

Pécsi Tudományegyetem
Pollack Mihály Műszaki Kar

Gépszerkezettan tanszék

Segédlet

Egyfokozatú fogaskerék-áthajtómű
méretezéséhez

Összeállította: Dr. Stampfer Mihály

Pécs, 2011.

1. A fogaskerek előtervezése

1.1 A fogaskerek anyagválasztéka

A fogaskerek anyagát az 1. számú táblázatból választjuk.

1. táblázat. Fogaskerékanyagok jellemzői

Sorszám	Anyag	Jelölés EN - szerint	Keménység		Herz- feszültség határértéke σ_{Hlim} [N/mm ²]	Fogtő- feszültség határértéke σ_{Flim} [N/mm ²]	A fogtő statikus szilárdsága [N/mm ²]
			mag	felület			
1	Szerkezeti acél	E295	160 HB		360	146	560
2		E355	190 HB		390	160	650
3		E360	210 HB		410	170	710
4	Nemesített acél	2C45	190 HB		530	210	740
5		34CrMo4	270 HV-10		720	270	1210
6		42CrMo4	300 HV-10		760	280	1490
7		34CrNiMo6	310 HV-10		775	285	1580
8		30CrNiMo8	320 HV-10		790	290	-
9	Betétezett acél	2C15	270 HV-10	720 HV-10	1460	220	880
10		16MnCr5	270 HV-10	720 HV-10	1470	430	1370
11		20MnCr5	280 HV-10	720 HV-10	1470	445	1470
12		14CrNi6	310 HV-10	730 HV-10	1490	460	1570
13		20MoCr4	270 HV-10	720 HV-10	1470	385	1275

1.2. A fogazat előtervezése

1.2.1. A tengelytáv és a fogszélesség meghatározása

Ha a tengelytáv nincs előre megadva, akkor a következő képlet segítségével határozzuk meg:

$$a_w = \sqrt[3]{\frac{125 \cdot P_1 \cdot (u' + 1)^4 \cdot Z^2 \cdot K_H}{\xi \cdot \sigma_{HP}^2 \cdot \pi \cdot n_1 \cdot u'}} \quad [\text{mm}]$$

ahol:

P_1 [W] bemenő teljesítmény
 n_1 [sec⁻¹] bemenő fordulatszám

$$\sigma_{HP} = \frac{\sigma_{Hlim} \cdot Z_{NT}}{S_{Hmin}} \quad \text{a megengedett Hertz-feszültség [N/mm²]}$$

σ_{Hlim} a Hertz-feszültség határértéke az 1. számú táblázatból

Z_{NT} élettartamtényező, értékét a terhelési ciklusok számától függően a 7. ábrán lévő diagram szerint határozzuk meg. A hajtómű élettartama rendszerint üzemórákban van megadva (L_h), ebből a fogaskerék percnkénti fordulatszáma alapján számítható az N_L terhelési ciklusszám (esetenként Σn jelölés is előfordulhat) $N_L = 60 n L_h$.

S_{Hmin} biztonsági tényező. Értéke 1,2 és 1,8 (2) között vehető fel.

$$Z = Z_E Z_H Z_\epsilon Z_B Z_\beta \quad \text{összesített fogfelületi tényező}$$

Z_E rugalmassági tényező. Értékét az anyagpárosítástól függően a 8. számú táblázatban találjuk.

Z_H gördülőkör-tényező, értéke az alaprofil-szögtől, a foghajlásszögtől és a kapcsolószögtől függ. Értékét az 5. számú ábra alapján állapíthatjuk meg, előtervezésnél az $(x_1+x_2)/(z_1+z_2)=0$ esetre.

Z_e kapcsolószám-tényező. Értéke a 6. ábra segítségével határozható meg, $\varepsilon_\alpha=1,4$ profilkapcsoló-szám és $\varepsilon_\beta=1$ átfedést felvéve.

Z_B egyfogpár-kapcsolódási tényező. Előtervezésnél az értéke 1,2–1,3.

$Z_\beta = \sqrt{\cos \beta}$ fogferdeség-tényező.

$K_H = K_A K_v K_{H\beta} K_{H\alpha}$ összesített terhelés-tényező

K_A üzemtényező, az 6. számú táblázatból.

K_v dinamikus tényező, előtervezésnél értéke 1,5 és 2 között választható.

$K_{H\beta}$ fogszélesség menti terheléseloszlás-tényező. E tényező számítása viszonylag bonyolult, ezért jelen esetben megelégszünk az irányadó értékének meghatározásával a 4. számú ábra segítségével.

$K_{H\alpha}$ homlok terheléseloszlás-tényező felületi teherbírásra. Irányadó értéke a 7. számú táblázat alapján választható.

$\xi = \frac{b}{d_{w1}}$ a fogszélesség-tényező. Kétoldalt csapágyazott kerékre 0,9...1,2 közötti értékre

vehetjük föl, konzolosan ágyazott kerékre pedig legfeljebb 0,7-re.

b a fogaskerek szélessége

d_{w1} a kiskerék gördülőkör átmérője.

Az a_w tengelytáv meghatározása után határozható meg a fogszélesség értéke:

$$b = \xi \cdot d_{w1} = \frac{2\xi \cdot a_w}{u' + 1}$$

A számítással kapott tengelytáv értéket esetenként szabványos értékre kell felfelé kerekíteni.

A szabványos tengelytávok a 2. számú táblázatból választhatók.

Ha a tengelytávot a számított értékhez képest megnöveljük, akkor a fogszélességet megfelelően csökkenteni lehet a túlméretezés elkerülésére.

2. táblázat.

A hengereskerekes áthajtóművek egyes lépcsőinek szabványos a_w tengelytávjai

1. sorozat	2. sorozat	1. sorozat	2. sorozat	1. sorozat	2. sorozat
40	—	—	180	800	—
—	—	200	—	—	900
50	—	—	224	1000	—
—	—	250	—	—	1120
63	—	—	280	1250	—
—	71	315	—	—	1400
80	—	—	355	1600	—
—	90	400	—	—	1800
100	—	—	450	2000	—
—	112	500	—	—	2240
125	—	—	560	2500	—
—	140	630	—	—	—
160	—	—	710	—	—

Abban az esetben, ha az a_w tengelytáv adott, akkor az u' , szükséges fogszám-viszonyal kiszámoljuk a kiskerék gördülőkörátmérőjét és a fogszélességet

$$d_{w1} = \frac{2a_w}{u' + 1}, \quad b \geq \frac{250 \cdot P_1}{a_w^2 \cdot \sigma_{HP}^2 \cdot \pi \cdot n_1} \cdot \frac{(u' + 1)^3}{u'} \cdot Z^2 \cdot K_H$$

1.2.2. A modul és a fogszámok meghatározás

A fogaskerékpár főméreteinek meghatározása után az előtervezés második lépése a fogazat moduljának a fogtőigénybevétel alapján történő meghatározása.

A fogtőfeszültség szempontjából szükséges modul:

$$m_n \geq \frac{1000 \cdot P}{b \cdot d_{w1} \cdot \pi \cdot n_1 \cdot \sigma_{FP}} \cdot Y \cdot K_F \quad [\text{mm}]$$

A képletben szereplő mennyiségek:

P_1 [W] bemenő teljesítmény

n_1 [sec⁻¹] bemenő fordulatszám

$$\sigma_{FP} = \frac{\sigma_{F \lim} \cdot Y_{NT}}{S_{F \min}} \quad [\text{N/mm}^2] \quad \text{a megengedett fogtőfeszültség}$$

$\sigma_{F \lim}$ a fogtőfeszültség határértéke az 1. számú táblázatból.

Y_{NT} élettartam tényező, értékét a 16. ábra szerint kell meghatározni a terhelési ciklusszám függvényében.

$S_{F \min}$ biztonsági tényező. Értéke 1,6 és 2 között vehető fel.

$$Y = Y_{Fa} \cdot Y_{Sa} \cdot Y_{\epsilon} \cdot Y_{\beta} \quad \text{összesített fogtő-tényező}$$

Y_{Fa} a fogalak-tényező. Előtervezésnél 2,3-ra vehető.

Y_{Sa} a feszültségkoncentrációs tényező. Előtervezésnél értéke 1,5 és 1,7 között vehető fel.

Y_{ϵ} a kapcsolószám-tényező. Előtervezésnél 0,7-re vehető

Y_{β} a fogferdeségi tényező, melynek értéke a 15. számú ábrán látható diagram szerint határozható meg.

$$K_F = K_A \cdot K_v \cdot K_{F\beta} \cdot K_{F\alpha} \quad \text{összesített terhelés-tényező a fogtőre nézve}$$

K_A és K_v értéke megegyezik a már felvett értékekkel a tengelytáv meghatározásnál.

$K_{F\beta}$ fogszélesség menti terheléeloszlás-tényező fogtő teherbírásra. E tényező értéke kisebb, mint a $K_{H\beta}$ értéke. Előtervezésnél vehetjük azonos vagy valamivel kisebb értékűre.

$K_{F\alpha} = K_{H\alpha}$ homlok terheléeloszlás-tényező fogtő teherbírásra.

A normálmodul számítással kapott értéke alapján szabványos modult kell választani a 3. számú táblázat szerint.

A fogszámok meghatározása

A szükséges fogszámösszeg kiszámításánál feltételezzük, hogy $\alpha_{wt} \cong \alpha_t$

$$\Sigma z = \frac{2a_w \cdot \cos \beta}{m_n} \cdot \frac{\cos \alpha_{wt}}{\cos \alpha_t}$$

A két kerék fogszáma

$$z_1 = \frac{\Sigma z}{u' + 1}$$

$$z_2 = \Sigma z - z_1$$

Mindkét fogszámot a legközelebbi egész számra kell kerekíteni. Ügyelni kell arra, hogy a fogszámviszony (u) minél jobban megközelítse a fogaskerékpár (u) szükséges fogszámviszonyát. A két fogszám lehetőleg relatív prím szám legyen.

3. táblázat. Szabványos modulok értékei

1.sor.	2.sor.	1.sor.	2.sor.	1.sor.	2.sor.	1.sor.	2.sor.
1			2,75	8			22
	1,125	3			9	25	
1,25			3,5	10			28
	1,375	4			11	32	
1,5			4,5	12			36
	1,75	5			14	40	
2			5,5	16			45
	2,25	6			18	50	
2,5			7	20			

Elsősorban az 1.sorozat értékeit kell alkalmazni.

1.2.3. A profileltolás meghatározása

A DIN 3992 szabvány szerint a profileltolás tényező nagysága a fogazat különböző tulajdonságainak létrehozását eredményezheti:

- nagy teherbírású fogazat $x_1+x_2=1$ (0,7 ... 1,2)
- nagy kapcsolószám $x_1+x_2= - 0,2$ (- 0,4 ... 0)
- kiegyensúlyozott fogazat $x_1+x_2= 0,3$ (0,2 ... 0,4)

Kötelezően profileltolást kell alkalmazni, ha a kiskerék fogszáma 18 fog alatt van, de javasolt a profileltolás akkor is, amikor a fogszám 30 alatt van. Profileltolás esetén módosul a tengelytáv is (kivételt képez a kompenzált fogazat, $x_1+x_2=0$).

A profileltolás összegét, felvett tengelytáv és fogszámok esetén, számítással kell meghatározni.

$$\Sigma x_n = \frac{\Sigma z}{2} \cdot \frac{\text{inv} \alpha_{wt} - \text{inv} \alpha_t}{\text{tg} \alpha_n}$$

$$\text{inv} \alpha_{wt} = \text{tg} \alpha_{wt} - \alpha_{wt} \cdot \frac{\pi}{180}, \quad \text{inv} \alpha_t = \text{tg} \alpha_t - \alpha_t \cdot \frac{\pi}{180} \quad (\pi=3,1415926)$$

Az involut függvény értékeit lehetőleg 7 tizedes hely pontossággal számoljuk. Számítás helyett használható a 4. táblázat is.

$$\alpha_t \quad \text{homlok-alapprofilszög} \quad \text{tg} \alpha_t = \frac{\text{tg} \alpha_n}{\cos \beta} \quad \alpha_n=20^\circ$$

$$\alpha_{wt} \quad \text{kapcsolószög} \quad \cos \alpha_{wt} = \frac{m_n}{\cos \beta} \cdot \frac{\Sigma z}{2 \cdot a_w} \cdot \cos \alpha_t$$

Ha az így kapott profileltolás összege nem a célnak megfelelő, akkor legcélravezetőbb a tengelytáv finom állítása, illetve a fogszámok változtatása, majd ezt követően a számításnak e szakaszát meg kell ismételni mindaddig, amíg a kívánt tartományba nem kerülünk.

