



# Kuželové ozubení s přímými, šikmými a zakřivenými zuby [inch/AGMA]

i Výpočet bez chyb. Pastorek Kolo

ii  Informace o projektu

## Kapitola vstupních parametrů

### 1.0 Volba základních vstupních parametrů

1.1 Přenášený výkon	Pw	10,000	9,834	[HP]
1.2 Otáčky (pastorek / kolo)	n [min]	1000,0	550,0	[/min]
1.3 Krouticí moment (pastorek / kolo)	Torq [lb.in]	630,00	1126,43	[Nm]
1.4 Požadovaný převodový poměr / z tabulky	i	1,80		
1.5 Skutečný převodový poměr / odchylka	i	1,8182	1,00%	

### 2.0 Volba materiálů, režimu zatížení, provozních a výrobních parametrů.

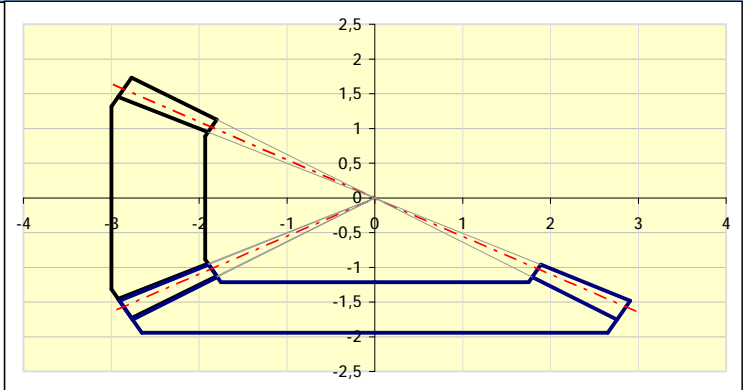
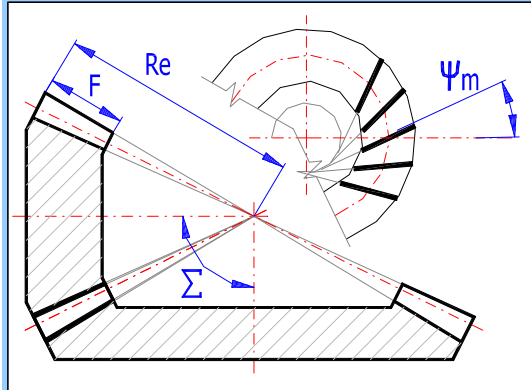
2.1 Materiál pastorku :	E,F...Konstrukční ocel uslechtilá AISI 6150 (S=142 Mpsi) povrchově kalená mezerově			▼
2.2 Materiál kola :	E,F...Konstrukční ocel uslechtilá Gr.5135(ASTM A322) (S=114 Mpsi) povrchově kalená po boku			▼
2.3 Zatěžování převodovky, hnací stroj - příklady	A...Plynulé			▼
2.4 Zatěžování převodovky, poháněný stroj - příklady	A...Plynulé			▼
2.5 Typ uložení soukolí	C...Oboustraně uložená obě kola - typ 1			▼
Typ uložení soukolí	C...Skřín s přesným uložením			▼
2.6 Stupeň přesnosti - AGMA (Ra min   Ra max)	Qv	8.....(Ra min. = 63 / Ra max. = 125)		▼
2.7 Pravděpodobnost poruchy (méně než 1 porucha za:)	FP	1000		▼
2.8 Požadovaná životnost	Lh	10000		[h]
2.9 Koeficient bezpečnosti (dotyk/ohyb)	SH / SF	1,30	1,60	
2.10 Automatický návrh	A. Přímé ozubení			▼

### 3.0 Parametry profilu zubu, typ ozubení

3.1 Řídící křivka ozubení (Typ ozubení)	A,B. Přímka, typ I (Standardní přímé a šikmé ozubení)			<input checked="" type="checkbox"/>
3.2 Součinitel výšky hlavy zubu	ha*	1,000	1,000	[modul]
3.3 Jednotková hlavová vřtle	c*	0,200	0,200	[modul]
3.4 Doporučené zaoblení paty zubu		0,304	0,304	[modul]
3.5 Zaoblení paty zubu	rf*	0,304	0,304	<input checked="" type="checkbox"/> [modul]
3.6 Typ profilu zubu	Bez modifikace			▼

