



# Čelní ozubení s přímými a šikmými zuby [in/AGMA]

i Výpočet bez chyb. Pastorek Kolo

ii  Informace o projektu

## Kapitola vstupních parametrů

### 1.0 Volba základních vstupních parametrů

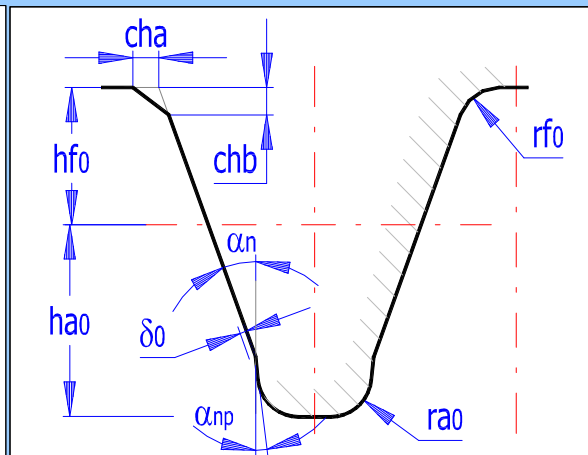
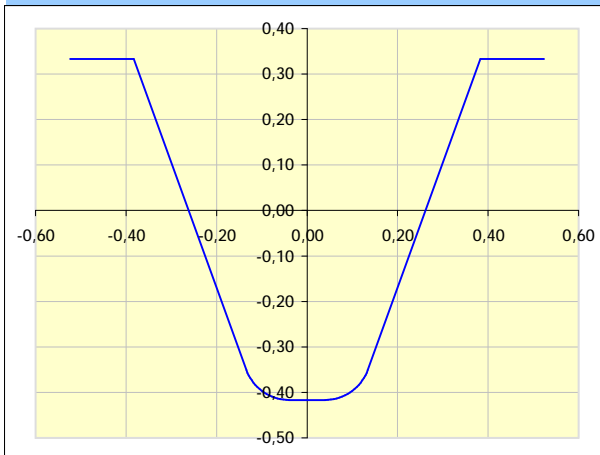
1,1 Přenášený výkon	P	100,000	98,860	[HP]
1,2 Otáčky pastorku / kola	n [min]	1000,0	552,6	
1,3 Krouticí moment (pastorek / kolo)	Torq [lb.in]	6300,00	11270,02	
1,4 Požadovaný převodový poměr / z tabulky	i	1,80		
1,5 Skutečný převodový poměr / odchyška	i	1,81	0,53%	

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

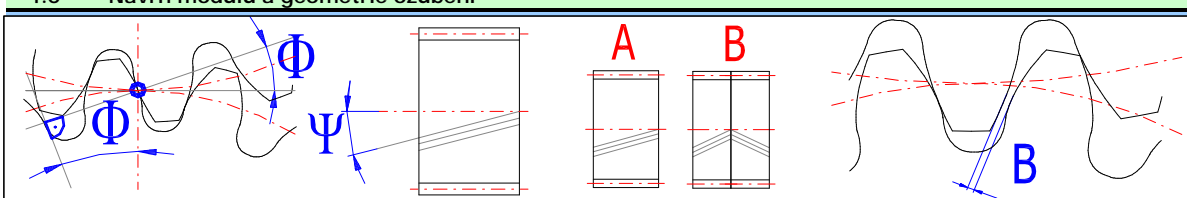
2.1 Materiál pastorku :	E...Konstrukční ocel legovaná Gr.5135(ASTM A322) (S=228 Mpsi) nitrocementovaná kalená			▼
2.2 Materiál kola :	E...Konstrukční ocel legovaná Gr.5135(ASTM A322) (S=228 Mpsi) nitrocementovaná kalená			▼
2.3 Typ zatížení převodovky od hnacího stroje	A...Plynulé			▼
2.4 Typ zatížení převodovky od poháněného stroje	A...Plynulé			▼
2.5 Typ uložení soukolí	D...Skříň s velmi přesným uložením			▼
Typ uložení soukolí	A...Symetricky uložené soukolí			▼
2.6 Stupeň přesnosti - AGMA   Ra max   min.	Qv	9   (Ra min. = 63 / max. = 63)		▼
2.7 Pravděpodobnost poruchy (méně než 1 porucha za:)	FP	10000		▼
2.8 Požadovaná životnost	Lh	10000		[h]
2.9 Koeficient bezpečnosti (dotyk/ohyb)	SH / SF	1,30	1,60	
2.10 Automatický návrh				

