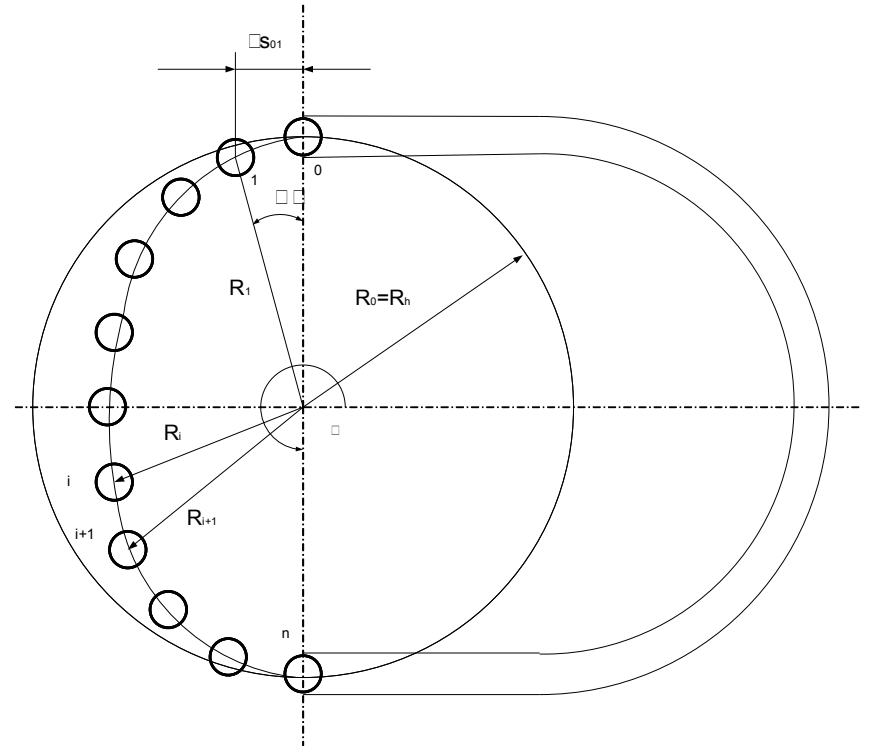
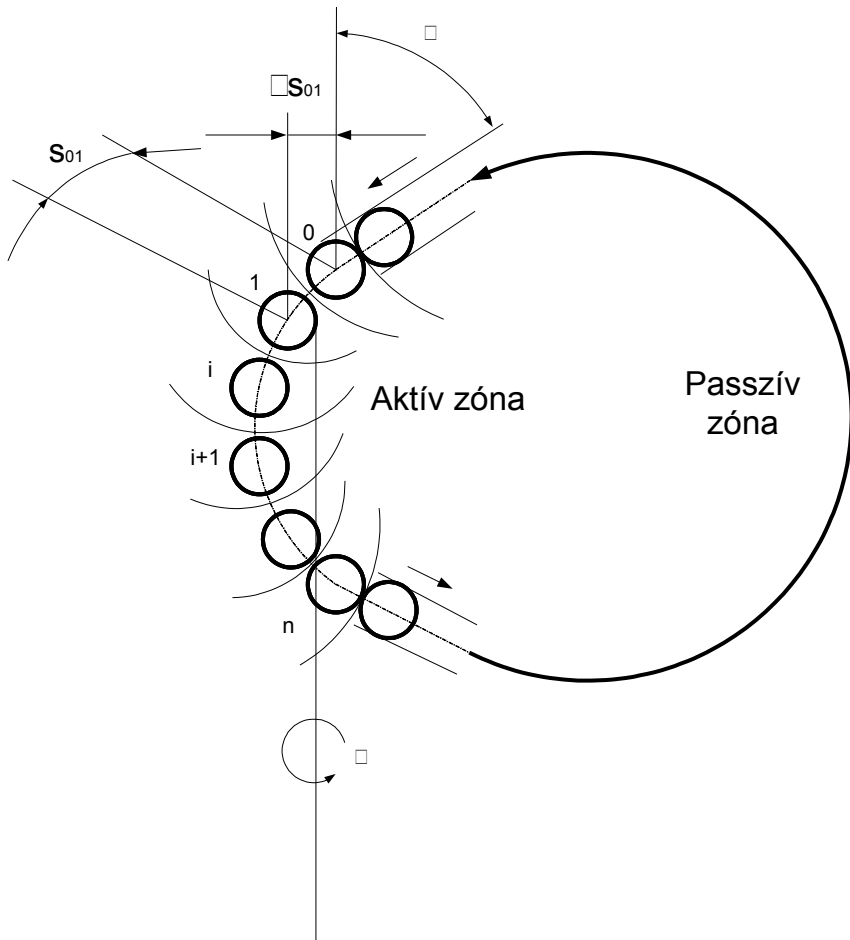


