

Proiect - Dinamica autovehiculelor

Sa se determine prin calcul unele performante ale tancului T-55 cu masa $M=36+0.33n$ ($n=nr$ corespunzator din condica) [t]. Senila este cu articulatie metal-cauciuc cu un bolt (AMC). Memoriul tehnic va cuprinde :

- Determinarea caracteristicilor de turatie la sarcina totala a motorului de tractiune (P_e, M_e, P_u, M_u);
- Determinarea caracteristicilor dinamice:
 - caracteristica de tractiune
 - caracteristica de tractiune specifica
 - caracteristica dinamica
 - caracteristica puterii la roata
- Determinarea performantelor autovehiculului
 - viteza maxima
 - abordarea pantelor maxime pe teren cu pasune si drum de tara in treapta I si mers redus si in treapta II
 - forta maxima la carlig pe diferite categorii de teren: pasune si drum de tara cu panta $\alpha=0^\circ$ si $\alpha=10^\circ$ in treapta I si mers redus si in treapta II.
 - determinarea randamentului propulsorului la viteza de **27 km/h**

Pentru realizarea proiectului se vor folosi date din "Manualul tancului T-55" [2] (date initiale necesare determinarii diferitelor parametrii ceruti in tema de proiect), precum si din "Mecanica autovehiculelor cu roti si cu senile" - col.prof. dr. ing. Gorianu Mihai [1], aceasta reprezentand de fapt indrumarul principal in realizarea proiectului.

1. Determinarea caracteristicii de turatie la sarcina totala:

$$n := 14 \text{ (nr corespunzator din condica)}$$

Masa tancului va fi:

$$m_t := (36 + 0.33 \cdot n) \cdot 10^3 \text{ [kg]}$$

$$m_t = 4.062 \times 10^4 \text{ [kg]}$$

Conform manualului tancului T55 acesta produce o putere nominala de 580 CP (la turatia 2000 rot/min) pe care o vom transforma in kW pentru a putea lucra cu formulele de calcul din cartea [1].

$$P_n := 580 \cdot 0.736 = 426.88 \text{ [kW]} \quad n_n := 2000 \left[\frac{\text{rot}}{\text{min}} \right]$$

Momentul motor maxim produs la 1200 rot/min:

$$M1 := 2400(\text{Nm}) \quad n1 := 1200 \left[\frac{\text{rot}}{\text{min}} \right]$$

Turatia minima stabila este $n0 := 500 \left[\frac{\text{rot}}{\text{min}} \right]$ iar turatia maxima este $nmax := 2200 \left[\frac{\text{rot}}{\text{min}} \right]$

Momentul corespunzator puterii nominale este $Mn := \frac{9549.3 \cdot Pn}{nn} = 2.038 \times 10^3 \text{ [Nm]}$

Coeficientii de turatie si suplete sunt

$$cn := \frac{n1}{nn} \quad cs := \frac{M1}{Mn} \quad cn = 0.6 \quad cs = 1.178 \quad [1] \text{ pag 22, 25}$$

Termenii utilizati in calcularea puterii efective

$$\alpha := \frac{cn^2 + cs \cdot (1 - 2 \cdot cn)}{(1 - cn)^2} \quad \gamma := \frac{1 - cs}{(1 - cn)^2} \quad \beta := \frac{2 \cdot cn \cdot (cs - 1)}{(1 - cn)^2}$$

$$\alpha = 0.778 \quad \beta = 1.331 \quad \gamma = -1.109 \quad \alpha + \beta + \gamma = 1 \quad [1] \text{ pag 29}$$

Pentru determinarea puterii efective variem turatia astfel

$$ne := n0 .. nn$$

Calculul puterii efective cu relatia

$$Pe_{ne} := Pn \cdot \left[\alpha \cdot \left(\frac{ne}{nn} \right) + \beta \cdot \left(\frac{ne}{nn} \right)^2 + \gamma \cdot \left(\frac{ne}{nn} \right)^3 \right] \quad Me_{ne} := \frac{9549.3 \cdot Pe_{ne}}{ne} \quad [1] \text{ 2.6 pag 28}$$

Pentru determinarea caracteristicii de regulator variem turatia astfel

$$ne := nn .. nmax$$

$$a := \frac{Mn \cdot nmax}{nmax - nn} \quad b := -\frac{Mn}{nmax - nn} \quad a = 2.242 \times 10^4 \quad b = -10.191$$

$$Me_{ne} := a + b \cdot ne \quad Pe_{ne} := Me_{ne} \cdot \frac{ne}{9549.3} \quad [1] \text{ pag 29}$$

Pentru determinarea puterii utile variem turatia astfel

$$ne := n0 .. nmax$$

Calcularea consumului total de putere al instalatiilor anexe

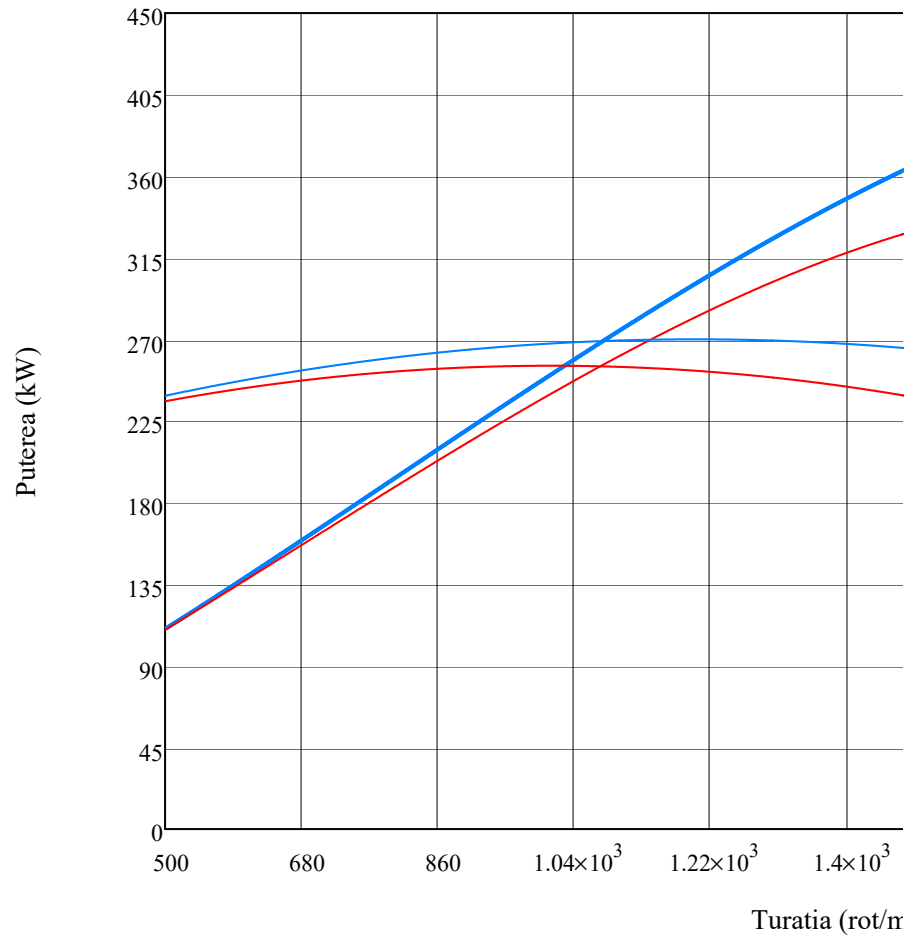
$$c_v := 0.12 \quad c_f := 0.05 \quad c_\varepsilon := 0.025 \quad c_g := 0.015$$

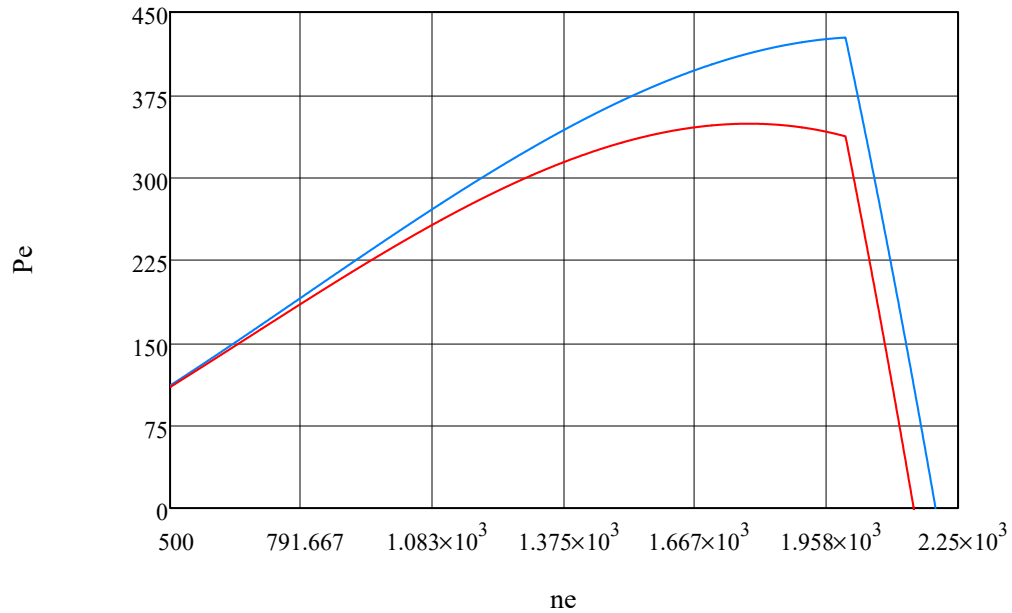
[1] tabel 2.3 pag 37

$$c_\Sigma := c_v + c_f + c_\varepsilon + c_g \quad c_\Sigma = 0.21$$

Calculul puterii utile (o diferentiam de cea efectiva prin puterea consumata de instalatiile anexe)

$$P_{u_{ne}} := P_{e_{ne}} - P_n \cdot c_\Sigma \cdot \left(\frac{n_e}{n_n} \right)^3 \quad M_{u_{ne}} := 9549.3 \cdot \frac{P_{u_{ne}}}{n_e}$$





2. Determinarea caracteristicilor dinamice

2.1 Determinarea caracteristicii de tractiune:

Date necesare pt determinarea razei rotii motrice (de rulare): pasul senilei, numarul de dinti ai rotii motrice

$$p_s := 137 \cdot 10^{-3} \text{ m} \quad z := 13 \text{ dinti} \quad [2]$$

Determinarea razei de rulare $r_r := \frac{z \cdot p_s}{2 \cdot \pi} \quad r_r = 0.283 \text{ m} \quad [1] \text{ 5.6 pag 120}$

