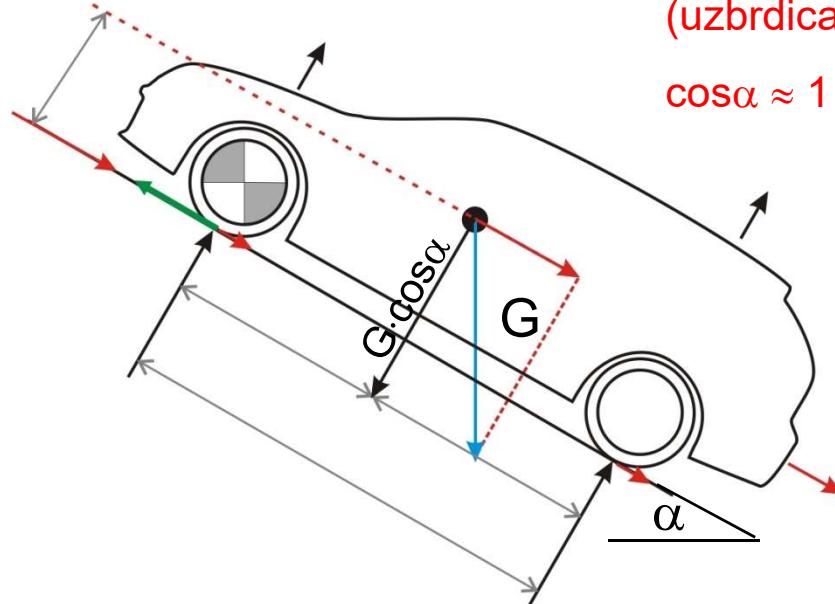


IZRAČUNAVANJE OTPORA KRETANJA

Otpor kotrljanja

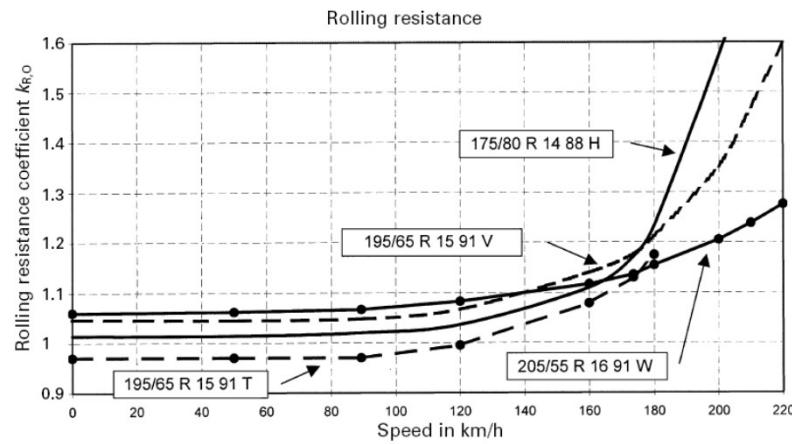
$$F_f = f \cdot G \cdot \cos\alpha$$

I pri kretanju vozila na uzdužnom nagibu (uzbrdica ili nizbrdica, $\alpha \neq 0^\circ$), najčešće usvajamo:
 $\cos\alpha \approx 1$



$$f = f_0 + C_1 \cdot v + C_2 \cdot v^4, \quad v \text{ (km/h)}$$

$$f_0 = 0,01, \quad C_1 = 5,42 \cdot 10^{-6}, \quad C_2 = 1,05 \cdot 10^{-11}$$



IZRaćUNAVANJE OTPORA KRETANJA

Otpor vazduha

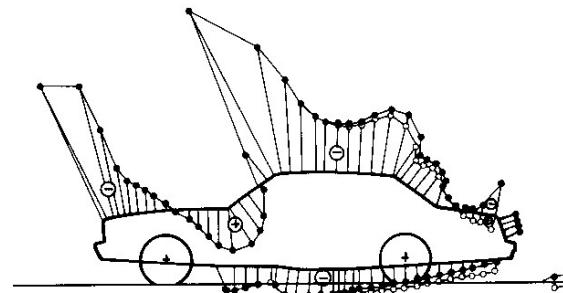
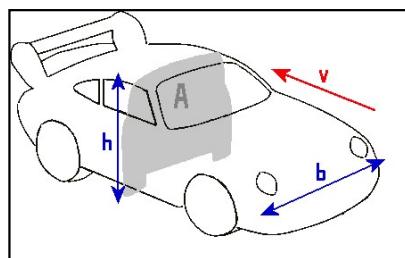
$$F_w = c_w \cdot A \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{2}$$