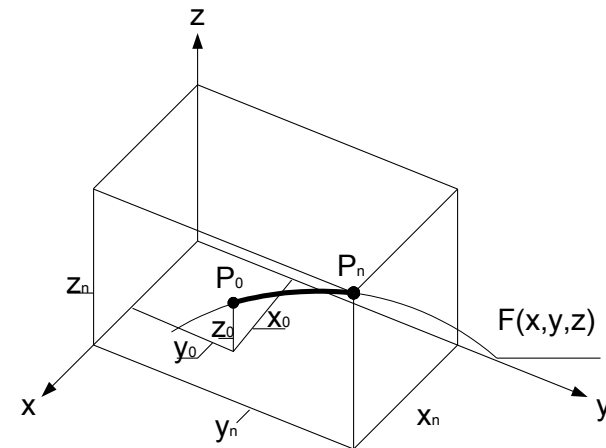
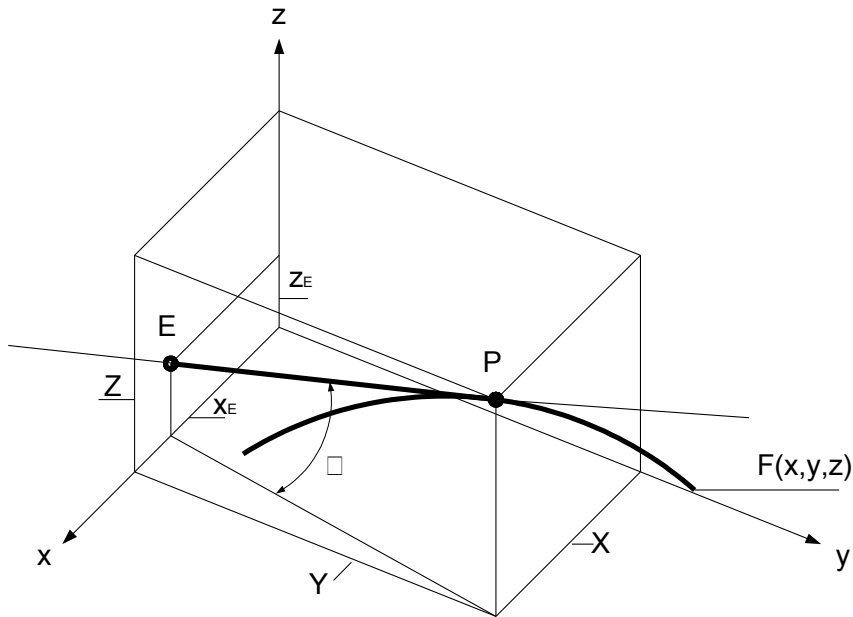
A golyósoros hajtás erőjátéka, szilárdsági vizsgálata

Dr. Németh János
egyetemi docens
Miskolci Egyetem
Anyagmozgatási és logisztikai tanszék
2011. december 08.
Direct—Line Kft.

A golyósorosos hajtás elve

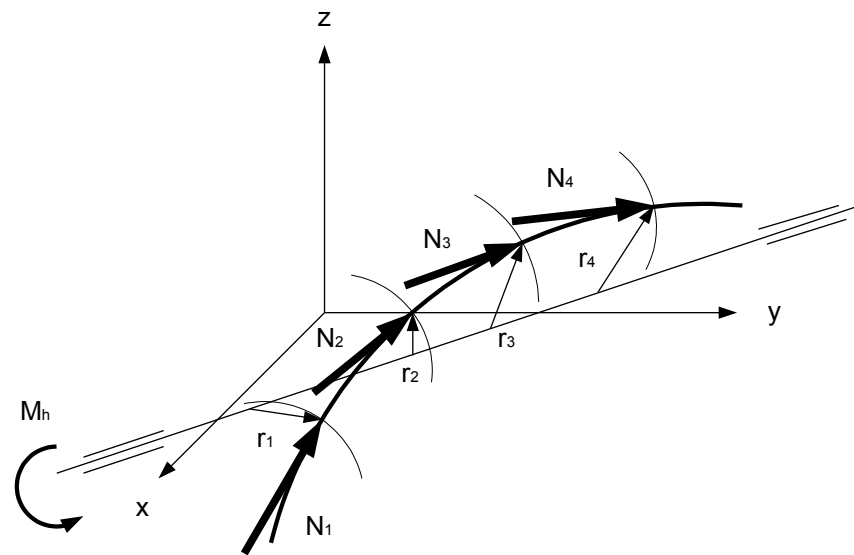
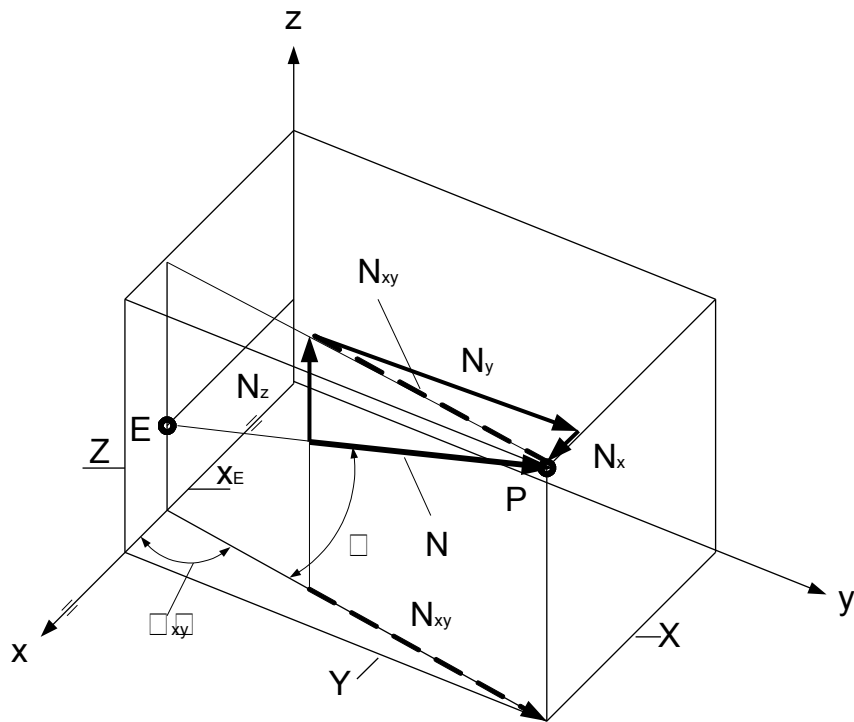