Pentru determinarea caracteristicii de tractiune variem turatia astfel

$$n_e := n_0 .. n_{max}$$

Rapoartele de transmitere corespunzatoare angrenajului intermediar, mecanismelor planetare de directie, demultiplicatoarelor, fiecarei trepte din cutia de viteze:

$$i_{ai} := 0.7 \quad i_{mpd} := 1 \quad i_{dm} := 6.706$$

$$icv1 := 6 \quad icv2 := 2.8 \quad icv3 := 2 \quad icv4 := 1.43 \quad icv5 := 0.9$$

Determinarea rapoartelor de transmitere totale in fiecare treapta de viteza

$$it1 := iai \cdot icv1 \cdot impd \cdot idm \quad it1 = 28.165$$

$$it2 := iai \cdot icv2 \cdot impd \cdot idm \quad it2 = 13.144$$

$$it3 := iai \cdot icv3 \cdot impd \cdot idm \quad it3 = 9.388$$

$$it4 := iai \cdot icv4 \cdot impd \cdot idm \quad it4 = 6.713$$

$$it5 := iai \cdot icv5 \cdot impd \cdot idm \quad it5 = 4.225$$

$$\text{Randamentul total al transmisiei} \quad \eta_t := 0.8$$

Calculul fortei de tractiune in fiecare treapta de viteza (raportul dintre momentul la roata si raza de rulare)

$$Ft1_{ne} := \frac{Mu_{ne} \cdot it1 \cdot \eta_t}{rr} \quad Ft2_{ne} := \frac{Mu_{ne} \cdot it2 \cdot \eta_t}{rr} \quad Ft3_{ne} := \frac{Mu_{ne} \cdot it3 \cdot \eta_t}{rr}$$

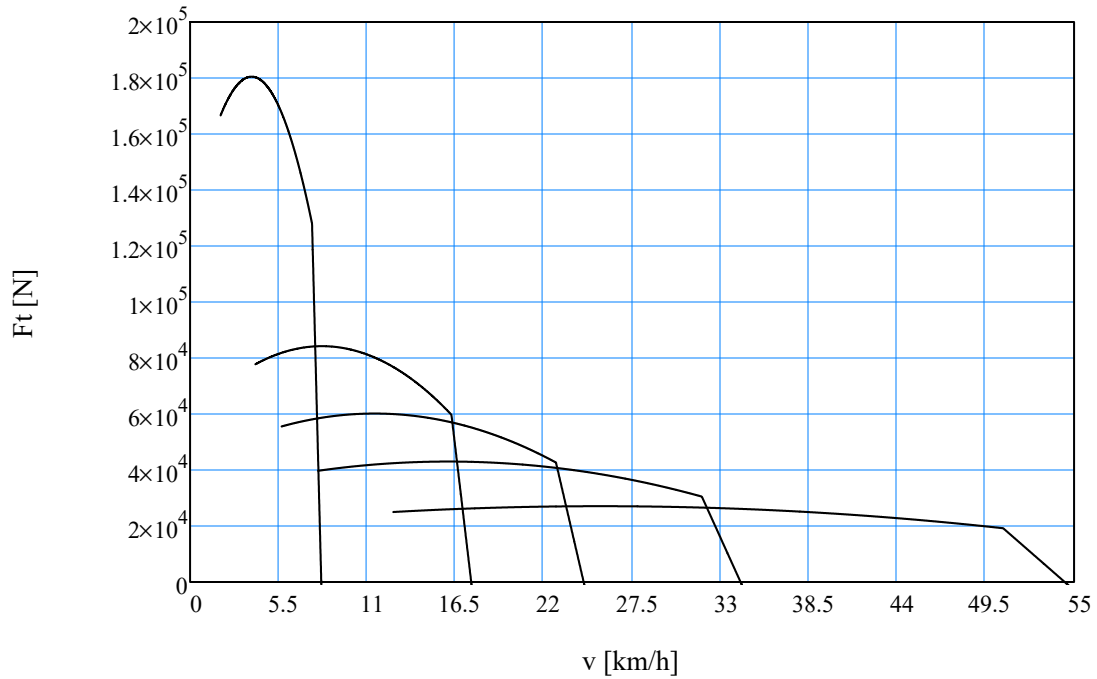
$$Ft4_{ne} := \frac{Mu_{ne} \cdot it4 \cdot \eta_t}{rr} \quad Ft5_{ne} := \frac{Mu_{ne} \cdot it5 \cdot \eta_t}{rr} \quad [1] 8.2 \text{ pag } 223$$

Determinarea vitezelor dezvoltate in fiecare treapta de viteza in km/h (pornind de la produsul dintre raza de rulare si viteza unghiulara a rotii)

$$v1_{ne} := \frac{0.377 \cdot rr \cdot ne}{it1} \quad v2_{ne} := \frac{0.377 \cdot rr \cdot ne}{it2} \quad v3_{ne} := \frac{0.377 \cdot rr \cdot ne}{it3}$$

$$v4_{ne} := \frac{0.377 \cdot rr \cdot ne}{it4} \quad v5_{ne} := \frac{0.377 \cdot rr \cdot ne}{it5} \quad [1] 8.2 \text{ pag } 223$$

Caracteristica de tractiune



2.2 Determinarea caracteristicii de tractiune specifica:

$$G_a := m_t \cdot 9.81 = 3.985 \times 10^5$$

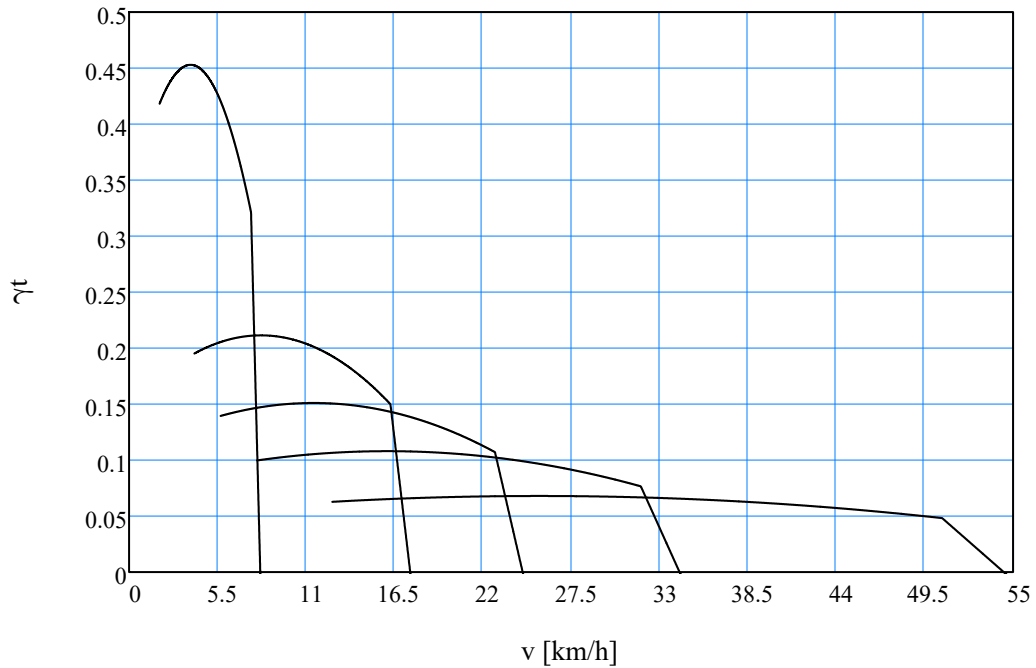
Determinarea fortei de tractiune specifica in fiecare treapta de viteza

$$\gamma_{t1_{ne}} := \frac{F_{t1_{ne}}}{G_a} \quad \gamma_{t2_{ne}} := \frac{F_{t2_{ne}}}{G_a} \quad \gamma_{t3_{ne}} := \frac{F_{t3_{ne}}}{G_a}$$

$$\gamma_{t4_{ne}} := \frac{F_{t4_{ne}}}{G_a} \quad \gamma_{t5_{ne}} := \frac{F_{t5_{ne}}}{G_a}$$

[1] 8.6 pag 227

Caracteristica de tractiune specifica



2.3 Determinarea caracteristicii dinamice:

Determinarea ariei transversale a tancului

$$B := 2.640 \text{ m} \quad \underset{\text{www}}{H} := 2.350 \text{ m} \quad \underset{\text{www}}{c} := 0.425 \quad [2]$$

$$\underset{\text{www}}{A} := B \cdot (H - c) \quad \underset{\text{www}}{K} := 0.65 \quad [1] \text{ tabel 6.1 pag 160} \quad \text{Obs : } c = \text{clirensul}$$

Determinarea rezistentei aerului in fiecare treapta de viteza

$$Ra1_{ne} := \frac{K \cdot A \cdot (v1_{ne})^2}{12.96} \quad Ra2_{ne} := \frac{K \cdot A \cdot (v2_{ne})^2}{12.96} \quad Ra3_{ne} := \frac{K \cdot A \cdot (v3_{ne})^2}{12.96}$$

$$Ra4_{ne} := \frac{K \cdot A \cdot (v4_{ne})^2}{12.96} \quad Ra5_{ne} := \frac{K \cdot A \cdot (v5_{ne})^2}{12.96} \quad [1] 6.5 \text{ pag 159}$$

