolíme pro malou řemenici (na motoru) nejmenší možný výpočtový průměr d_{p1} . Minimální průměr pro běžný provoz se odvíjí od velikosti řemene a je uveden ve ST na str. 538. Zároveň bychom měli dodržet řadu doporučených průměrů řemenic z tabulky na téže straně, případně na str. 535.

Výpočet převodu klínového řemene klasického průřezu

Název	Výpočet
Obvodová rychlost řemene	$v = \frac{d_1 \cdot n_1}{19100} \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$ kde d_1 – výpočtový průměr menší řemenice (mm), n_1 – otáčky menší řemenice (min^{-1}).
Výpočtová délka řemene (L_p), který pracuje na dvou řemenicích	$L_p \approx 2a + 1,57(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$ nebo $L_p = 2a \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{\pi^2}{180^\circ}(d_2 - d_1)$ kde: $\gamma = (90^\circ - \frac{\alpha}{2})$
Vypočtená délka L_p se zaokrouhlí na nejbližší normalizovanou, pak se stanoví konečná hodnota meziosové vzdálenosti	$a = 0,25[(L_p - W) + \sqrt{(L_p - W)^2 - 8y}]$ kde: $W = \pi \frac{d_1 + d_2}{2}$; $y = (\frac{d_2 - d_1}{2})^2$
Úhel opásání řemenem malé řemenice	$\alpha \approx 180^\circ - 57 \frac{d_2 - d_1}{a}$ pro $\alpha > 110^\circ$ $\alpha = 2 \arccos \frac{d_2 - d_1}{2a}$ pro $\alpha \leq 110^\circ$
Výkon přenášený jedním řemenem v podmínkách provozu	$N_p = N_s \cdot \frac{C_v \cdot C_L}{C_p} \quad (\text{kW})$ kde: N_s – jmenovitý výkon převodu s jedním řemenem, C_v – součinitel úhlu opásání, C_L – součinitel vlivu délky řemene, C_p – součinitel dynamičnosti a pracovního režimu.
Jmenovitý výkon N_s se volí z tabulek	

Jmenovitý výkon, kW, předávaný jedním řemenem

d_1 (mm)	i	Otáčky menší řemenice, min ⁻¹																							
		700					950					1450			2800			4500			6000				
		Z	A	B	C	D	E	Z	A	B	C	D	E	Z	A	B	Z	A	B	Z	A	B	Z		
50	1,05	0,17					0,21						0,25				0,45			0,57			0,59		
	$\geq 3,000$	0,19					0,24						0,32				0,50			0,63			0,63		
56	1,05	0,22					0,28						0,38				0,62			0,80			0,80		
	$\geq 3,000$	0,24					0,31						0,42				0,68			0,88			0,93		
63	1,05	0,27					0,35						0,49				0,80			1,06			1,13		
	$\geq 3,000$	0,30					0,39						0,54				0,88			1,17			1,26		
71	1,05	0,34					0,44						0,61				1,01			1,34			1,44		
	$\geq 3,000$	0,37					0,58						0,69				1,11			1,48			1,59		
80	1,05	0,41					0,53						0,75				1,24			1,63			1,71		
	$\geq 3,000$	0,45					0,58						0,82				1,36			1,86			1,98		
90	1,05	0,49	0,63				0,63	0,80					0,89	1,10			1,48	1,70		1,91	1,94	1,93			
	$\geq 3,000$	0,51	0,69				0,69	0,88					0,99	1,21			1,63	1,87		2,11	2,14	2,13			