### 4.0 Návrh modulu (Diametral Pitch) a geometrie ozubení

4.1 Počet zubů pastorku / kola	N	22	40	
4.2 Úhel os hřídelí	Σ	90	90	▼ [°]
4.3 A. Čelní úhel záběru	Φ	20,0	20,0	▼ [°]
4.4 Základní úhel sklonu zubů	Ψm	0,0	35	▼ [°]
4.5 Smysl stoupání zubů (pastorek)	Levý			▼
4.6 Šířka ozubení k povrchové přímce kužele (b/Re)	Re/F	0,3	< 0,35	
4.7 Šířka ozubení k povrchové přímce kužele (b/Re)	Pt	7		
4.8 Diametral Pitch (tečný, vnější)	CP/met	0,4488	0,1429	[in]
Circular Pitch / Modul (tečný, vnější)	F	1,141	< 1,141	<input checked="" type="checkbox"/> [in]
4.9 Šířka ozubení / max. doporučená hodnota	m	5,224		[lb]
4.10 Přibližná hmotnost soukolí	SH / SF	1,405	2,899	
4.11 Minimální koeficient bezpečnosti				



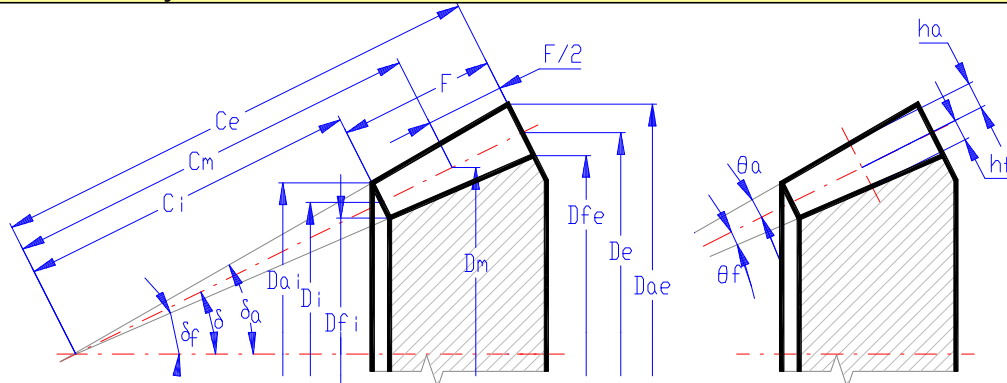
### 5.0 Korigování ozubení

5.1 Způsob korekce A. Přímé ozubení VN, zvýšená pevnost na ohyb

5.2 Doporučená hodnota	$x1 / x\tau_1$	0,511	0,000
5.3 - Přípustné podříznutí zubu (min. hodnota)	$x1 / x2$	-0,6352	-4,0213
5.4 - Zabraňující podřezání zubu (min. hodnota)	$x1 / x2$	-0,4685	-3,8547
5.5 Nastavení jednotkového posunutí pastorku			
5.6 Jednotkové posunutí	$x1 / x2$	0,2700	-0,2700
5.7 Jednotková změna tloušťky zubu	$x\tau_1 / x\tau_2$	0,0000	0,0000
5.8 Součinitel celkového záběru	$\epsilon\gamma$	1,6678	
5.9 Jednotková tloušťka zubu na hlavové kružnici	$sae^*$	0,7930	1,1215
5.10 Koeficient bezpečnosti na únavu v dotyku	SH	1,405	1,760
5.11 Koeficient bezpečnosti na únavu v ohybu	SF	5,10	2,90

