

### Příloha 3: Výsledek kontroly z programu OZUB3.xls

Vstupní hodnoty se vkládají do políček  podle Výběru norem pro konstrukční cvičení Sešit 3 Součásti  
 Do ostatních políček je vhodné nazasahovat ....  pohonů. Předpokládá se 6. stupeň přesnosti ozubení.

#### Výpočet čelních ozubených kol s přímými a šikmými zuby podle ISO

ČSN ISO 6336 upravená ČSN 01 4686 / 1989

<b>Zadání:</b>	Č. zad.:	vstupní hodnoty		
Výkon na vstupním hřídeli P	4,905	kW	zaoblení paty $\rho_f =$	0,38
frekvence otáček $n_1$	5500	min <sup>-1</sup>	patní vůle $c_a =$	0,25
počet zubů pastorku $z_1$	25		boční vůle $c_n =$	0
počet zubů kola $z_2$	1000			
úhel záběru nástroje $\alpha_n$	30	<sup>o</sup> =	0,52359877 rad	
normální modul $m_n$	1,844	mm		
úhel šroubovice $\beta$	0	<sup>o</sup> =	0 rad	
čelní úhel záběru $\alpha_t$	30	<sup>o</sup> =	0,52359877 rad	

#### Geometrie soukolí

osová vzdálenost $a_0$	945,05	mm		
požadovaná os. vzdál. $a_w$	945,05	mm	okopíruj nebo zadej upravenou osovou vzdálenost	
valivý úhel záběru $\alpha_w$	30	<sup>o</sup> =	0,52359877 rad	
$\Sigma$ jedn. posunutí profilu $x_1+x_2$	0			
jedn. posun. profilu $x_1$	0	doplnit rozdělením předchozího součtu $\Sigma x_1+x_2$		
jedn. posun. profilu $x_2$	0			
valivý úhel záběru $\alpha_w$	30	<sup>o</sup> =	0,52359877 rad	inv $\alpha_v =$ 0,05375
skutečná osová vzd. $a_w$	945,05	mm		
čelní modul $m_t$	1,844	mm		
rozteč $p_n$	5,793096853	mm		
souč. snížení hlavy zubu y	0			
úhel šroub. na zákl. kr. $\beta_b$	0	<sup>o</sup> =	0 rad	
rozteč $p_t$	5,793096853	mm		
rozteč $p_w$	5,793096853			

Rozměry	pastorek 1	kolo 2		
výška paty $h_f$	2,305	2,305	mm	
výška hlavy $h_a$	1,844	1,844	mm	k.m = 0
výška zubu h	4,149	4,149	mm	
hlavový průměr $d_a$	49,788	1847,688	mm	
roztečný průměr d	46,1	1844	mm	
patní průměr $d_f$	41,49	1839,39	mm	
prům. zákl. kruž. $d_b$	39,92377132	1596,95085	mm	
průměr val. kruž. $d_w$	46,1	1844	mm	
tloušťka zubu $s_n$	2,896548427	2,89654843	mm	
šířka mezery $v_n$	2,896548427	2,89654843	mm	
tloušťka zubu $s_t$	2,896548427	2,89654843	mm	
šířka mezery $v_t$	2,896548427	2,89654843	mm	
tloušťka zubu $s_{wt}$	2,896548427	2,89654843	mm	
šířka mezery $v_{wt}$	2,896548427	2,89654843	mm	
počet zubů $z_n$	25	1000		
počet zubů pro měř. přes zuby	5	167		