Pokračování

Otáčky menší řemenice, min ⁻¹																							
d ₁ (mm)	i	700					950					1450			2800			4500			6000		
		Z	A	B	C	D	E	Z	A	B	C	D	E	Z	A	B	C	Z	A	B	Z		
100	1,05	0,56	0,77					0,73	0,98					1,04	1,36			1,71	2,12		2,16	2,42	2,07
	≥3,000	0,62	0,84					0,80	1,08					1,14	1,50			1,89	2,34		2,38	2,66	2,28
112	1,05	0,65	0,93					0,85	1,19					1,21	1,67			1,97	2,60		2,40	2,89	2,18
	≥3,000	0,72	1,02					0,91	1,31					1,33	1,84			2,17	2,87		2,65	3,18	2,45
125	1,05	↓	1,10	1,35				↓	1,42	1,69				↓	1,99	2,27		↓	3,09	3,06	↓	3,28	
	≥3,000	↓	1,22	1,48				↓	1,57	1,86				↓	2,19	2,50		↓	3,10	3,37	↓	3,62	
140	1,05	↓	1,30	1,70				↓	1,68	2,15				↓	2,36	2,91		↓	3,60	3,98	↓	3,56	
	≥3,000	↓	1,43	1,87				↓	1,85	2,37				↓	2,59	3,21		↓	3,97	4,38	↓	3,92	
160	1,05	↓	1,56	2,16				↓	2,02	2,75				↓	2,82	3,75		↓	4,20	5,06	↓		
	≥3,000	↓	1,72	2,38				↓	2,22	3,03				↓	3,11	4,13		↓	4,63	5,58	↓		
180	1,05	↓	1,82	2,61				↓	2,35	3,33				↓	3,27	4,55		↓	4,70	5,96	↓		
	≥3,000	↓	2,00	2,88				↓	2,59	3,67				↓	3,61	5,01		↓	5,18	6,56	↓		
200	1,05	↓	3,06	3,82				↓	3,91	4,74				↓	5,31	6,04		↓	6,66				
	≥3,000	↓	3,37	4,21				↓	4,30	5,22				↓	5,85	6,66		↓	7,33				
224	1,05	↓	3,59	4,80				↓	4,58	5,98				↓	6,18	7,71		↓					
	≥3,000	↓	3,95	5,29				↓	5,04	6,58				↓	6,81	8,49		↓					
250	1,05	↓	4,14	5,83				↓	5,28	7,28				↓	7,06	9,36		↓					
	≥3,000	↓	4,56	6,43				↓	5,81	8,07				↓	7,82	10,30		↓					
280	1,05	↓	4,77	7,00				↓	6,06	8,78				↓	8,03	11,10		↓					
	≥3,000	↓	5,26	7,76				↓	6,67	9,67				↓	8,84	12,22		↓					
315	1,05	↓	↓	8,37				↓	10,40					↓	12,89			↓					
	≥3,000	↓	↓	9,21				↓	11,45					↓	14,20			↓					
355	1,05	↓	↓	9,83	14,18			↓	12,14	16,71				↓	14,61			↓					
	≥3,000	↓	↓	10,82	15,61			↓	13,36	18,40				↓	16,09			↓					
400	1,05	↓	↓	11,41	17,66			↓	13,95	20,76				↓	16,07			↓					
	≥3,000	↓	↓	12,56	19,45			↓	15,36	22,86				↓	17,70			↓					
450	1,05	↓	↓	13,07	21,35			↓	15,76	24,84				↓				↓					
	≥3,000	↓	↓	14,39	23,51			↓	17,35	27,36				↓				↓					
500	1,05	↓	↓	↓	24,82	27,12		↓	↓	28,46	29,31			↓				↓					
	≥3,000	↓	↓	↓	27,34	29,87		↓	↓	31,32	32,27			↓				↓					
560	1,05	↓	↓	↓	28,70	32,69		↓	↓	32,13	34,57			↓				↓					
	≥3,000	↓	↓	↓	31,61	36,01		↓	↓	35,38	38,07			↓				↓					
630	1,05	↓	↓	↓	32,70	38,56		↓	↓	35,38	39,24			↓				↓					
	≥3,000	↓	↓	↓	36,11	42,47		↓	↓	38,97	43,22			↓				↓					

Poznámka: Hodnoty uvedené nad značkou ↓ platí i pro další velikost d_1 .

Volím tedy řemenici o výpočtovém průměru $d_{p1} = 90$ mm.

Průměr velké řemenice (na převodovce) vypočteme ze zadaného převodového poměru:

$$d_{p2} = d_{p1} \cdot i = 90 \cdot 2 = 180 \text{ mm}$$

Poznámka:

Vzhledem k charakteru pohonu, kdy nezáleží na úplně přesném převodovém poměru, zanedbáme skluz tohoto typu řemenového převodu.

Určení geometrie převodu a délky řemene

Pro pokračování návrhu převodu je nutno určit přesnou normalizovanou délku řemene a spočítat úhel opásání malé řemenice. Geometrii převodu je možno řešit graficky (např. v AutoCADu), odvodit pomocí základních matematických funkcí nebo využít hotových vztahů v odborné literatuře. My použijeme vztahy, uvedené na str. 538 ST.