v (m/s) $[m/s] \rightarrow [km/h]$

$w=60\%, t=15^\circ C \Rightarrow \rho=1.225 \text{ kg/m}^3$

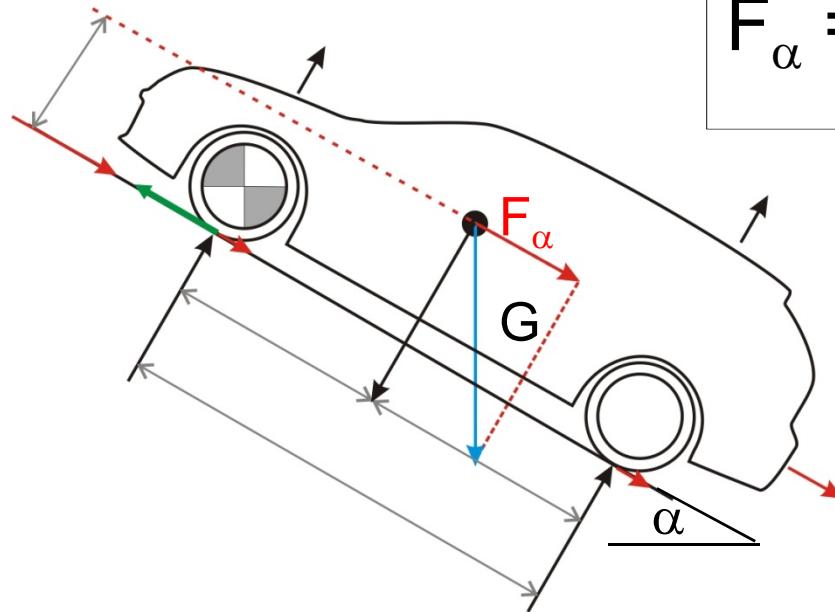
$$F_w = 0,0473 \cdot c_w \cdot A \cdot v^2$$

v (km/h)



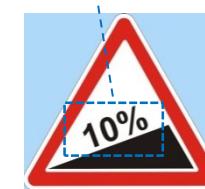
IZRaćUNAVANJE OTPORA KRETANJA

Otpor uspona



$$F_\alpha = G \cdot \sin\alpha \approx u \cdot G$$

$$\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha = u = U/100$$



IZRAČUNAVANJE OTPORA KRETANJA

Otpor inercije

$$F_{IN} = \delta \cdot m \cdot a$$

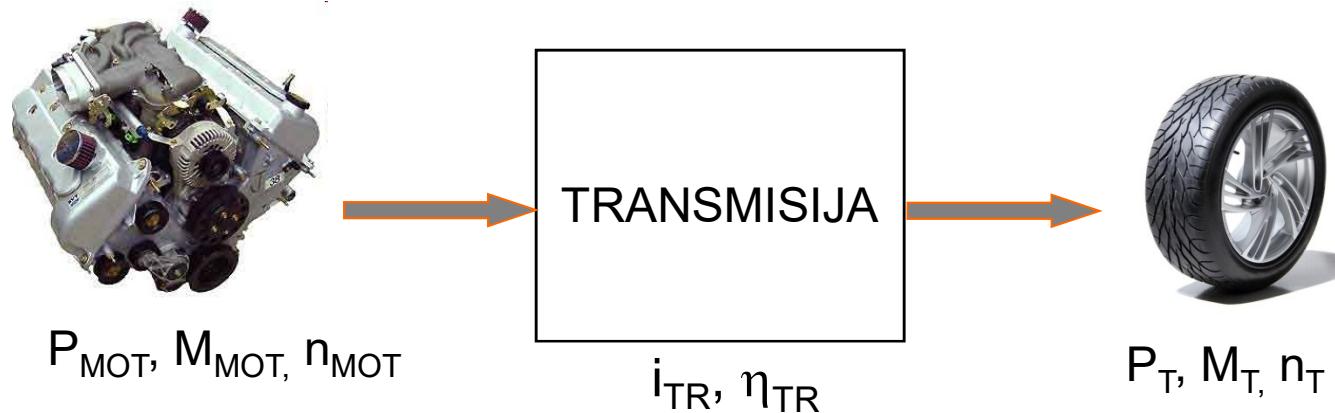
$\delta > 1$ – koeficijent učešća
obrtnih masa u ubrzavanju

