

1. Példa Foronómiai görbék (Jármű mozgásállapotának vizsgálata)

Egy **1600 kg** tömegű vasúti szerelvény mozgása két állomás között az alábbi szakaszokra bontható:

Egyenletes gyorsítási szakasz	$t_{gy} = 6$ [perc]
Egyenletes sebességű haladás	$t_e = 30$ [perc]
Szabadon futás	$t_{sz} = 1$ [perc]
Fékezéses megállás állandó lassulással	$s_f = 1200$ [m]
Üzemi sebesség	$v_{\ddot{u}} = 100$ [km/h]
Gördülési ellenállás	$\mu = 0,003$

Határozza meg a szerelvény mozgására jellemző alábbi függvényeket:

- Sebesség – idő
- Gyorsulás/lassulás – idő
- Pálya menti erők – idő
- Pálya menti erők teljesítménye – idő

Kidolgozás:

$$F_{ell} = G_{sz} \cdot \mu = 1600 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 0,003 = 48000 [N]$$

1. szakasz: Állandó gyorsulás üzemi sebességre

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{100}{\frac{3,6}{6 \cdot 60}} = \frac{27,778}{360} = 0,077 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

$$F_{gy} = m \cdot a = 1600 \cdot 10^3 \cdot 0,77 = 123456,79 [N]$$

$$F_{\ddot{o}} = F_{ell} + F_{gy} = 48000 + 123456,79 = 171456,79 [N]$$

$$P_{\ddot{o}} = F_{\ddot{o}} \cdot v_{\ddot{u}} = 171456,79 \cdot \frac{100}{3,6} = 4762688,615 [W] \cong 4,78 [MW]$$

2. szakasz: Egyenletes sebességű haladás

$$a = 0$$

$$F_{\ddot{o}} = F_{vonó} = F_{ell} = 48000 [N]$$

$$P = F_{vonó} \cdot v_{\ddot{u}} = 48000 \cdot \frac{100}{3,6} = 1333333,33 [W] \cong 1,34 [MW]$$

3. szakasz: Szabadon futás

$$F_{\ddot{o}} = -F_{ell} = -48000 [N]$$

$$a = \frac{F_{\ddot{o}}}{m} = \frac{-48000}{1600 \cdot 10^3} = -0,03 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

$$\Delta v = a \cdot \Delta t = -0,03 \cdot 60 \cdot 1 = -1,8 \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$v_1 = 100 \left[\frac{km}{h} \right] \quad v_2 = \frac{100}{3,6} - 1,8 = 25,977 \left[\frac{m}{s} \right] = 93,52 \left[\frac{km}{h} \right]$$

$$P = F_{\ddot{o}} \cdot v_2 = -48000 \cdot 25,977 = -1246933,33 [W] \cong 1,25 [MW]$$

4. szakasz: Fékzés megállásig állandó lassulással

$$\Delta v = -25,977 \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{-25,977}{\Delta t}$$

$$s = v_0 t + \frac{a}{2} t^2 = \frac{v}{2} t^2$$

$$t = \frac{2s}{v} = \frac{2 \cdot 1200}{25,977} = 92,4 \text{ [s]}$$

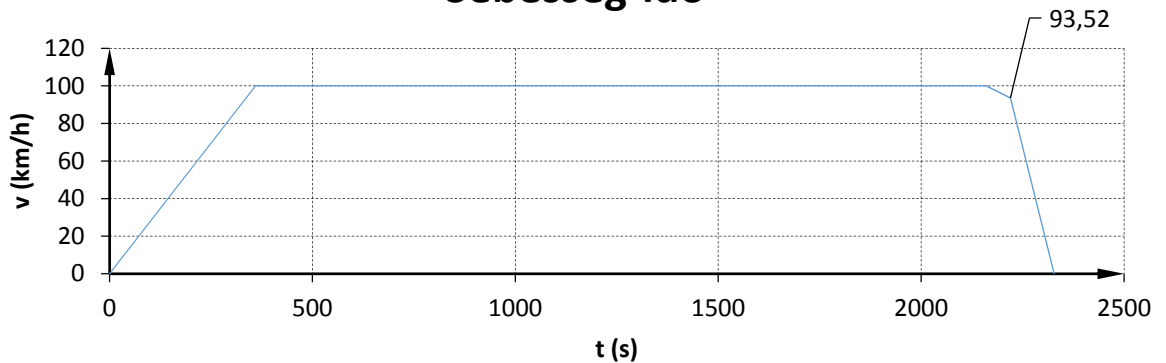
$$a = \frac{-25,977}{92,4} = -0,281 \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