Determinarea factorului dinamic in fiecare treapta de viteza

$$D1_{ne} := \frac{Ft1_{ne} - Ra1_{ne}}{Ga}$$

$$D2_{ne} := \frac{Ft2_{ne} - Ra2_{ne}}{Ga}$$

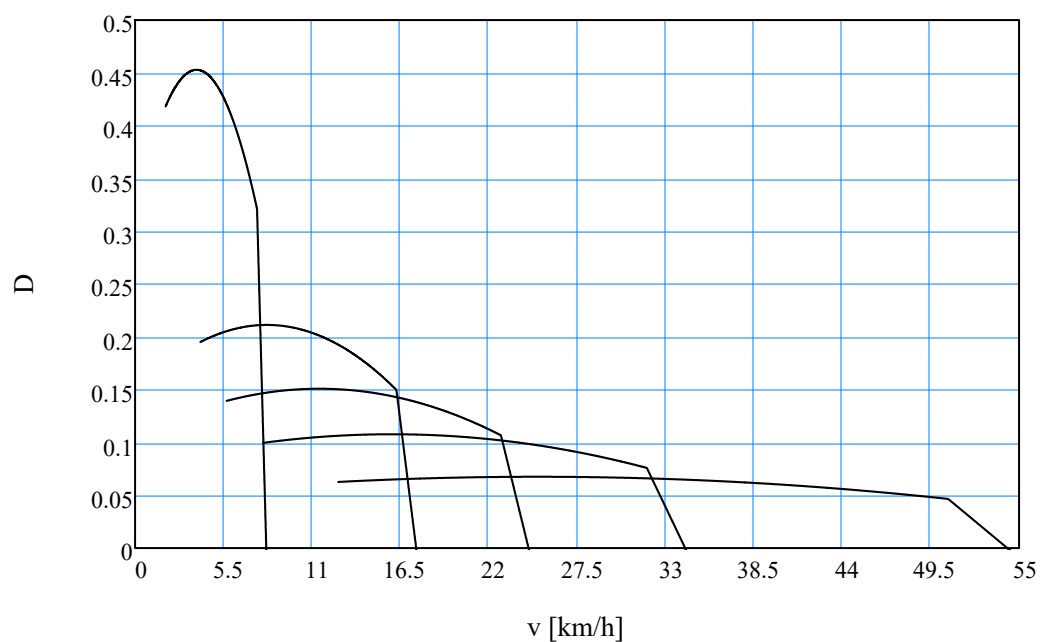
$$D3_{ne} := \frac{Ft3_{ne} - Ra3_{ne}}{Ga}$$

$$D4_{ne} := \frac{Ft4_{ne} - Ra4_{ne}}{Ga}$$

$$D5_{ne} := \frac{Ft5_{ne} - Ra5_{ne}}{Ga}$$

[1] 8.9 pag 229

Caracteristica dinamica



2.4 Determinarea caracteristicii puterii la roata:

ne := n0.. nmax

Pentru determinarea puterii la roata in fiecare treapta de viteza folosim urmatoarea formula

$$Pr1_{ne} := \frac{Ft1_{ne} \cdot v1_{ne}}{3600}$$

$$Pr2_{ne} := \frac{Ft2_{ne} \cdot v2_{ne}}{3600}$$

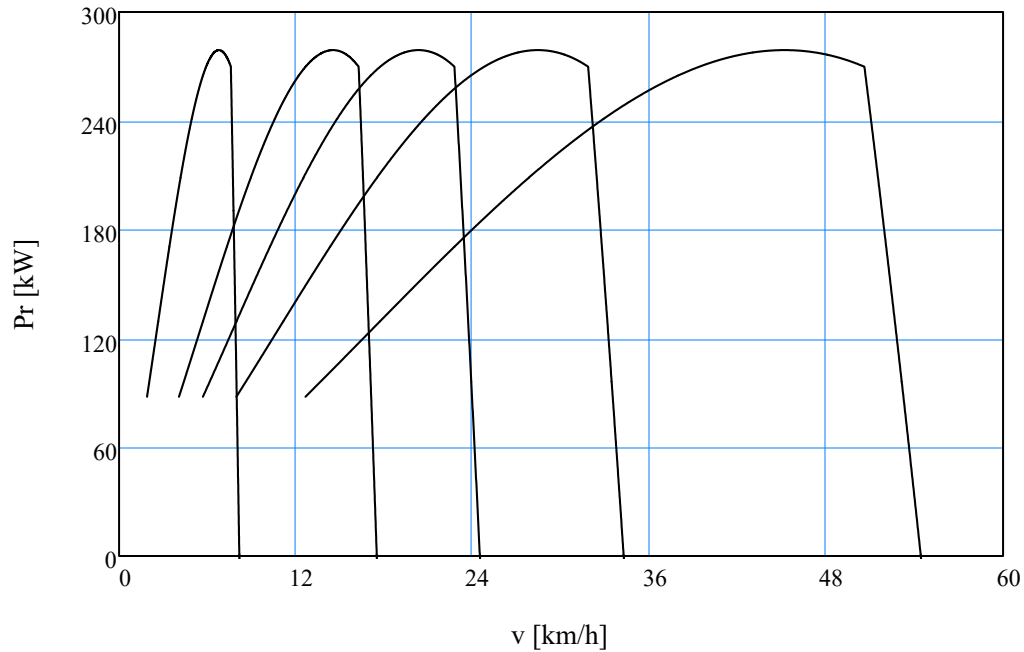
$$Pr3_{ne} := \frac{Ft3_{ne} \cdot v3_{ne}}{3600}$$

$$Pr4_{ne} := \frac{Ft4_{ne} \cdot v4_{ne}}{3600}$$

$$Pr5_{ne} := \frac{Ft5_{ne} \cdot v5_{ne}}{3600}$$

Obs : Puterea la roata o putem scrie ca fiind puterea utila afectata de randamentul transmisiei in sa nu ne ajuta la determinarea caracteristicii puterii la roata deoarece nu am calculat puterea utila in fiecare treapta de viteza

Caracteristica puterii la roata



Obs : Caracteristica puterii la roata intersectata cu puterile necesare invingerii tuturor rezistentelor am realizat-o in grafice separate pentru fiecare etaj de viteza. Pentru a se interpreta mai usor rezultatele am folosit grafice cu aceleasi scari.

Pentru a determina cresterea rezistentei la rulare in functie de viteza in fiecare treapta de viteza, avand senila cu articulatie metal-cauiuc, vom folosi relatia

$$fp_{1_{ne}} := (22 + 0.65 \cdot v_{1_{ne}}) \cdot 10^{-3} \quad fp_{2_{ne}} := (22 + 0.65 \cdot v_{2_{ne}}) \cdot 10^{-3}$$

$$fp_{3_{ne}} := (22 + 0.65 \cdot v_{3_{ne}}) \cdot 10^{-3} \quad fp_{4_{ne}} := (22 + 0.65 \cdot v_{4_{ne}}) \cdot 10^{-3}$$

$$fp_{5_{ne}} := (22 + 0.65 \cdot v_{5_{ne}}) \cdot 10^{-3} \quad [1] \text{ pag } 172$$

Coeficientul de rezistentă al solului pe beton

$f_s := 0.002$ [1] tabel 6.3 pag 178

Treapta 1

Coeficientul de rezistenta la panta

$$\alpha := 24 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$f_\alpha := \sin(\alpha) \quad [1] \text{ pag 155}$$

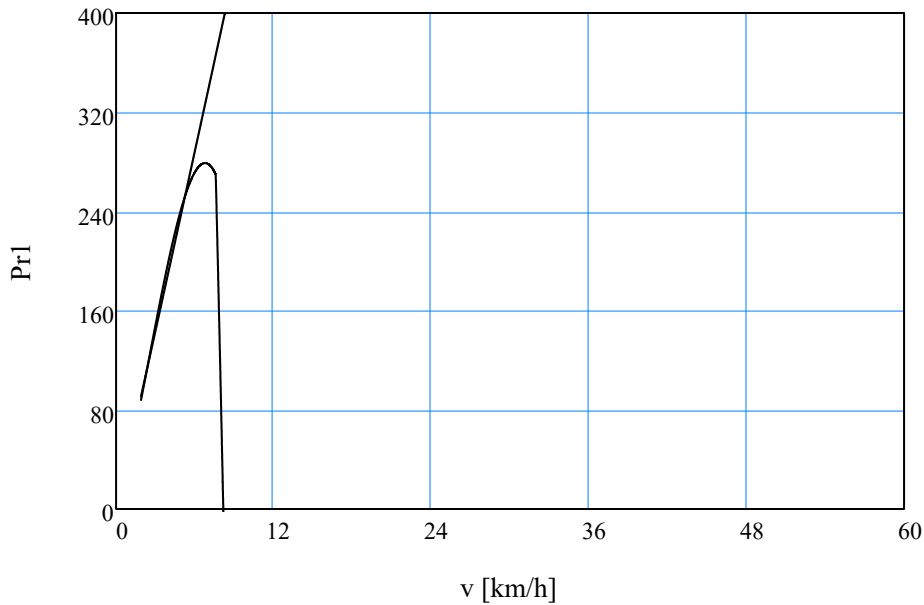
Coeficientul de rezistenta al propulsorului, solului si pantei

$$f_{ps\alpha_{ne}} := f_{p1_{ne}} + f_s + f_\alpha$$

Puterea necesara invingerii rezistentelor propulsorului, solului si pantei $P_{ps\alpha_{ne}} := \frac{f_{ps\alpha_{ne}} \cdot G_a \cdot v_{1_{ne}}}{3600}$

Puterea necesara invingerii rezistentelor aerului $P_{a_{ne}} := \frac{K \cdot A \cdot (v_{1_{ne}})^3}{46656}$

Puterea necesara invingerii tuturor rezistentelor $P_{ps\alpha_{ne}} := P_{ps\alpha_{ne}} + P_{a_{ne}}$



Treapta 2

Coeficientul de rezistenta la panta

$$\alpha := 10 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$f_{\alpha} := \sin(\alpha) \quad [1] \text{ pag 155}$$

Coeficientul de rezistenta al propulsorului, solului si pantei

$$f_{ps\alpha_{ne}} := f_{p2_{ne}} + f_s + f_{\alpha}$$

Puterea necesara invingerii rezistentelor propulsorului, solului si pantei

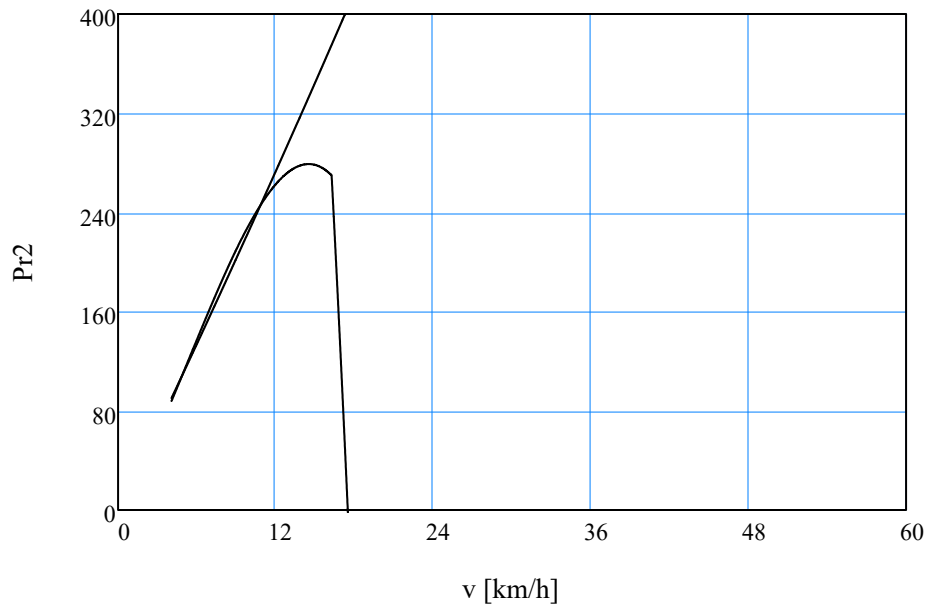
$$P_{ps\alpha_{ne}} := \frac{f_{ps\alpha_{ne}} \cdot G_a \cdot v_{2_{ne}}}{3600}$$