Výpočtová délka řemene pro $a=480$ mm:

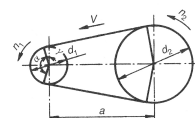
$$L_p \approx 2a + 1,57(d_{p1} + d_{p2}) + (d_{p2} - d_{p1})^2 / (4a) = 2 \cdot 480 + 1,57(90 + 180) + (180 - 90)^2 / (4 \cdot 480) = 1388,1 \text{ mm}$$

Zvolíme nejbližší normalizovanou délku řemene $L_p = 1400$ mm, podle ST str.531.

Konečná osová vzdálenost pro tento řemen bude:

$$a = 0,25 \cdot ((L_p - W) + \sqrt{(L_p - W)^2 - 8y}), \text{ kde} \quad W = \pi(d_{p1} + d_{p2}) / 2 = \pi(90 + 180) / 2 = 424,1$$

$$y = ((d_{p2} - d_{p1}) / 2)^2 = ((180 - 90) / 2)^2 = 2025,0$$



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pak konečná osová vzdálenost bude:

$$a = 0,25 \cdot ((1400 - 424,1) + \sqrt{((1400 - 424,1)^2 - 8 \cdot 2025)}) = 485,9 \text{ mm}$$

Úhel opásání řemenem malé řemenice:

$$\alpha \approx 180^\circ - 57 \cdot (d_{p2} - d_{p1}) / a = 180^\circ - 57 \cdot (180 - 90) / 480 = 169,3^\circ$$

Pokud vyjde úhel opásání menší než 110° , musíme pro jeho výpočet použít složitější vztah:

$$\alpha = 2 \cdot \arccos((d_{p2} - d_{p1}) / (2a))$$

Výpočet počtu řemenů v převodu

Jeden řemen přenese v daných podmínkách převodu výkon:

$$N_p = N_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L / C_p, \text{ kde:}$$

N_0 je jmenovitý výkon převodu s jedním řemenem

C_α je součinitel úhlu opásání

C_L je součinitel vlivu délky řemene

C_p je součinitel dynamičnosti a pracovního režimu

N_0 (jmenovitý výkon převodu s jedním řemenem) najdeme v tabulce na str. 538-539 ST:

Výpočet převodů klínového řemene klasického průřezu

Název	Výpočet
Obvodová rychlost řemene	$v = \frac{d_1 \cdot n_1}{19100} \text{ (m} \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$ kde d_1 – výpočtový průměr menší řemenice (mm), n_1 – otáčky menší řemenice (min^{-1}).
Výpočtová délka řemene (L_p), který pracuje na dvou řemenicích	$L_p \approx 2a + 1,57(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$ nebo $L_p = 2a \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2) + \frac{\pi \gamma}{180^\circ} (d_2 - d_1)$ (mm) kde: $\gamma = (90^\circ - \frac{\alpha}{2})$.
Vypočtená délka L_p se zaokrouhlí na nejbližší normalizovanou, pak se stanoví konečná hodnota meziosové vzdálenosti	$a = 0,25[(L_p - W) + \sqrt{(L_p - W)^2 - 8\gamma}]$ kde: $W = \pi \cdot \frac{d_1 + d_2}{2}$; $\gamma = (\frac{d_2 - d_1}{2})^2$
Úhel opásání řemenem malé řemenice	$\alpha \approx 180^\circ - 57 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a}$ pro $\alpha > 110^\circ$ $\alpha = 2 \arccos \frac{d_2 - d_1}{2a}$ pro $\alpha \leq 110^\circ$
Výkon přenášený jedním řemenem v podmínkách provozu	$N_p = N_0 \cdot \frac{C_\alpha \cdot C_L}{C_p} \text{ (kW)}$ kde: N_0 – jmenovitý výkon převodu s jedním řemenem, C_α – součinitel úhlu opásání, C_L – součinitel vlivu délky řemene, C_p – součinitel dynamičnosti a pracovního režimu.
Jmenovitý výkon N_0 se volí z tabulek	