Ubrzavanje
translatorne
mase

Ubrzavanje
obrtnih masa



PRENOS SNAGE NA POGONSKE TOČKOVE



$$M_T \rightarrow F_O \quad F_O = \frac{M_T}{r_D}$$

$$P_T = \eta_{TR} \cdot P_{MOT}$$

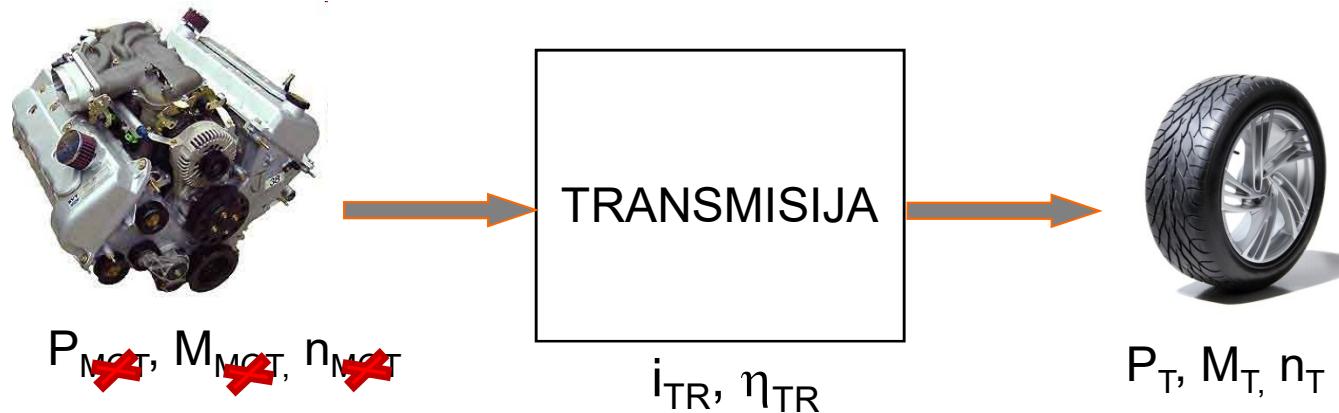
$$M_T = M_{MOT} \cdot i_{TR} \cdot \eta_{TR}$$

$$n_T \rightarrow v \quad v = r_D \cdot \omega_T$$

$$n_T = \frac{n_{MOT}}{i_{TR}}$$

$$P_T = F_O \cdot v = M_T \cdot \omega_T$$

PRENOS SNAGE NA POGONSKE TOČKOVE



$$M_T \rightarrow F_O$$

$$F_O = \frac{M_T}{r_D}$$

$$F_O = \frac{M \cdot i_{TR} \cdot \eta_{TR}}{r_D}$$

$$n_T \rightarrow v$$

$$v = r_D \cdot \omega_T$$

v (m/s)