$$F_{lass} = m \cdot a = 1600 \cdot 10^3 \cdot -0,281 = -449818,18 \text{ [N]}$$

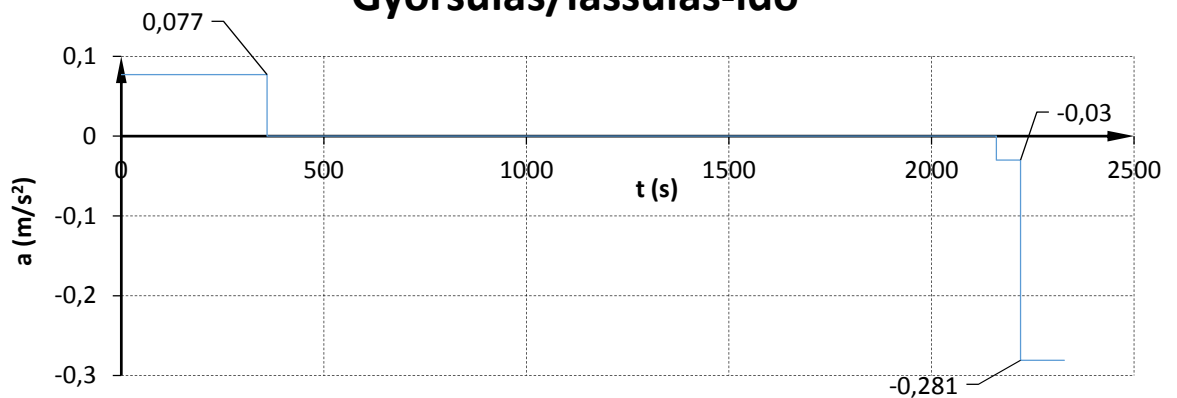
$$F_{fék} = F_{ell} + F_{lass} = 48000 - 449818,18 = -401818,18 \text{ [N]}$$

$$P = F_{fék} \cdot v = -401818,18 \cdot 25,977 = -10438030,91 \text{ [W]} \cong -10,44 \text{ [MW]}$$