<b>Kontrolní rozměry</b>		Rozměr přes válečky (kuličky) pro zvolený průměr válečku viz níže			
sudý nebo lichý počet zubů	lichý		lichý		
inv úhlu tečny válečku $\alpha_k$	0,053751491		0,05375149		
úhel tečny válečku $\alpha_k$	0,523598767		0,52359877	rad	
prům. kontrol. vál. $d_k$	2,508484534		2,50848453	mm	
rozměr přes vál. - kul. $M_d$	48,51751671		1846,50621	mm	
konst. tloušťka $s_k$	2,172411342		2,17241134	mm	
výška pro měř. $h_k$	1,216878876		1,21687888	mm	
počet zubů pro měř. přes z.	5		167		viz řádek 52
míra přes zuby $M$	24,72232302		921,163838	mm	
min. šířka kola pro měř.	0		0	mm	
úhel tlaku na hlavě $\alpha_{ta}$	0,640368933		0,52704567	rad	
úhel tlaku na hlavě $\alpha_{ta}$	36,69		30,20	°	
souč. záběru pr. v čel. r. $\epsilon_{\alpha t}$	1,400441732		1,40044173		
šířka kola $b_w$	9		5	mm	
souč. záběru kroku $\epsilon_{\beta}$	0		0		
součinitel záběru $\epsilon$	1,400441732		1,40044173	mm	
<b>Parametry převodu</b>					
obvodová rychlost $v$	13,27584696	m/s	13,275847	m/s	
obvodová síla $F_t$	369,4679531	N	369,467953	N	
poměr $u = z_2/z_1$	40		40		
krout. moment. $M_K$	8516,236319	N.mm	340649,453	N.mm	
zatížení $F/b$	41,05199479	N/mm	73,8935906	N/mm	
<b>VÝPOČET OZUBENÍ NA OHYB</b>					
Výpočet jmenovitého napětí v patě zubu pro zatížení na hlavě:					
$\sigma_F = K_A \cdot K_V \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta} \cdot \sigma_{FO} = \sigma_{F \lim} \cdot Y_{ST} \cdot Y_{NT} \cdot Y_{\delta \text{rel}} \cdot Y_{R \text{rel T}} \cdot Y_T / S_{F \min}$					
patní sečna $s_{Fn}$	4,475364548		5,13299687	mm	
poloměr pat. přechodu $\rho_F$	1,01827468		0,72217784	mm	
souč.záb.prof.n.k. $\epsilon_{\alpha n}$	1,400441732		1,40044173		
prům.náhr.kola $d_n$	46,1		1844	mm	
prům.zákl.kr.n.k. $d_{bn}$	39,92377132		1596,95085	mm	
prům.hlav.kr.n.k. $d_{an}$	49,788		1847,688	mm	
prům.kr. $d_{en}$	47,49668169		1845,67028	mm	
úhel tlaku $\alpha_{en}$	0,572481718	32,8007863	0,5251641	30,089687	rad, deg
střed. úhel $\gamma_e$	0,044589616	2,5547968	0,00104713	0,059996	rad, deg
úhel tlaku n.k. $\alpha_{Fen}$	0,527892102	30,2459895	0,52411698	30,029691	rad, deg
rameno ohyb. momentu $h_{Fe}$	2,128603635		2,23209641	mm	
úhel tlaku $\alpha_{an}$	0,640368933	36,6904372	0,52704567	30,197493	rad, deg
úhel $\gamma_a$	0,011834847	0,6780868	0,00041265	0,0236428	rad, deg
úhel tlaku $\alpha_{Fan}$	0,628534086	36,0123504	0,52663303	30,17385	rad, deg
rameno ohyb. momentu $h_{Fa}$	3,699226013		3,57831705	mm	
součinitel tvaru $Y_{Fa}$	1,908645089		1,49998014		
exponent	0,321427312		0,35544472		
souč. koncentrace nap. $Y_{Sa}$	1,748134115		2,17598719		