$[m/s] \rightarrow [km/h]$

$$\omega_T \rightarrow n_T$$

$$\omega_T = \frac{\pi \cdot n_T}{30}$$

$$v = \frac{0,377 \cdot r_D \cdot n}{i_{TR}}$$

v (km/h)

$$F_O = \frac{M \cdot i_{TR} \cdot \eta_{TR}}{r_D}$$

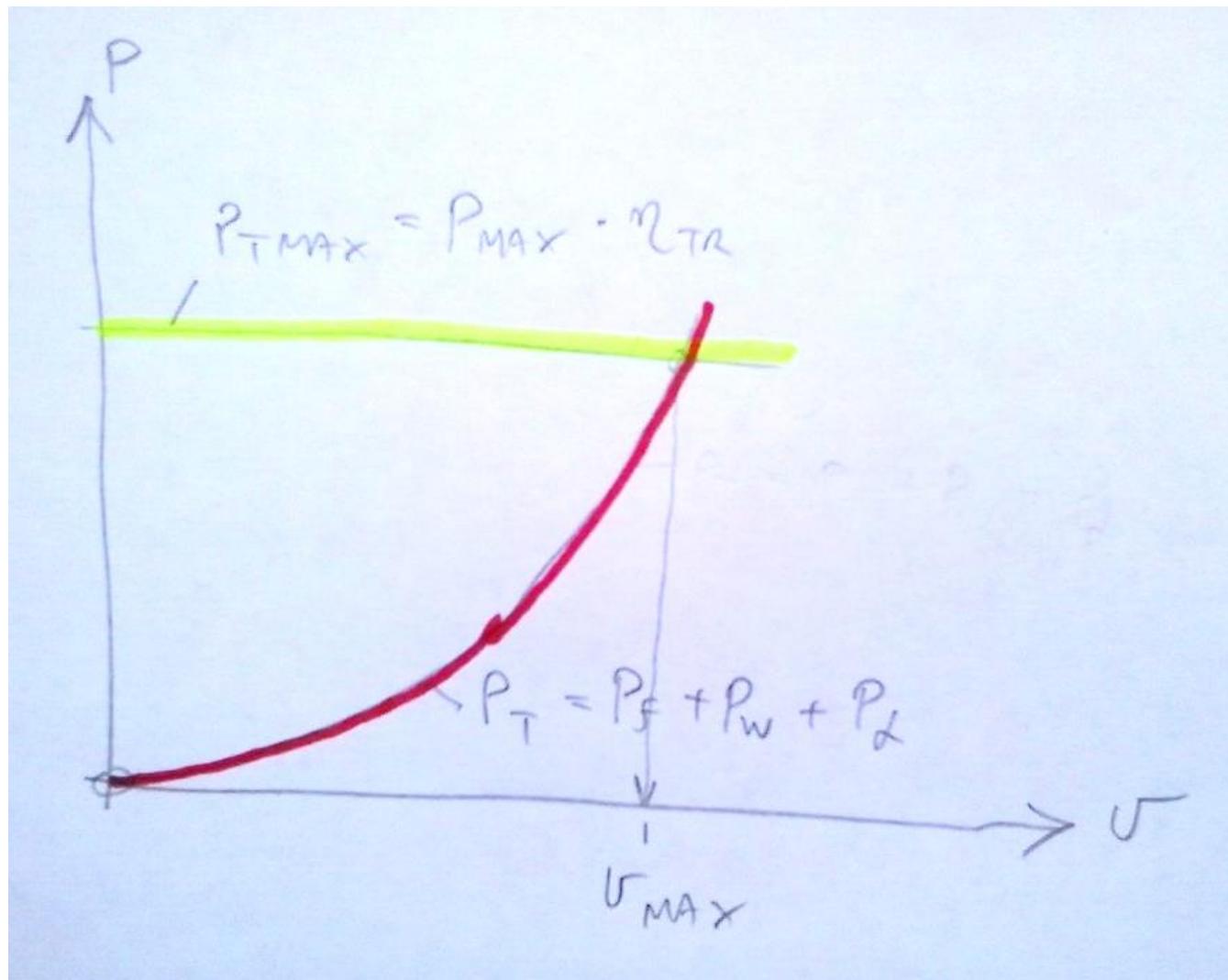
$$v = \frac{0,377 \cdot r_D \cdot n}{i_{TR}}$$

$$P_T = \eta_{TR} \cdot P = F_O \cdot v / 3600$$

Zadatak 1. Za jedno vozilo poznati su sledeći podaci: $P_{MAX} = 90 \text{ kW}$, $n_{P_{max}} = 5500 \text{ o/min}$, $\eta_{TR} = 0.9$, $m = 1400 \text{ kg}$, $c_w = 0.33$, $A = 2.9 \text{ m}^2$, $r_D = 0.34 \text{ m}$.