A pályagörbe érintője hajlásszögének a meghatározása



$$\alpha = \arcsin \left(\frac{Z - z_E}{s_{EP}} \right) = \arcsin \left[\frac{\left(\frac{d-z}{dt} \right)_{t_p}}{\sqrt{\left[\left(\frac{d-x}{dt} \right)_{t_p} \right]^2 + \left[\left(\frac{d-y}{dt} \right)_{t_p} \right]^2 + \left[\left(\frac{d-z}{dt} \right)_{t_p} \right]^2}} \right]$$

A hajtónyomatékkal arányos normálerő helyzete és komponensei



A normálerő meghatározása

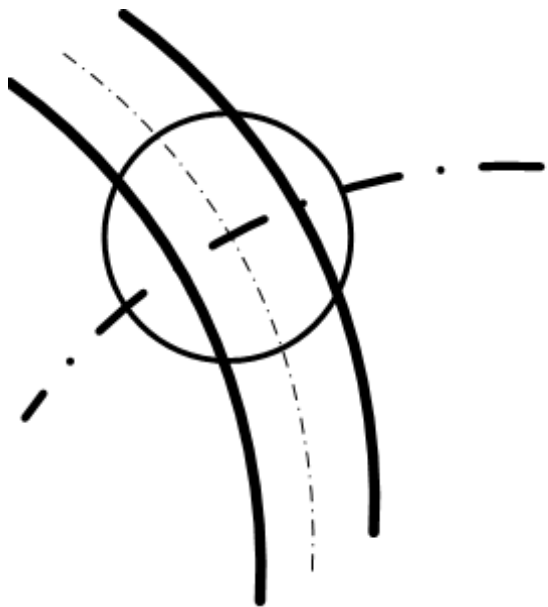
$$N_i = N_{\max} \sin\left(\pi \cdot \frac{s_i}{s_n}\right)$$

$$s_i = \int_{t_0}^{t_i} \sqrt{\left(\frac{d}{dt}x\right)^2 + \left(\frac{d}{dt}y\right)^2 + \left(\frac{d}{dt}z\right)^2} dt$$

$$s_n = \int_{t_0}^{t_n} \sqrt{\left(\frac{d}{dt}x\right)^2 + \left(\frac{d}{dt}y\right)^2 + \left(\frac{d}{dt}z\right)^2} dt$$

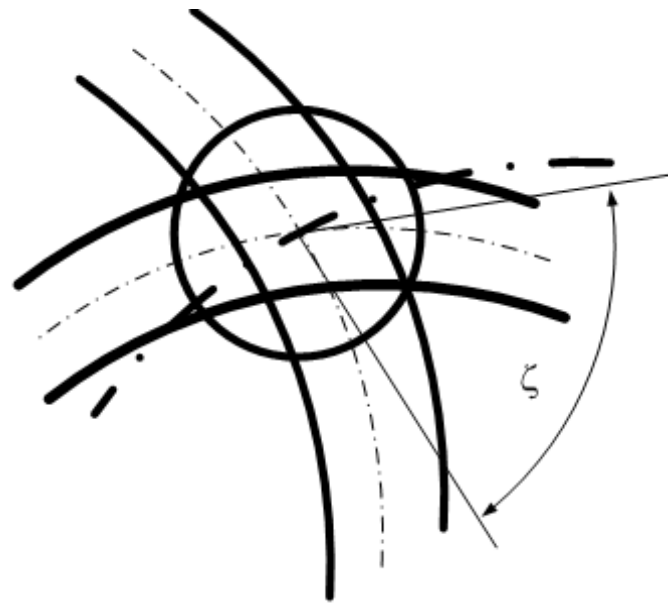
$$N_{\max} = \frac{M_b}{\sum_{i=0}^n \sin\left(\pi \cdot \frac{s_i}{s_n}\right) \cdot (Y_i \sin(\alpha_i) - Z_i \cos(\alpha_i) \cdot \sin(\phi_{xyi}))}$$