### 3.0 Parametry profilu nástroje a zubu

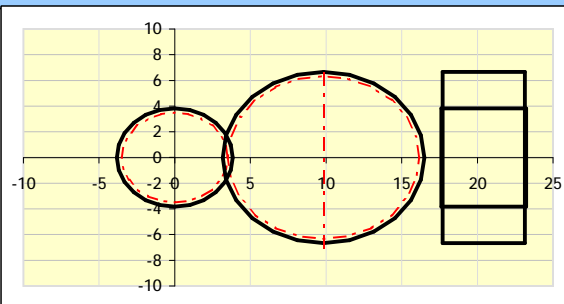
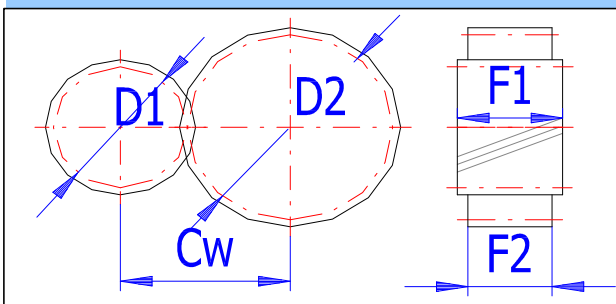
3.1 Normalizovaný nástroj	3. ANSI B6.1 (a=20deg, ha0=1.25, hf0=1.0, ra0=0.3, d0=0deg, anp=0, ca=0.35)			▼
3.2 Výška hlavy nástroje	ha0*	1,2500	1,2500	[1/P]
3.3 Výška paty nástroje	hf0*	1,0000	1,0000	[1/P]
3.4 Poloměr zaoblení hlavy	ra0*	0,3000	0,3000	[1/P]
3.5 Poloměr zaoblení paty	rf0*	0,0000	0,0000	[1/P]
3.6 Zkosení paty	cha*	0,0000	0,0000	[1/P]
3.7 Zkosení hlavy	chb*	0,0000	0,0000	[1/P]
3.8 Výška protuberance	δ0*	0,0000	0,0000	[1/P]
3.9 Úhel protuberance	αnp	0,0000	0,0000	[°]
3.10 Min. jednotková hlavová vůle	ca*min	0,2500	0,2500	[1/P]
3.11 Jednotková hlavová vůle	ca*	0,2500	0,2500	[1/P]
3.12 Typ profilu zubu	Bez modifikace			▼