### Kapitola výsledků

#### 6.0 Základní rozměry ozubení



		N	22	40	
6.1 Počet zubů pastorku / kola					
6.2 Diametral Pitch transverse (vnější, střední, vnitřní)	Pet,Pmt,Pit	7,0000	8,4844	10,7679	
6.3 Diametral Pitch (vnější, střední, vnitřní)	Pen,Pmn,Pin	7,0000	8,4844	10,7679	
6.4 Tečný modul (vnější, střední, vnitřní)	met,mmt,mit	0,1429	0,1179	0,0929	[in]
6.5 Normální modul (vnější, střední, vnitřní)	men,mmn,min	0,1429	0,1179	0,0929	[in]
6.6 Délka povrchy roztečného kužele (vnější, střední, vnitřní)	Ce,Cm,Ci	3,2608	2,6903	2,1198	[in]
6.7 Úhel roztečného kužele	$\delta$		28,8108	61,1892	[°]
6.8 Úhel hlavového kužele	$\delta_a$		31,9954	63,0210	[°]
6.9 Úhel patního kužele	$\delta_f$		26,4776	57,5043	[°]
6.10 Hlavový průměr (vnější)	Dae		3,4608	5,8148	[in]
6.11 Hlavový průměr (střední)	Dam		2,8553	4,7975	[in]
6.12 Hlavový průměr (vnitřní)	Dai		2,2498	3,7801	[in]
6.13 Roztečný průměr (vnější)	De		3,1429	5,7143	[in]
6.14 Roztečný průměr (střední)	Dm		2,5930	4,7145	[in]
6.15 Roztečný průměr (vnitřní)	Di		2,0431	3,7148	[in]
6.16 Patní průměr (vnější)	Dfe		2,9100	5,5119	[in]
6.17 Patní průměr (střední)	Dfm		2,4009	4,5475	[in]
6.18 Patní průměr (vnitřní)	Dfi		1,8918	3,5832	[in]
6.19 Úhel hlavy zubu	$\theta_a$		3,1846	1,8318	[°]
6.20 Úhel paty zubu	$\theta_f$		2,3332	3,6849	[°]
6.21 Výška hlavy zubu (vnější)	hae		0,1814	0,1043	[in]
6.22 Výška hlavy zubu (střední)	ha		0,1497	0,0860	[in]
6.23 Výška hlavy zubu (vnitřní)	hai		0,1179	0,0678	[in]
6.24 Výška paty zubu (vnější)	hfe		0,1329	0,2100	[in]
6.25 Výška paty zubu (střední)	hf		0,1096	0,1733	[in]
6.26 Výška paty zubu (vnitřní)	hfi		0,0864	0,1365	[in]
6.27 Normální úhel záběru	$\Phi_n$		20,0000		[°]
6.28 Čelní úhel záběru	$\Phi_t$		20,0000		[°]
6.29 Úhel sklonu zubů	$\Psi$		0,0000		[°]
6.30 Základní úhel sklonu	$\Psi_b$		0,0000		[°]
6.31 Valivý úhel záběru normální	$\Phi_{wn}$		20,0000		[°]
6.32 Valivý úhel záběru čelní	$\Phi_{wt}$		20,0000		[°]
6.33 Normální rozteč	pe		0,4488		[in]

6.34	Čelní rozteč	pte	0,4488		[in]
6.35	Tloušťka zubu na roztečné kružnici	sne	0,2525	0,1963	[in]
6.36	Tloušťka zubu na roztečné kružnici	sn	0,2083	0,1620	[in]
6.37	Tloušťka zubu na roztečné kružnici	sni	0,1641	0,1276	[in]
6.38	Tloušťka zubu na hlavové kružnici	sae	0,1133	0,1602	[in]
6.39	Tloušťka zubu na hlavové kružnici	sa	0,0935	0,1322	[in]
6.40	Tloušťka zubu na hlavové kružnici	sai	0,0736	0,1042	[in]
6.41	Jednotková tloušťka zubu na hlavové kružnici	sae*	0,7930	1,1215	[modul]

### 7.0 Porovnávací (virtuální) soukolí

7.1	Počet zubů virtuálního kola se šikmými zuby	zvn'	25,108	83,002		
7.2	Počet zubů virtuálního kola s přímými zuby	zv	25,108	83,002		
7.3	Průměr roztečné kružnice	dv'	2,959	9,783		[in]
7.4	Průměr hlavové kružnice da	dva'	3,259	9,955		[in]
7.5	Průměr základní kružnice	dvb'	2,781	9,193		[in]
7.6	Průměr patní kružnice	dvf'	2,740	9,436		[in]
7.7	Virtuální vzdálenost os	av	6,3711			[in]
7.8	Virtuální převodový poměr	iv	3,3058			

