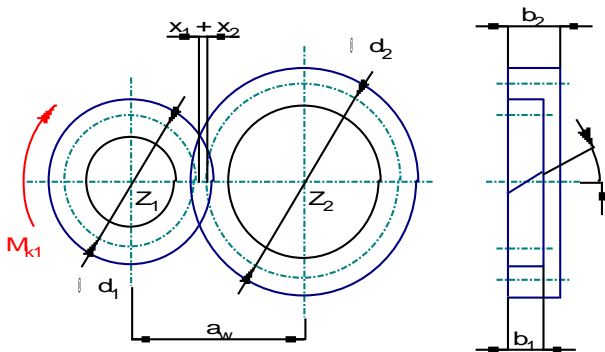


# PROTOKOL O VÝPOČTU

## Typ výpočtu:

Výpočet čelních ozubených kol s přímými zuby

$$i = z_2 / z_1$$



## Zadané hodnoty:

### Parametry ozubení:

$m_n$	=	3	mm	normální modul
$z_1$	=	15		počet zubů pastorku
$z_2$	=	60		počet zubů kola
$\alpha_n$	=	20	°	normální úhel záběru
$\beta$	=	0	°	úhel sklonu zubu na roztečné kružnici
$x_\Sigma$	=	0		součet jednotkových posunutí
Rozdělení korekcí $x_1, x_2$ : vlastní				
$x_1$	=	0		jednotkové posunutí základního profilu pastorku
$x_2$	=	0		jednotkové posunutí základního profilu kola
$b_1$	=	30	mm	šířka ozubení pastorku
$b_2$	=	30	mm	šířka ozubení kola

### Zatížení:

$M_{k1}$	=	60	Nm	kroučící moment na pastorku
----------	---	----	----	-----------------------------

### typ uspořádání převodu:

pastorek i kolo uloženy nesouměrně mezi dvojicemi ložisek

$Q$	=	8		stupeň přesnosti podle ISO 1328-1 a -2
-----	---	---	--	--

### Zadané technologické údaje pro pastorek:

$h_a^*$	=	1		součinitel výšky hlavy zubu
$c^*$	=	0,25		součinitel hlavové vůle
$\rho_f^*$	=	0,38		součinitel zaoblení paty

### materiál:

konstrukční ocel ušlechtilá 12 051, povrchově kalená po boku

### Zadané technologické údaje pro kolo:

$h_a^*$	=	1		součinitel výšky hlavy zubu
$c^*$	=	0,25		součinitel hlavové vůle
$\rho_f^*$	=	0,38		součinitel zaoblení paty

**materiál:**

konstrukční ocel ušlechtilá 12 051, povrchově kalená po boku

**Vypočtené hodnoty:****základní hodnoty:**

$i_{skut}$	=	4		<i>vypočtené převodové číslo</i>
$\varepsilon_\alpha$	=	1,633		<i>součinitel záběru profilu</i>

**geometrie (společné hodnoty):**

$a_w$	=	112,5	mm	<i>pracovní osová vzdálenost</i>
$\Delta y$	=	0		<i>součinitel přisunutí os</i>
$\Sigma \vartheta $	=	50,533		<i>součet  měrných skluzů </i>

**geometrie pastorku:**

$d_1$	=	45	mm	<i>průměr roztečné kružnice pastorku</i>
$d_{a1}$	=	51	mm	<i>průměr hlavové kružnice pastorku</i>
$d_{f1}$	=	37,5	mm	<i>průměr patní kružnice pastorku</i>
$d_{b1}$	=	42,286	mm	<i>průměr základní kružnice pastorku</i>
$S_{a1}^*$	=	0,656		<i>poměrná tloušťka hlavy zubu pastorku</i>
$S_{a1}$	=	1,969	mm	<i>tloušťka hlavy zubu pastorku</i>
$S_{n1}$	=	4,712	mm	<i>tloušťka zubu pastorku na roztečné kružnici</i>

**geometrie kola:**

$d_2$	=	180	mm	<i>průměr roztečné kružnice kola</i>
$d_{a2}$	=	186	mm	<i>průměr hlavové kružnice kola</i>
$d_{f2}$	=	172,5	mm	<i>průměr patní kružnice kola</i>
$d_{b2}$	=	169,145	mm	<i>průměr základní kružnice kola</i>
$S_{a2}^*$	=	0,786		<i>poměrná tloušťka hlavy zubu kola</i>
$S_{a2}$	=	2,357	mm	<i>tloušťka hlavy zubu kola</i>
$S_{n2}$	=	4,712	mm	<i>tloušťka zubu kola na roztečné kružnici</i>

**Kontrolní rozměry ozubení:****Mezní úchytky pastorku (podle ISO 1328-1 a -2):**

$Q$	=	8		<i>stupeň přesnosti podle ISO 1328-1 a -2</i>
$f_{pt} \pm$	=	0,015	mm	<i>úchylka čelní rozteče</i>
$F_p$	=	0,042	mm	<i>součtová úchylka roztečí</i>
$F_\alpha$	=	0,02	mm	<i>úchylka profilu</i>
$F_\beta$	=	0,023	mm	<i>úchylka sklonu zubu</i>
$f_{f\alpha}$	=	0,016	mm	<i>úchylka tvaru profilu</i>
$f_{H\alpha} \pm$	=	0,013	mm	<i>úchylka úhlu profilu</i>
$f_{f\beta}$	=	0,016	mm	<i>úchylka tvaru sklonu zubu</i>
$F_i''$	=	0,05	mm	<i>úchylka dvoubokého odvalu za otáčku</i>
$F_r$	=	0,034	mm	<i>úchylka obvodového házení</i>