4. táblázat. Involut-függvény $\operatorname{inv}\alpha = \tan\alpha - \alpha$,

α°	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
10	0,0017941	0,0018489	0,0019048	0,0019619	0,0020201	0,0020795	0,0021400	0,0022017	0,0022646	0,0023288
11	0,0023941	0,0024607	0,0025285	0,0025975	0,0026678	0,0027394	0,0028123	0,0028865	0,0029620	0,0030389
12	0,0031171	0,0031966	0,0032775	0,0033598	0,0034434	0,0035285	0,0036150	0,0037029	0,0037923	0,0038831
13	0,0039754	0,0040692	0,0041644	0,0042612	0,0043595	0,0044593	0,0045607	0,0046636	0,0047681	0,0048742
14	0,0049819	0,0050912	0,0052022	0,0053147	0,0054290	0,0055448	0,0056624	0,0057817	0,0059027	0,0060254
15	0,0061498	0,0062760	0,0064039	0,0065337	0,0066652	0,0067985	0,0069337	0,0070706	0,0072095	0,0073501
16	0,0074927	0,0076372	0,0077835	0,0079318	0,0080820	0,0082342	0,0083883	0,0085444	0,0087025	0,0088626
17	0,0090247	0,0091889	0,0093551	0,0095234	0,0096937	0,0098662	0,0100407	0,0102174	0,0103963	0,0105573
18	0,010760	0,010946	0,011133	0,011323	0,011515	0,011709	0,011906	0,012105	0,012306	0,012509
19	0,012715	0,012923	0,013134	0,013346	0,013562	0,013779	0,013999	0,014222	0,014447	0,014674
20	0,014904	0,015137	0,015372	0,015609	0,015849	0,016092	0,016337	0,016585	0,016836	0,017089
21	0,017345	0,017603	0,017865	0,018129	0,018395	0,018665	0,018937	0,019212	0,019490	0,019770
22	0,020054	0,020340	0,020629	0,020921	0,021217	0,021514	0,021815	0,022119	0,022426	0,022736
23	0,023049	0,023365	0,023684	0,024006	0,024332	0,024660	0,024992	0,025326	0,025664	0,026005
24	0,026350	0,026697	0,027048	0,027402	0,027760	0,028121	0,028485	0,028852	0,029223	0,029600
25	0,029975	0,030357	0,030741	0,031129	0,031521	0,031916	0,032315	0,032718	0,033124	0,033534
26	0,033947	0,034364	0,034785	0,035209	0,035637	0,036069	0,036505	0,036945	0,037388	0,037835
27	0,038286	0,038742	0,039201	0,039664	0,040131	0,040602	0,041076	0,041556	0,042039	0,042526
28	0,043017	0,043513	0,044012	0,044516	0,045024	0,045537	0,046054	0,046575	0,047100	0,047630
29	0,048164	0,048702	0,049245	0,049792	0,050344	0,050901	0,051462	0,052027	0,052597	0,053172
30	0,053751	0,054337	0,054924	0,055518	0,056116	0,056720	0,057328	0,057940	0,058558	0,059181
31	0,059808	0,060441	0,061079	0,061721	0,062369	0,063022	0,063680	0,064343	0,065012	0,065685
32	0,066364	0,067048	0,067738	0,068432	0,069133	0,069838	0,070549	0,071266	0,071988	0,072716
33	0,073449	0,074188	0,074932	0,075683	0,076439	0,077200	0,077968	0,078741	0,079520	0,080306
34	0,081097	0,081894	0,082696	0,083505	0,084321	0,085142	0,085970	0,086804	0,087644	0,088490
35	0,089342	0,090201	0,091067	0,091938	0,092816	0,093701	0,094592	0,095490	0,096395	0,097306
36	0,098224	0,099149	0,100080	0,101019	0,101964	0,102916	0,103875	0,104841	0,105814	0,106795
37	0,107782	0,108777	0,109779	0,110788	0,111805	0,112829	0,113860	0,114899	0,115945	0,116999
38	0,118061	0,119130	0,120207	0,121291	0,122384	0,123484	0,124592	0,125709	0,126833	0,127965
39	0,129106	0,130254	0,131411	0,132576	0,133750	0,134931	0,136122	0,137320	0,138528	0,139743
40	0,140968	0,142201	0,143443	0,144694	0,145954	0,147222	0,148500	0,149787	0,151083	0,152388
41	0,153702	0,155025	0,156348	0,157700	0,159052	0,160414	0,161785	0,163165	0,164556	0,165956
42	0,167366	0,168786	0,170216	0,171656	0,173106	0,174566	0,176037	0,177518	0,179009	0,180511
43	0,182024	0,183547	0,185080	0,186625	0,188180	0,189746	0,191324	0,192912	0,194511	0,196122
44	0,197744	0,199377	0,201022	0,202678	0,204346	0,206026	0,207717	0,209420	0,211135	0,212863

A táblázat használata a következő példák segítségével lesz bemutatva.

1. Meg kell határozni az $\alpha=25,27^\circ$ involut-függvényét interpoláció alkalmazásával.

Az adott szög, két táblázati érték között van: $\operatorname{inv} 25,3^\circ = 0,031129$

és $\operatorname{inv} 25,2^\circ = 0,030741$

A különbség $\operatorname{inv} 0,1^\circ = 0,000388$

Ezt tízzel elosztva kapjuk az $\operatorname{inv} 0,01^\circ = 0,0000388$

Ezt felhasználva az $\operatorname{inv} 0,07^\circ = 0,0000388 \cdot 7 = 0,0002716$

És végül $\operatorname{inv} 25,27^\circ = 0,030741 + 0,0002716 = 0,0310126$

Ez számítással is megkapható $\operatorname{inv} 25,27^\circ = \tan 25,27^\circ - \frac{\pi \cdot 25,27^\circ}{180} = 0,0310126$

2. Most nézzünk egy fordított feladatot, amikor az $\operatorname{inv}\alpha = 0,0310126$ és keressük az ennek megfelelő α° szöget. Ez két táblázati érték között van:

0,031129 az ennek megfelelő szög $\alpha=25,3^\circ$

0,030741 $\alpha=25,2^\circ$

a különbség 0,000388 ami $0,1^\circ$ -nak felel meg. Azaz 0,0000388 felel meg $0,01^\circ$ -nak.

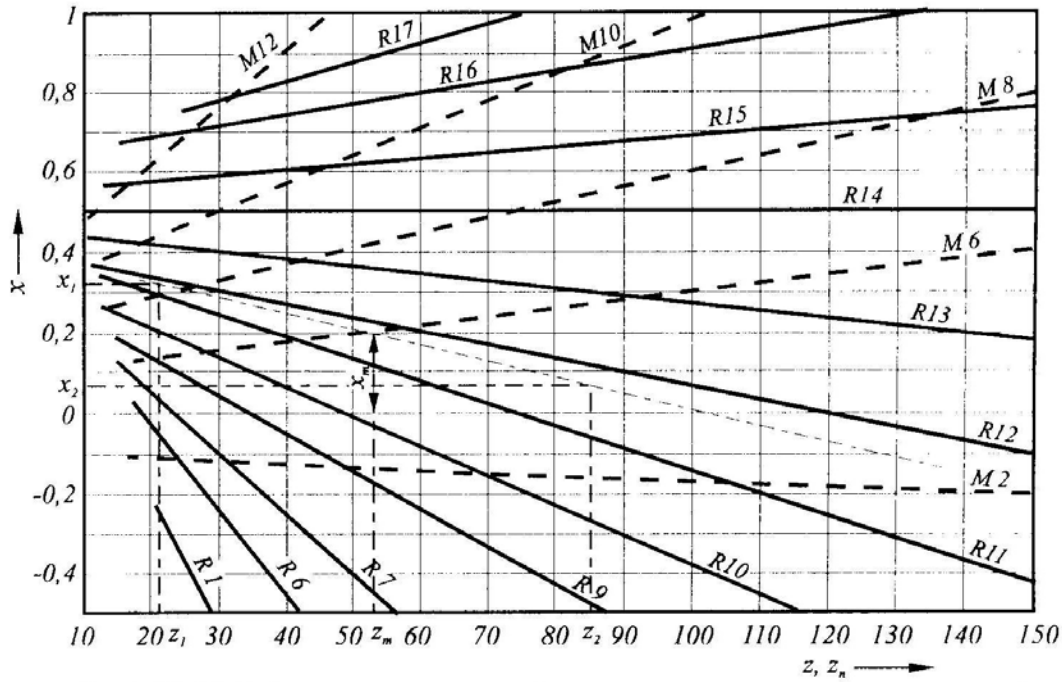
Így az $\operatorname{inv} \alpha = 0,0310126$

és $\operatorname{inv} 25,2^\circ = 0,030741$ különbsége

$0,0002716$, illetve ennek $\frac{0,0002716}{0,0000388} \cdot 0,01^\circ = 0,07^\circ$ felel meg.

Ezt hozzáadva a $25,2^\circ$ -hoz, kapjuk a keresett szöget: $\alpha = 25,2^\circ + 0,07^\circ = 25,27^\circ$.

A profileltolás-tényezők összegét az 1. ábrán lévő diagram segítségével osztjuk szét a két fogaskerék között.



1. ábra. A profileltolás-tényező kiválasztása külsőfogazatú hengeres kerekknél DIN 3992 szerint. R- lassító hajtás (Reduktor), M- gyorsító hajtás (Multiplikátor)

A kiválasztás folyamata az alábbi példában kerül bemutatásra:

Adottak a fogszámok $z_1=21$, $z_2=86$ és a profileltolás-tényező összege $x_1+x_2=0,4$.

Először meghatározzuk a profileltolás-tényező és a fogszámok középértékét

$$x_m = \frac{x_1 + x_2}{2} = 0,2 \text{ és } z_m = \frac{z_1 + z_2}{2} = 53,5.$$

Ezek az értékek egy pontot határoznak meg a diagramban, amely az R11 és R12 vonalak közé esik. Ezen a ponton át egy vonalat helyezünk el, úgy hogy az illeszkedjen az R11 és R12 vonalakkhoz. A berajzolt vonal és a z_1 és a z_2 értékeknél felemelt függőleges vonalak metszéspontjai adják a profileltolás-tényezők értékeit: a $z_1=21$ -re $x_1=0,33$ és a $z_2=86$ -ra $x_2=0,07$.

A diagramot ferdefogazat estén a képzelt fogszámokkal kell használni $z_n = \frac{z}{\cos^3 \beta}$.

A tengelytáv, a fogszámok és a modul véglegesítése után kiszámíthatók a fogaskerékpár fogazatának tényleges geometriai adatai.

A számításhoz szükséges képletek az 5. számú táblázatban vannak összefoglalva.

1.3. A fogazat ellenőrzése

A fogazat geometriai adatainak meghatározása után elvégezhető a fogfelületi teherbírás és a fogtő-teherbírás ellenőrzése.