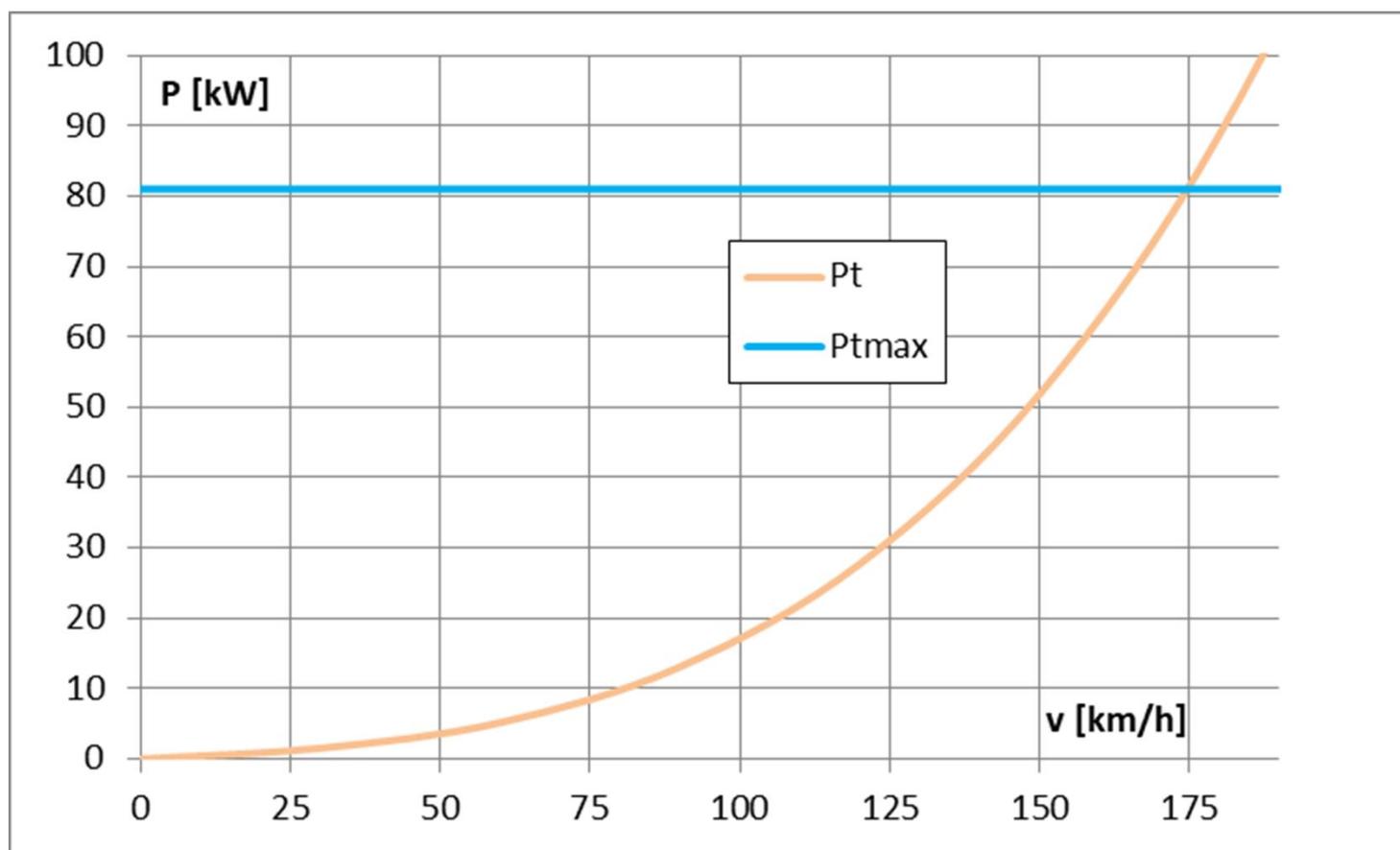
- a) Odrediti maksimalnu brzinu kretanja vozila na horizontalnoj podlozi sa aspekta raspoložive snage motora;
- b) Odrediti prenosni odnos glavnog prenosnika da bi vozilo ovu brzinu moglo da ostvari u direktnom stepenu menjača.