Puterea necesara invingerii rezistentelor aerului

$$P_{a_{ne}} := \frac{K \cdot A \cdot (v_{2_{ne}})^3}{46656}$$

Puterea necesara invingerii tuturor rezistentelor

$$P_{ps\alpha_{a_{ne}}} := P_{ps\alpha_{ne}} + P_{a_{ne}}$$



Treapta 3

Coeficientul de rezistenta la panta

$$\alpha := 6 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$f_{\alpha} := \sin(\alpha) \quad [1] \text{ pag 155}$$

Coeficientul de rezistenta al propulsorului, solului si pantei

$$f_{ps\alpha_{ne}} := f_{p3_{ne}} + f_s + f_{\alpha}$$

Puterea necesara invingerii rezistentelor propulsorului, solului si pantei

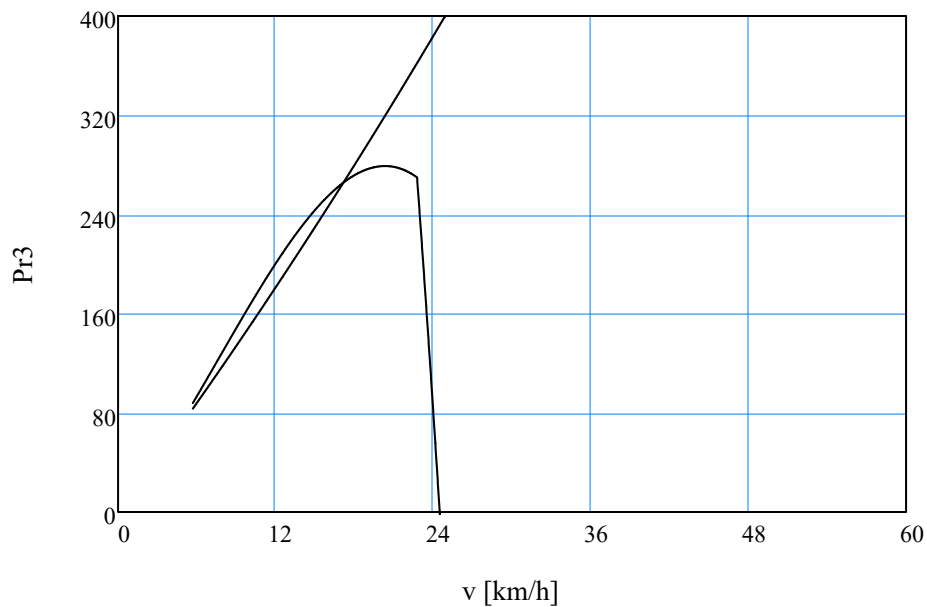
$$P_{ps\alpha_{ne}} := \frac{f_{ps\alpha_{ne}} \cdot G_a \cdot v_{3_{ne}}}{3600}$$

Puterea necesara invingerii rezistentelor aerului

$$P_{a_{ne}} := \frac{K \cdot A \cdot (v_{3_{ne}})^3}{46656}$$

Puterea necesara invingerii tuturor rezistentelor

$$P_{ps\alpha_{a_{ne}}} := P_{ps\alpha_{ne}} + P_{a_{ne}}$$



Treapta 4

Coeficientul de rezistenta la panta

$$f_{\alpha} := 4 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$f_{\alpha} := \sin(\alpha) \quad [1] \text{ pag 155}$$

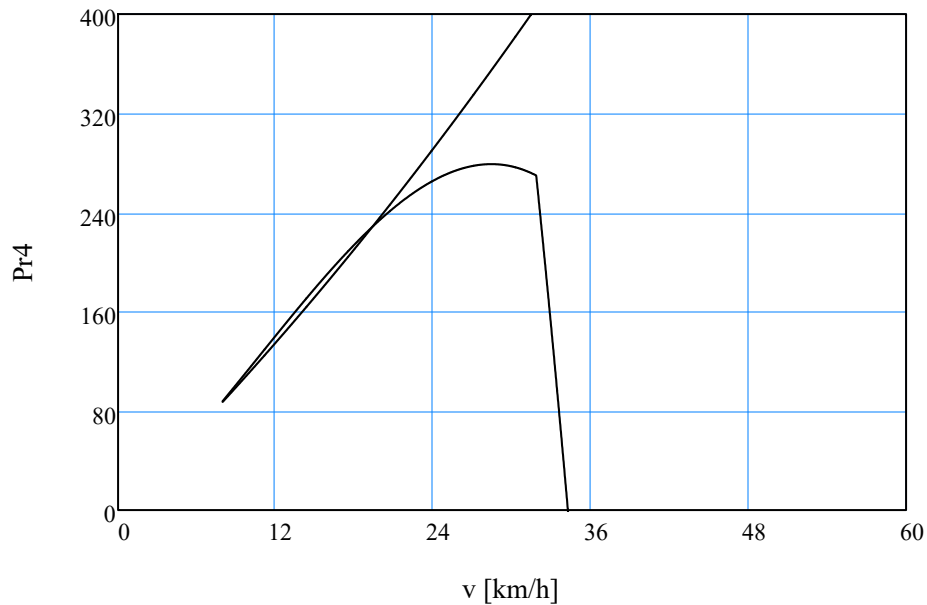
Coeficientul de rezistenta al propulsorului, solului si pantei

$$f_{ps\alpha_{ne}} := f_{p4_{ne}} + f_s + f_{\alpha}$$

Puterea necesara invingerii rezistentelor propulsorului, solului si pantei $P_{ps\alpha_{ne}} := \frac{f_{ps\alpha_{ne}} \cdot G_a \cdot v_{4ne}}{3600}$

Puterea necesara invingerii rezistentelor aerului $P_{ane} := \frac{K \cdot A \cdot (v_{4ne})^3}{46656}$

Puterea necesara invingerii tuturor rezistentelor $P_{ps\alpha_{ne}} := P_{ps\alpha_{ne}} + P_{ane}$



Treapta 5

Coeficientul de rezidenta la panta

$$\alpha := 2 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$f_{\alpha} := \sin(\alpha) \quad [1] \text{ pag 155}$$

Coeficientul de rezidenta al propulsorului, solului si pantei

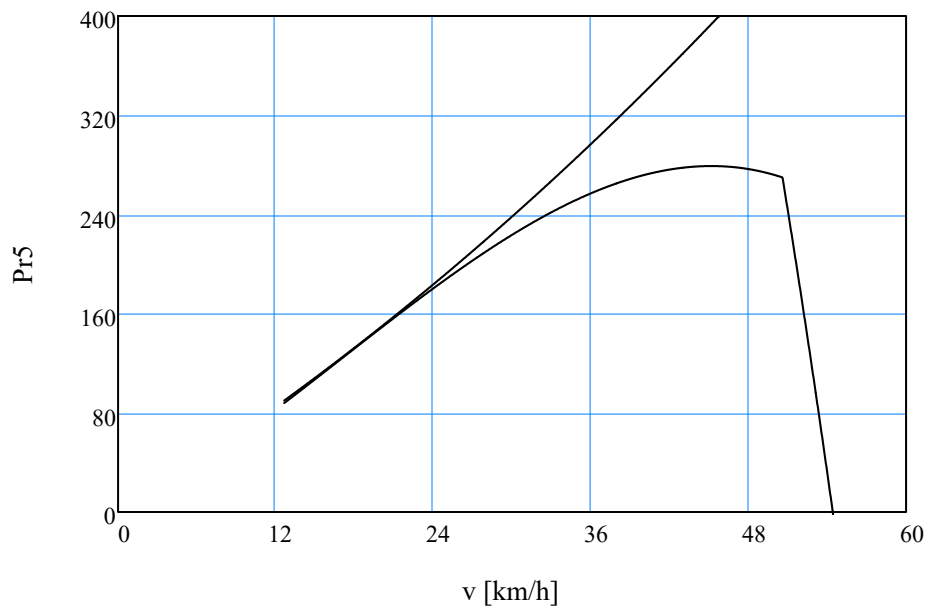
$$f_{ps\alpha_{ne}} := f_{p4ne} + f_s + f_{\alpha}$$

Puterea necesara invingerii rezistentelor propulsorului, solului si pantei $P_{ps\alpha_{ne}} := \frac{f_{ps\alpha_{ne}} \cdot G_a \cdot v_{5ne}}{3600}$

Puterea necesara invingerii rezistentelor aerului $P_{ane} := \frac{K \cdot A \cdot (v_{5ne})^3}{46656}$