5. táblázat. Hengeres kerek számítási lapja

Kiinduló adatok: $z_1, z_2, m_n, a_w, \beta, x_1, x_2, \alpha_n, h_a^*, c^*$ ($\alpha_n=20^\circ, h_a^*=1, c^*=0,25$)		
1.	Fogsávviszony	$u = \frac{z_2}{z_1}$
2.	Homlokmodul	$m_t = \frac{m_n}{\cos \beta}$
3.	Elemi tengelytáv	$a = m_t \frac{z_1 + z_2}{2}$
4.	Homlok-alaprofilszög	$tg \alpha_t = \frac{tg \alpha_n}{\cos \beta}$
5.	Kapcsolószög	$\cos \alpha_{wt} = \frac{a \cdot \cos \alpha_t}{a_w}$
6.	Tengelytávtényező	$y = \frac{a_w - a}{m_n}$
7.	Képzelt fogsávok	$z_{n1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta}, \quad z_{n2} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta}$
8.	Működő fogmagasság	$h_w = m_n [2 \cdot h_a^* - (\Sigma x - y)]$
9.	Gördülőkörátmérők	$d_{w1} = \frac{2 \cdot a_w}{u + 1}, \quad d_{w2} = u \cdot d_{w1}$
10.	Osztókörátmérők	$d_1 = z_1 \cdot m_t, \quad d_2 = z_2 \cdot m_t = u \cdot d_1$
11.	Alapkörátmérő	$d_{b1} = d_1 \cdot \cos \alpha_t, \quad d_{b2} = d_2 \cdot \cos \alpha_t = u \cdot d_{b1}$
12.	Lábörátmérő	$d_{f1} = d_1 - 2m_n(h_a^* + c^* - x_1), \quad d_{f2} = d_2 - 2m_n(h_a^* + c^* - x_2)$
13.	Fejkörátmérő, $\Sigma x \geq 0,75$ esetén	$d_{a1} = d_1 + 2m_n(h_a^* + x_1 - (\Sigma x - y)) = 2(a_w - (r_{f2} + c))$ $d_{a2} = d_2 + 2m_n(h_a^* + x_2 - (\Sigma x - y)) = 2(a_w - (r_{f1} + c))$
	Fejkörátmérő, $\Sigma x < 0,75$ esetén	$d_{a1} = d_1 + 2m_n(h_a^* + x_1)$ $d_{a2} = d_2 + 2m_n(h_a^* + x_2)$
14.	Normálás	$p_n = p = \pi \cdot m_n$
15.	Homlokosztás	$p_t = \frac{p_n}{\cos \beta}$
16.	Alaposztás	$p_{bn} = p_b = p_n \cdot \cos \alpha_n$
17.	Homlok-alaposztás	$p_{bt} = p_t \cdot \cos \alpha_t$
18.	Kapcsolóhossz	$g_\alpha = \frac{\sqrt{d_{a1}^2 - d_{b1}^2} + \sqrt{d_{a2}^2 - d_{b2}^2} - 2a_w \cdot \sin \alpha_{wt}}{2}$
19.	Profilkapcsolószám	$\varepsilon_\alpha = \frac{g_\alpha}{p_{bt}}$
20.	Átfedés	$\varepsilon_\beta = \frac{b \cdot \sin \beta}{m_n \cdot \pi}$
21.	Összkapcsolószám	$\varepsilon_\gamma = \varepsilon_\alpha + \varepsilon_\beta$

1.3.1. A fogfelületi teherbírás ellenőrzése

Az ellenőrzés eredményeként a biztonsági tényezőt kapjuk meg, amely a kritikus Herz-feszültség (amelynél gödrösödés kezdődik) és a tényleges (működő) feszültség hányadosa. Értéke 1,2 és 1,8 között kell, hogy legyen.

$$S_H = \frac{\sigma_{Hkr}}{\sigma_H}$$

A fogfelület tényleges feszültsége

$$\sigma_H = Z \cdot \sqrt{\frac{F_t}{d_1 \cdot b} \cdot \frac{u+1}{u}} K_H, \quad \text{ahol}$$

$K_H = K_A K_v K_{H\beta} K_{H\alpha}$ összesített terhelés-tényező

K_A üzemtényező, az 6. számú táblázatból.

K_v dinamikus tényező, értékét a 2. és 3. számú ábrákon lévő diagramok segítségével lehet meghatározni

$K_{H\beta}$ fogszélesség menti terheléseloszlás-tényező. E tényező számítása viszonylag bonyolult, ezért jelen esetben megelégszünk az irányadó értékének meghatározásával a 4. számú ábra segítségével.

$K_{H\alpha}$ homlok terheléseloszlás-tényező felületi teherbírásra. Irányadó értéke a 7. számú táblázat alapján választható.

$Z = Z_E Z_H Z_\varepsilon Z_B Z_\beta$ összesített fogfelületi tényező

Z_E rugalmassági tényező. Értékét az anyagpárosítástól függően a 8. számú táblázatban találjuk.

Z_H gördülőkör-tényező, értéke az alapprofil-szögtől, a foghajlásszögtől és a kapcsolószögtől függ. Értékét az 5. számú ábra alapján állapíthatjuk meg.

Z_ε kapcsolószám-tényező. Értéke a 6. ábra segítségével határozható meg.

$Z_B = \frac{\operatorname{tg} \alpha_{wt} \cdot \cos \beta}{\sqrt{\operatorname{tg} \alpha_{B1} \cdot \operatorname{tg} \alpha_{B2}}} \geq 1$ egyfogpár-kapcsolódási tényező, ahol

$$\operatorname{tg} \alpha_{B1} = \frac{\sqrt{d_{a1}^2 - d_{b1}^2} - 2p_{bt}}{d_{b1}}, \quad \text{és} \quad \operatorname{tg} \alpha_{B2} = \frac{(u+1)\operatorname{tg} \alpha_{wt} \cos \beta - \operatorname{tg} \alpha_{B1}}{u}$$

Ezt a tényezőt csak akkor kell figyelembe venni, amikor $z_{n1} < 20$ -nál. Nagyobb fogszám esetében értékét 1-nek vesszük.

$Z_\beta = \sqrt{\cos \beta}$ fogferdeség-tényező.

$$F_t = \frac{2000 \cdot T_1}{d_1} \quad [\text{N}] \quad \text{kerületi erő}$$

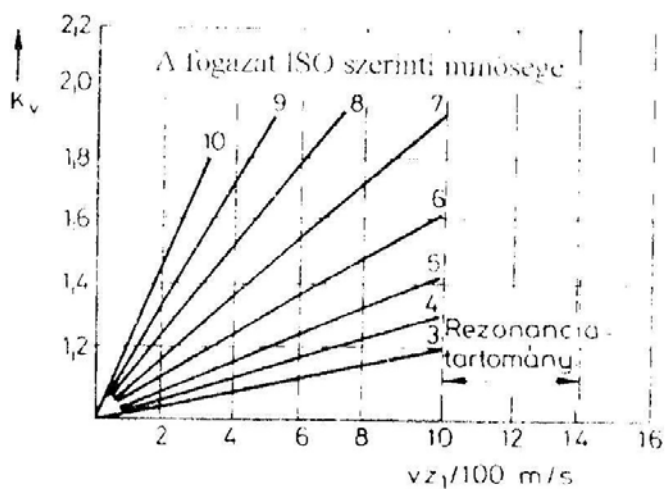
$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{P_1 \cdot 60 \cdot 1000}{2\pi \cdot n_1} \quad [\text{Nm}] \quad \text{forgatónyomaték}$$

Ahol: P_1 [kW] bemenő teljesítmény
 n_1 [min⁻¹] bemenő fordulatszám

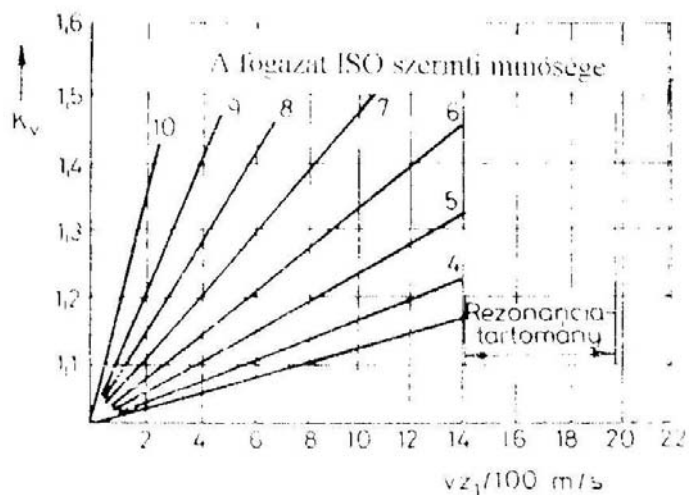
6. táblázat. K_A üzemtényező értékei

Hajtott gép	Hajtó gép		
	I	II	III
Áramfejlesztő, szállítószalag, könnyű felvonó, turbókompresszor, keverő egyenletes anyagminőség esetén.	1	1,25	1,5
Szerszámgép főhajtómű, nehéz felvonó, daru, bányaszellőző, keverő egyenlőtlen anyagminőség esetén, többhengeres dugattyús szivattyú.	1,25	1,5	1,75
Sajtoló- és vágógépek, hengesorok, kohóipari gépek, kanalas kotrók, nehéz centrifugák, nehéz dugattyús szivattyúk.	1,75	2,0	2,25

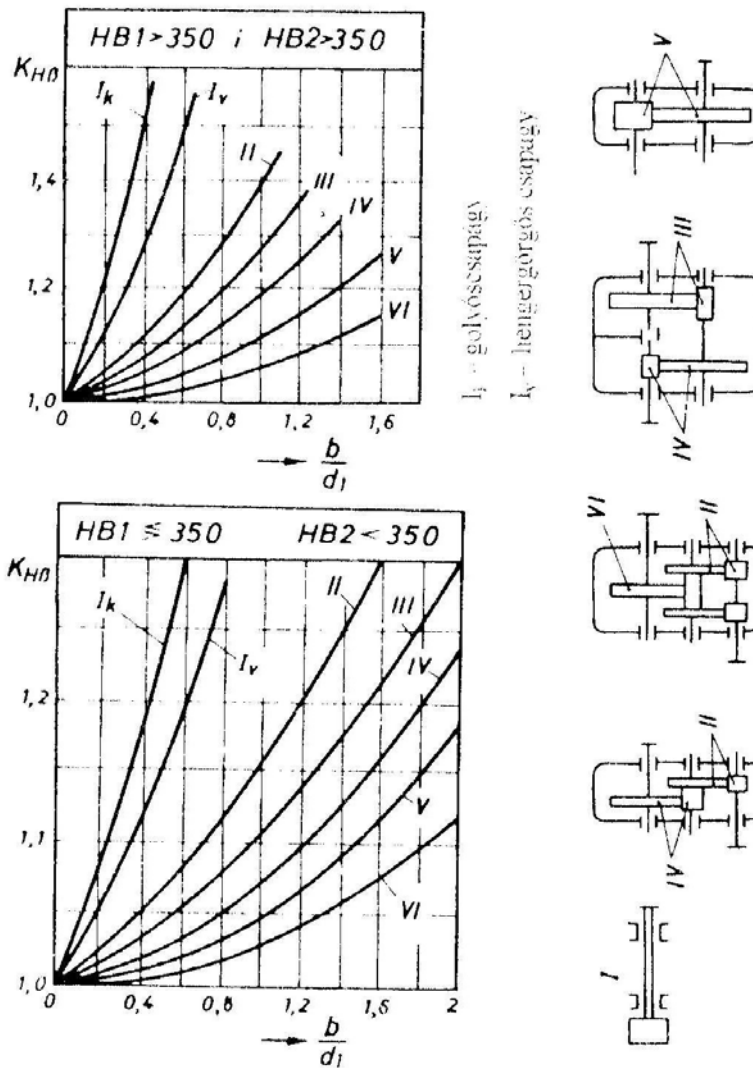
I - Villamos motor.
 II - Turbina, többhengeres belsőégésű motor.
 III - Egyhengeres belsőégésű motor