Zadatak 1. a) - princip



Izračunavanje: videti MS Excel dokument u prilogu.

Zadatak 1. a)



VEŽBA

5

ZADATAK

1

b)

$$v_{\max} = 175 \text{ km/h}$$

 $i_m = 1$ DIREKTNI
STEPEN

$$\psi = \frac{0,377 \cdot r_D \cdot n}{i_{GP} \cdot i_m}$$

$$i_{GP} = \frac{0,377 \cdot r_D \cdot n_{P\max}}{\psi}$$

$$i_{GP} = 41,03$$

Zadatak 2. Dato: $F_f + F_W + F_\alpha = 1200 \text{ N}$; $v = 60 \text{ km/h}$; $i_{GP} = 3.8$; $r_D = 0.33 \text{ m}$; $i_{II} = 1.87$; $i_{III} = 1.16$; $i_{IV} = 0.82$

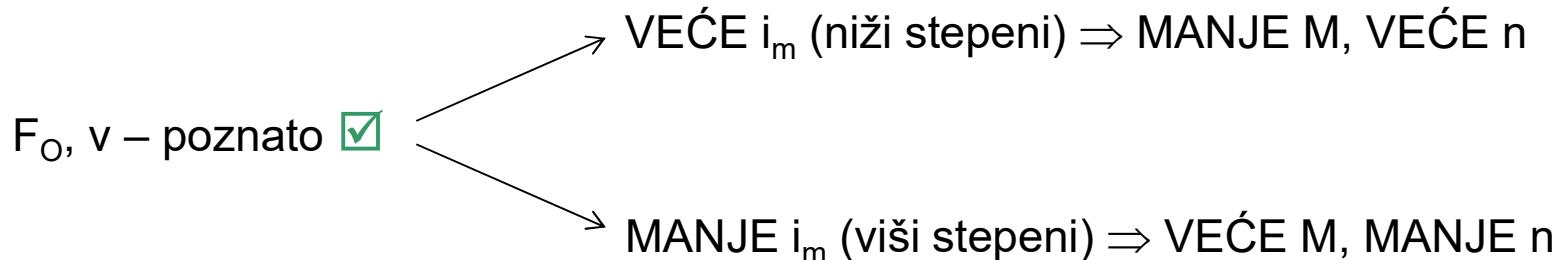
Naći: M i n u II, III i IV stepenu prenosa

Rešenje:

$$F_O = F_f + F_W + F_\alpha$$

$$F_O = M \cdot i_{GP} \cdot i_m \cdot \eta_{TR} / r_D \Rightarrow M = F_O \cdot r_D / (i_{GP} \cdot i_m \cdot \eta_{TR})$$

$$v = 0.377 \cdot r_D \cdot n / (i_{GP} \cdot i_m) \Rightarrow n = i_{GP} \cdot i_m \cdot v / (0.377 \cdot r_D)$$



Zadatak 3. U posmatranom trenutku, maksimalna raspoloživa obimna sila jednog vozila iznosi $F_O = 3500 \text{ N}$ a zbir otpora vazduha i otpora kotrljanja $F_f + F_w = 600 \text{ N}$.

- Koliki uspon vozilo može da savlada iz zaleta ($F_{IN} = 0$) ako je masa vozila $m = 1750 \text{ kg}$?
- Koliko u tom trenutku iznosi maksimalno moguće ubrzanje vozila ukoliko se vozilo kreće uz uspon od 6%, a koeficijent učešća obrtnih masa u tekućem stepenu prenosa iznosi $\delta = 1,2$?