Jmenovitý výkon, kW, předávaný jedním řemenem

d_1 (mm)	i	Otáčky menší řemenice, min^{-1}																									
		700					950					1450				2800				4500				6000			
		Z	A	B	C	D	E	Z	A	B	C	D	E	Z	A	B	C	Z	A	B	C	Z	A	B	C	Z	A
50	1,05 $\geq 3,00$	0,17 0,19					0,21 0,24						0,29 0,32					0,45 0,50				0,57 0,63				0,59 0,63	
56	1,05 $\geq 3,00$	0,22 0,24					0,28 0,31						0,38 0,42					0,62 0,68				0,80 0,88				0,80 0,90	
63	1,05 $\geq 3,00$	0,27 0,30					0,35 0,39						0,49 0,54					0,80 0,88				1,06 1,17				1,13 1,20	
71	1,05 $\geq 3,00$	0,34 0,37					0,44 0,48						0,61 0,68					1,01 1,11				1,34 1,48				1,44 1,58	
80	1,05 $\geq 3,00$	0,41 0,45					0,53 0,58						0,75 0,83					1,24 1,36				1,63 1,86				1,71 1,99	
90	1,05 $\geq 3,00$	0,49 0,54	0,63 0,69				0,63 0,69	0,80 0,88					1,10 1,16					1,48 1,63	1,70 1,87			1,91 2,11	1,94 2,14				2,14 2,41

Pokračování																									
d_1 (mm)	i	Otáčky menší řemenice, min ⁻¹																							
		700					950					1450				2800				4500				6000	
		Z	A	B	C	D	E	Z	A	B	C	D	E	Z	A	B	C	Z	A	B	C	Z	A	B	C
100	1,05 ≥3,00	0,56 0,62	0,77 0,84				0,73 0,80	0,98 1,08					1,04 1,14	1,36 1,50			1,71 1,89	2,12 2,34	2,16 2,38	2,42 2,66	2,07 2,28				
112	1,05 ≥3,00	0,65 0,72	0,93 1,02				0,85 0,94	1,19 1,31					1,21 1,33	1,67 1,84			1,97 2,17	2,60 2,87	2,40 2,65	2,89 3,18		↓			
125	1,05 ≥3,00	↓	1,10 1,22	1,35 1,48			↓	1,42 1,57	1,69 1,86				↓	1,99 2,19	2,27 2,50		↓	3,09 3,40	3,06 3,37	↓	3,28 3,62				
140	1,05 ≥3,00	↓	1,30 1,43	1,70 1,87			↓	1,68 1,85	2,15 2,37				↓	2,36 2,59	2,91 3,21		↓	3,60 3,97	3,98 4,38	↓	3,56 3,92				
160	1,05 ≥3,00	↓	1,56 1,72	2,16 2,38			↓	2,02 2,22	2,75 3,03				↓	2,82 3,11	3,75 4,13		↓	4,20 4,63	5,06 5,58	↓					
180	1,05 ≥3,00	↓	1,82 2,00	2,61 2,88			↓	2,35 2,59	3,33 3,67				↓	3,27 3,61	4,55 5,01		↓	4,70 5,18	5,96 6,56	↓					
200	1,05 ≥3,00	↓	↓	3,06 3,37	3,82 4,21		↓	↓	3,91 4,30	4,74 5,22			↓	5,31 5,85	6,04 6,66		↓	6,66 7,33	↓						
224	1,05 ≥3,00	↓	↓	3,59 3,95	4,80 5,29		↓	↓	4,58 5,04	5,98 6,58			↓	6,18 6,81	7,71 8,49		↓	↓							
250	1,05 ≥3,00	↓	↓	4,14 4,56	5,83 6,43		↓	↓	5,28 5,81	7,28 8,07			↓	7,06 7,82	9,36 10,30		↓	↓							
280	1,05 ≥3,00	↓	↓	4,77 5,26	7,00 7,76		↓	↓	6,06 6,67	8,78 9,67			↓	8,03 8,84	11,10 12,22		↓	↓							
315	1,05 ≥3,00	↓	↓	↓	8,37 9,21		↓	↓	↓	10,40 11,45			↓	↓	12,89 14,20		↓	↓							
355	1,05 ≥3,00	↓	↓	↓	9,83 10,82	14,18 15,61		↓	↓	12,14 13,36	16,71 18,40		↓	↓	14,61 16,09		↓	↓							
400	1,05 ≥3,00	↓	↓	↓	11,41 12,56	17,66 19,45		↓	↓	13,95 15,36	20,76 22,86		↓	↓	16,07 17,70		↓	↓							
450	1,05 ≥3,00	↓	↓	↓	13,07 14,39	21,35 23,51		↓	↓	15,76 17,35	24,84 27,36		↓	↓	↓		↓	↓							
500	1,05 ≥3,00	↓	↓	↓	↓	24,82 27,34	27,12 29,87		↓	↓	28,46 31,34	29,31 32,27		↓	↓	↓	↓	↓							
560	1,05 ≥3,00	↓	↓	↓	↓	↓	28,70 31,61	32,69 36,01		↓	↓	32,13 35,38	34,57 38,07		↓	↓	↓	↓							
630	1,05 ≥3,00	↓	↓	↓	↓	↓	↓	32,79 36,11	38,56 42,47		↓	↓	35,38 38,97	39,24 43,22		↓	↓	↓	↓						