2. ábra. Egyenes fogazatú kerek K_v tényezője



3. ábra. Ferde fogazatú kerek K_v tényezője



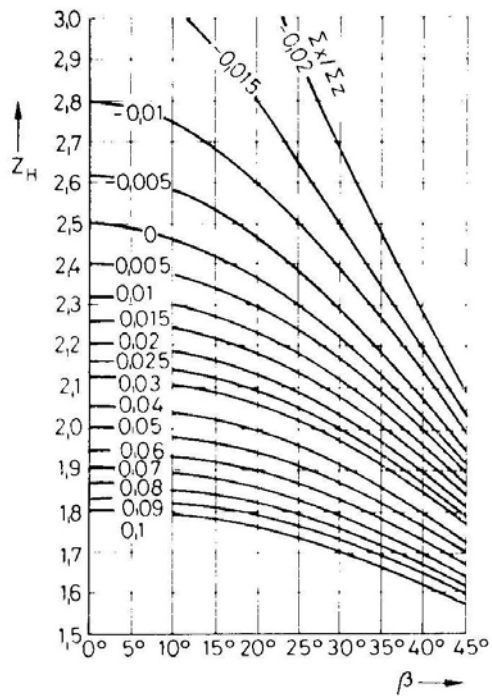
4. ábra. A $K_{H\beta}$ tényező meghatározása

7. táblázat. A $K_{H\alpha} = K_{F\alpha}$ homlok terheléseloszlás-tényező értékei

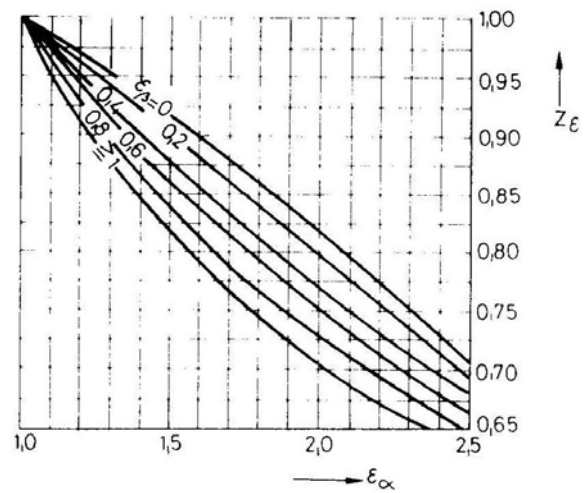
Foghajlás- szög β	A fogfelület állapota	A fajlagos terhelés - $K_A \cdot F_v / b$, [N/mm]							
		≥ 100				< 100			
		A fogazat ISO szerinti minősége							
		5	6	7	8	9	10	11	≥ 5
Egyenes fogazat	Edzett	1		1,1	1,2	$K_{H\alpha} = \frac{3}{4 - \varepsilon_\alpha} \geq 1,2;$ $K_{F\alpha} = \frac{1}{0,25 + 0,75 \cdot \varepsilon_\alpha} \geq 1,2$			
	Edzetlen	1			1,1				
Ferde fogazat	Edzett	1	1,1	1,2	1,4	$K_{H\alpha} = K_{F\alpha} = \frac{\varepsilon_\alpha}{\cos^2 \beta_b} \geq 1,4$			
	Edzetlen	1		1,1	1,2				

8. táblázat. A Z_E rugalmassági tényező értékei

Kiskerék	Nagykerék	Z_H
acél	acél	189,8
	acélöntvény	188,9
	gömbgrafitos öntöttvas	181,4
	szürke öntvény	163,7
	önbronz	159,8
acélöntvény	acélöntvény	188,0
	gömbgrafitos öntöttvas	180,5
	szürke öntvény	161,4
gömbgrafitos öntöttvas	gömbgrafitos öntöttvas	173,9
	szürke öntvény	156,6
szürke öntvény	szürke öntvény	146,0



5. ábra. Z_H gördülőkör-tényező



6. ábra. Z_E kapcsolószám-tényező

A fogfelület kritikus feszültsége

$$\sigma_{Hkr} = \sigma_{Hlim} \cdot Z_{NT} \cdot Z_L \cdot Z_v \cdot Z_R \cdot Z_w \cdot Z_X, \quad \text{ahol}$$

σ_{Hlim} a Hertz-feszültség határértéke az 1. számú táblázatból

Z_{NT} élettartamtényező, a 7. ábrán lévő diagram szerint.

Z_L kenőanyag-tényező, értékét a 8. ábrán lévő diagram szerint határozzuk meg.

Z_v sebességtényező, nagyságát a 9. ábra segítségével határozzuk meg.

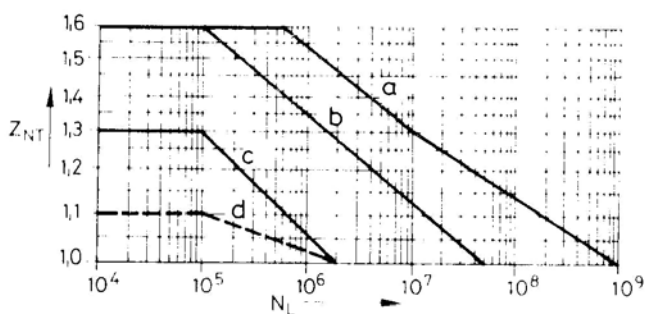
Z_R érdességtényező, nagysága a 10. ábra segítségével határozható meg. Az ábrán található diagram közvetlenül csak 100 mm tengelytávú fogaskerékpárra érvényes. Más tengelytávok esetén először, számítással meg kell határozni az R_{z100} független

változót $R_{z100} = \frac{R_{z1} + R_{z2}}{2} \cdot \sqrt[3]{\frac{100}{a_w}}$, ahol R_{z1} és R_{z2} a fogfelületek tényleges

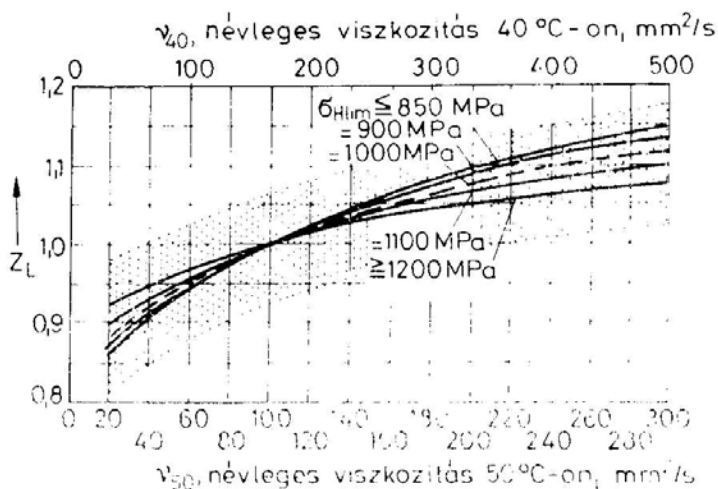
egyenetlenség-magassága (11. ábra).

Z_w anyagpárosítási tényező (12. ábra). Akkor használjuk, amikor a kapcsolódó fogak keménysége jelentősen különbözik. Ha a lágyabb felület 400 HB-nél keményebb, értéke 1.

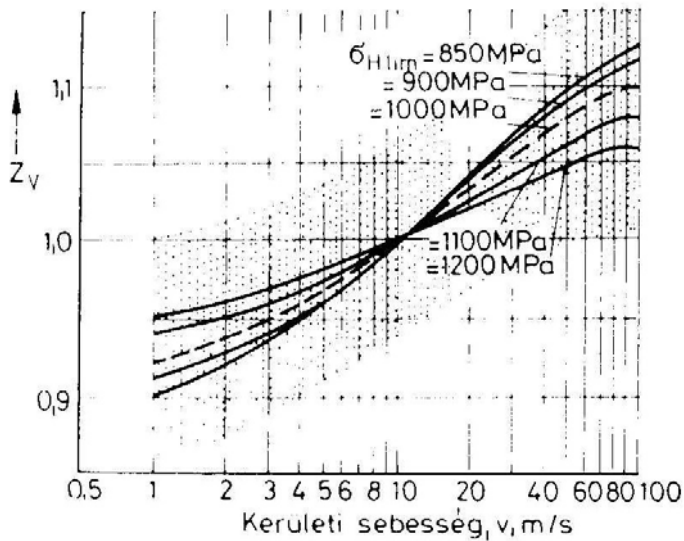
Z_X mérettényező. Csak akkor kell használni ha a kerekek modulja nagyobb mint 7mm. Értékei a 9. táblázatban találhatók.



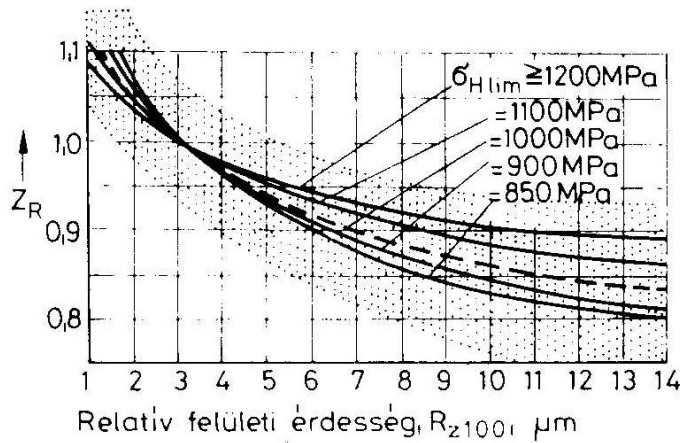
7. ábra. A Z_{NT} élettartamtényező. a- nemesített és felületedzett acélok, gömbgrafitos öntöttvas, perlités temperöntvény; b- ugyanaz mint 'a' alatt de pitting nélkül; c- nemesített vagy nitrálható acélok gáznitrálva és öntöttvas; d- nemesített acélok sónitrálva.



8. ábra. A Z_L kenőanyag-tényező



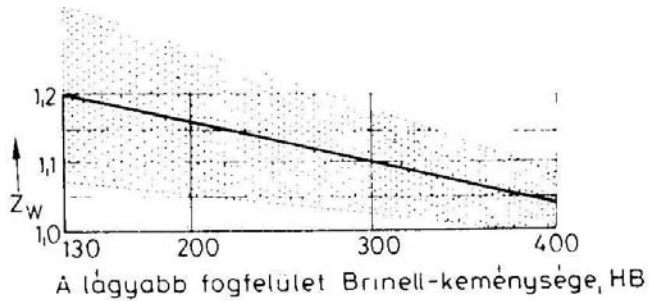
9. ábra. A Z_v sebességtényező



10. ábra. A Z_R érdességtényező

R_z (μm)	Megmunkálási mód	Minőség
2	Finom köszörülés és polírozás	2...4
2,5...3	Finom köszörülés	3...5
3,5...4,5	Durva köszörülés, finom lefejtőmarás, foghántolás	4...7
4,5...5,5	Közepes marás és polírozás	4...7
5...7	Közepes lefejtőmarás és lefejtőgyalulás (metszés)	7...8
7,5...14	Goromba lefejtőmarás és lefejtőgyalulás	8...10
>8	Profilmarás és gyalulás, öntés, porkohászat, kovácsolás, kivágás	8...12

11. ábra. A fogfelületek egyenetlenség-magassága



12. ábra. Z_w anyagpárosítási tényező

9. táblázat. Z_X mérettényező.