Puterea necesara invingerii tuturor rezistentelor

$$P_{ps\alpha_{ne}} := P_{ps\alpha_{ne}} + P_{a_{ne}}$$



Treapta 5 fara panta

Coeficientul de rezistenta la panta

$$\alpha := 0 \cdot \frac{\pi}{180}$$

$$f_{\alpha} := \sin(\alpha) \quad [1] \text{ pag 155}$$

Coeficientul de rezistenta al propulsorului, solului si pantei

$$f_{ps\alpha_{ne}} := f_{p4_{ne}} + f_s + f_{\alpha}$$

Puterea necesara invingerii rezistentelor propulsorului, solului si pantei

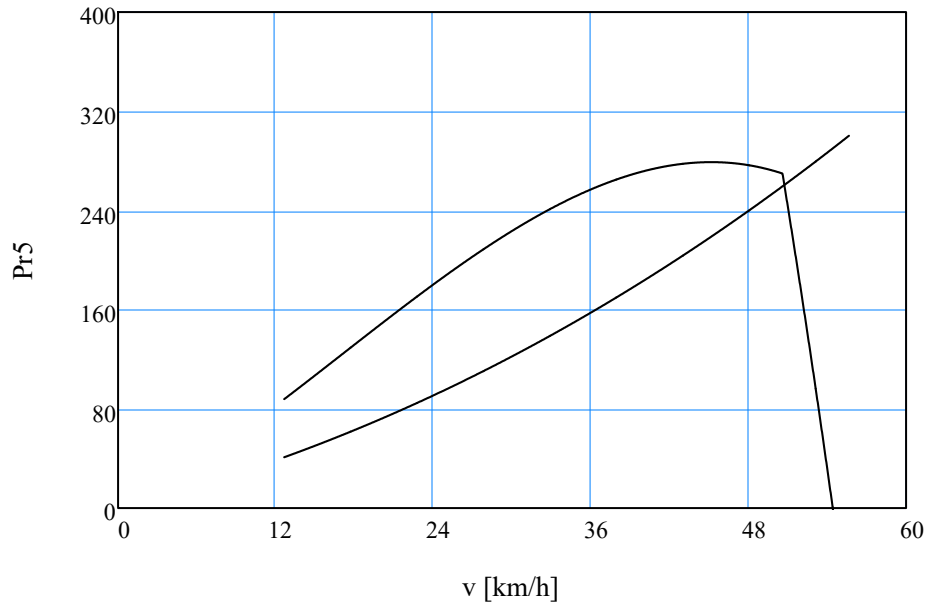
$$P_{ps\alpha_{ne}} := \frac{f_{ps\alpha_{ne}} \cdot G_a \cdot v_{5_{ne}}}{3600}$$

Puterea necesara invingerii rezistentelor aerului

$$P_{a_{ne}} := \frac{K \cdot A \cdot (v_{5_{ne}})^3}{46656}$$

Puterea necesara invingerii tuturor rezistentelor

$$P_{ps\alpha_{ne}} := P_{ps\alpha_{ne}} + P_{a_{ne}}$$



3. Determinarea performantelor autovehiculului:

3.1 Determinarea vitezei maxime

Obs : Consideram ca viteza maxima se atinge in ultima treapta de viteza, prin urmare vom intersecta graficele corespunzatoare cu rezistentele propulsorului, solului si aerului din treapta a 5-a

Rezistentele la panta si accelerare nu au fost luate in considerare deoarece viteza maxima se determina pe teren fara panta, iar la viteza maxima nu mai avem nevoie sa acceleram.

Rezistenta propulsorului in fiecare treapta de viteza

$$Rp1_{ne} := fp1_{ne} \cdot Ga \quad Rp2_{ne} := fp2_{ne} \cdot Ga \quad Rp3_{ne} := fp3_{ne} \cdot Ga$$

$$Rp4_{ne} := fp4_{ne} \cdot Ga \quad Rp5_{ne} := fp5_{ne} \cdot Ga$$

Rezistenta solului

$$f_s := 0.002$$

$$Rs := f_s \cdot Ga$$

$$f_s = 0.002$$

$$Rs = f_s \cdot Ga$$

Rezistența propulsorului, solului și aerului în fiecare treaptă de viteză

$$R_{psa1_{ne}} := Ra1_{ne} + Rp1_{ne} + R_s$$

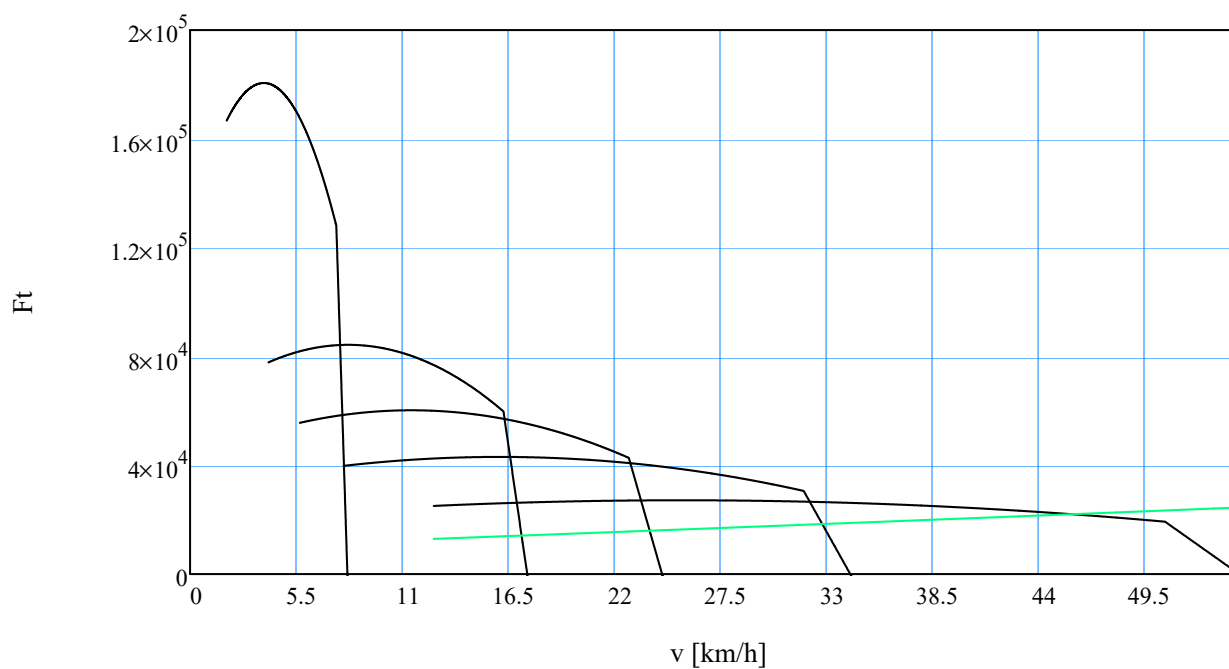
$$R_{psa2_{ne}} := Ra2_{ne} + Rp2_{ne} + R_s$$

$$R_{psa3_{ne}} := Ra3_{ne} + Rp3_{ne} + R_s$$

$$R_{psa4_{ne}} := Ra4_{ne} + Rp4_{ne} + R_s$$

$$R_{psa5_{ne}} := Ra5_{ne} + Rp5_{ne} + R_s$$

Determinarea vitezei maxime din caracteristica de tracțiune



Calculăm coeficienții de rezistență ai aerului

$$fa1_{ne} := \frac{Ra1_{ne}}{Ga} \quad fa2_{ne} := \frac{Ra2_{ne}}{Ga} \quad fa3_{ne} := \frac{Ra3_{ne}}{Ga}$$

$$fa4_{ne} := \frac{Ra4_{ne}}{Ga} \quad fa5_{ne} := \frac{Ra5_{ne}}{Ga}$$

Calculam coeficientii de rezistenta ai propulsorului, solului si aerului

$$f_{psa1_{ne}} := f_{p1_{ne}} + f_{a1_{ne}} + f_s$$

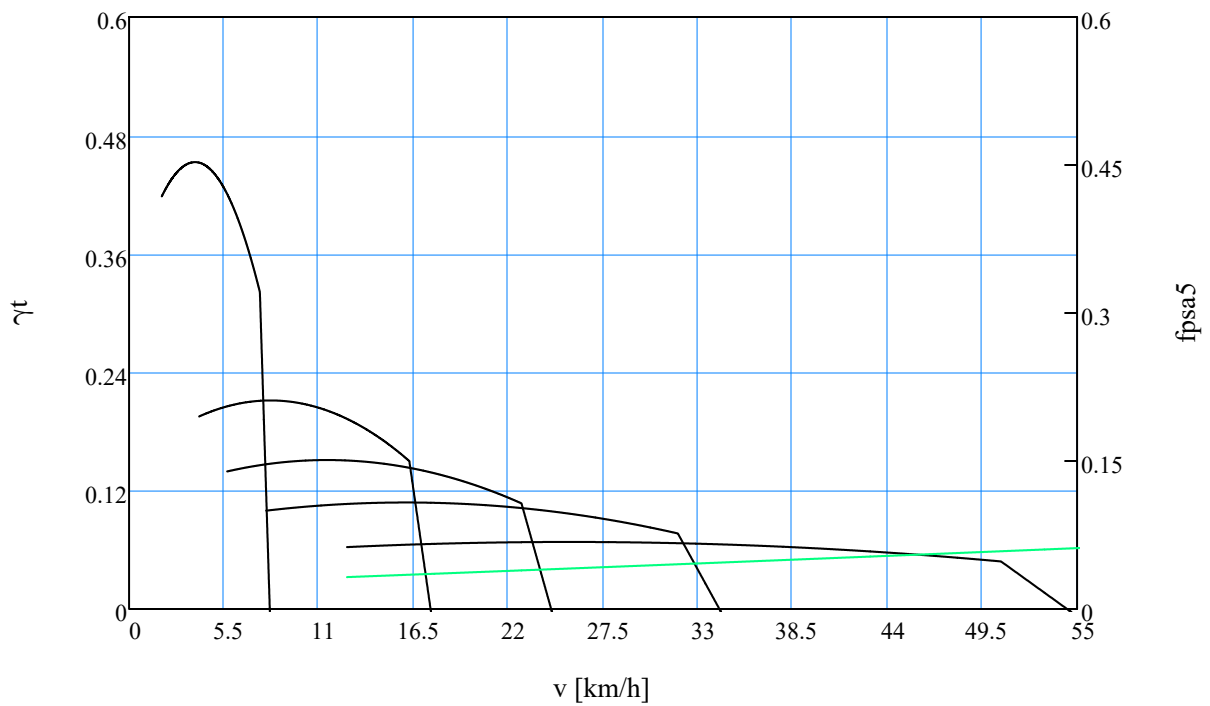
$$f_{psa2_{ne}} := f_{p2_{ne}} + f_{a2_{ne}} + f_s$$