### 4.0 Návrh modulu a geometrie ozubení



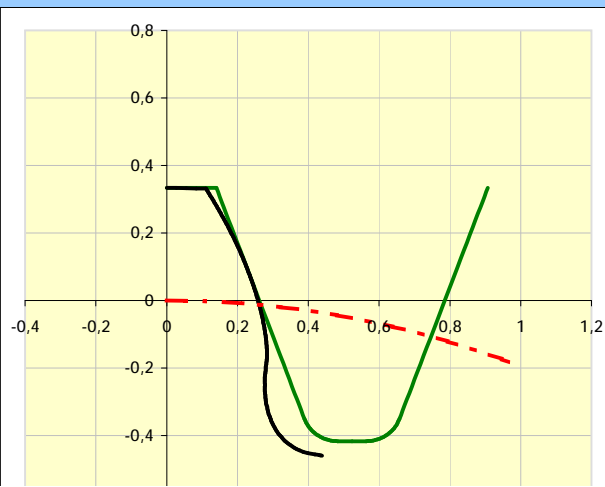
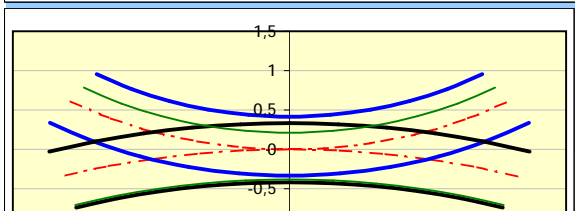
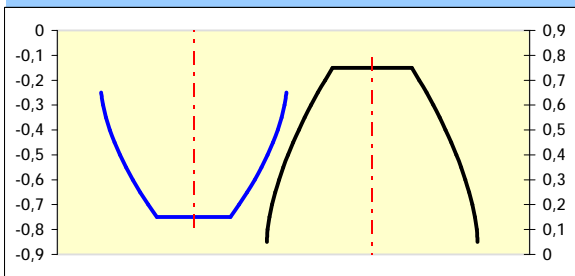
4.1 Počty zubů pastorku / kola	N	21	38	
4.2 Normální úhel záběru	$\Phi$	20		[°]
4.3 Základní úhel sklonu zubů	$\Psi$	0		[°]
4.4 Nastavení poměru šířky pastorku k průměru				
4.5 Poměr šířky pastorku k jeho průměru	$\Psi_d / \max$	1,05	< 1,1	
4.6 Diametral Pitch (obrácená hodnota modulu)	P	3		
Circular Pitch / Modul	CP/m	1,047	0,333	[in]
4.7 Průměr roztečné kružnice pastorku / kola	D1/D2	7,000	12,667	[in]
4.8 Doporučená šířka ozubení		4,1 - 7,7		[in]
4.9 Šířka pastorku / kola	F1/F2	5,600	5,430	[in]
4.10 Pracovní šířka ozubení	Fw	5,430		[in] <input checked="" type="checkbox"/>
4.11 Poměr šířky pastorku k jeho průměru	$\Psi_d / \max$	0,80	< 1,1	
4.12 Pracovní vzdálenost os	Cw	9,833		[in]
4.13 Přibližná hmotnost soukolí (plné válce)	m	251,82		[lb]
4.14 Minimální koeficient bezpečnosti	SH / SF	1,79	16,49	

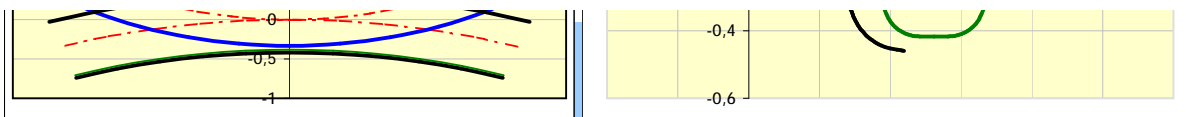


4.15 Boční vůle v ozubení (normální)				
4.16 - Doporučená min   max. hodnota	B	0,0037	0,0149	[in]
4.17 - Zvolená boční vůle	B	0,0000		[in]