Poznámka: Hodnoty uvedené nad značkou ↓ platí i pro další velikosti d_1 .

V našem případě tedy $N_0 = 1,1 \text{ kW}$.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

C_α (součinitel úhlu opásání) a C_L (součinitel vlivu délky řemene) odečteme v tabulkách na str. 540 ST:

Součinitel úhlu opásání řemenem:

Úhel opásání α (stupně)	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70
Součinitel C_α	1	0,98	0,95	0,92	0,89	0,86	0,82	0,78	0,73	0,68	0,62	0,56

$C_\alpha=0,98$

Součinitel vlivu délky řemene

L_p (mm)	C_L pro řemeny o průřezu					
	Z	A	B	C	D	E
400	0,87					
450	0,89					
500	0,91					
560	0,94	0,79				
630	0,96	0,81				
710	0,99	0,83				
800	1,00	0,85				
900	1,05	0,87	0,82			
1 000	1,06	0,89	0,84			
1 120	1,08	0,91	0,86			
1 250	1,11	0,92	0,88			
1 400	1,14	0,96	0,90			
1 600	1,17	0,98	0,93			
1 800	1,24	1,01	0,95	0,86		
2 000	1,25	1,03	0,98	0,88		
2 240	1,28	1,06	1,00	0,91		
2 500	1,29	1,09	1,03	0,93		
2 800		1,11	1,05	0,95		
3 150		1,13	1,07	0,97	0,86	
3 550		1,15	1,09	0,99	0,88	
4 000		1,17	1,13	1,02	0,91	
4 500			1,15	1,04	0,93	
5 000			1,18	1,07	0,96	0,92
5 600			1,20	1,09	0,98	0,95
6 300			1,23	1,12	1,01	0,97
7 100				1,15	1,04	1,00
8 000				1,18	1,06	1,02
9 000				1,21	1,09	1,05
11 200					1,14	1,10
12 500					1,17	1,13
16 000						1,18

$C_L=0,96$

540

C_p (součinitel dynamičnosti a pracovního režimu) odečteme v tabulce na str. 541 ST:

Pracovní režim	Typy strojí	Charakter zatížení	Střídavý elektrický motor pro průmyslové použití; stejnosměrný elektrický motor derivální turbíny			Stejnoseměrný elektrický motor kompaundní; spalovací motor s frekvencí otáček nad 600 min ⁻¹			Střídavý elektrický motor se zvýšeným záložním momentem; stejnosměrný elektrický motor se sériovým buzením; spalovací motor do 600 min ⁻¹		
			Počet pracovních směn řemenů								
			1	2	3	1	2	3	1	2	3
Lehký	Soustruhy, vrtacky, brusky, lehké ventilátory; čerpadla a kompresory odstředivé a rotační, pásové dopravníky, fukary, separátory, lehké probízací stroje na čištění a nakládání obilí aj.	Lehký. Maximální krátkodobé zatížení do 120 % od jmenovitého	1,0	1,1	1,4	1,1	1,2	1,5	1,2	1,4	1,6
Střední	Frézky, frézky na ozubení, revolverové vrtacky, polygrafické stroje; elektrické generátory; pístová čerpadla a kompresory se třemi a více válci; ventilátory a dmychadla; řetězové dopravníky, elevátory, okružní pily na dřevo; transmise; dopravníky, papírenské a potravinářské stroje; těžké probízací stroje, otcové pece, rychloběžné brusky aj.	Mírné výkyvy zatížení. Maximální krátkodobé zatížení do 150 % od jmenovitého	1,1	1,2	1,5	1,2	1,4	1,6	1,3	1,5	1,7
Těžký	Hoblovky, svislé obráběčky a dřevozpracující stroje; čerpadla a kompresory pístové s jediným anebo dvěma válci; dmychadla těžkého typu; šroubové a hřeblové dopravníky; mlýnské šnekové stroje; soustruhy s rotačním těžkým setrvačnickem; tkací stroje; stroje na čištění bavlny; stroje na lisování a briketování krmiv aj.	Značné výkyvy zatížení. Maximální krátkodobé zatížení do 200 % od jmenovitého	1,2	1,3	1,6	1,3	1,5	1,7	1,4	1,6	1,9
Velmi těžký	Zvedáče, exkavátory, plovoucí rýpadla; lisy; nůžky, buchary, kolové mlýny, hnětačí stroje na hlínu; kulové, kamenové (šrotovniky) a kladkové mlýny; drtiče, rámové pily aj.	Nárazové a silné nerovnoměrné zatížení. Maximální krátkodobé zatížení do 300 % od jmenovitého	1,3	1,5	1,7	1,4	1,6	1,8	1,5	1,7	2,0