Anyag és hőkezelés	Modul m_n mm-ben				
	10	15	20	25	30
Karbonitrált nitrált nemesíthető és cementálható acélok	0,97	0,91	0,86	0,80	0,75
Cementált acélok, felületezett acélok és gömbgrafitos ö.v.	1	0,975	0,95	0,925	0,90

1.3.2. A fogtő-teherbírás ellenőrzése

Az ellenőrzés eredményeként a biztonsági tényezőt kapjuk meg, amely a kritikus fogtő-feszültség és a tényleges (működő) feszültség hányadosa. Értéke 1,6 és 1,7 között kell, hogy legyen, de ha a fogtörés súlyos következményekkel jár akkor 2 vagy annál nagyobb értékek is megkövetelhetők.

$$S_F = \frac{\sigma_{Fkr}}{\sigma_F}$$

A fogtő tényleges feszültsége

$$\sigma_F = Y \cdot \frac{F_t}{b \cdot m_n} \cdot K_F \quad \text{ahol}$$

$$K_F = K_A K_v K_{F\beta} K_{F\alpha} \quad \text{összesített terhelés-tényező a fogtőre nézve}$$

K_A és K_v értéke megegyezik a már felvett értékekkel.

$$K_{F\beta} = K_{H\beta}^{N_F} \quad \text{fogszélesség menti terheléeloszlás-tényező fogtő teherbírásra,}$$

$$\text{ahol} \quad N_F = \frac{(b/h)^2}{1 + (b/h) + (b/h)^2}$$

A fogszélesség (b) és a fogmagasság (h) hányados számításánál a kisebb értékkel számolunk a b_1/h_1 és b_2/h_2 közül, azzal a megkötéssel, hogy $(b/h) < 3$ esetén $(b/h) = 3$ értékkel számolunk.

$$K_{F\alpha} = K_{H\alpha} \quad \text{homlok terheléeloszlás-tényező fogtő teherbírásra.}$$

$$Y = Y_{Fa} Y_{Sa} Y_{\epsilon} Y_{\beta} \quad \text{összesített fogtő-tényező}$$

Y_{Fa} a fogalaktényező, értéke a 13. ábrán lévő diagramból határozható meg.

Y_{Sa} a feszültségkoncentrációs tényező. Értéke a 14. ábrán látható diagramból határozható meg.

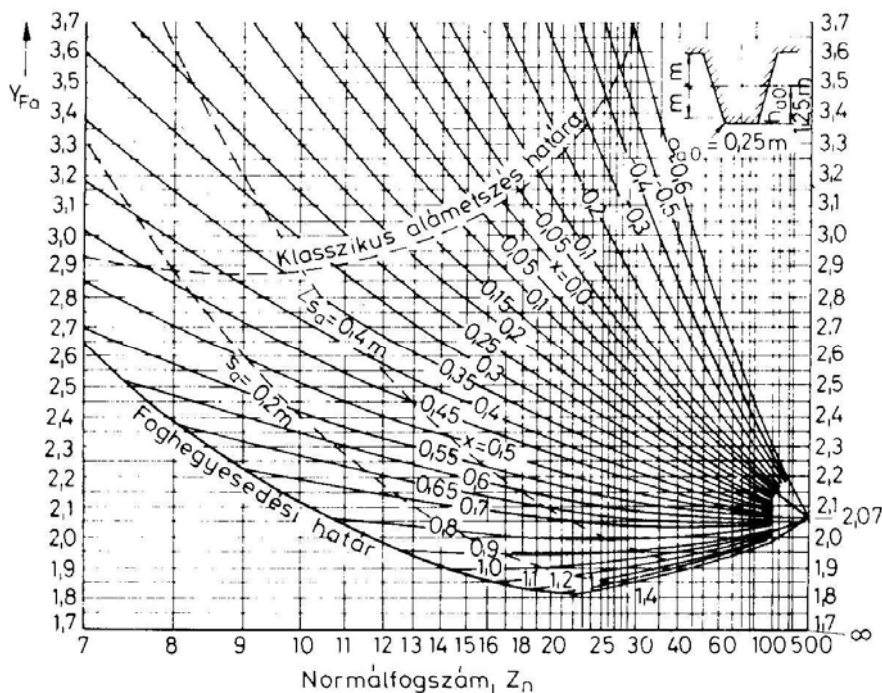
$$Y_{\varepsilon} = 0,25 + \frac{0,75}{\varepsilon_{cn}} \quad \text{kapcsolószám-tényező, ahol}$$

$$\varepsilon_{cn} = \frac{\varepsilon_a}{\cos^2 \beta_b}, \quad \text{tg} \beta_b = \text{tg} \beta \cdot \cos \alpha_i$$

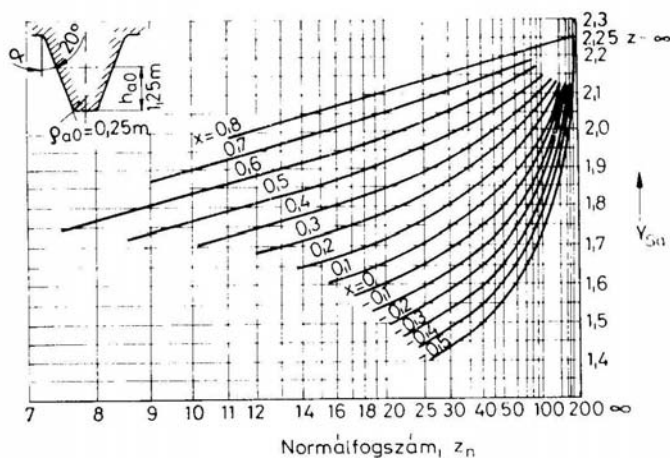
$$Y_{\beta} = 1 - \varepsilon_{\beta} \cdot \frac{\beta}{120} \geq 0,75 \quad \text{fogferdeségi tényező. Meghatározható a 15.}$$

számú ábrán látható diagram szerint is.

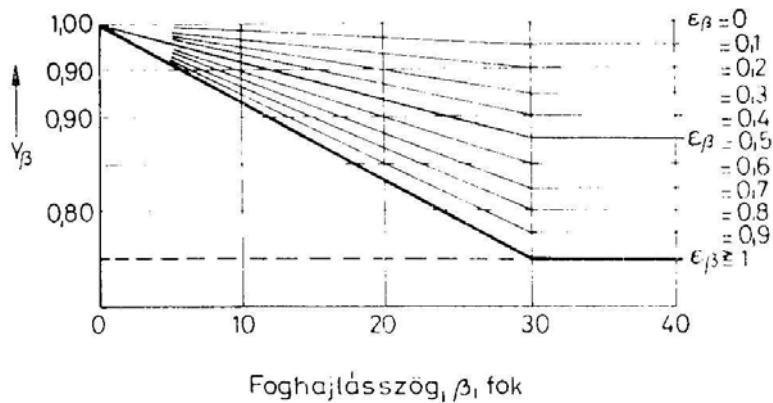
F_t kerületi erő.



13. ábra. A fogalaktényező Y_{Fa} meghatározása. A diagram $\alpha=20^\circ$, $h_a^*=1$, $c^*=0,25$ és szerszámfajsugár $\rho_{a0}=0,25$ m értékeknél érvényes.



14. ábra. Y_{Sa} a feszültségkoncentrációs tényező. A diagram $\alpha=20^\circ$, $h_a^*=1$, $c^*=0,25$ és szerszámfajsugár $\rho_{a0}=0,25$ m értékeknél érvényes



15. ábra. Y_{β} fogferdeségi tényező.

A fogtő kritikus feszültsége

$$\sigma_{Fkrit} = \sigma_{Flim} \cdot Y_{ST} \cdot Y_{NT} \cdot Y_{\delta T} \cdot Y_{RT} \cdot Y_X$$

ahol

σ_{Flim} a névleges fogtőfeszültség kifáradási határa az 1. számú táblázatból.

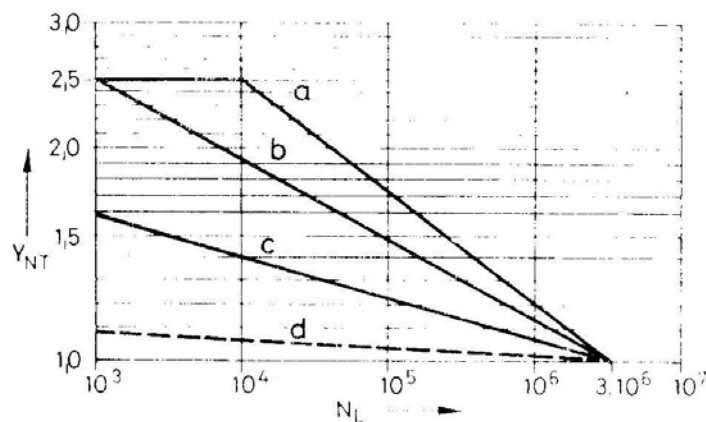
$Y_{ST} \approx 2$ a kísérleti fogaskerék feszültségkoncentrációs tényezője.

Y_{NT} élettartam-tényező, a 16. ábrán látható diagram segítségével határozható meg.

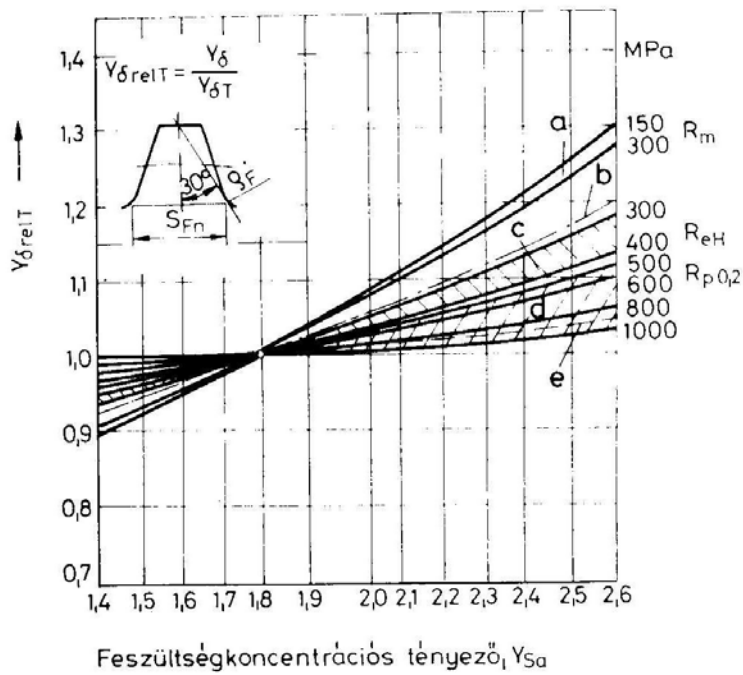
$Y_{\delta T}$ relatív feszültségcsúcs-tényező, értékét a 17. ábrán látható diagramból választjuk.

Y_{RT} relatív érdesség-tényező, értékét az R_z egyenetlenség-magasság függvényében a 18. ábrán találjuk.

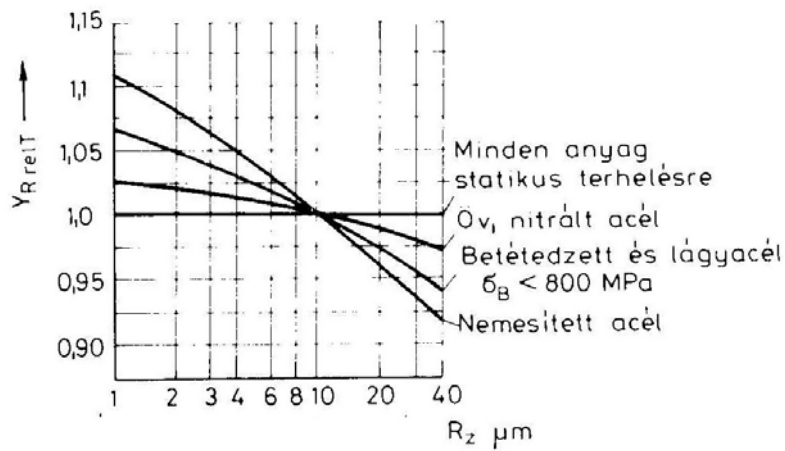
Y_X a mérettényező. Az 5 mm –nél nagyobb modullal készült kerekeknél kell figyelembe venni a 19. ábra szerint.



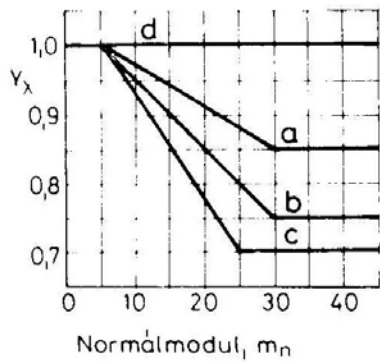
16. ábra. Y_{NT} élettartam-tényező. a- nemesített és felületedzett acélok, gömbgrafitos öntöttvas, perlites temperöntvény; b- ugyanaz mint 'a' alatt de pitting nélkül; c- nemesített vagy nitrálható acélok gáznitrálva és öntöttvas; d- nemesített acélok sónitrálva.