**5.0  Korigování ozubení**

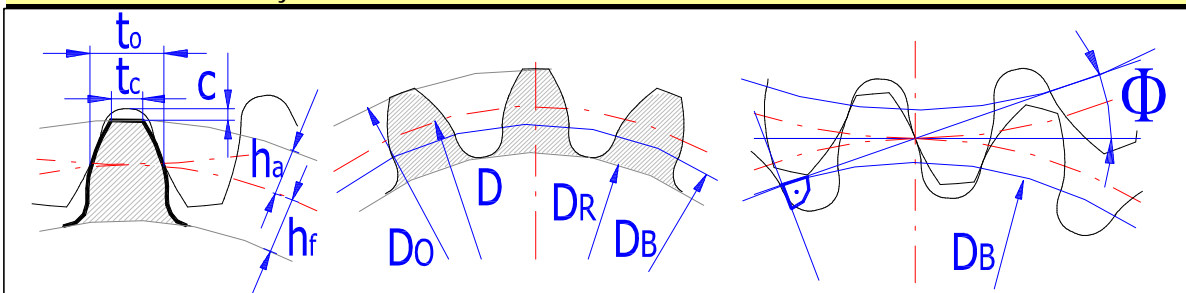
5.1 Typy korekcí				
5.2 - Přípustné podříznutí zubu (min. hodnota)		-0,286	-0,605	$\Sigma = -0,891$
5.3 - Zabraňující podřezání zubu (min. hodnota)		-0,143	-0,526	$\Sigma = -0,669$
5.4 - Zabraňující zúžení zubu (min. hodnota)		0,174	-0,813	$\Sigma = -0,639$
5.5 Nastavení jednotkového posunutí pastorku				<input checked="" type="checkbox"/>
5.6 Jednotkové posunutí pastorku a kola	x	0,0000	0,0000	[modul (1/P)]
5.7 Součet jednotkových posunutí   min.hodnota	$\Sigma x$	0,0000	> -1,208	[modul (1/P)]
5.8 Součinitel celkového záběru	$\epsilon\alpha/\epsilon\gamma$	1,6363	1,6363	
5.9 Jednotková tloušťka zubu na hlavové kružnici	sa*	0,7007	0,7569	
5.10 Velikost měrného skluzu na patě	$\vartheta A1/\vartheta E2$	-3,6251	-1,5559	
5.11 Velikost měrného skluzu na hlavě	$\vartheta E1/\vartheta A2$	0,6088	0,7838	
5.12 Součet všech měrných skluzů	Sum  $\vartheta$	6,5736		
5.13 Koeficient bezpečnosti na únavu v dotyku	SH	1,79	1,82	
5.14 Koeficient bezpečnosti na únavu v ohybu	SF	16,49	18,96	
5.15 Zobrazení zubu a natočení nástroje pro :	Pastorek			0 [°]





## Kapitola výsledků

### 6.0 Základní rozměry ozubení



6.1 Počty zubů pastorku / kola	N	21	38	
6.2 Šířka pastorku / kola	F	5,6000	5,4300	[in]
6.3 Normální modul	mn	0,3333		[in]
6.4 Tečný modul	mt	0,3333		[in]
6.5 Diametral Pitch (normální)	Pn	3,0000		
6.6 Diametral Pitch (tečný)	Pt	3,0000		
6.7 Normální rozteč	pn	1,0472		[in]
6.8 Čelní rozteč	pt	1,0472		[in]
6.9 Základní rozteč normální	pN	0,9840		[in]
6.10 Základní rozteč čelní	pT	0,9840		[in]
6.11 Osová vzdálenost (roztečná)	C	9,8333		[in]
6.12 Osová vzdálenost (výrobní)	Cm	9,8333		[in]
6.13 Osová vzdálenost (pracovní)	Cw	9,8333		[in]
6.14 Úhel záběru	Φ	20,0000		[°]
6.15 Čelní úhel záběru	Φt	20,0000		[°]
6.16 Valivý úhel záběru normální	Φwn	20,0000		[°]
6.17 Valivý úhel záběru čelní	Φwt	20,0000		[°]
6.18 Úhel sklonu zubů	Ψ	0,0000		[°]
6.19 Základní úhel sklonu	Ψb	0,0000		[°]
6.20 Průměr hlavové kružnice da	DO	7,6667	13,3333	[in]
6.21 Průměr roztečné kružnice	D	7,0000	12,6667	[in]
6.22 Průměr základní kružnice	DB	6,5778	11,9028	[in]
6.23 Průměr patní kružnice	DR	6,1667	11,8333	[in]
6.24 Průměr valivé kružnice	DW	7,0000	12,6667	[in]
6.25 Výška hlavy zubu	ha	0,3333	0,3333	[in]
6.26 Výška paty zubu	hf	0,4167	0,4167	[in]
6.27 Tloušťka zubu na hlavové kružnici	tno	0,2336	0,2523	[in]
6.28 Tloušťka zubu na hlavové kružnici (tečná)	tto	0,2336	0,2523	[in]
6.29 Tloušťka zubu na roztečné kružnici	tnc	0,5236	0,5236	[in]
6.30 Tloušťka zubu na roztečné kružnici (tečná)	ttc	0,5236	0,5236	[in]
6.31 Tloušťka zubu patní kružnici	tr	0,5532	0,6655	[in]
6.32 Jednotková tloušťka zubu na hlavové kružnici	to*	0,7007	0,7569	[modul (1/P)]
6.33 Jednotkové přísunutí kol	dY	0,0000		[in]
6.34 Celková jednotková korekce	x1+x2	0,0000		[modul (1/P)]
6.35 Jednotkové posunutí	x	0,0000	0,0000	[in]