$C_p=1,6$

541

Jeden řemen tedy přenese v daných podmínkách převodu výkon:

$$N_p = N_o \cdot C_\alpha \cdot C_L / C_p = 1 \cdot 0,98 \cdot 0,96 / 1,6 = 0,65 \text{ kW}$$

Počet řemenů v převodu tedy musí být:

$$K = N / N_p / C_K = 3 / 0,65 / 0,90 = 5,1 - \text{volíme tedy 6 řemenů v převodu, kde:}$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

$N=4$ kW

$N_p=0,65$ kW

$C_K=0,9$

je přenášený výkon na hnacím hřídeli

je výkon, přenesený v daných podmínkách jedním řemenem

je součinitel počtu řemenů v převodu, který určíme z tabulky na str. 542 ST:

Počet řemenů	Počet řemenů v převodu	C_K
$K = \frac{N}{N_p \cdot C_K}$	1 od 2 do 3 od 4 do 6 nad 6	1,00 0,95 0,90 0,85

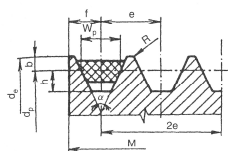
kde: N – přenášený výkon na hnacím hřídeli (kW),
 C_K – součinitel počtu řemenů v převodu.

Profily drážek a tvar kotoučů řemenic

Profily drážek jsou jednoznačně dány ČSN 02 3179, jejíž výtah je uveden na str. 534 ST:

ŘEMENICE PRO KLÍNOVÉ ŘEMENY KLASICKÝCH PRŮŘEZŮ

Výtah z ČSN 02 3179
Účinnost od 1. 1. 1987



W_p – výpočtová šířka drážky řemenice,
 b – hloubka drážky nad výpočtovou šířkou,
 d_p – výpočtový průměr řemenice,
 h – hloubka drážky pod výpočtovou šířkou,
 e – vzdálenost mezi osami drážek,
 f – vzdálenost mezi osou krajní drážky a nejbližší
centru stranou řemenice,
 x – úhel drážky,
 d_1 – vnější průměr řemenice,
 R – poloměr zaoblení horní hrany drážky řeme-
nice,
 M – šířka řemenice, $M = (n - 1) \cdot e + 2f$,
 n – počet řemenů v převodu.

Podle tvaru drážky jsou řemenice:

pro klasické klínové řemeny průřezu Z, A, B, C, D, E.

Označení věnce hnací řemenice pro klasické klínové řemeny s výpočtovým průměrem $d_p = 200$ mm, průřezem řemenice A (13 × 8) se třemi drážkami:

VĚNCE ŘEMENICE 200 - A - 3 – ČSN 02 3180

Rozměry v mm

Drážka pro řemen průřezu	Rozměry drážek					
	W_p	b min.	h min.	e	f	R
Z	8,5	2,5	7	$12 \pm 0,3$	8 ± 1	0,5
A	11	3,3	8,7	$15 \pm 0,3$	$10 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	1
B	14	4,2	10,8	$19 \pm 0,4$	$12,5 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	1
C	19	5,7	14,3	$25,5 \pm 0,5$	$17 \begin{smallmatrix} +2 \\ -1 \end{smallmatrix}$	1,5
D	27	8,1	19,9	$37 \pm 0,6$	$24 \begin{smallmatrix} +3 \\ -1 \end{smallmatrix}$	2
E	32	9,6	23,4	$44,5 \pm 0,7$	$29 \begin{smallmatrix} +4 \\ -1 \end{smallmatrix}$	2