Rešenje:

$$a) F_O = F_f + F_w + F_\alpha \Rightarrow F_\alpha = F_O - F_f - F_w$$

$$F_\alpha \approx u \cdot G \Rightarrow u = (F_O - F_f - F_w) / G = (3500 - 600) / 17500 = 0,166$$

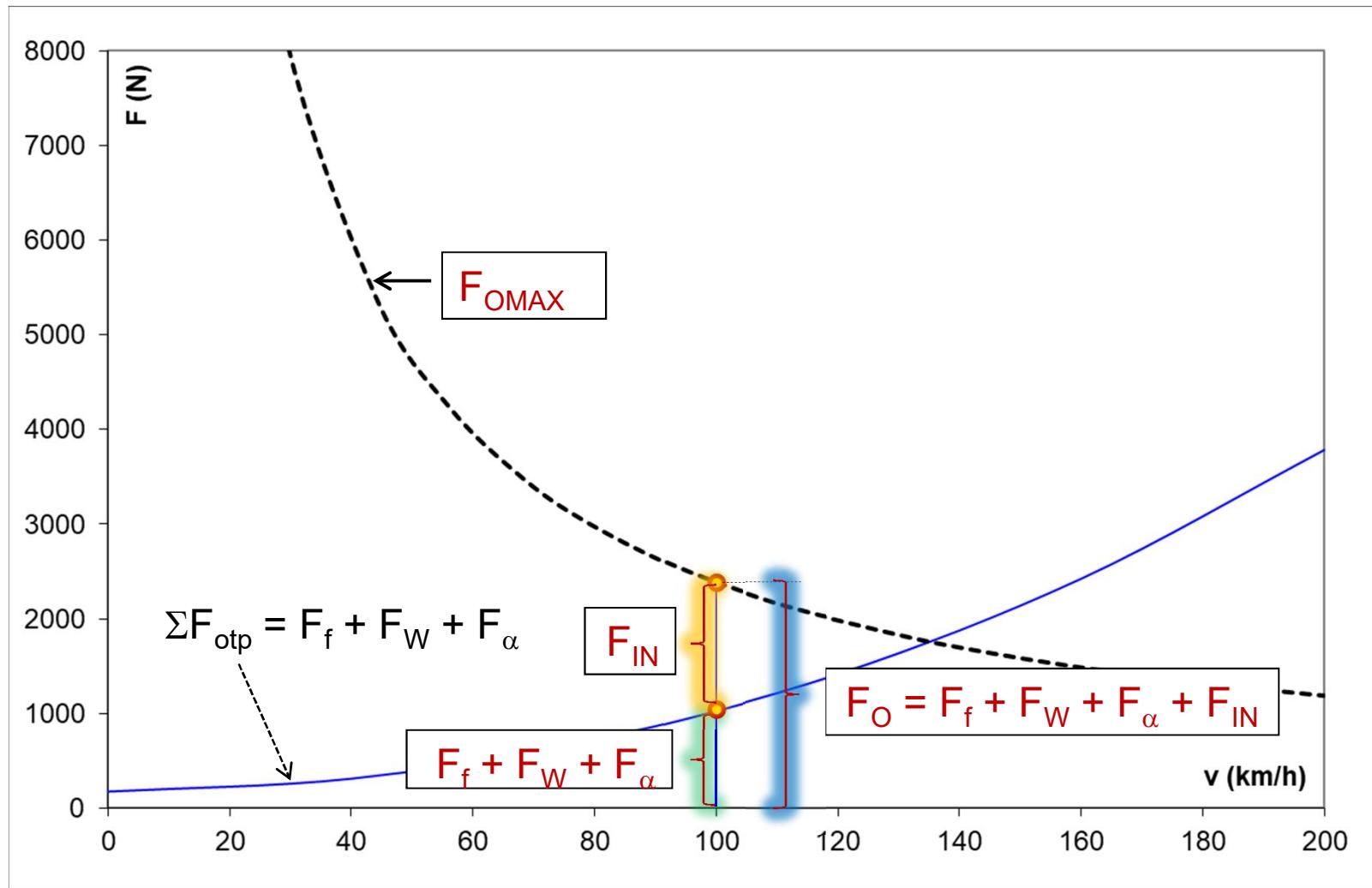
$$U_{MAX} \approx 17 \%$$

$$b) F_O = F_f + F_w + F_\alpha + F_{IN} \Rightarrow F_{IN} = F_O - F_f - F_w - F_\alpha$$