$$f_{psa3_{ne}} := f_{p3_{ne}} + f_{a3_{ne}} + f_s$$

$$f_{psa1_{ne}} := f_{p4_{ne}} + f_{a4_{ne}} + f_s$$

$$f_{psa5_{ne}} := f_{p5_{ne}} + f_{a5_{ne}} + f_s$$

Determinarea vitezei maxime din caracteristica de tractiune specifica



Calculam coeficientii de rezistenta ai propulsorului si solului

$$f_{ps1_{ne}} := f_{p1_{ne}} + f_s$$

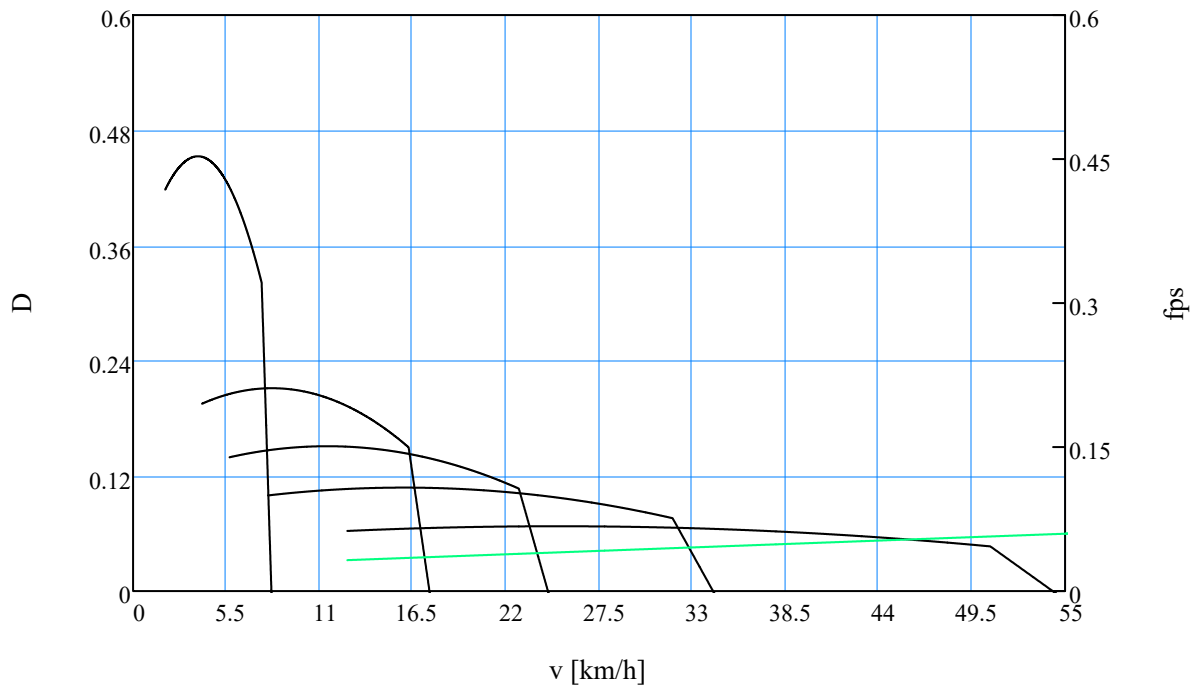
$$f_{ps2_{ne}} := f_{p2_{ne}} + f_s$$

$$f_{ps3_{ne}} := f_{p3_{ne}} + f_s$$

$$f_{ps4_{ne}} := f_{p4_{ne}} + f_s$$

$$f_{ps5_{ne}} := f_{p5_{ne}} + f_s$$

Determinarea vitezei maxime din caracteristica dinamica



Conform graficelor se obtine o **viteza maxima** de aproximativ **49 km/h**

**Verificarea vitezelor maxime in fiecare treapta de viteza la turatia
n=1800 rot/min:**

$$n_e := 1800$$

Obs : Am folosit turatia de 1800 rot/min pentru a putea compara rezultatele obtinute cu vitezele maxime date in manualul tancului

Am ales sa calculez viteza maxima in fiecare treapta de viteza prin raportul dintre puterea la roata si rezistentele propulsorului si aerului

$$Pr_{1n_e} := R_{psa1n_e} \cdot v_{1n_e}$$

$$Pr_{2n_e} := R_{psa2n_e} \cdot v_{2n_e}$$

$$Pr_{3n_e} := R_{psa3n_e} \cdot v_{3n_e}$$

$$v_{max1n_e} := \frac{Pr_{1n_e}}{R_{psa1n_e}}$$

$$v_{max2n_e} := \frac{Pr_{2n_e}}{R_{psa2n_e}}$$

$$v_{max3n_e} := \frac{Pr_{3n_e}}{R_{psa3n_e}}$$

$$Pr_{4ne} := Rpsa_{4ne} \cdot v_{4ne}$$

$$Pr_{5ne} := Rpsa_{5ne} \cdot v_{5ne}$$

$$v_{max4ne} := \frac{Pr_{4ne}}{Rpsa_{4ne}}$$

$$v_{max5ne} := \frac{Pr_{5ne}}{Rpsa_{5ne}}$$

$$v_{max1ne} = 6.829$$

$$v_{max2ne} = 14.635$$

$$v_{max3ne} = 20.488$$

$$v_{max4ne} = 28.655$$

$$v_{max5ne} = 45.53$$

Obs : "Verificarea vitezelor maxime in fiecare treapta de viteza la turatia n=1800 rot/min" reprezinta doar un calcul de verificare a vitezelor din manualul tancului T-55, nu o cerinta a proiectului.

3.2 Abordarea pantelor maxime

Abordarea pantelor maxime pe teren cu pasune:

Variem turatia de la turatia minima stabila la turatia nominala

$$n_{ne} := n_0 .. n_n$$

Treapta 1 pe teren cu pasune

Alegem coeficientul de rezistenta al solului corespunzator terenului cu pasune

$$f_{s_{ww}} := 0.06 \quad [1] \text{ tabel 6.3 pag 178}$$

$$\phi := 0.9 \quad [1] \text{ tabel 4.1 pag 96}$$

$$f_{ps1ne} := f_{p1ne} + f_s$$

Pornind de la egalitatea $D = f_{ps}\alpha = f_{ps} \cdot \cos(\alpha) + \sin(\alpha) \Rightarrow$

$$\alpha_{1ne} := \text{asin} \left[\frac{D_{1ne} - f_{ps1ne} \cdot \sqrt{1 + (f_{ps1ne})^2} - (D_{1ne})^2}{1 + (f_{ps1ne})^2} \right]$$

$$\alpha_1 := \max(\alpha_1) \cdot \frac{180}{\pi} \quad \alpha_1 = 21.998 \text{ grade}$$

$$\text{Din conditia de aderenta} \quad \alpha_{\max} := \text{atan}(\phi - f_s) \cdot \frac{180}{\pi} \quad \alpha_{\max} = 40.03 \text{ grade}$$

Pe teren cu pasune cu prima treapta de viteza si mers normal se poate urca o panta $\alpha_1 = 21.998$ grade, conditia de aderenta permitand urcarea unei pante $\alpha_{\max} = 40.03$ grade

Treapta 2 pe teren cu pasune

$$f_{ps2_{ne}} := f_{p2_{ne}} + f_s$$

$$\alpha_{2_{ne}} := \text{asin} \left[\frac{D_{2_{ne}} - f_{ps2_{ne}} \cdot \sqrt{1 + (f_{ps2_{ne}})^2} - (D_{2_{ne}})^2}{1 + (f_{ps2_{ne}})^2} \right]$$

$$\alpha_2 := \max(\alpha_2) \cdot \frac{180}{\pi} \quad \alpha_2 = 7.168 \text{ grade}$$

Pe teren cu pasune cu a doua treapta de viteza si mers normal se poate urca o panta $\alpha_2 = 7.168$ grade, conditia de aderenta permitand urcarea unei pante $\alpha_{\max} = 40.03$ grade

Treapta 1 si mers redus pe teren cu pasune

Obs : La mersul redus se ia in considerare raportul de transmitere al mecanismelor planetare de directie, modificandu-se deci raportul de transmitere total din fiecare treapta. Astfel, pentru treapta 1 de viteza cu mers redus se vor modifica urmatoorii parametrii (care tin cont de raportul de transmitere):

$$\text{impdr} := 1.42$$

$$\text{it1r} := \text{iai} \cdot \text{icv1} \cdot \text{impdr} \cdot \text{idm} = 39.995$$

$$v_{1r_{ne}} := \frac{0.377 \cdot r_r \cdot n_e}{\text{it1r}}$$

$$f_{p1r_{ne}} := (22 + 0.65 \cdot v_{1r_{ne}}) \cdot 10^{-3} \quad R_{a1r_{ne}} := \frac{K \cdot A \cdot (v_{1r_{ne}})^2}{12.96} \quad F_{t1r_{ne}} := \frac{M_{u_{ne}} \cdot \text{it1r} \cdot \eta_t}{r_r}$$

$$D1r_{ne} := \frac{Ft1r_{ne} - Ra1r_{ne}}{Ga}$$

$$fps1r_{ne} := fp1r_{ne} + fs$$

$$\alpha1r_{ne} := \operatorname{asin} \left[\frac{D1r_{ne} - fps1r_{ne} \cdot \sqrt{1 + (fps1r_{ne})^2} - (D1r_{ne})^2}{1 + (fps1r_{ne})^2} \right]$$

$$\alpha1r := \max(\alpha1r) \cdot \frac{180}{\pi} \quad \alpha1r = 35.071$$

Pe teren cu pasune cu prima treapta de viteza si mers redus se poate urca o panta $\alpha1r = 35.071$ grade, conditia de aderenta permitand urcarea unei pante $\alpha_{max} = 40.03$ grade

Abordarea pantelor maxime pe drum de tara uscat:

Treapta 1 pe drum de tara uscat

Alegem coeficientul de rezistenta al solului corespunzator drumului de tara uscat

$$f_s := 0.04 \quad [1] \text{ tabel 6.3 pag 178}$$

$$\phi := 0.6 \quad [1] \text{ tabel 4.1 pag 96}$$

$$fps1_{ne} := fp1_{ne} + fs$$

$$\alpha1_{ne} := \operatorname{asin} \left[\frac{D1_{ne} - fps1_{ne} \cdot \sqrt{1 + (fps1_{ne})^2} - (D1_{ne})^2}{1 + (fps1_{ne})^2} \right]$$

$$\alpha1 := \max(\alpha1) \cdot \frac{180}{\pi} \quad \alpha1 = 23.181$$

Din conditia de aderenta $\alpha_{\max} := \text{atan}(\phi - f_s) \cdot \frac{180}{\pi}$ $\alpha_{\max} = 29.249$ grade

Pe drum de tara uscat cu prima treapta de viteza si mers normal se poate urca o panta $\alpha_1 = 23.181$ grade, conditia de aderenta permitand urcarea unei pante $\alpha_{\max} = 29.249$ grade