17. ábra. $Y_{\delta T}$ relatív feszültségcsúcs-tényező. a-gömbgrafitos öntöttvas, b-nemesíthető acélok nitrálva, c-lágy acélok, d-nemesített acélok, e-betétedzett acélok.



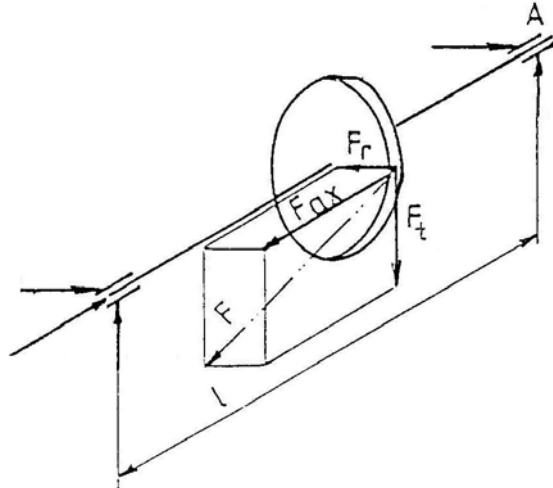
18. ábra. Y_{RT} relatív érdesség-tényező



19. ábra. Y_x mérettényező. a-szerkezeti és nemesített acélok, b-felületileg edzett acélok, c-öntöttvas, d-minden anyag sztatikus terhelésnél.

3.0. A tengelyek méretezéséhez szükséges erőhatások számítása

A kapcsolódó fogakon jelentkező erőhatások a fogaskeréktest és az agyon keresztül a tengelyeket terhelik.



20. ábra. Fogaskeréken jelentkező erőhatások

A kerületi erő a kiskeréken: $F_t = \frac{2000T_1}{d_1} \text{ /N/}$

a radiális erő a kiskeréken: $F_r = \frac{F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha_n}{\cos \beta} \text{ /N/}$

az axiális erő a kiskeréken: $F_{ax} = F_t \operatorname{tg} \beta \text{ /N/}$

Az erőhatásokkal és az "l" támaszköz figyelembevételével számítható hajlítónyomatékok két, egymásra merőleges síkban helyezkednek el. Az "l" támaszközt a "b" kerékszélesség ismeretében lehet megbecsülni. A tengely méretezését és az ellenőrzését a "Segédlet az egyenes tengelyek méretezéséhez" szerint kell elvégezni.

A csavarónyomaték a tengelyeken

$$T_1 = \frac{P}{\omega_1} \approx 9550 \frac{P}{n_1} \text{ [Nm]} \quad \text{ill.} \quad T_2 = \frac{P}{\omega_2} \approx 9550 \frac{P}{n_2} \text{ [Nm]}$$

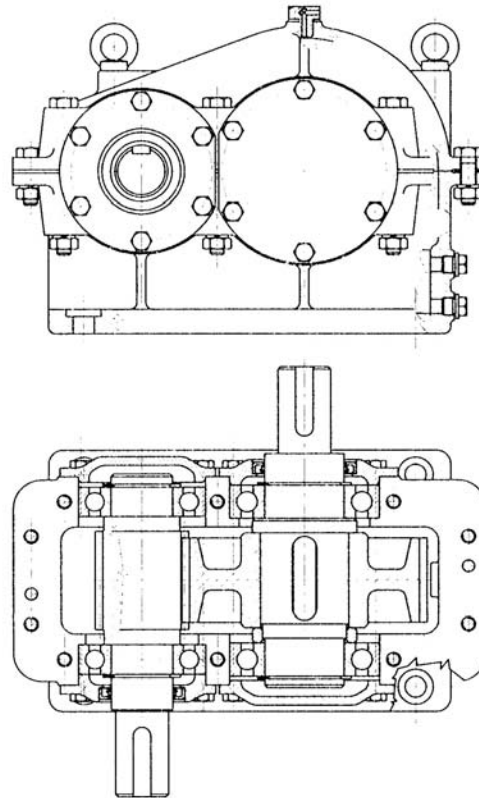
Anyagválasztás után a tengelyeket összetett igénybevételre kell méretezni.

4.0 A csapágyak kiválasztása

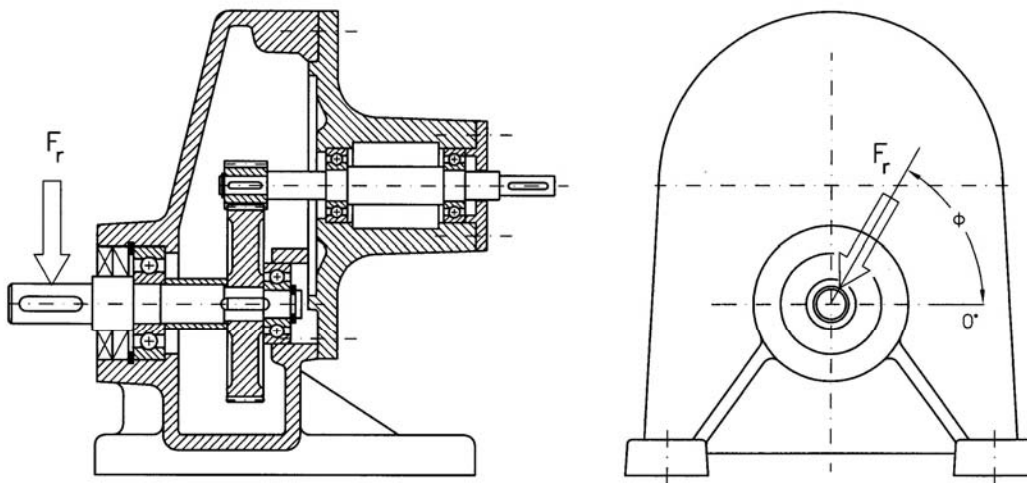
A tengelyméretezés után, a támaszerők ismeretében kiválaszthatók a csapágyak. Csapágykiválasztásnál a „Gépelemek II” tárgyban tanultak szerint kell eljárni.

A tengelyirányú erőt mind a két tengelyen azzal a csapággal vetessük fel, amelyen a radiális terhelés nagyobb.

5.0 Hajtómű-kialakítások

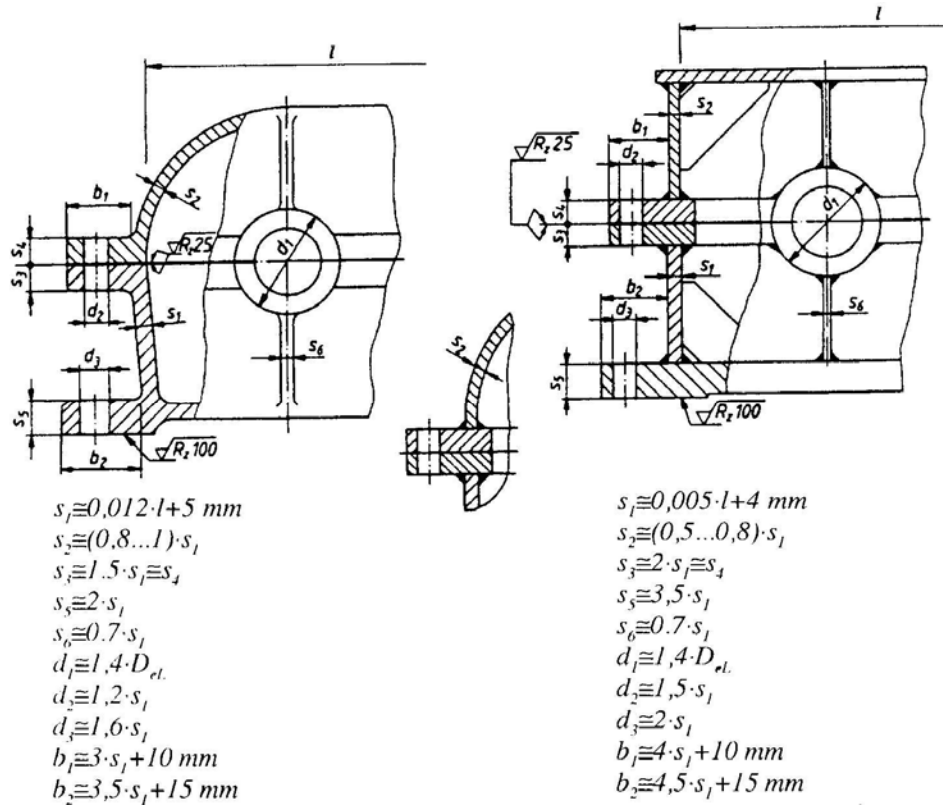


21. ábra. Fekvő elrendezésű egyfokozatú hajtómű



22. ábra. Álló elrendezésű egyfokozatú hajtómű

5.1. A fekvő hajtóműház kialakítása és irányadó méretei



23. ábra. Öntött és hegesztett hajtóműházak kialakítása.
l-a ház hossza; D_{el} -a csapágy külső átmérete

4.1.1. Tengelytáv-tűrések

10. táblázat. Tengelytávolság-tűrések javasolt értékei mikrométerben

Névleges tengelytáv- tartomány a (mm)	A fogazat ISO szerinti minősége					
	1 és 2	3 és 4	5 és 6	7 és 8	9 és 10	11 és 12
6...10	± 2	± 5	± 8	± 11	± 18	± 45
10...18	± 3	± 6	± 9	± 14	± 22	± 55
18...30	± 3	± 7	± 11	± 17	± 26	± 65
30...50	± 4	± 8	± 13	± 20	± 31	± 80
50...80	± 4	± 10	± 15	± 23	± 37	± 95
80...120	± 5	± 11	± 18	± 27	± 44	± 110
120...180	± 6	± 13	± 20	± 32	± 50	± 125
180...250	± 7	± 15	± 23	± 36	± 58	± 145
250...315	± 8	± 16	± 26	± 41	± 65	± 160
315...400	± 9	± 18	± 29	± 45	± 70	± 180
400...500	± 10	± 20	± 32	± 49	± 78	± 200
500...630		± 22	± 35	± 55	± 88	± 220
630...800		± 25	± 40	± 63	± 100	± 250
800...1000		± 28	± 45	± 70	± 115	± 280
1000...1250		± 33	± 53	± 83	± 130	± 330

5.2. Tengelytömítések

A leggyakrabban alkalmazott rugós tömítőgyűrűk kialakítása a 24. ábrán látható. A tömítőgyűrűk méreteit a 11. táblázat tartalmazza.