### 7.0 Doplnkové parametry ozubení

7.1 Počet zubů	z	21	38
7.2 Počet zubů porovnávacího kola	zn	21,000	38,000
<b>Minimální počet zubů kola:</b>			
7.3 - Dovolující přípustné podřezání	zmin1	15	15
7.4 - Zabraňující podřezání zubu	zmin2	18	18
7.5 - Zabraňující zúžení zubu	zmin3	24	24

### 8.0 Kvalitativní ukazatele ozubení

8.1	Součinitel záběru v čelní rovině / osové rovině	$\epsilon_\alpha   \epsilon_\beta$	1,6363	0,0000	
8.2	Součinitel celkového záběru	$\epsilon_\gamma$	1,6363		
8.3	Koeficient odlehčení kola	$Cdi/df$	0,00	0,00	
8.4	Kritické otáčky	$nE1$	6917,45		[ /min]
8.5	Resonanční poměr	$N$	0,14		
8.6	Přibližná hmotnost soukolí (plné válce)	$m$	251,8206		[lb]
8.7	Účinnost převodového soukolí	$\mu$	98,86%		
8.8	Doporučená viskozita oleje	$v50$	0,28		[in2/sec]

### 9.0 Součinitele pro výpočet koeficientů bezpečnosti

9.1 <b>Společné pro soukolí</b>					
9.2	Součinitel vnějších dynamických sil	$Ko$	1,00		
9.3	Součinitel rychlosti	$Kv$	1,26		
9.4	Součinitel vnitřních dynamických sil	$Km$	1,20		
9.5	Součinitel teploty	$Kt$	1,00		
9.6	Součinitel splehlivosti	$Kr$	1,50		
9.7	Počet cyklů	$NK$	6,00E+08	3,32E+08	
9.8 <b>Pro výpočet bezpečnosti na ohyb</b>					
9.9	Součinitel tvaru pro ohyb	$J$	0,3415	0,3852	
9.10	Tloušťka ozubeného věnce	$tr$	10	10	[in]
9.11	Součinitel tloušťky ozubeného věnce	$Kb$	1,00	1,00	
9.12	Součinitel velikosti	$Ks$	0,87		
9.13	Součinitel životnosti (ohyb)	$YN$	0,88	0,89	
9.14 <b>Pro výpočet bezpečnosti na dotyk</b>					
9.15	Součinitel tvaru pro dotyk	$I$	0,0935		
9.16	Součinitel elasticity	$CP$	2285,93		
9.17	Součinitel povrchových vlastností	$Cf$	1,00	1,00	
9.18	Součinitel tvrdosti	$CH$	1,00	1,00	
9.19	Součinitel životnosti (dotyk)	$ZN$	0,91	0,92	