A golyó pályán tartásának változatai



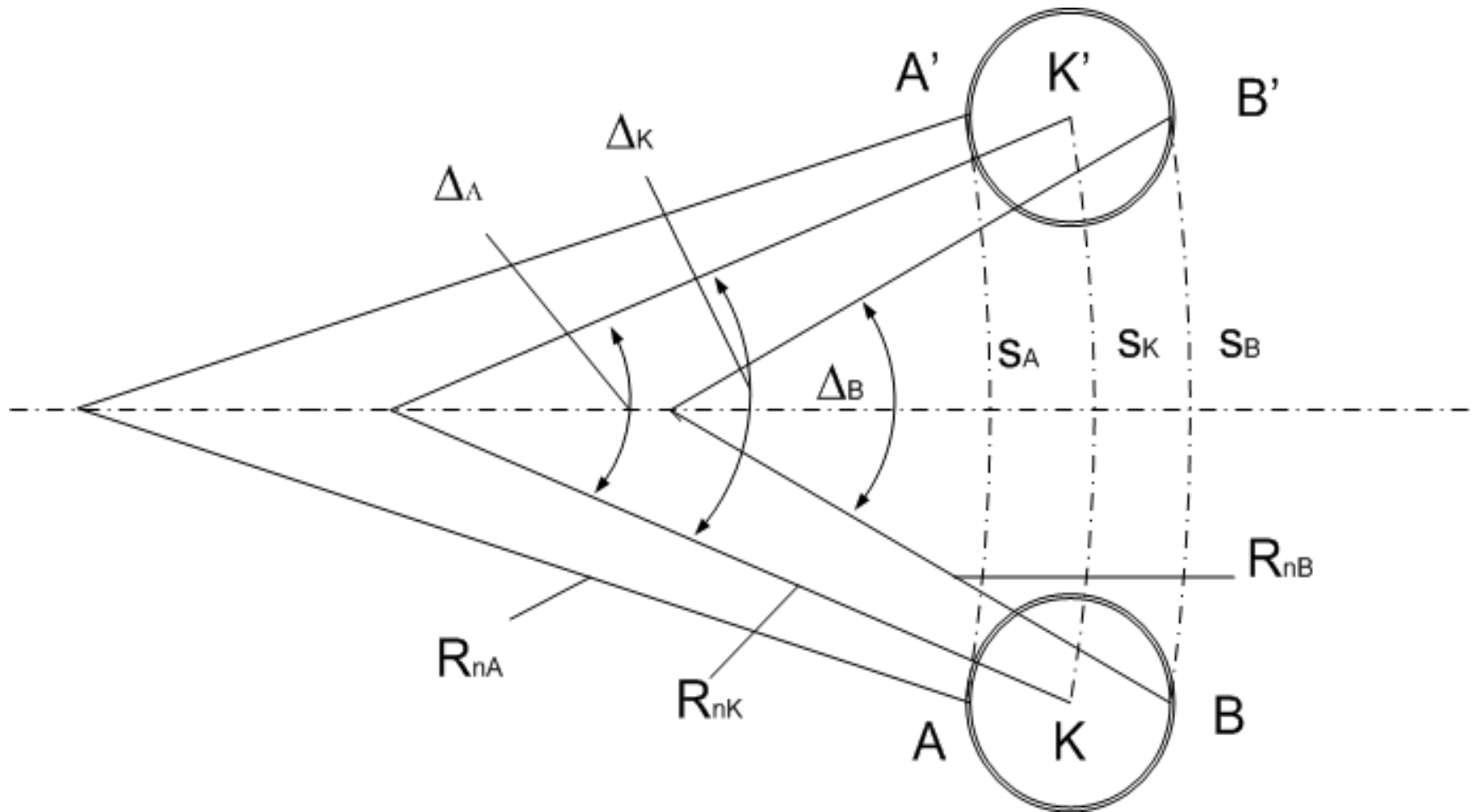
a, változat

$\zeta=0$

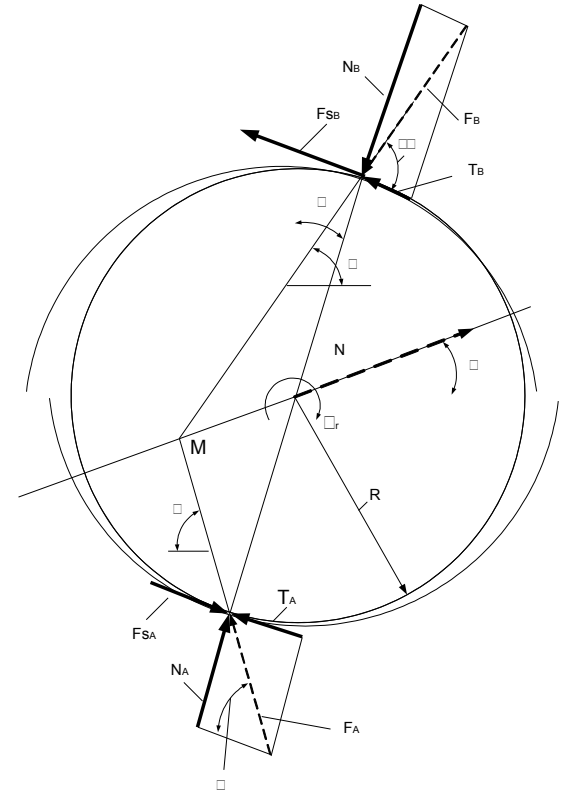
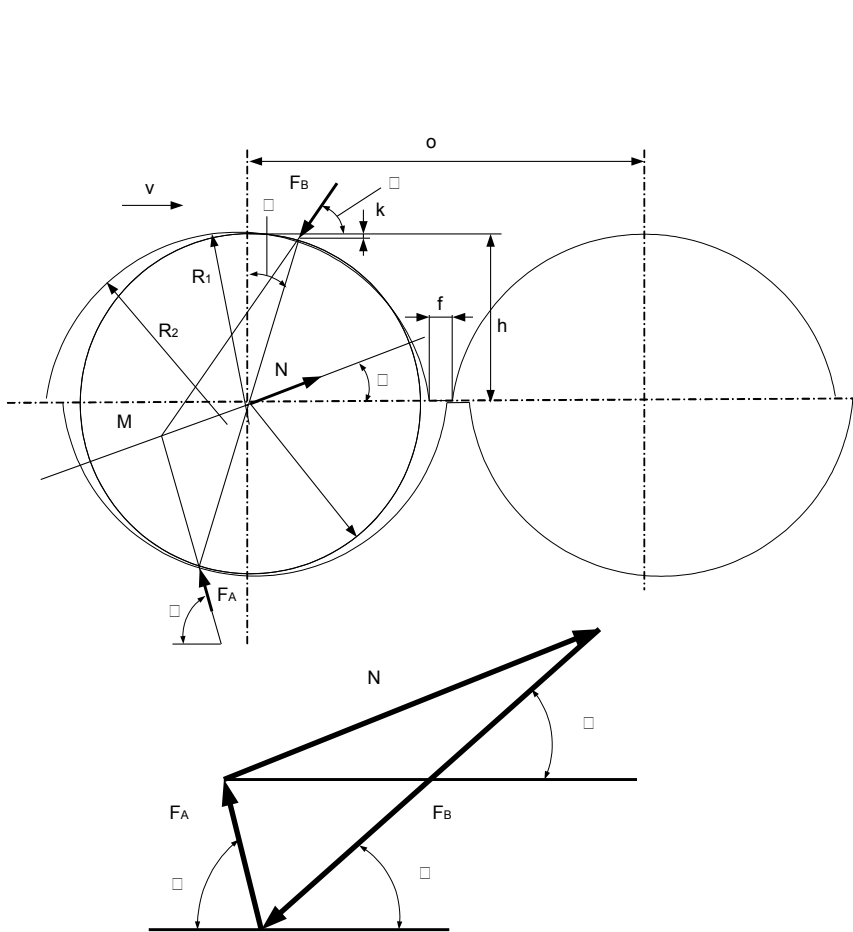


b, változat

A golyó tiszta gördülésének a feltétele



Az előfeszítetlen golyó támasztóerőinek meghatározása



A támasztóerők meghatározása

$$F_B \left(\cos(\rho + \delta) + \mu_s \cdot \sin(\rho + \delta) \right) = F_A \cdot \left(\cos(\tau - \delta) - \mu_s \cdot \sin(\tau - \delta) \right)$$

$$N \cdot \frac{\sin(\alpha + \tau)}{\sin(\tau + \rho)} \cdot \left(\cos(\rho + \delta) + \mu_s \cdot \sin(\rho + \delta) \right) = N \cdot \frac{\sin(\alpha - \rho)}{\sin(\tau + \rho)} \cdot \left(\cos(\tau - \delta) - \mu_s \cdot \sin(\tau - \delta) \right)$$

$$\sin(\alpha + \tau) \cdot \left(\cos(\rho + \delta) + \mu_s \cdot \sin(\rho + \delta) \right) = \sin(\alpha - \rho) \cdot \left(\cos(\tau - \delta) - \mu_s \cdot \sin(\tau - \delta) \right)$$