Treapta 2 pe drum de tara uscat

$$f_{ps2_{ne}} := f_{p2_{ne}} + f_s$$

$$\alpha_{2_{ne}} := \text{asin} \left[\frac{D_{2_{ne}} - f_{ps2_{ne}} \cdot \sqrt{1 + (f_{ps2_{ne}})^2} - (D_{2_{ne}})^2}{1 + (f_{ps2_{ne}})^2} \right]$$

$$\alpha_2 := \max(\alpha_2) \cdot \frac{180}{\pi} \quad \alpha_2 = 8.326$$

Pe drum de tara uscat cu a doua treapta de viteza si mers normal se poate urca o panta $\alpha_2 = 8.326$ grade, conditia de aderenta permitand urcarea unei pante $\alpha_{\max} = 29.249$ grade

Treapta 1 si mers redus pe drum de tara uscat

Obs : La mersul redus se ia in considerare raportul de transmitere al mecanismelor planetare de directie, modificandu-se deci raportul de transmitere total din fiecare treapta. Astfel, pentru treapta 1 de viteza cu mers redus se vor modifica urmatoorii parametrii (care tin cont de raportul de transmitere):

$$i_{mpdr} := 1.42$$

$$i_{t1r} := i_{ai} \cdot i_{cv1} \cdot i_{mpdr} \cdot i_{dm} = 39.995$$

$$v_{1r_{ne}} := \frac{0.377 \cdot r_r \cdot n_e}{i_{t1r}}$$

$$f_{p1r_{ne}} := (22 + 0.65 \cdot v_{1r_{ne}}) \cdot 10^{-3} \quad R_{a1r_{ne}} := \frac{K \cdot A \cdot (v_{1r_{ne}})^2}{12.96} \quad F_{t1r_{ne}} := \frac{M_{une} \cdot i_{t1r} \cdot \eta_t}{r_r}$$

$$D1r_{ne} := \frac{Ft1r_{ne} - Ra1r_{ne}}{Ga}$$

$$fps1r_{ne} := fp1_{ne} + fs$$

$$\alpha1r_{ne} := \arcsin \left[\frac{D1r_{ne} - fps1r_{ne} \cdot \sqrt{1 + (fps1r_{ne})^2} - (D1r_{ne})^2}{1 + (fps1r_{ne})^2} \right]$$

$$\alpha1r := \max(\alpha1r) \cdot \frac{180}{\pi} \quad \alpha1r = 36.237$$

Pe drum de tara uscat cu prima treapta de viteza si mers redus nu se poate urca o panta $\alpha1r = 36.237$ grade, conditia de aderenta nepermitand urcarea unei pante mai mari de $\alpha_{max} = 29.249$ grade. Prin urmare panta maxima abordabila in acest caz este $\alpha_{max} = 29.249$ grade

3.3 Forta maxima la carlig

Forta maxima la carlig este considerata o forta de rezistenta deoarece se opune sensului de deplasare al autovehiculului. Prin urmare, ecuatia bilantului de tractiune devine $Ft = Rps\alpha\delta + Fc$. Rezistenta aerului este neglijabila in acest caz, alaturi de rezistenta la accelerare deoarece Fc se calculeaza in momentul pierderii aderenței vehiculului care tracteaza.

Forta maxima la carlig pe teren cu pasune fara panta:

Alegem coeficientul de rezistenta al solului corespunzator terenului cu pasune

$$f_s := 0.06 \quad [1] \text{ tabel 6.3 pag 178}$$

Treapta 1 pe teren cu pasune si panta de 0 grade

$$\alpha := 0$$

Vom lua in considerare rezistentele la panta (nula la 0 grade) si sol:

$$R\alpha := Ga \cdot \sin(\alpha) \quad \underline{R_s} := fs \cdot Ga$$

$$Rps\alpha_{1ne} := Rp1_{ne} + R_s + R\alpha$$

$$Fc_{ne} := Ft1_{ne} - Rps\alpha_{1ne}$$

$$Fc1 := \max(Fc) \quad Fc1 = 1.468 \times 10^5$$

Forța maximă la carlig în treapta 1 de viteză și mers normal pe teren cu pasune și pantă de 0 grade este $Fc1 = 1.468 \times 10^5$

Treapta 2 pe teren cu pasune și pantă de 0 grade

$$\underline{\alpha} := 0$$

$$\underline{R\alpha} := Ga \cdot \sin(\alpha) \quad \underline{R_s} := fs \cdot Ga$$

$$Rps\alpha_{ne} := Rp2_{ne} + R_s + R\alpha$$

$$Fc_{ne} := Ft2_{ne} - Rps\alpha_{ne}$$

$$Fc2 := \max(Fc) \quad Fc2 = 4.947 \times 10^4$$

Forța maximă la carlig în treapta 2 de viteză și mers normal pe teren cu pasune și pantă de 0 grade este $Fc2 = 4.947 \times 10^4$

Treapta 1 și mers redus pe teren cu pasune și pantă de 0 grade

$$\underline{\alpha} := 0$$

Obs : La mers redus schimbăm doar rezistența propulsorului

$$\underline{R\alpha} := Ga \cdot \sin(\alpha) \quad \underline{R_s} := fs \cdot Ga \quad Rp1r_{ne} := fp1r_{ne} \cdot Ga$$

$$Rps\alpha_{1ne} := Rp1r_{ne} + R_s + R\alpha$$

$$Fc_{ne} := Ft1r_{ne} - Rps\alpha_{1ne}$$

$$Fc1r := \max(Fc) \quad Fc1r = 2.229 \times 10^5$$

Forța maximă la carlig în treapta 1 de viteză și mers redus pe teren cu pasune și pantă de 0 grade este $F_{c1r} = 2.229 \times 10^5$

Forța maximă la carlig pe drum de țară uscat fără pantă:

Alegem coeficientul de rezistență al solului corespunzător drumului de țară uscat

$$f_s := 0.04 \quad [1] \text{ tabel 6.3 pag 178}$$

Treapta 1 pe drum de țară uscat și pantă de 0 grade

$$\alpha := 0$$

Vom lua în considerare rezistențele la pantă (nula la 0 grade) și sol:

$$R_\alpha := G_a \cdot \sin(\alpha) \quad R_s := f_s \cdot G_a$$

$$R_{ps\alpha_{1ne}} := R_{p1_{ne}} + R_s + R_\alpha$$

$$F_{c_{ne}} := F_{t1_{ne}} - R_{ps\alpha_{1ne}}$$

$$F_{c1} := \max(F_c) \quad F_{c1} = 1.548 \times 10^5$$

Forța maximă la carlig în treapta 1 de viteză și mers normal pe drum de țară uscat și pantă de 0 grade este $F_{c1} = 1.548 \times 10^5$

Treapta 2 pe drum de țară uscat și pantă de 0 grade

$$\alpha := 0$$

$$R_\alpha := G_a \cdot \sin(\alpha) \quad R_s := f_s \cdot G_a$$

$$R_{ps\alpha_{ne}} := R_{p2_{ne}} + R_s + R_\alpha$$

$$F_{c_{ne}} := F_{t2_{ne}} - R_{ps\alpha_{ne}}$$

$$\underline{F_{c2}} := \max(F_c) \quad F_{c2} = 5.744 \times 10^4$$

Forța maximă la carlig în treapta 2 de viteză și mers normal pe drum de țară uscat și pantă de 0 grade este $F_{c2} = 5.744 \times 10^4$

Treapta 1 și mers redus pe drum de țară uscat și pantă de 0 grade

$$\underline{\alpha} := 0$$

Obs : La mers redus schimbăm doar rezistența propulsorului

$$\underline{R_{\alpha}} := G_a \cdot \sin(\alpha) \quad \underline{R_s} := f_s \cdot G_a \quad R_{p1r_{ne}} := f_{p1r_{ne}} \cdot G_a$$

$$R_{ps\alpha 1_{ne}} := R_{p1r_{ne}} + R_s + R_{\alpha}$$

$$F_{c_{ne}} := F_{t1r_{ne}} - R_{ps\alpha 1_{ne}}$$

$$\underline{F_{c1r}} := \max(F_c) \quad F_{c1r} = 2.309 \times 10^5$$

Forța maximă la carlig în treapta 1 de viteză și mers redus pe drum de țară uscat și pantă de 0 grade este $F_{c1r} = 2.309 \times 10^5$

Forța maximă la carlig pe teren cu pasune și pantă de 10 grade:

Alegem coeficientul de rezistență al solului corespunzător terenului cu pasune

$$\underline{f_s} := 0.06 \quad [1] \text{ tabel 6.3 pag 178}$$

Treapta 1 pe teren cu pasune și pantă de 10 grade

$$\alpha := 10 \cdot \frac{\pi}{180}$$

Vom lua in considerare rezistentele la panta si sol:

$$R_{\alpha} := G_a \cdot \sin(\alpha) \quad R_s := f_s \cdot G_a \cdot \cos(\alpha) \quad R_{p1_{ne}} := f_{p1_{ne}} \cdot G_a \cdot \cos(\alpha)$$

$$R_{ps\alpha 1_{ne}} := R_{p1_{ne}} + R_s + R_{\alpha}$$

$$F_{c_{ne}} := F_{t1_{ne}} - R_{ps\alpha 1_{ne}}$$

$$F_{c1} := \max(F_c) \quad F_{c1} = 7.813 \times 10^4$$

Fora maxima la carlig in treapta 1 de viteza si mers normal pe teren cu pasune si panta de 10 grade este $F_{c1} = 7.813 \times 10^4$

Treapta 2 pe teren cu pasune si panta de 10 grade

$$R_{\alpha} := G_a \cdot \sin(\alpha) \quad R_s := f_s \cdot G_a \cdot \cos(\alpha) \quad R_{p2_{ne}} := f_{p2_{ne}} \cdot G_a \cdot \cos(\alpha)$$

$$R_{ps\alpha_{ne}} := R_{p2_{ne}} + R_s + R_{\alpha}$$

$$F_{c_{ne}} := F_{t2_{ne}} - R_{ps\alpha_{ne}}$$

$$F_{c2} := \max(F_c) \quad F_{c2} = 0$$

Fora maxima la carlig in treapta 2 de viteza si mers normal pe teren cu pasune si panta de 10 grade este $F_{c2} = 0$. Prin urmare nu este disponibila fora la carlig in aceasta situatie.