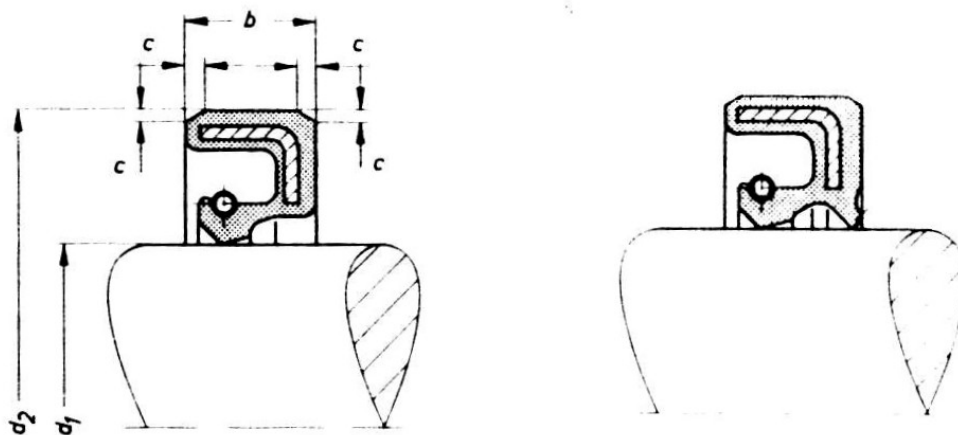
11. Táblázat. Rugós tömítőgyűrűk méretei (DIN 3760 szerint)

Tengely d ₁	d ₂	b ±0,2	c ¹⁾ min	Tengely d ₁	d ₂	b ±0,2	c ¹⁾ min	Tengely d ₁	d ₂	b ±0,2	c ¹⁾ min				
6	16	7	0,3	30	40	7	0,4	72	95	10					
	22				100										
7	22	7	0,3		42			32	7	0,4	75	100	10		
8	22	7	0,3		47						100	80	100	10	
	24				110										
9	22	7	0,3	45	35	7	0,4								
	24			47				85	110	12	0,8				
	26			52					120						
10	22	7	0,3	52				47	90	110	12	0,8			
	24			50				95		120	12	0,8			
	26			52	125										
11	22	7	0,3	62	36	7	0,4	100	120	12	0,8				
	26			47					125						
12	22	7	0,3	52				52	40	7	0,4	130	12	0,8	
	24			55	105	130	12	0,8							
	28			62		140									
	30			72	140										
14	24	7	0,3	52	42	8	0,4	110	140	12	0,8				
	28			55					115			150	12	0,8	
	30			62				150							
15	26	7	0,3	62	45	8	0,4	120	160	12	0,8				
	30			60					125			160	12	0,8	
	32			62				170							
	35			72	170										
16	28	7	0,3	72	48	8	0,4	135	170	12	0,8				
	30			65					140			170	15	1	
	32			68				175							
	35			72	180										
17	30	7	0,3	80	50	8	0,4	160	180	15	1				
	32			70					170			190	15	1	
	35			72				200							
	40			80	210										
18	30	7	0,3	72	52	8	0,4	180	210	15	1				
	32			70					190			220	15	1	
	35			72				220							
	40			85	230										
20	30	7	0,3	85	55	8	0,4	200	230	15	1				
	32			70					210			240	15	1	
	35			72				240							
	40			80	250										
22	32	7	0,3	70	56	8	0,4	220	260	15	1				
	35			72					230			270	15	1	
	40			80				280							
	47			85	280										
24	35	7	0,3	80	58	8	0,4	260	300	20	1				
	37			72					280			320	20	1	
	40			80				340							
	47			85	340										
25	35	7	0,3	90	60	8	0,4	300	360	20	1				
	40			75					320			380	20	1	
	42			80				380							
	47			85	400										
	52			90	420										
26	37	7	0,3	85	62	10	0,5	380	420	20	1				
	42			85					400			440	20	1	
	47			90				440							
	52			90	480										
28	40	7	0,4	85	63	10	0,5	460	500	20	1				
	47			85					480			520	20	1	
	52			90				500							
	100			100	540										

Jelölési példa:

Ha a tengelyátmérő $d_1 = 50$ mm, a külső átmérő $d_2 = 68$ mm, szélesség $b = 8$ mm és A alak:

Rugós tömítőgyűrű DIN 3760 A50x68x8



Egy tömítőajakos (A –alak)

Tömítő- és védőajakos (AS –alak)

24. ábra. Rugós tömítőgyűrűk

Felhasznált irodalom

- [1] Erney Gy.: Fogaskerekek, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.
- [2] Rohonyi V.: Fogaskerékhajtások, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1980.
- [3] Roloff/Matek: Maschinenelemente, Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden, 1983.
- [4] Dormán L.: Gépelemek III, Atlantis, Újvidék, 1999.
- [5] Nagy A., Sípos M.: Géprajz, gépelemek (Gépelemek II), Nemzeti Tankönyvkiadó, 1994.
- [6] Miltenović V.: Mašinski elementi, Grafika-Galeb, Niš, 2001.
- [7] Motorkatalógus, Sever, Subotica

Beépíthető motorok adatai

TECHNISCHE ANGABEN

Schutzart: IP 44

Spannung: 380 V; 50 Hz

Typ	Leistung kW	n min ⁻¹	η %	cos φ	In bei 380 V		Ip In	Mp Mn	Mm Mn	KR	J kgm ²	Masse kg
					A	Nm						

3000 min⁻¹

ZK 71 A-2	0,37	2820	63	0,78	1,15	1,25	4,5	2,3	2,4	13	0,00043	6
ZK 71 B-2	0,55	2800	70	0,80	1,5	1,88	4	2	2,3	13	0,00055	6,8
ZK 80 A-2	0,75	2790	71,5	0,84	1,9	2,57	4,7	2,4	2,5	16	0,00075	8,6
ZK 80 B-2	1,1	2820	73	0,85	2,7	3,73	5	2,9	2,6	16	0,00087	9,5
ZK 90 S-2	1,5	2830	75	0,82	3,7	5,07	6,3	2,6	2,9	16	0,00154	13,4
ZK 90 L-2	2,2	2885	80	0,84	5,0	7,29	6,3	2,8	2,9	16	0,00216	16,4
ZK 100 L-2	3	2860	82	0,91	6,1	10	7,5	3,1	3,5	16	0,00429	28,7
ZK 112 M-2	4	2880	84	0,92	7,9	13,3	7	2,7	2,9	16	0,0053	41,5
ZK 132 Sk-2	5,5	2860	84	0,92	10,8	18,4	6	2,1	2,5	16	0,0097	55
ZK 132 S-2	7,5	2860	84	0,91	15	25,1	7	2,6	2,8	16	0,02	61,5
ZK 160 Mk-2	11	2910	86	0,91	21,4	36,2	6,2	2,4	2,8	16	0,04	97
ZK 160 M-2	15	2930	87	0,90	29	48,9	7	3,4	3,3	16	0,05	119
ZK 160 L-2	18,5	2910	87	0,89	36,5	60,8	7	3,3	3,1	16	0,0625	130
ZK 180 M-2	22	2935	87	0,93	41,5	71,7	7,5	2,6	2,9	16	0,105	155
ZK 200 Lk-2	30	2945	89,5	0,89	57	97,4	6	2,2	3,0	13	0,175	263
ZK 200 L-2	37	2955	90,5	0,90	69	120	7	2,4	2,4	13	0,225	270
ZK 225M-2	45	2955	90	0,90	84	146	7,2	2,4	3,1	16	0,325	350
ZK 250 M-2	55	2970	90	0,89	105	177	7,5	2,8	3,2	16	0,675	460
ZK 280 S-2	75	2980	91	0,88	142	241	8	3,2	3,4	16	0,95	660
ZK 280 M-2	90	2980	92	0,87	172	289	8	3,1	2,9	16	1,1	700
ZK 315 S-2	110	2970	92,5	0,88	206	354	6	2,3	2,4	13	1,55	807
ZK 315 M-2	132	2970	92,5	0,87	248	425	6,5	2,5	2,8	13	1,8	890
ZK 355 Mk-2	160	2980	92,5	0,91	289	514	8	3	3,4	16	2,75	1300
ZK 355 M-2	200	2980	92,5	0,92	358	642	8	2,7	3,2	13	3,125	1400

1500min⁻¹

ZK 71 A-4	0,25	1400	66	0,68	0,85	1,71	3,6	2,2	2,4	16	0,00072	6
ZK 71 B-4	0,37	1380	64	0,73	1,2	2,56	3,6	2,2	2,3	16	0,0009	6,8
ZK 80 A-4	0,55	1380	66	0,70	1,8	3,81	3,5	2,2	2,3	16	0,0011	8,6
ZK 80 B-4	0,75	1400	75	0,72	2,1	5,12	4,5	2,4	2,5	16	0,00142	9,5
ZK 90 S-4	1,1	1400	75	0,80	2,8	7,51	5	2,2	2,5	13	0,00247	13,2
ZK 90 L-4	1,5	1420	75	0,80	3,8	10,1	5,7	2,8	3,2	16	0,0034	16,9
ZK 100 L-4	2,2	1400	81	0,83	5	15	6,3	2,7	2,7	16	0,00818	28,5
ZK 100 Ld-4	3	1410	85	0,83	6,5	20,3	7	3,3	3,3	16	0,0127	35,2
ZK 112 M-4	4	1440	87	0,82	8,5	26,6	7	2,8	3,0	16	0,019	41,8
ZK 132 S-4	5,5	1450	87	0,84	11,5	36,3	6,5	2,5	2,6	16	0,035	61,5
ZK 132 M-4	7,5	1445	87	0,85	15,4	49,6	6,5	2,6	2,9	16	0,0425	73
ZK 160 M-4	11	1455	88	0,86	22	72,3	5,8	2,1	2,2	16	0,0725	103
ZK 160 L-4	15	1450	87	0,85	31	98,9	6,0	2,5	2,3	16	0,09	130
ZK 180 M-4	18,5	1465	88	0,84	38	121	6,6	2,7	2,3	16	0,187	167
ZK 180 L-4	22	1470	90	0,86	43	143	6,6	2,8	2,6	16	0,207	187
ZK 200 L-4	30	1480	91,5	0,85	59	194	7,5	3,0	3,4	16	0,375	260
ZK 225 S-4	37	1475	90	0,87	72	240	6	2,2	2,3	16	0,575	290
ZK 225 M-4	45	1475	91	0,89	85	292	6	2,1	2,3	16	0,675	410
ZK 250 M-4	55	1480	90	0,86	108	355	6,1	3,1	2,5	16	0,875	448
ZK 280 S-4	75	1480	91	0,88	142	485	6,1	2,4	2,8	16	1,875	580
ZK 280 M-4	90	1480	93	0,87	170	582	6,5	2,8	2,9	16	2,25	630
ZK 315 S-4	110	1485	93	0,85	212	708	6	2,7	2,4	16	3,5	800
ZK 315 M-4	132	1485	93	0,85	255	850	6,5	2,6	2,6	16	3,875	900
ZK 315 Md-4	160	1485	93	0,88	295	1030	7,0	3,0	2,6	16	5	1200
ZK 355 M-4	200	1490	94	0,90	360	1284	7,5	3,0	2,6	16	6,5	1500
ZK 355 Md-4	250	1490	95	0,89	452	1605	7,5	2,8	2,8	16	7,2	1750
ZK 355 L-4	315	1490	95,	0,90	555	2022	7,5	2,5	3,0	16	10,4	1900

TECHNISCHE ANGABEN

Schutzart: IP 44

Spannung: 380V; 50Hz

Typ	Leistung	n	η	cos φ	In bei 380V	Mn	Ip In	Mp Mn	Mm Mn	KR	J	Masse
	kW	min ⁻¹	%		A	Nm	kgm ²	kg				