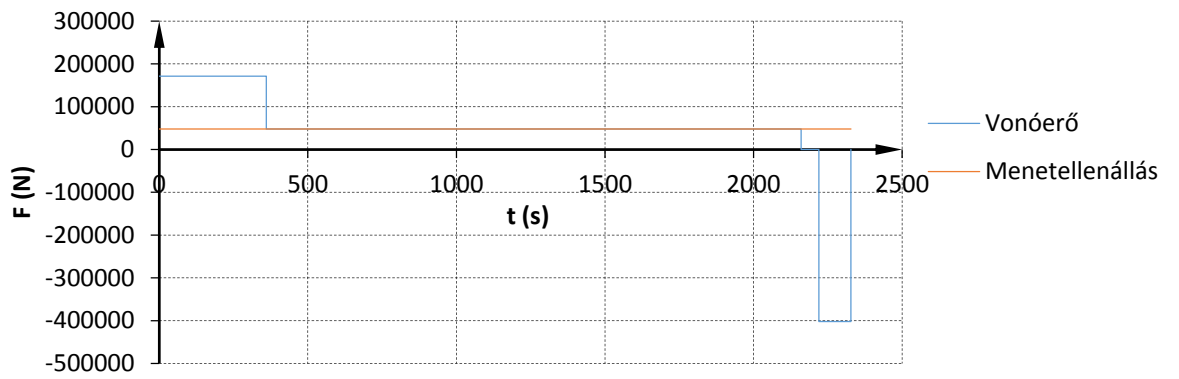
Sebesség-idő



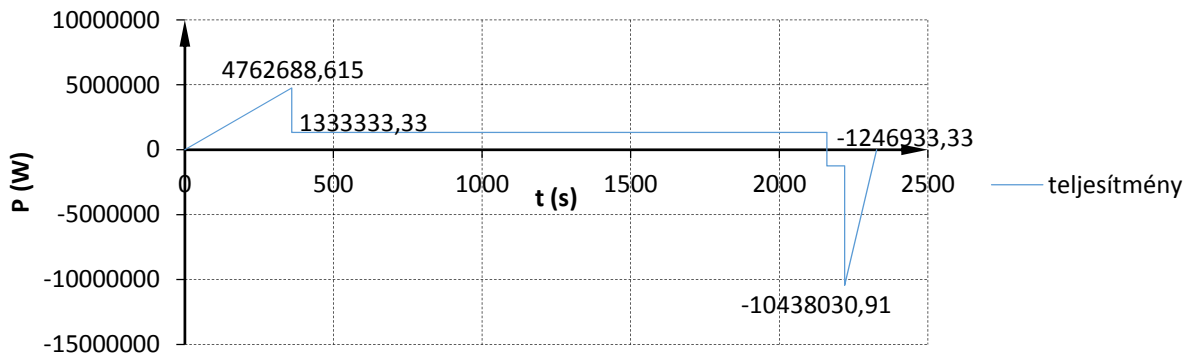
Gyorsulás/lassulás-idő



Pályamenti erő - idő



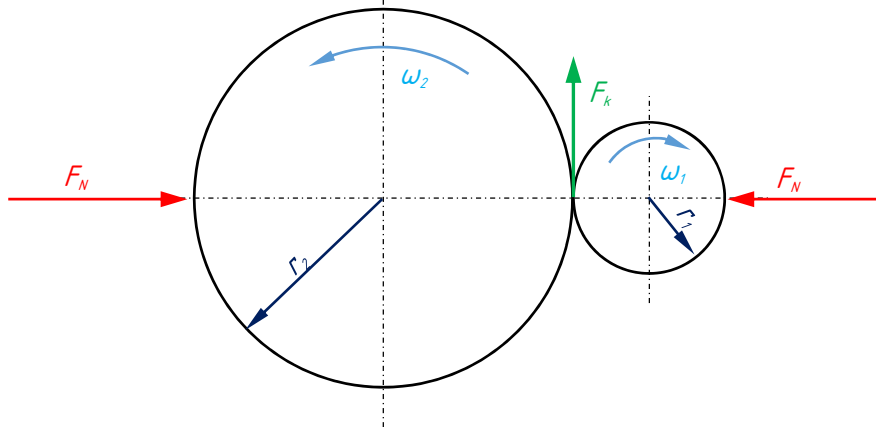
Teljesítmény-idő



2. Példa Dörzshajtás

Dörzshajtás segítségével 4 kW teljesítményt szeretnénk átvinni. A hajtó tárcsa átmérője 200 mm , a hajtott tárcsa átmérője 500 mm , percnkénti fordulatszámja 1120 . A tárcsák közötti súrlódási együttható $0,3$, a hajtás hatásfoka 97% .

Határozza meg az elméleti és valóságos áttételt, a dörzshajtás slip-jét, valamint a tárcsákat összeszorító erőt!



Kidolgozás:

$$i_{elm} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{500}{200} = 2,5$$

$$\eta = 1 - s$$

$$s = 1 - \eta = 1 - 0,97 = 0,03$$

$$s = \frac{\Delta U}{U_1} = \frac{U_1 - U_2}{U_1} = 1 - \frac{U_2}{U_1}$$

$$U_1 = \frac{U_2}{\eta}$$

$$U_2 = \frac{n_2}{9,55} \cdot r_2 = \frac{1120 \cdot 500 \cdot 10^{-3}}{9,55 \cdot 2} = 29,319 \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$U_1 = \frac{U_2}{\eta} = \frac{29,319}{0,97} = 30,226 \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$\omega_1 = \frac{U_1}{r_1} = \frac{30,226}{0,1} = 302,26 \left[\frac{rad}{s} \right]$$

$$n_1 = \omega_1 \cdot 9,55 = 302,26 \cdot 9,55 = 2886,583 \left[\frac{ford}{min} \right]$$

$$i_{val} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{2886,583}{1120} = 2,577$$