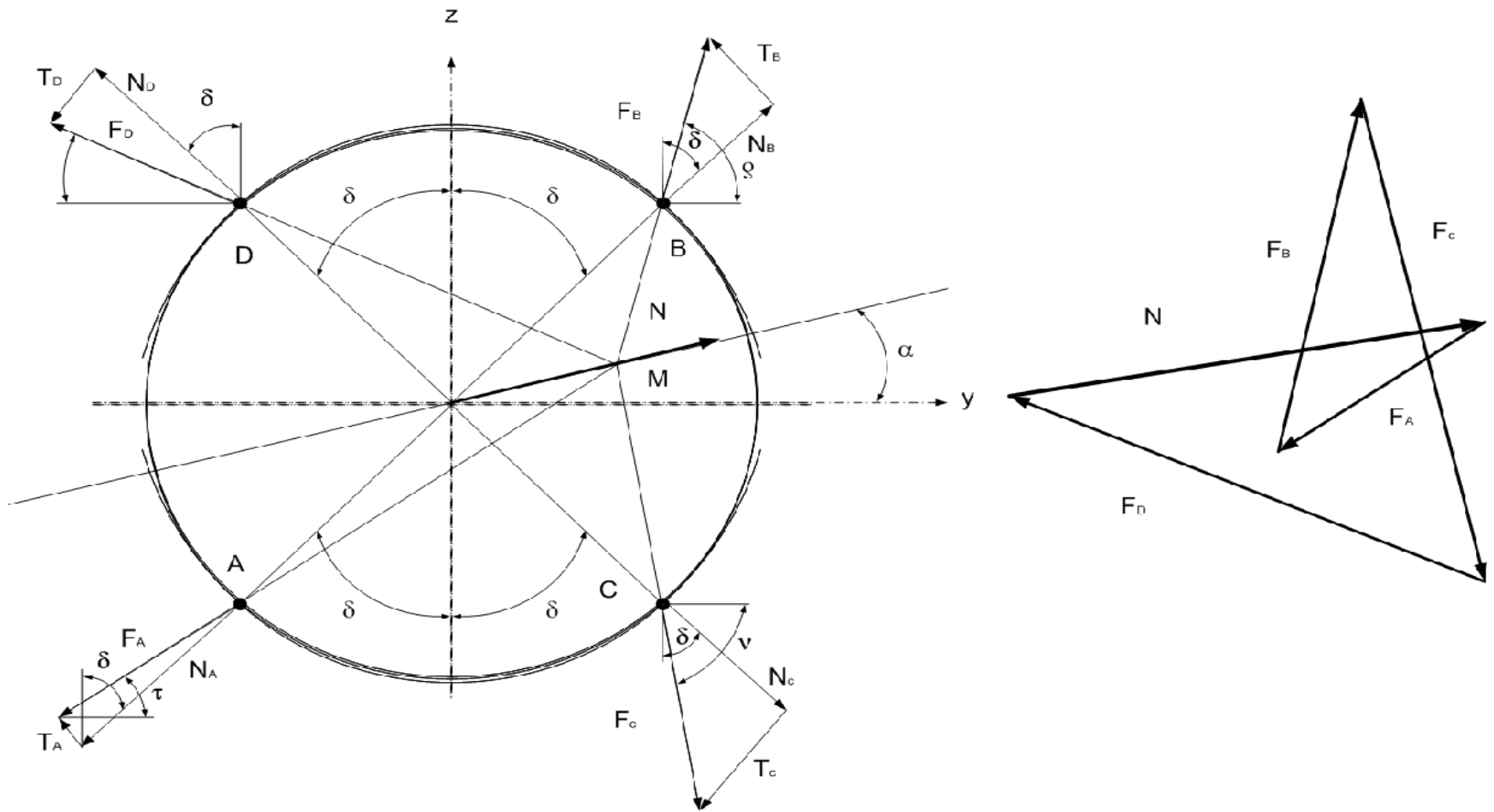
$$F_A = N \cdot \frac{\sin(\alpha - \rho)}{\sin(\tau + \rho)}$$

$$F_B = N \cdot \frac{\sin(\alpha + \tau)}{\sin(\tau + \rho)}$$

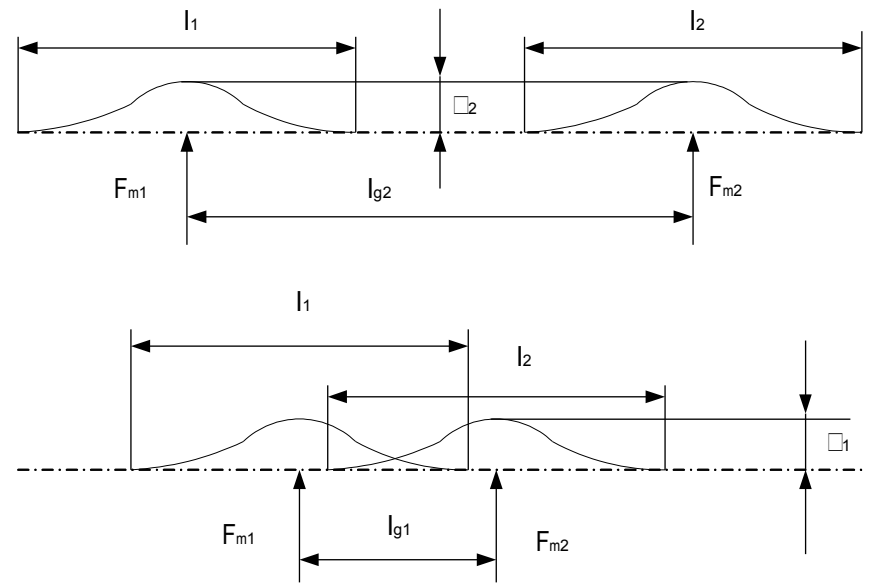
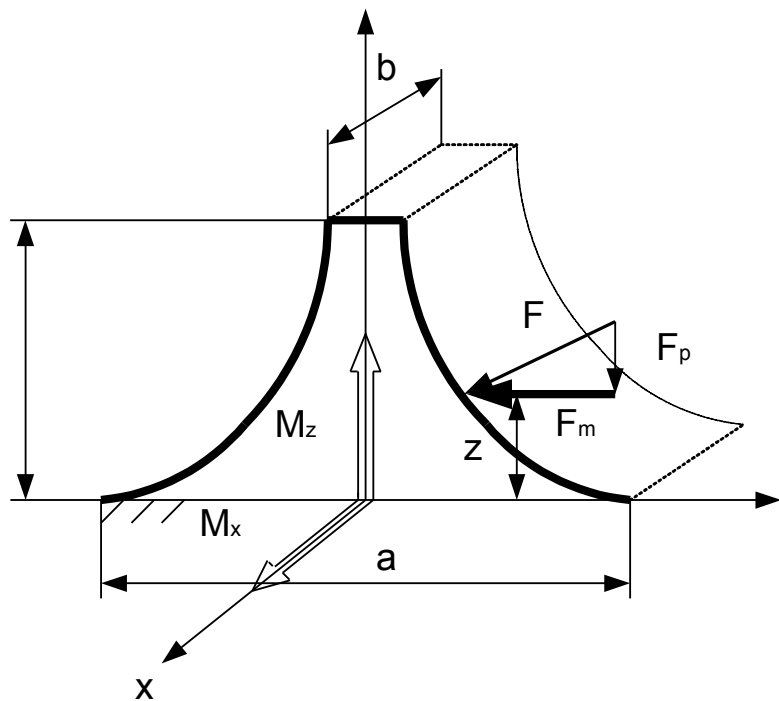
$$F_{sA} = \mu_s \cdot N_A = \mu_s \cdot F_A \cdot \sin(\tau - \delta)$$