Pro boky drážek řemenice se doporučuje drsnost: $R_a = 1,6$ do $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $R_a = 0,8$ nad $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

534

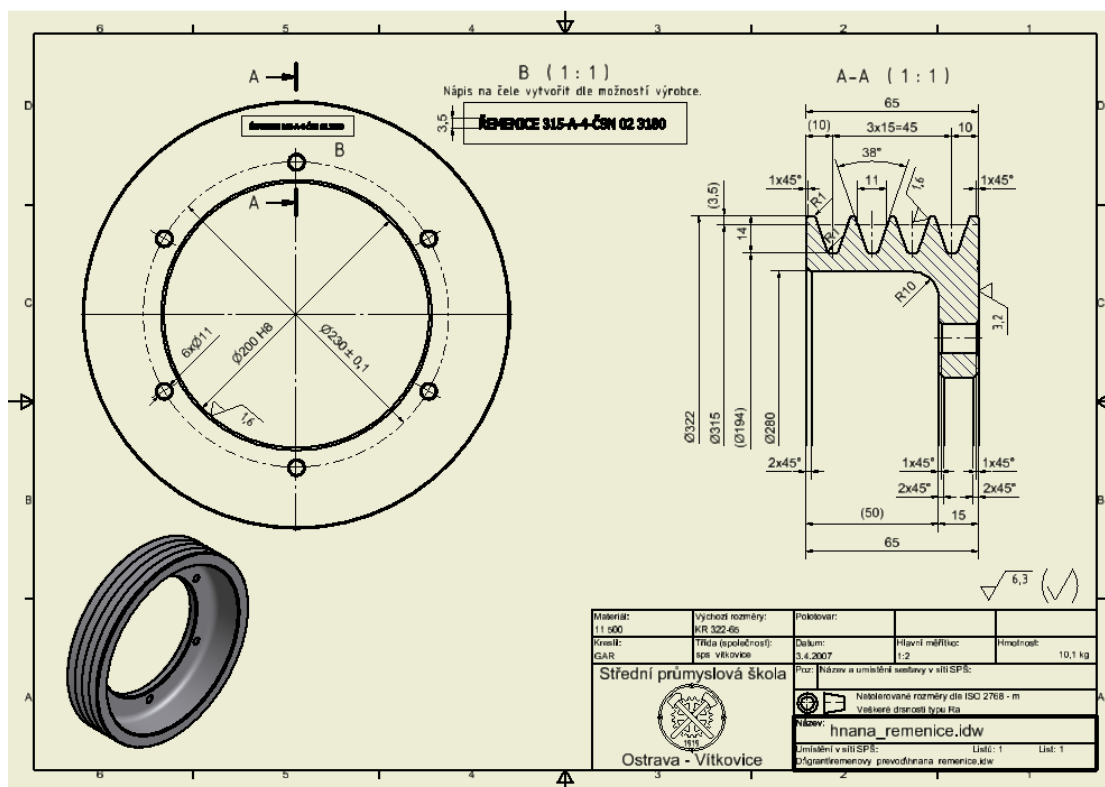
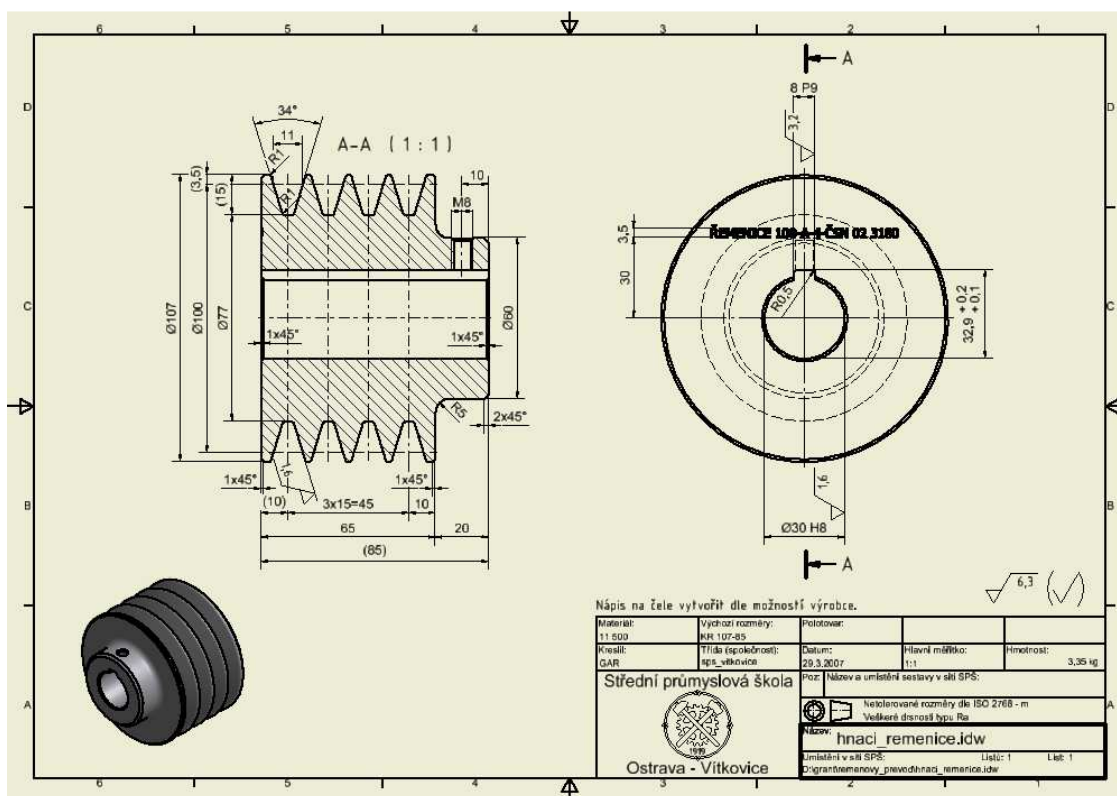
Tvar kotoučů řemenic je dán jejich rozměry, materiálem a technologií výroby, vyplývající ze sériovosti. V dnešní době také přichází v úvahu i výroba z polotovarů specializovaných výrobců. V našem případě asi zvolíme výrobu obráběním z plného materiálu, přičemž se budeme snažit o kompromis mezi výslednou hmotností a náklady na obrábění. Pokuste se o vlastní originální řešení.