$$F_k = \frac{P_{ki}}{U_2} = \frac{4000}{29,319} = 136,43 [N]$$

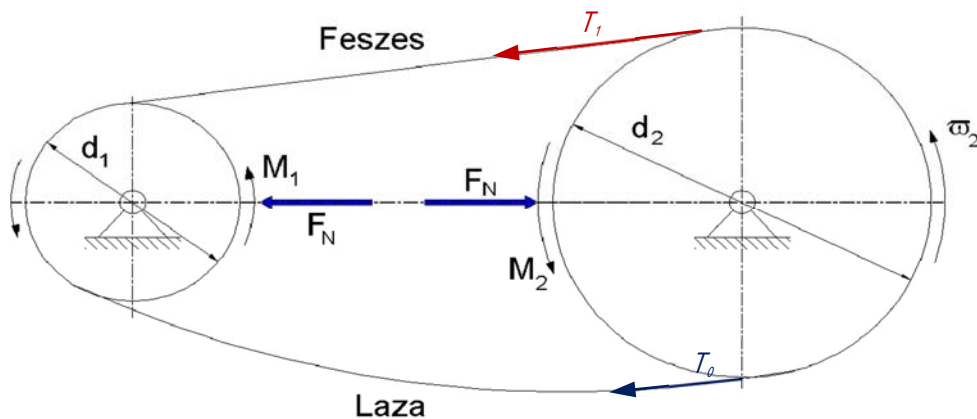
$$F_N = \frac{F_k}{\mu} = \frac{136,43}{0,3} = 454,768 [N]$$

3. Példa Szíjhajtás

Egy szíjhajtáson végzett méréssel a következőket állapítottuk meg:

- az hajtó tárcsa átmerője 200 mm , egyenletes sebességű üzem mellett a fordulatszáma percenként 2000 ,
- a hajtott tárcsa átmerője 600 mm , percenkénti fordulatszáma 500 ,
- a tárcsák tengelyen alkalmazott feszítő erő 700 N ,
- nagyobbik tárcsa tengelyét meghajtó kb. 92% hatásfokúnak tekintett 230 V -os villamosmotor áramfelvétele $6,8\text{ A}$.

Határozzuk meg a szíjhajtás, slipjét, hatásfokát, áttételét es a feszes es laza szíjágban ható erőket!



Kidolgozás:

$$U_1 = r_1 \cdot \omega_1 = \frac{0,2 \cdot 2000}{2 \cdot 9,55} = 20,94 \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$U_2 = r_2 \cdot \omega_2 = \frac{0,6 \cdot 500}{2 \cdot 9,55} = 15,71 \left[\frac{m}{s} \right]$$

$$s = \frac{U_{hajtó} - U_{hajtott}}{U_{hajtó}} = \frac{U_1 - U_2}{U_1} = \frac{20,94 - 15,71}{20,94} = 0,25$$

$$\eta_{szh} = 1 - s = 1 - 0,25 = 0,75$$

$$i = \frac{n_{hajtó}}{n_{hajtott}} = \frac{2000}{500} = 4$$

$$P = U \cdot I \cdot \eta_{mot} = 230 \cdot 6,8 \cdot 0,92 = 1438,88 \text{ [W]}$$

$$P = M \cdot \omega$$

$$M = \frac{P}{\omega} = \frac{1438,88}{\frac{2000}{9,55}} = 6,8 \text{ [Nm]}$$

$$F_k = \frac{M}{r_A} = \frac{6,8}{\frac{0,2}{2}} = 68,7 \text{ [N]}$$

$$F_k = T_1 - T_0$$

$$F_N = T_1 + T_0$$

$$68,7 = T_1 - T_0$$

$$700 = T_1 + T_0$$

$$T_0 = 315,65 \text{ [N]}$$

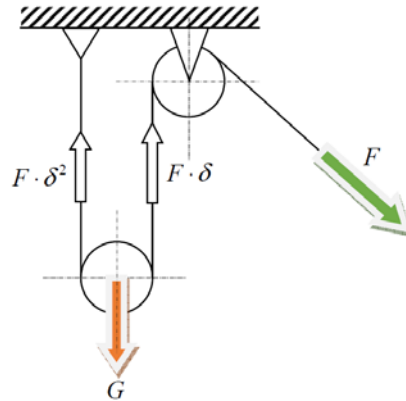
$$T_1 = 384,35 \text{ [N]}$$

4. Példa Csigasor

Egy mozgócsigával és egy álló csigával történő teheremelésekor a következő adatok merhetők. A szabad kötélágban ható erő $1,67 \text{ kN}$, a teher 2 kN , a kötélnél haladási sebessége $0,65 \text{ m/s}$.