Treapta 1 si mers redus pe teren cu pasune si panta de 10 grade

$$R_{\alpha} := G_a \cdot \sin(\alpha) \quad R_s := f_s \cdot G_a \cdot \cos(\alpha) \quad R_{p1_{ne}} := f_{p1_{ne}} \cdot G_a \cdot \cos(\alpha)$$

$$R_{ps\alpha 1_{ne}} := R_{p1_{ne}} + R_s + R_{\alpha}$$

$$F_{c_{ne}} := F_{t1_{ne}} - R_{ps\alpha 1_{ne}}$$

$$\underline{F_{c1r}} := \max(F_c) \quad F_{c1r} = 1.542 \times 10^5$$

Forta maxima la carlig in treapta 1 de viteza si mers redus pe teren cu pasune si panta de 10 grade este $F_{c1r} = 1.542 \times 10^5$

Forta maxima la carlig pe drum de tara uscat si panta de 10 grade:

Alegem coeficientul de rezistenta al solului corespunzator drumului de tara uscat

$$\underline{f_s} := 0.04 \quad [1] \text{ tabel 6.3 pag 178}$$

Treapta 1 pe drum de tara uscat si panta de 10 grade

$$\underline{\alpha} := 10 \cdot \frac{\pi}{180}$$

Vom lua in considerare rezistentele la panta si sol:

$$\underline{R_{\alpha}} := G_a \cdot \sin(\alpha) \quad \underline{R_s} := f_s \cdot G_a \cdot \cos(\alpha) \quad R_{p1_{ne}} := f_{p1_{ne}} \cdot G_a \cdot \cos(\alpha)$$

$$R_{ps\alpha 1_{ne}} := R_{p1_{ne}} + R_s + R_{\alpha}$$

$$F_{c_{ne}} := F_{t1_{ne}} - R_{ps\alpha 1_{ne}}$$

$$\underline{F_{c1}} := \max(F_c) \quad F_{c1} = 8.598 \times 10^4$$

Forta maxima la carlig in treapta 1 de viteza si mers normal pe drum de tara uscat si panta de 10 grade este $F_{c1} = 8.598 \times 10^4$

Treapta 2 pe drum de tara uscat si panta de 10 grade

$$\underline{R_{\alpha}} := G_a \cdot \sin(\alpha) \quad \underline{R_s} := f_s \cdot G_a \cdot \cos(\alpha) \quad R_{p2_{ne}} := f_{p2_{ne}} \cdot G_a \cdot \cos(\alpha)$$

$$R_{ps\alpha_{ne}} := R_{p2_{ne}} + R_s + R_{\alpha}$$

$$F_{c_{ne}} := Ft_{2_{ne}} - R_{ps\alpha_{ne}}$$

$$\underline{F_{c2}} := \max(F_c) \quad F_{c2} = 0$$

Forța maximă la carlig în treapta 2 de viteză și mers normal pe drum de țară uscat și pantă de 10 grade este $F_{c2} = 0$. Prin urmare nu este disponibilă forța la carlig în această situație.

Treapta 1 și mers redus pe drum de țară uscat și pantă de 10 grade

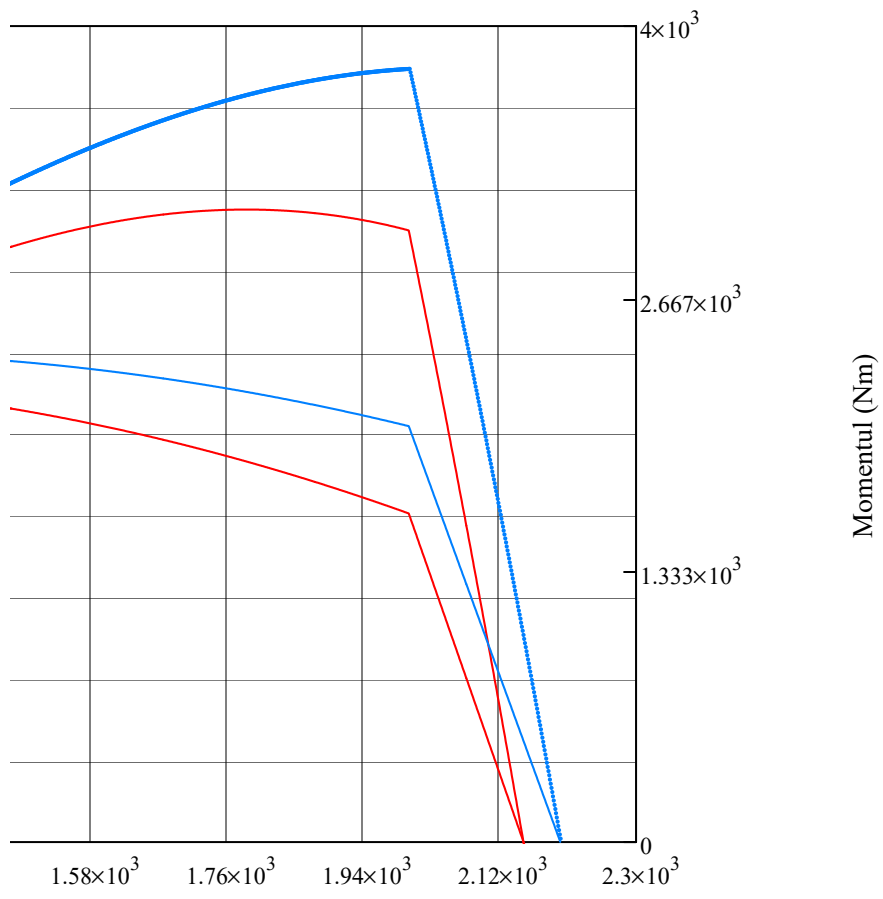
$$\underline{R_{\alpha}} := G_a \cdot \sin(\alpha) \quad \underline{R_s} := f_s \cdot G_a \cdot \cos(\alpha) \quad R_{p1r_{ne}} := f_{p1r_{ne}} \cdot G_a \cdot \cos(\alpha)$$

$$R_{ps\alpha1_{ne}} := R_{p1r_{ne}} + R_s + R_{\alpha}$$

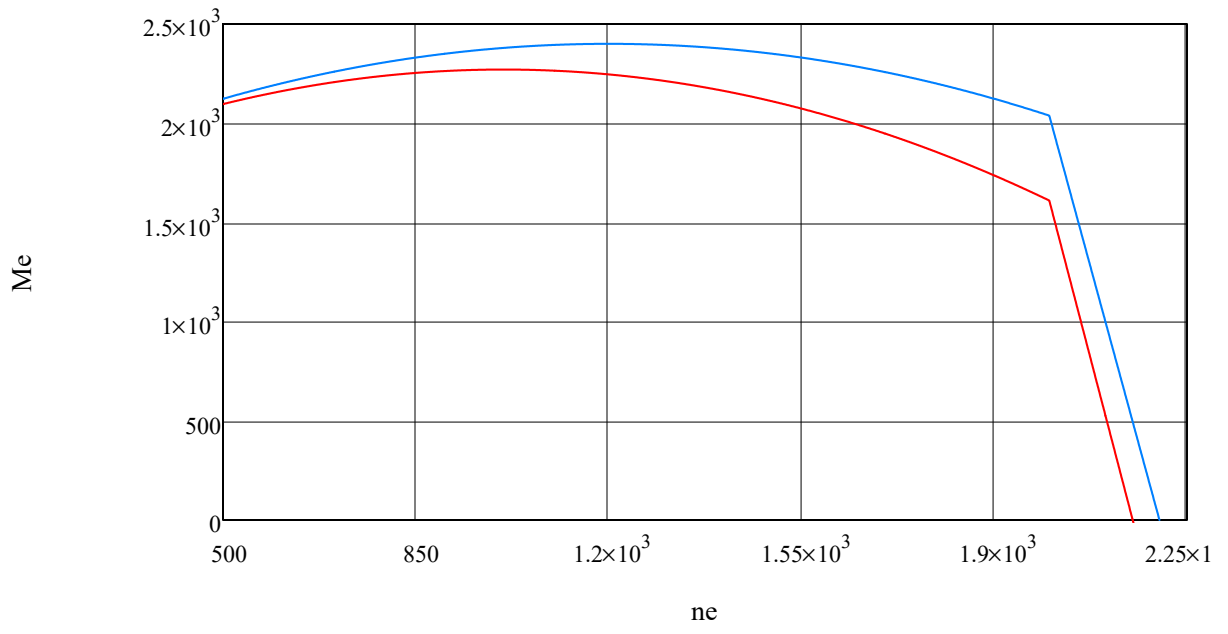
$$F_{c_{ne}} := Ft_{1r_{ne}} - R_{ps\alpha1_{ne}}$$

$$\underline{F_{c1r}} := \max(F_c) \quad F_{c1r} = 1.621 \times 10^5$$

Forța maximă la carlig în treapta 1 de viteză și mers redus pe drum de țară uscat și pantă de 10 grade este $F_{c1r} = 1.621 \times 10^5$



in)



$$Rp1_{ne} = fp1_{ne} \cdot Ga$$

$$Rp2_{ne} = fp2_{ne} \cdot Ga$$

$$Rp3_{ne} = fp3_{ne} \cdot Ga$$

$$Rp4_{ne} = fp4_{ne} \cdot Ga$$

$$Rp5_{ne} = fp5_{ne} \cdot Ga$$

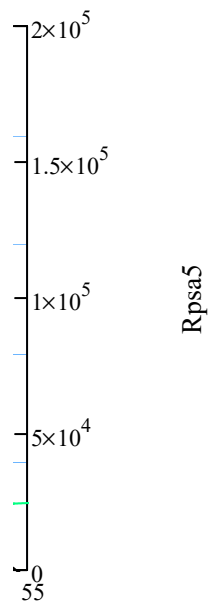
$$R_{ps\alpha 1_{ne}} = R_{a1_{ne}} + R_{p1_{ne}} + R_s$$

$$R_{ps\alpha 2_{ne}} = R_{a2_{ne}} + R_{p2_{ne}} + R_s$$

$$R_{ps\alpha 3_{ne}} = R_{a3_{ne}} + R_{p3_{ne}} + R_s$$

$$R_{ps\alpha 4_{ne}} = R_{a4_{ne}} + R_{p4_{ne}} + R_s$$

$$R_{ps\alpha 5_{ne}} = R_{a5_{ne}} + R_{p5_{ne}} + R_s$$



0³