**Mezní úchytky kola (podle ISO 1328-1 a -2):**

$Q$	=	8		<i>stupeň přesnosti podle ISO 1328-1 a -2</i>
$f_{pt} \pm$	=	0,018	mm	<i>úchylka čelní rozteče</i>
$F_p$	=	0,07	mm	<i>součtová úchylka roztečí</i>

$F_{\alpha}$	=	0,025	mm	úchylka profilu
$F_{\beta}$	=	0,025	mm	úchylka sklonu zubu
$f_{f\alpha}$	=	0,019	mm	úchylka tvaru profilu
$f_{H\alpha} \pm$	=	0,016	mm	úchylka úhlu profilu
$f_{f\beta}$	=	0,018	mm	úchylka tvaru sklonu zubu
$f_{H\beta} \pm$	=	0,018	mm	úchylka úhlu sklonu zubu
$F_r$	=	0,056	mm	úchylka obvodového házení

#### Měření přes zuby:

$M_1$	=	13,915	mm	jmenovitý rozměr přes zuby pastorku
$Z'_1$	=	2		počet zubů, přes které se měří pastorek
$M_2$	=	60,088	mm	jmenovitý rozměr přes zuby kola
$Z'_2$	=	7		počet zubů, přes které se měří kolo

#### Měření přes kuličky/válečky:

$d_v$	=	6	mm	průměr kuličky/válečku pro měření ozubení pastorku
$M_{v1}$	=	54,419	mm	jmenovitý rozměr pastorku přes kuličky/válečky
$d_v$	=	6	mm	průměr kuličky/válečku pro měření ozubení kola
$M_{v2}$	=	190,245	mm	jmenovitý rozměr kola přes kuličky/válečky

Počet otočení kola, kdy se dostanou do záběru znovu stejné zuby: 1

#### Vypočtená napětí pro pastorek:

##### napětí v dotyku:

$\sigma_H$	=	942,105	MPa	vypočtené
$\sigma_{HP}$	=	1036,364	MPa	přípustné

##### napětí v dotyku při jednorázovém největším zatížení:

$\sigma_{Hmax}$	=	1094,627	MPa	vypočtené
$\sigma_{HPmax}$	=	2548	MPa	přípustné

##### napětí v ohybu:

$\sigma_F$	=	149,818	MPa	vypočtené
$\sigma_{FP}$	=	278,571	MPa	přípustné

##### napětí v ohybu při jednorázovém největším zatížení:

$\sigma_{Fmax}$	=	202,255	MPa	vypočtené
$\sigma_{FPmax}$	=	780	MPa	přípustné

#### Vypočtená napětí pro kolo:

##### napětí v dotyku:

$\sigma_H$	=	871,758	MPa	vypočtené
$\sigma_{HP}$	=	1036,364	MPa	přípustné

##### napětí v dotyku při jednorázovém největším zatížení:

$\sigma_{Hmax}$	=	1012,891	MPa	vypočtené
$\sigma_{HPmax}$	=	2548	MPa	přípustné

##### napětí v ohybu:

$\sigma_F$	=	128,28	MPa	vypočtené
$\sigma_{FP}$	=	278,571	MPa	přípustné

##### napětí v ohybu při jednorázovém největším zatížení:

$\sigma_{Fmax}$	=	173,178	MPa	<i>vypočtené</i>
$\sigma_{FPmax}$	=	780	MPa	<i>připustné</i>

### **Kontrola:**

#### **Geometrie ozubení:**

$$\varepsilon_{\alpha} > 1,1 \quad \text{VYHOVUJE}$$

Varování - pastorek:

Dojde k mírnému podřezání zubu

#### **Ozubení pastorku:**

$\sigma_H < \sigma_{HP}$	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{Hmax} < \sigma_{HPmax}$	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_F < \sigma_{FP}$	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{Fmax} < \sigma_{FPmax}$	<b>VYHOVUJE</b>

#### **Ozubení kola:**

$\sigma_H < \sigma_{HP}$	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{Hmax} < \sigma_{HPmax}$	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_F < \sigma_{FP}$	<b>VYHOVUJE</b>
$\sigma_{Fmax} < \sigma_{FPmax}$	<b>VYHOVUJE</b>

Počty zubů pastorku a kola mají společného dělitele, nedojde k prostřídání všech zubů v záběru

### **Návrh:**

#### **Pro stejné materiály (některá z hodnot):**

$Z_{1Min}$	=	14		<i>min. počet zubů pastorku</i>
$m_{nMin}$	=	3	mm	<i>min. normální modul</i>
$b_{Min}$	=	23,635	mm	<i>min. šířka ozubení</i>
$M_{k1Max}$	=	72,607	Nm	<i>max. vyhovující krouticí moment na pastorku</i>