Határozza meg a teheremelés sebességét, hasznos teljesítményét, hatásfokát és a kötélnél rögzítési pontjánál ébredő erő nagyságát.

Feltételezheti, hogy az egyes csigakerekeknél a súrlódásból és a kötélnélhajlásból adódó ellenállás miatt a kerekre fel- és onnan lefutó kötélágakban ébredő erők viszonyszáma azonos.



Kidolgozás:

$$G = F \cdot \delta^2 + F \cdot \delta$$

$$0 = F \cdot \delta^2 + F \cdot \delta - G$$

$$0 = 1,67\delta^2 + 1,67\delta - 2$$

$$\delta = 0,703$$

$$F_A = F \cdot \delta^2 = 1,67 \cdot 0,703^2 = 0,825 \text{ [N]}$$

$$v_G = \frac{v_F}{n}; \text{ ahol } n \text{ a mozgó csikák számának duplája}$$

$$v_G = \frac{0,65}{2} = 0,325 \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

$$P_h = G \cdot v_G = 2000 \cdot 0,325 = 650 \text{ [W]}$$

$$P_{be} = F \cdot v_F = 1670 \cdot 0,35 = 1085,5 \text{ [W]}$$

$$\eta = \frac{P_h}{P_{be}} = \frac{650}{1085,5} \cong 0,6 \approx 60 \text{ [%]}$$

5. Példa Többszintű indítás

Egy munkagépet 20 másodperc alatt lehet felgyorsítani üzemi fordulatszámra, mely 2100 ford/min. Az egyfokozatú indítás teljesítményszükséglete 12 kW, a veszteségektől ezúttal eltekintünk.

- Mekkora lesz a gép teljesítményszükséglete akkor, ha a gépet négy, azonos időtartamú fokozatban indítjuk, ugyan csak 20 s alatt?
- Határozza meg a gyorsítási munkát!
- Mekkora a gép redukált tehetetlenségi nyomatéka?
- Határozza meg az 1. fokozatban elért nyomatékot és fordulatszámot!
- Vázolja az egy és négy fokozatú indítás teljesítmény – idő diagramját!

$$P_4 = P_1 \cdot \frac{4}{\sum_{i=1}^4 2 - \frac{1}{i}} = 12 \cdot \frac{4}{\sum_{i=1}^4 2 - \frac{1}{i}} = 8,11 \text{ [kW]}$$

$$W_{gy} = \int_{t_0}^{t_1} P_1 dt = \frac{1}{2} \cdot P_1 \cdot t_1 = \frac{1}{2} \cdot 12000 \cdot 20 = 120000 \text{ [J]}$$

$$\Theta_{red} = \frac{2W_{gy}}{\omega^2} = \frac{2 \cdot 120000}{\left(\frac{2100}{9,55}\right)^2} = 4,96 \text{ [kgm}^2\text{]}$$

$$M_1 = \frac{P_1}{\omega_{\ddot{u}}} = \frac{12000}{\frac{2100}{9,55}} = 54,57 \text{ [Nm]}$$

$$M_{gy} = \Theta_{red} \cdot \frac{\omega_{\ddot{u}}}{\Delta t} = 4,96 \cdot \frac{\left(\frac{2100}{9,55}\right)}{20} = 54,53 \text{ [Nm]}$$

$$M_{ell} = M_1 - M_{gy1} = 54,57 - 54,53 = 0,04 \text{ [Nm]}$$

$$M_1 = M_{gy} + M_{ell} = \frac{P_{1f}}{\omega_1}; \omega_1 = \varepsilon_1 \cdot \Delta t = \frac{M_{1f}}{\Theta_{red}} \cdot \Delta t$$

$$M_{1f}^2 + M_{ell} \cdot M_{1f} - \frac{P_{1f} \cdot \Theta_{red}}{\Delta t}$$

$$M_{1f}^2 + 0,04 \cdot M_{1f} - \frac{8110 \cdot 4,96}{5}; M_{1f} = 89,67 \text{ [Nm]}$$

$$\omega_{1f} = \frac{P_4}{M_{1f}} = \frac{8110}{89,67} = 90,44 \left[\frac{\text{rad}}{\text{s}} \right]$$

$$n_{1f} = \omega_{1f} \cdot 9,55 = 90,44 \cdot 9,55 = 863,728 \left[\frac{\text{ford}}{\text{min}} \right]$$