Výrobní výkresová dokumentace řemenic

Výrobní výkresovou dokumentaci obou řemenic vytvořte samostatně na základu svých znalostí ze Stavby strojů a Technického kreslení. Výkres řemenice, tedy rotační součásti, se obvykle neobejde bez řezu. Drážky pro řemeny a pro těsná pera se kótují typickým zaběhnutým způsobem. Nezapomeňte na tolerance, drsnosti ploch a určení materiálu.

Jako vodítko pro vaši práci můžete využít následující výkresy řemenic.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ





evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Zadání k samostatné práci

Zadání č.1

Navrhněte daný pohon pro asynchronní elektromotor 2,2 kW, 2860 ot/min, hřídel $d=24$ mm, $l=50$ mm, těsné pero, převod 1:4.

Zadání č.2

Navrhněte daný pohon pro asynchronní elektromotor 1,1 kW, 940 ot/min, hřídel $d=24$ mm, $l=50$ mm, těsné pero, převod 1:1,5.

Zadání č.3

Navrhněte daný pohon pro asynchronní elektromotor 0,75 kW, 695 ot/min, hřídel $d=24$ mm, $l=50$ mm, těsné pero, převod 1:1.

Zadání č.4

Vyřešte původní zadání s použitím úzkého řemene dle ČSN 02 3112.

Rozšíření zadání k samostatné práci, související s danou problematikou

Zadání č.5

Vyřešte a navrhněte posuvné lože k napínání řemenového převodu pro uložení elektromotoru.

Zadání č.6

Vyřešte a navrhněte zakrytování převodu.

Zadání č.7

V katalogu firmy SEW Eurodrive naleznete další možnosti ukončení hřídelí dané převodovky. Zpracujte do přehledu.

Zadání č.8

Vyřešte a navrhněte spojení výstupního hřídele převodovky a hřídele dopravníku pomocí spojky.

Zdroj literatury a obrázků:

Leinveber, Vávra : Strojnické tabulky, 4.vyd.

Dillinger, Josef; kolektiv : Moderní strojírenství pro školu a praxi

Testové úlohy a cvičení jsou autorsky vytvořeny pro učební materiál.