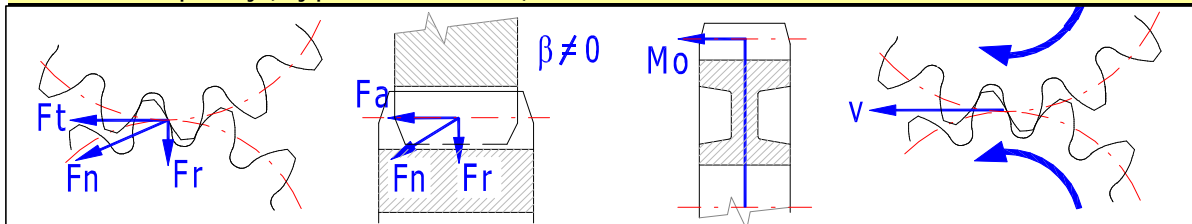
### 10.0 Koeficienty bezpečnosti

10.1	Napětí v ohybu	$St$	3,80	3,37	[kpsi]
10.2	Dovolené napětí v ohybu	$Sat$	62,69	63,90	[kpsi]
10.3	Napětí v dotyku	$Sc$	63,20	63,20	[kpsi]
10.4	Dovolené napětí v dotyku	$Sac$	113,35	114,90	[kpsi]
10.5	Na únavu v ohybu	$SF$	16,49	18,96	
10.6	Na únavu v dotyku	$SH$	1,79	1,82	

### 11.0 Kontrolní rozměry ozubení

11.1	Počet zubů přes které se měří	$zw$	3	5	
11.2	Počet zubů přes které se měří	$zw$	3	5	<input checked="" type="checkbox"/>
11.3	Rozměr přes zuby	$W$	2,5581	4,6056	[in]
11.4	Průměr válečku/kuličky	$dt$	0,6000	0,6000	[in]
11.5	Průměr válečku/kuličky	$dt$	0,6000	0,6000	<input checked="" type="checkbox"/> [in]
11.6	Rozměr přes válečky/kuličky	$M$	7,8583	13,5588	[in]

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



12.1	Obvodová síla	$Ft$	1800,86		[lb]
12.2	Normální síla	$Fn$	1916,44		[lb]
12.3	Axiální síla	$Fa$	0,00		[lb]
12.4	Radiální síla	$Fr$	655,46		[lb]
12.5	Ohybový moment	$Mo$	0,00	0,00	[lb.in]
12.6	Obvodová rychlost na roztečné kružnici	$V   Vmax$	1832,60	6868,899878	[ft/min]

### 13.0 Parametry zvoleného materiálu

13.1	Hustota	p	491,3	491,3	[lb/ft^3]
13.2	Modul pružnosti (tah, tlak)	E	29,9	29,9	[psi*1e9]
13.3	Mez pevnosti v tahu	Rm	227,7	227,7	[psi*1e6]
13.4	Mez kluzu v tahu	Rp0.2	195,8	195,8	[psi*1e6]
13.5	Poissonova konst.		0,3	0,3	
13.6	Mez únavy v dotyku	SHlim	186,8	186,8	[psi*1e6]
13.7	Mez únavy v ohybu	SFlim	107,3	107,3	[psi*1e6]
13.8	Tvrдость zubu na boku	HB	540	540	[HB]
13.9	Tvrдость zubu v jádře	HB	453	453	[HB]
13.10	Bázový počet zatěžovacích cyklů v dotyku	NHlim	1,00E+08	1,00E+08	
13.11	Exponent Wohlerovy křivky pro dotyk	qH	10	10	
13.12	Bázový počet zatěžovacích cyklů v ohybu	NFlim	3,00E+06	3,00E+06	
13.13	Exponent Wohlerovy křivky pro ohyb	qF	9	9	