souč. záběru profilu $Y_\epsilon$	0,785545309		0,78554531	
souč. sklonu zubu $Y_\beta$	1		1	
jmenovité napětí v patě zubu				
$\sigma_{FO} = F_t / (b \cdot m_n) \cdot Y_{Fa} \cdot Y_{Sa} \cdot Y_\epsilon \cdot Y_\beta$				
jmen. napětí v patě zubu $\sigma_{FO}$	58,35049106		102,744583	MPa
stupeň přesnosti dle ISO 1328-1	6		6	
souč. vnějších dyn. sil $K_A$	1,5		1,5	
souč. vnitřních dyn. sil $K_V$	1,510056443		1,47488644	
souč. nerovnoměrn. $K_{F\alpha}$	1,1		1,1	
souč. nerovnoměrn. $K_{F\beta}$	1,115100892		1,07508175	
tvrzený povrch ano - ne	ano		ano	(jiný zápis než ne je chápán jako ano)
součinitel bezpečnosti pro ohyb				
$S_F = \sigma_{Flim} \cdot Y_{ST} \cdot Y_{NT} \cdot Y_{\delta_{relT}} \cdot Y_{R_{relT}} \cdot Y_X / (\sigma_{FO} \cdot K_A \cdot K_V \cdot K_{F\alpha} \cdot K_{F\beta})$				
součinitele $Y_{ST} \cdot Y_{NT} \cdot Y_{\delta_{relT}} \cdot Y_{R_{relT}} \cdot Y_X$		1,4		
trvalá pevnost $\sigma_{Flim}$	400		400	MPa
souč. bezpečnosti $S_F$	3,454237728		2,08326767	
Pro počet cyklů $> 3 \cdot 10^6$ se předpokládá trvalá pevnost.				
<b>VÝPOČET OZUBENÍ NA DOTYK</b>				
Napětí v dotyku ve valivém bodě				
$\sigma_H = Z_B \cdot (K_A \cdot K_V \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta})^{1/2} \cdot \sigma_{HO} = \sigma_{Hlim} \cdot Z_{NT} \cdot Z_L \cdot Z_V \cdot Z_R \cdot Z_W \cdot Z_X / S_{Hmin}$				
součinitel tvaru $Z_H$	2,149139875		2,14913987	
součinitel pružnosti $Z_E$	190	(N.mm <sup>-2</sup> ) <sup>1/2</sup>	190	(N.mm <sup>-2</sup> ) <sup>1/2</sup>
souč. vlivu záběru $Z_\epsilon$	0,93087025		0,93087025	
souč. sklonu zubu $Z_\beta$	1		1	
souč. jednopár. záb. $Z_B$	1		1	
jmenovité napětí v dotyku				
$\sigma_{HO} = Z_H \cdot Z_E \cdot Z_\epsilon \cdot Z_\beta \cdot [(1+u)/u \cdot F_t / (d \cdot b)]^{1/2}$				
jmen. napětí v dotyku $\sigma_{HO}$	487,2168381		487,216838	MPa
součinitel nerovn. $K_{H\alpha}$	1		1	
součinitel nerovn. $K_{H\beta}$	1,2		1,2	
součinitel bezpečnosti pro dotyk				
$S_H = \sigma_{Hlim} \cdot Z_R \cdot Z_{NT} \cdot Z_L \cdot Z_V \cdot Z_W \cdot Z_X / (\sigma_{HO}^2 \cdot Z_B^2 \cdot K_A \cdot K_V \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta})^{1/2}$				
součinitele $Z_R \cdot Z_{NT} \cdot Z_L \cdot Z_V \cdot Z_W \cdot Z_X$		1		
trvalá pevnost $\sigma_{Hlim}$	1140		1140	MPa
souč. bezpečnosti $S_H$	1,419219989		1,43604159	

Kontrola ozubení dle ISO 6336			jednotky mm, Nmm, °, kW, Mpa, m.s <sup>-1</sup>					
			Roz.	kolo 1	kolo 2		kolo 1	kolo 2
$z_1$	25		d	46,1	1844	$\sigma_{Flim}$	400	400
$z_2$	1000		$d_a$	49,788	1847,688	$\sigma_{Hlim}$	1140	1140
$m_n$	1,844		$d_f$	41,49	1839,39	$Y_{Fa}$	1,908645	1,49998
$x_1$	0		$d_b$	39,92377	1596,951	$Y_{sa}$	1,748134	2,175987
$x_2$	0		$d_w$	46,1	1844	$Y_\epsilon$	0,785545	0,785545
$\alpha_n$	30		$h_a$	1,844	1,844	$Y_\beta$	1	1
$\beta$	0		$h_f$	2,305	2,305	$F_\beta$	6	6
$a_w$	945,05		h	4,149	4,149	$Y_{N.X}$	1,4	1,4
$b_1$	9		$s_n$	2,896548	2,896548	$Z_H$	2,14914	2,14914
$b_2$	5		$s_t$	2,896548	2,896548	$Z_E$	190	190
P	4,905		$v_n$	2,896548	2,896548	$Z_\epsilon$	0,93087	0,93087
$n_1$	5500		$v_t$	2,896548	2,896548	$Z_\beta$	1	1
$M_{k1}$	8516,236		$\alpha_w$	30		$Z_B$	1	1
v	13,27585					$Z_{R.T}$	1	1
u	40					$K_A$	1,5	1,5
						$K_V$	1,510056	1,474886
Kontrolní rozměry						$K_{F\alpha}$	1,1	1,1
	1	2				$K_{F\beta}$	1,115101	1,075082
$h_k$	1,216879	1,216879				$K_{H\alpha}$	1	1
$s_k$	2,172411	2,172411	konst. tloušťka			$K_{H\beta}$	1,2	1,2
$z'$	5	167						
M/z	24,72232	921,1638	přes zuby					
d	2,508485	2,508485				$S_F$	3,454238	2,083268
M/d	48,51752	1846,506	přes kuličky			$S_H$	1,41922	1,436042