1000 min⁻¹

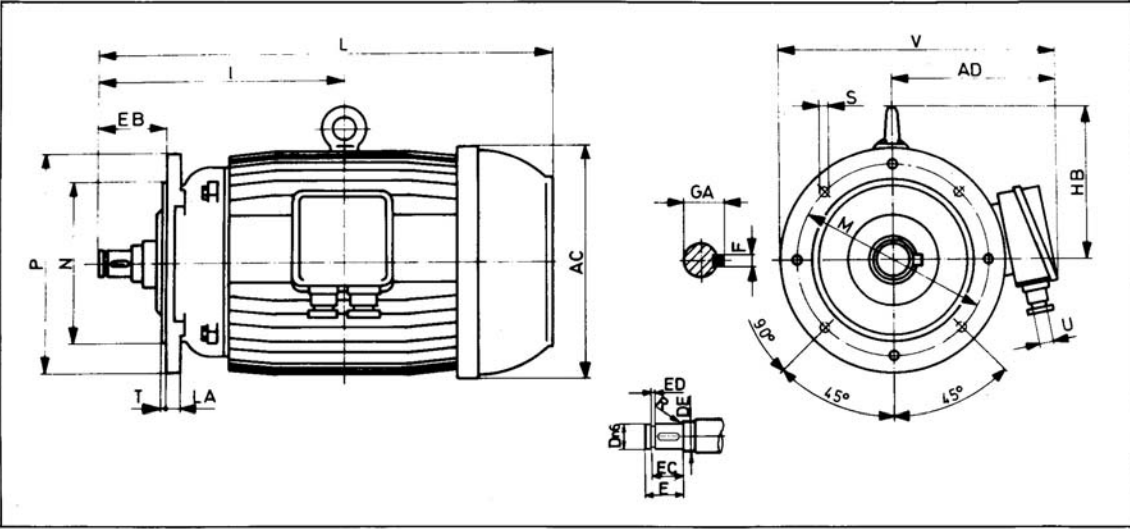
ZK 71 A-6	0,18	910	51	0,60	0,9	1,89	2,6	2,3	2,4	13	0,00072	6,1
ZK 71 B-6	0,25	900	53	0,60	1,2	2,65	2,4	1,7	2	13	0,0009	6,9
ZK 80 A-6	0,37	920	59	0,60	1,6	3,84	3,2	2,1	2,3	13	0,0011	8,9
ZK 80 B-6	0,55	930	69	0,64	1,9	5,65	4	2,2	2,5	13	0,00142	10
ZK 90 S-6	0,75	920	74,5	0,73	2,1	7,80	4,3	2,4	2,4	16	0,00247	13
ZK 90 L-6	1,1	910	76,5	0,73	3	11,5	3,7	2,2	2,4	16	0,0034	16,3
ZK 100 L-6	1,5	930	78	0,75	3,9	15,4	4,8	2,2	2,5	16	0,00818	28,3
ZK 112 M-6	2,2	935	83,5	0,77	5,2	22,5	5,6	2,5	2,7	16	0,0175	42,6
ZK 132 S-6	3	960	83,5	0,79	6,9	29,9	6	2,4	2,8	16	0,035	57
ZK 132 Mk-6	4	970	86	0,77	9,2	39,4	6,4	2,6	3,1	16	0,0425	68
ZK 132 M-6	5,5	955	87	0,80	12	55,1	6,5	2,2	2,5	16	0,05	75,5
ZK 160 M-6	7,5	970	87	0,80	16,4	73,9	6,1	2,2	3	16	0,1	106
ZK 160 L-6	11	965	87	0,80	24	109	6,5	2,2	3	16	0,127	136
ZK 180 L-6	15	965	88	0,81	32	148	6,3	1,9	2,5	16	0,227	187
ZK 200 Lk-6	18,5	985	89	0,81	39	180	7	2,5	2,9	16	0,5	201
ZK 200 L-6	22	985	89,5	0,83	45	213	7	2,4	2,6	16	0,55	220
ZK 225 M-6	30	980	90	0,83	61	293	6,8	2,3	3	16	0,875	370
ZK 250 M-6	37	985	90	0,81	77	359	6	3	2,6	16	1,125	440
ZK 280 S-6	45	985	89,5	0,85	90	437	6,3	2,5	2,7	16	2,3	590
ZK 280 M-6	55	985	90,5	0,84	110	534	6	2,4	2,8	16	2,625	640
ZK 315 S-6	75	980	90,5	0,87	145	732	5,9	2,5	2,8	16	4,625	840
ZK 315 M-6	90	985	91	0,86	175	874	5,1	2	2,9	16	5,25	930
ZK 315 Md-6	110	985	91,5	0,85	215	1068	6,9	3	3	16	6	980
ZK 355 Mk-6	132	990	92,5	0,87	250	1275	6,9	2,8	3,1	16	6,5	1400
ZK 355 M-6	160	990	93,5	0,88	295	1546	6	2,4	2,4	13	7,25	1500
ZK 355 Md-6	200	990	94	0,89	363	1932	6	2,3	2,3	13	8	1750
ZK 355 L-6	250	990	94	0,89	455	2415	6	2,2	2,3	13	12	1900

750 min⁻¹

ZK 71 A-8	0,09	680	38	0,51	0,7	1,26	2	2	2,1	16	0,00072	6,2
ZK 71 B-8	0,12	680	44	0,52	0,8	1,69	2	2	2,1	16	0,0009	6,8
ZK 80 A-8	0,18	700	49	0,51	1,1	2,46	2,6	2	2,3	16	0,0011	8,8
ZK 80 B-8	0,25	690	50	0,51	1,5	3,47	2,4	2	2,2	16	0,00142	10,1
ZK 90 S-8	0,37	700	52	0,68	1,6	5,05	3,3	2	2,2	16	0,00247	13
ZK 90 L-8	0,55	670	61	0,72	1,9	7,85	3,4	2,3	2,4	16	0,0034	16,3
ZK 100 L-8	0,75	680	73	0,68	2,3	10,5	4	2,1	2,5	16	0,00818	28
ZK 100 Ld-8	1,1	680	73	0,72	3,2	15,5	3,5	2	2,2	16	0,0127	34,6
ZK 112 M-8	1,5	700	76	0,73	4,1	20,5	4,2	2	2,1	13	0,0175	43
ZK 132 S-8	2,2	715	78	0,65	6,6	29,4	4,6	1,8	2,4	13	0,035	54
ZK 132 M-8	3	710	79	0,72	8	40,4	4,5	1,8	2,2	13	0,05	70,5
ZK 160 Mk-8	4	720	80	0,76	10	53,1	4,8	1,8	2,5	16	0,0775	102
ZK 160 M-8	5,5	715	86	0,75	13	73,6	4,8	1,8	2,2	16	0,1	106,5
ZK 160 L-8	7,5	710	86	0,74	18	101	4,2	2	2,2	16	0,1275	136
ZK 180 L-8	11	715	87	0,74	26	147	4,3	1,7	2,1	16	0,2275	187,5
ZK 200 L-8	15	735	90	0,77	33	195	5,1	2	2,2	13	0,575	240
ZK 225 S-8	18,5	735	89	0,79	40	240	5,2	1,9	2,3	16	0,875	286
ZK 225 M-8	22	730	91	0,80	46	288	5,3	2,3	2,6	16	0,925	370
ZK 250 M-8	30	730	92	0,80	62	393	5,4	1,7	2,4	13	1,175	400
ZK 280 S-8	37	730	91	0,81	76	485	6	1,9	2,3	10	2,3	581
ZK 280 M-8	45	735	92	0,81	92	586	6,4	1,9	2,7	13	2,625	656
ZK 315 S-8	55	735	91	0,80	115	716	6,2	2,2	2,3	16	4,625	850
ZK 315 M-8	75	740	91,5	0,78	159	969	6,3	1,8	2,1	16	5,25	930
ZK 315 Md-8	90	735	91,5	0,81	185	1171	6,3	1,8	1,8	13	6	980
ZK 355 Mk-8	110	740	93,5	0,79	226	1422	5,1	1,9	2,1	10	7,5	1400
ZK 355 M-8	132	745	93	0,80	270	1695	5,1	1,9	2	13	9	1500
ZK 355 Md-8	160	745	93,5	0,80	325	2054	5,3	2,0	2,2	13	12	1750
ZK 355 L-8	200	745	93,5	0,80	406	2568	5,5	2,0	2,2	13	15	1900

Bauform: B5, V1

Schutzart: IP44



Alle Masse in mm.

Motortyp	Polenzahl	Flanschbezeichnung	AC	AD	Dn6	DE	E	EB	EC	ED	F	GA	R	HB	I	L	LA	M	N	P	S	Anzahl der Lecher	T	V	U
ZKR 71	2...8	F 120	139	120	8	12	17	33,5	-	-	2	8,6	0,8		129,5	250,5	8	100	80	120	6,6	4	3	180	AU 13,5 x 13
		12			18	3					13	1	9				3,5	200							
ZKR 80	2...8	F 160	157	130	14	20	21	33,5	-	-	3	15	1		148	278	8	100	80	120	6,6	4	3	190	AU 13,5 x 13
		12															18	9	130	110	160		9	3,5	
ZKR 90 S	2...8	F 200	178	160	14	20	21	33,5	-	-	3	15	1		169	317	8	100	80	120	6,6	4	3,5	220	AU 13,5 x 13
		12															18	10	130	110	160		9	4	
ZKR 90 L	2...8	F 250	178	160	14	20	21	33,5	-	-	3	15	1		181,5	342	8	100	80	120	6,6	4	3,5	240	AU 13,5 x 13
		12															18	10	130	110	160		9	4	
ZKR 100 L	2...8	F 120	198	174	18	25	27	51	-	-	4	19,4	1		198	375	10	165	130	200	11	4	3,5	274	AU 13,5 x 13
		12															18	15	215	180	250		14	4	
ZKR 112 M	2...8	F 250	222	199	18	25	27	55	-	-	4	19,4	1		146	205	10	165	130	200	11	4	4	324	AU 21 x 20
		12															18	15	215	180	250		14	4	
ZKR 132 S	2...8	F 300	260	214	22	30	34	60	-	-	5	23,5	1		174	224	15	215	180	250	14	4	4	364	AU 21 x 20
		12															18	16	265	230	300		18	5	
ZKR 132 M	4...8	F 350	260	214	22	30	34	65	-	-	5	23,5	1		174	243	15	215	180	250	14	4	4	364	AU 21 x 20
		12															18	16	265	230	300		18	5	
ZKR 160 M	2...8	F 450	318	258	28	36	41	71,5	37,5	1,6	6	29,9	2		210	291,5	15	215	180	250	14	4	4	408	AU 29 x 29
		12															18	16	265	230	300		18	5	
ZKR 160 L	2...8	F 300	318	258	28	36	41	72	37,5	1,6	6	29,9	2		210	313,5	16	265	230	300	14	4	4	408	AU 29 x 29
		12															18	16	265	230	300		18	5	
ZKR 180 M	2 i 4	F 450	354	278	32	40	41	77	37,6	1,6	8	34,3	2		235	318,5	16	265	230	300	14	4	4	453	AU 29 x 29
		12															18	16	265	230	300		18	5	
ZKR 180 L	4...8	F 350	354	278	32	40	41	77	37,6	1,6	8	34,3	2		235	337,5	16	265	230	300	14	4	4	453	AU 29 x 29
		12															18	16	265	230	300		18	5	
ZKR 200 L	2...12	F 450	395	313	38	50	41	86	37,85	1,85	10	41	2	259	371,5	732	22	400	350	450	18	8	5	538	AU 36 x 37
ZKR 225 S	4; 8; 10; 12	F 450	444	342	38	50	41	86	37,85	1,85	10	41	2	286	378	751	22	400	350	450	18	8	5	567	AU 36 x 37
ZKR 225 M	2...12	F 450	444	342	38	50	41	86	37,85	1,85	10	41	2	286	390,5	776	22	400	350	450	18	8	5	567	AU 36 x 37
ZKR 225 S	4; 8; 10; 12	F 450-1	444	342	38	50	41	92	37,85	1,85	10	41	2	286	423	796	25	400	350	450	18	8	5	567	AU 36 x 37
		F 550						100																	
ZKR 225 M	2...12	F 450-1	444	342	38	50	41	92	37,85	1,85	10	41	2	286	435,5	821	25	400	350	450	18	8	5	567	AU 36 x 37
		F 550						100																	
ZKR 250 M	2...12	F 450	490	368	48	60	45	93	41,8	1,85	10	51	2,5	318	480,5	908	22	400	350	450	18	8	5	593	AU 36 x 37
		F 550						102																	
ZKR 280 S	2; 4...12	F 550	537	395	48	60	45	102	41,8	1,85	10	51	2,5	360	509,5	969	25	500	450	550	18	8	5	670	AU 36 x 37
ZKR 280 M	2; 4...12	F 550	537	395	48	60	45	102	41,8	1,85	10	51	2,5	360	531	1016	25	500	450	550	18	8	5	670	AU 36 x 37
ZKR 315 S	2; 4...12	F 550	598	447	55	70	56	105	52	2,15	10	53	2,5	389	585,5	1099	25	500	450	550	18	8	5	722	AU 42 x 42
ZKR 315 M	2; 4...12	F 550	598	447	55	70	56	105	52	2,15	10	53	2,5	389	611	1150	25	500	450	550	18	8	5	722	AU 42 x 42