### Kapitola doplňků

#### 14.0 Výpočet ozubení na zadanou osovou vzdálenost

14.1	Požadovaná osová vzdálenost / aktuální	Cw	12,5000	9,8333	[in]
14.2	<b>Výběr řešení</b>		ID. NP NG i Ψ Sum X		
14.3	Kombinace počtu zubů kol		5.   26   48   1,846   9,367   0,5244		▼
14.4	Počty zubů pastorku / kola	z1/z2	26	48	
14.5	Skutečný převodový poměr / odchylka	i	1,8462	2,50%	
14.6	<b>A. Změnou jednotkového posunutí</b>				
14.7	Základní úhel sklonu zubů	Ψ	0,0000		[°]
14.8	Celková jednotková korekce	Sum x	0,52438		[modul]
14.9	Způsoby rozdělení korekcí		V převrácené hodnotě převodového poměru ▼		
14.10	Způsob rozdělení korekcí na kola	x	0,1842	0,3401	[modul]
14.11	Stiskněte tlačítko pro přenos hodnot do základního výpočtu				
14.12	<b>B. Změnou úhlu sklonu zubů</b>				
14.13	Základní úhel sklonu zubů	Ψ	9,3668		[°]
14.14	Celková jednotková korekce	Sum x	0,00		[modul]
14.15	Stiskněte tlačítko pro přenos hodnot do základního výpočtu				

#### 15.0 Výkon, oteplení, plocha skříně

15.1	Teplota okolního vzduchu		70,00		[°F]
15.2	Maximální teplota oleje		140,00		[°F]
15.3	Koeficient odvodu tepla		2,00		[BTU/ft2/h/°F]
15.4	Ztrátový výkon		1,14		[HP]
15.5	Plocha převodové skříně (minimální)		20,72		[ft2]

#### 16.0 Předběžný návrh průměru hřídelí (ocel)

##### Doporučený průměr hřídele pro:

16.1	- Hřídele přenášející hlavní zatížení	DA	4,30	5,22	[in]
16.2	- Malé, krátké hřídele	DB	3,34	4,05	[in]

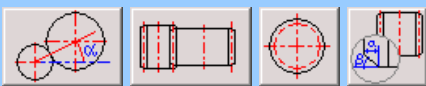


#### 17.0 Přibližný výpočet modulu existujícího kola






17.1	Počet zubů měřeného kola	N	21		
17.2	Průměr hlavové kružnice	DO	33,50		[in]
17.3	Vzdálenost mezi hranami sousedních zubů	u	0,00		[in]
17.4	Úhel sklonu zubů	β	10,00		[°]
17.5	Diametral Pitch (obrácená hodnota modulu)	DP	0,70		

#### 18.0 Pomocné výpočty

18.1	Výpočet převodového poměru z počtu zubů	NP,NG = i	21	35	= 1,6667
18.2	Výpočet převodového poměru z otáček	nP,nG = i	1450,0	800,0	= 1,8125
18.3	Výpočet výkonu z kroutícího momentu a otáček	Torq,nP=P	1000,0	500,0	= 7,9365

#### 19.0 Grafický výstup, CAD systémy

19.1	Výstup 2D výkresu do:	DXF soubor			
19.2	Měřítko 2D výkresu	Automaticky			
19.3	Detail:	Pastorek			
		α [°]...	30	β [°]...	30
19.4	Detailní výkres zubu a kola		a [modul]...	1	
19.5	Počet vykreslených zubů		3		

19.6 Počet bodů hlavy zubu	5					
19.7 Počet bodů boku zubu	30					
19.8 Odvalení (pootočení) nástroje mezi záběrem	0,5	[°]	<input type="checkbox"/>	Výkres bez os		
19.9 Počet kopií zubu při kontrole záběru	20					
19.10 <b>Textový popis (Informace pro kusovník)</b>	<b>Pastorek</b>					
Řádek 1 (Kusovník atribut 1)	Čelní ozubení - pastorek					<input checked="" type="checkbox"/>
Řádek 2 (Kusovník atribut 2)	N1=21, P=3, beta=0					
Řádek 3 (Kusovník atribut 3)	Materiál: Gr.5135(ASTM A322)					
	<b>Kolo</b>					
Řádek 1 (Kusovník atribut 1)	Čelní ozubení - kolo					<input checked="" type="checkbox"/>
Řádek 2 (Kusovník atribut 2)	N2=38, P=3, beta=0					
Řádek 3 (Kusovník atribut 3)	Materiál: Gr.5135(ASTM A322)					
19.11 Tabulka parametrů	Tabulka parametrů pastorku					▼