### 8.0 Kvalitativní ukazatele ozubení

8.1	Součinitel záběru v čelní rovině / osové rovině	$\epsilon_\alpha   \epsilon_\beta$	1,6678	0,0000	
8.2	Součinitel celkového záběru	$\epsilon_\gamma$	1,6678		
8.3	Kritické otáčky	nE1	19987,30		[ /min]
8.4	Resonanční poměr	N	0,05		[lb]
8.5	Přibližná hmotnost soukolí	m	5,2241		
8.6	Účinnost převodového soukolí	$\mu$	98,34%		
8.7	Zvolená / Doporučená viskozita oleje	v50	0,46		[in^2/sec]

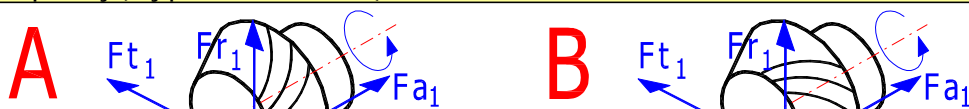
### 9.0 Součinitele pro výpočet koeficientů bezpečnosti

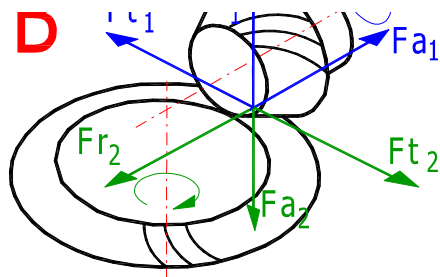
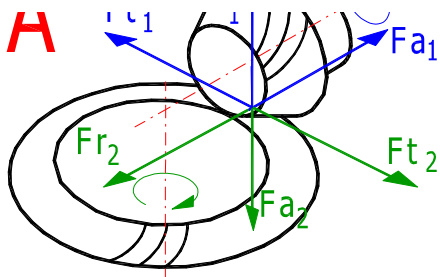
9.1 Společné pro soukolí					
9.2	Součinitel vnějších dynamických sil	Ka	1,00		
9.3	Součinitel vnitřních dynamických sil	Kv'	0,82		
9.4	Součinitel vnitřních dynamických sil	Km	1,13		
9.5	Součinitel teploty	KT	1,00		
9.6	Součinitel splehlivosti	KR	1,25		
9.7	Počet cyklů	NK	6,00E+08	3,30E+08	
9.8 Pro výpočet bezpečnosti na ohyb					
9.9	Součinitel tvaru pro ohyb	J	0,243	0,209	
9.10	Součinitel velikosti	Ks	0,83		
9.11	Součinitel sklonu zubu	Kx	1,00		
9.12	Součinitel životnosti (ohyb)	KL	0,88	0,89	
9.13 Pro výpočet bezpečnosti na dotyk					
9.14	Součinitel tvaru pro dotyk	I	0,078		
9.15	Součinitel elasticity	Cp	2799,68		
9.16	Srovnávací koeficient napětí	Cb	0,634		
9.17	Součinitel modifikovaného ozubení	Cxc	1,00		
9.18	Součinitel povrchových vlastností	Cf	1,00		
9.19	Návrhový krouticí moment	TD	564,79	1803,24	
9.20	Součinitel tvrdosti	CH	1,00	1,00	
9.21	Koeficient životnosti	CL	0,91	0,92	

### 10.0 Koeficienty bezpečnosti

10.1	Napětí v ohybu	St	14,06	16,09	[kpsi]
10.2	Dovolené napětí v ohybu	Sat	71,67	46,64	[kpsi]
10.3	Napětí v dotyku	Sc	87,18	69,34	[kpsi]
10.4	Dovolené napětí v dotyku	Sac	122,50	122,06	[kpsi]
10.5	Na únavu v ohybu	SF	5,10	2,90	
10.6	Na únavu v dotyku	SH	1,41	1,76	

### 11.0 Silové poměry (síly působící na ozubení)





11.1	Obvodová síla	Ft	485,93	[lb]	
11.2	Normální síla	Fn	517,11	[lb]	
11.3	Axiální síla - (otáčení podle obrázku)	Fa	85,23	154,97	[lb]
11.4	Radiální síla (otáčení podle obrázku)	Fr	154,97	85,23	[lb]
11.5	Axiální síla (otáčení směr proti obrázku)	Fa	85,23	154,97	[lb]
11.6	Radiální síla (otáčení směr proti obrázku)	Fr	154,97	85,23	[lb]
11.7	Obvodová rychlost na roztečné kružnici	v   vmax	678,84	< 1000	[ft/min]