$$F_{sB} = \mu_s \cdot N_B = \mu_s \cdot F_B \cdot \sin(\rho + \delta)$$

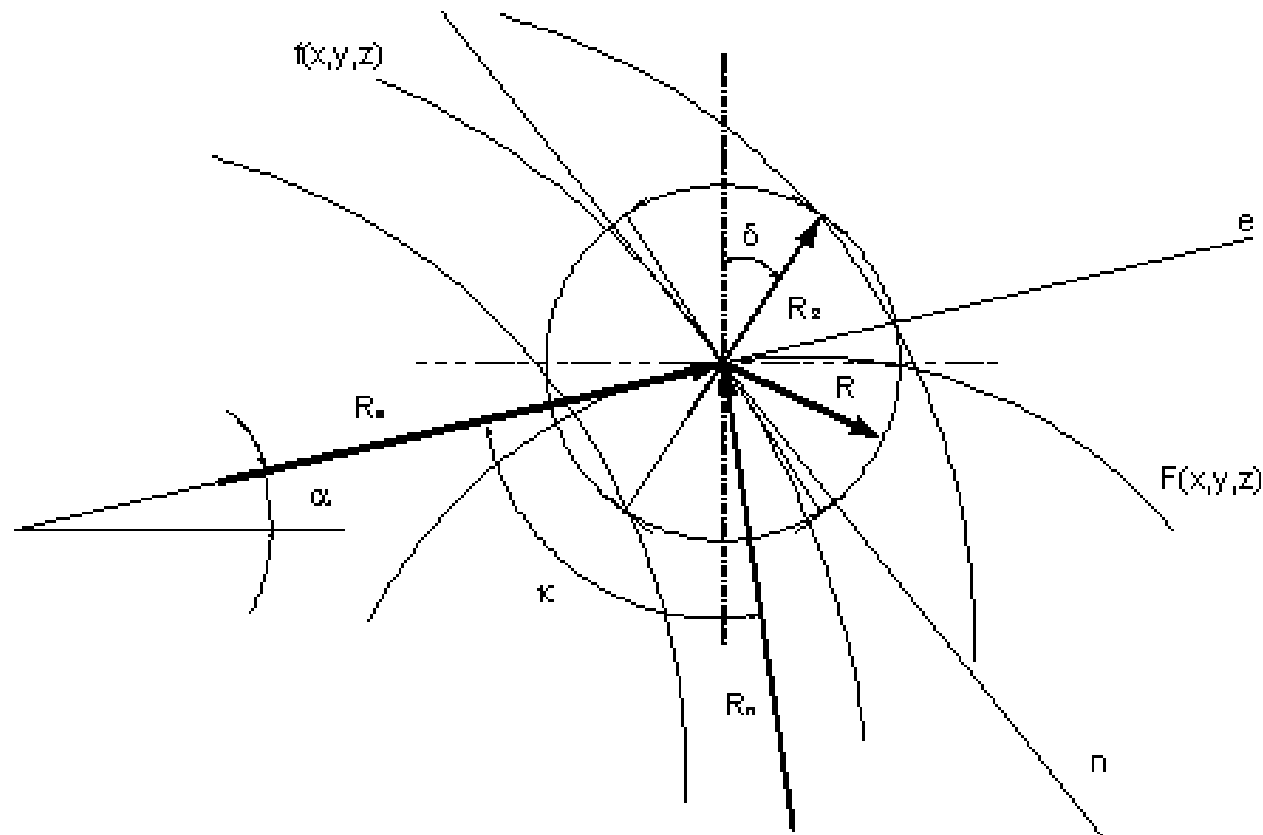
Az előfeszített rendszer gördülőelemének az erőjátéka