$$F_\alpha \approx u \cdot G = 0,06 \cdot 17500 = 1050 \text{ N}; F_{IN} = \delta \cdot m \cdot a \Rightarrow a = (F_O - F_f - F_w - F_\alpha) / \delta \cdot m =$$

$$a = (3500 - 600 - 1050) / (1,2 \cdot 1750) = 0,88 \text{ m/s}^2$$

$$a_{MAX} \approx 0,88 \text{ m/s}^2$$



Zadatak 4. Teretno vozilo ukupne težine $G = 160.000 \text{ N}$ kreće se u zbrdo konstantnom brzinom. Obrtni moment motora iznosi $M = 700 \text{ Nm}$ a broj obrtaja $n = 1800 \text{ o/min}$. Ukupni prenosni odnos transmisije u izabranom stepenu prenosa menjača je $i_{TR} = 11,9$. Stepen korisnosti transmisije je $\eta_{TR} = 0,92$, dinamički poluprečnik točka $r_D = 0,497 \text{ m}$ a koeficijent otpora kotrljanja $f = 0,008$. Zanemarujući otpor vazduha i usvajajući $\cos\alpha \approx 1$ (gde je α - ugao nagiba podloge u $[\circ]$), odrediti uspon u procentima na kom se vozilo tom prilikom kreće. Odrediti brzinu kretanja, snagu na pogonskim točkovima P_T i snagu motora P .

VEŽBA 5 - ZADATAK 4

$$F_o = F_f + F_d = f \cdot G + u \cdot G$$

$$\left\{ F_f = f \cdot G \cdot \cancel{\cos \alpha} \right\}$$

$$u = \frac{F_o}{G} - f$$

$$F_o = \frac{M \cdot i_{TR} \cdot n_{TR}}{r_D} = 15.420 \text{ N}$$

$$u = 0,088 \rightarrow \boxed{U = 8,8 \%}$$

$$U = \frac{0,377 \cdot r_D \cdot n}{i_{TR}} = 28,3 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

$$P_T = \frac{F_o \cdot U}{3600} = 121,4 \text{ kW}$$

$$P = \frac{P_T}{n_{TR}} = 132 \text{ kW} \quad 179 \text{ KS}$$

Zadatak 5. Izračunati trenutnu vrednost ubrzanja kamiona iz prethodnog zadatka za slučaj da se obrtni moment motora poveća na 1200 Nm ("dodavanjem gasa" – prelazak na veće opterećenje), za ostale iste podatke. Kolika će biti snaga motora u tom trenutku?

VJEŽBA 5 - ZADATAK 5

$$F_w \approx 0 \Rightarrow F_o = F_f + F_\alpha + F_{IN}$$

$$F_{IN} = \sigma \cdot m \cdot \alpha$$

$$\sigma = 1,03 + 0,0018 \cdot i_{TR}^2 = 1,28$$

$$F_f = F \cdot G, \quad F_\alpha = u \cdot G$$

$$F_o = \frac{M \cdot i_{TR} \cdot n_{IN}}{r_o} = 26.434 \text{ N}$$

$$\alpha = \frac{F_o - F_f - F_\alpha}{\sigma \cdot m} = 0,54 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$P = \frac{1}{\eta_{TR}} \frac{F_o \cdot v}{3600} = 226 \text{ kW}$$

307 KS

Zadatak 6. Ukoliko snaga motora dobijena u prethodnom primeru predstavlja maksimalnu snagu, približno odrediti maksimalnu brzinu posmatranog kamiona na datom usponu.