12.0  Parametry zvoleného materiálu

12.1	Hustota	p	491,3	491,3	[lb/ft^3]
12.2	Modul pružnosti (tah, tlak)	E	29,9	29,9	[psi*1e9]
12.3	Mez pevnosti v tahu	Rm	142,1	113,9	[psi*1e6]
12.4	Mez kluzu v tahu	Rp0.2	123,3	78,2	[psi*1e6]
12.5	Poissonova konst.		0,3	0,3	
12.6	Mez únavy v dotyku	SHlim	168,2	165,3	[psi*1e6]
12.7	Mez únavy v ohybu	SFlim	102,3	65,3	[psi*1e6]
12.8	Tvrdost zubu na boku	HB	529,1	529,1	[HB]
12.9	Tvrdost zubu v jádře	HB	299,3	237,3	[HB]
12.10	Bázový počet zatěžovacích cyklů v dotyku	NHlim	1,00E+08	1,00E+08	
12.11	Exponent Wohlerovy křivky pro dotyk	qH	10	10	
12.12	Bázový počet zatěžovacích cyklů v ohybu	NFlim	3,00E+06	3,00E+06	
12.13	Exponent Wohlerovy křivky pro ohyb	qF	9	6	

Kapitola doplňků

13.0  Výkon, oteplení, plocha skříně

13.1	Teplota okolního vzduchu	90,00	[°F]
13.2	Maximální teplota oleje	140,00	[°F]
13.3	Koeficient odvodu tepla	2,00	[BTU/ft2/h/°F]
13.4	Ztrátový výkon	0,17	[HP]
13.5	Plocha převodové skříně (minimální)	4,23	[ft^2]

14.0  Předběžný návrh průměru hřídelí (ocel)

Doporučený průměr hřídele pro:

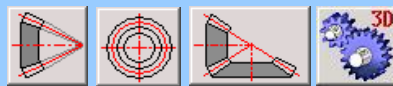
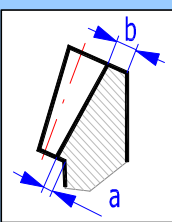
14.1	- Hřídele přenášející hlavní zatížení	DA	2,00	2,42	[in]
14.2	- Malé, krátké hřídele	DB	1,55	1,88	[in]

15.0  Pomocné výpočty

15.1	Výpočet převodového poměru z počtu zubů	NP,NG = i	14	43	= 3,0714
15.2	Výpočet převodového poměru z otáček	nP,nG = i	2000,0	750,0	= 2,6667
15.3	Výpočet výkonu z kroutícího momentu a otáček	Torq,nP=P	1500,0	700,0	= 16,6667

16.0  Grafický výstup, CAD systémy

16.1	Výstup 2D výkresu do:	AutoCAD LT xx			
16.2	Měřítka 2D výkresu	Automaticky			
16.3	Detail:	Kolo			
16.4	Poloměr obráběcího nástroje (pro 3D model)	R	1,7115	1,7115	<input checked="" type="checkbox"/> [in]
16.5	Velikost vnitřního odsazení	a	0,065	0,082	<input checked="" type="checkbox"/> [in]
16.6	Velikost vnějšího odsazení	b	0,157	0,214	[in]
16.7	Textový popis (Informace pro kusovník)	Pastorek	Kuzelové kolo - pastorek <input checked="" type="checkbox"/>		
	Řádek 1 (Kusovník atribut 1)		N1=22; P=7; beta=0		
	Řádek 2 (Kusovník atribut 2)		Materiál: AISI 6150		
	Řádek 3 (Kusovník atribut 3)				

Kolo



Řádek 1 (Kusovník atribut 1)  
Řádek 2 (Kusovník atribut 2)  
Řádek 3 (Kusovník atribut 3)

Kuželové kolo - kolo  
N2=40; P=7; beta=0  
Materiál: Gr.5135(ASTM A322)



16.8 Tabulka parametrů

Tabulka parametrů kola