A golyótámasztó borda hajlító igénybevételei (fogtőhajlítás és helyi bordakihajlás)



A görbületi sugarak értelmezése a Hertz–féle feszültség meghatározásához



A Hertz–féle feszültség alapján meghatározható maximális normálerő nagyszilárdságú anyagpárok alkalmazásakor

$$k = \frac{1}{R} - \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_n} + \frac{1}{R_e}$$

$$R_2 \geq R$$

$$\Omega = \sqrt{\left(\frac{R_n - R}{R \cdot R_n}\right)^2 + \left(\frac{R_e - R}{R \cdot R_e}\right)^2 - 2 \cdot \left(\frac{R_n - R}{R \cdot R_n} \cdot \frac{R_e - R}{R \cdot R_e}\right) \cdot \cos(\pi)} = \left| \frac{R_e + R_n}{R_n \cdot R_e} \right|$$

$$\sigma_{\max} = \frac{n_p}{\pi} \cdot \sqrt[3]{\frac{3}{2} \cdot \left(\frac{k}{\eta}\right)^2 \cdot N_{\max} \cdot \cos(\alpha)}$$

$$n_p = 1 - 0,55 \cdot \Omega$$

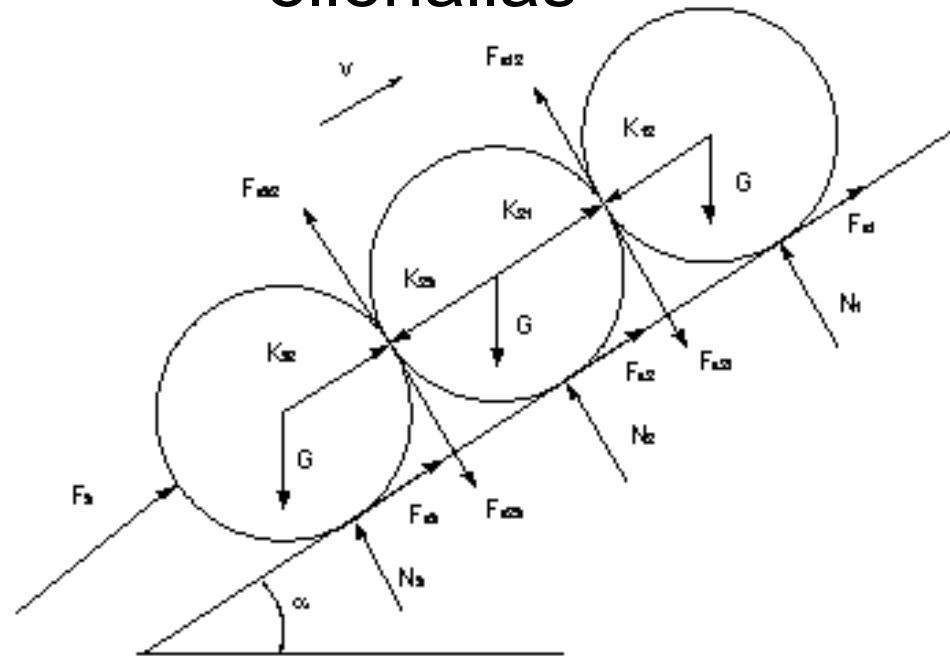
$$\eta = 2 \cdot \frac{1 - \mu^2}{E}$$

$$\sigma_F = 0,7 \cdot \sigma_B \quad \sigma_{\text{meg}} = 1,35 \cdot \sigma_F = 0,95 \cdot \sigma_B$$

Ha $\sigma_B = 800$ (MPa), akkor $\sigma_{\text{meg}} = 760$ (MPa)

$$N_{\max} = \left(\frac{\sigma_{\text{meg}} \cdot \pi}{n_p}\right)^3 \cdot \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{\eta}{k}\right)^2 \cdot \frac{1}{\cos(\alpha)}$$

A passzív zónában lejtőn felfele gördülő golyósról erőjátéka és az általánosított hajtási ellenállás



$$F = \frac{G}{1 + \mu_g \mu_k} \cdot \sum_{j=1}^z \frac{\tan(\alpha_j)}{\sqrt{1 + \tan^2(\alpha_j)}} \cdot \left(1 - \frac{\mu_g}{|\tan(\alpha_j)|} \right)$$

Megállapítások

- A hajtás méretezéséhez definiálni kell egy konkrét hajtási változatot, amelynél a közelítő számításokat el kell végezni.
- A legyártott változatnál méréseket végezve megállapítható a hajtás károsodási folyamata, amelyet elsődlegesen az érintkezési feszültség határoz meg.
- A legyártott változat VEM programja és a mérések szinergiájával meghatározhatóak a hajtás alkalmazásának a feltételei.
- Az erőjáték beható elemzése alkalmas a hajtás hatásfokának a számítására, amit méréssel is ellenőrizhetünk.

Köszönöm
a
megtisztelő figyelmet!