

Výpočty

Tažná síla a volba radiálních pístových hydromotorů

Pro výpočet tažné síly volím tyto parametry :

Předpokládána hmotnost vozidla :

$$m_{\min} := 5 \cdot 10^3 \text{ kg} \quad m_{\max} := 6 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

Rychlosti vozidla na souši :

$$v_{\max} := 30 \frac{\text{km}}{\text{hr}} = 8.333 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Volím pneumatiky BF Goodrich ALL TERRAIN LT215/75R15:

$$d_{\text{pneu}} := 27.8 \text{ in} = 70.612 \text{ cm}$$

Otáčky potřebné pro dosažení 30km/h :

$$n := \frac{v_{\max}}{\frac{d_{\text{pneu}}}{2}} = 225.394 \text{ rpm}$$

Parametry vozidla :

stoupavost :

$$s := 20\%$$

součinitel valivého odporu
volen pro bláto:

$$f_{\text{tbláto}} := 0.20$$

Přepočet stoupavosti na úhel nakloněné roviny:

$$\alpha_{\max} := \text{atan} \left(\frac{s}{100\%} \right) = 11.31 \text{ deg}$$

Valivý odpor vozidla pro max stoupání a bláto:

$$F_{\text{tmax}} := m_{\max} \cdot g \cdot \cos(\alpha_{\max}) \cdot f_{\text{tbláto}} = 11.539 \text{ kN}$$

Odpor stoupání vozidla pro max stoupání a bláto:

$$F_{\text{smax}} := m_{\max} \cdot g \cdot \sin(\alpha_{\max}) = 11.539 \text{ kN}$$

Celkový jízdní odpor (předpokládáme bezvětrí a $v=\text{konst}$):

$$F_{\text{kmax}} := F_{\text{smax}} + F_{\text{tmax}} = 23.079 \text{ kN}$$

$$M_{\text{kmax}} := F_{\text{kmax}} \cdot \frac{d_{\text{pneu}}}{2} = 8.148 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Pro rozjezd do kopce pokrytého blátem s max stoupáním potřebujeme na jeden hydromotor (pohon 4x4) :

$$M_{kHM} := \frac{M_{kmax}}{4} = 2.037 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad M_{kHMmin} := M_{kHM} \cdot 1.2 = 2.444 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Pozn.: Tento výkon musí být dostupný pro $n=0 \text{ min}^{-1}$ a pro 30 MPa + 20% rezerva

Byl zvolen Radiální pístový hydromotor Bosh Rexroth: MCR5 . 820 , který dosahuje 2506 Nm pro 0 a 300 bar = 30 MPa, $M_{kmax} = 4700 \text{ Nm}$

Verze 2WL při vyšších otáčkách potřebuje pouze poloviční průtok. Proto volím Bosch Rexroth MCR5 .820 2WL.

Volba hydrogenerátoru pro radiální pístové hydromotory

Volba hydrogenerátoru

Byl zvolen hydromotor MCR5 .820 2WL

Zdvihový objem hydromotoru:

Požadované otáčky hydromotoru:

$$V_{gMCR5.820} := 820 \text{ cm}^3 \cdot \text{rev}^{-1} \quad n_{MCR5.820} := 260 \text{ rpm}$$

Potřebný průtok pro 260 min^{-1} .

Pozn. : Verze 2WL potřebuje pouze poloviční průtok pro vysoké otáčky.

$$Q_{MCR5.820} := \frac{V_{gMCR5.820}}{2} \cdot n_{MCR5.820} = 106600 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$$

Celkový průtok potřebný pro 4 hydromotory MCR5 .820 2WL:

$$Q_{celkový} := 4 \cdot Q_{MCR5.820} = 426400 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$$

Volba hydrogenerátoru:

Otáčky motoru Iveco C78 ENT

Vhodné otáčky by se měly pohybovat v rozmezí $1800\text{-}2000 \text{ min}^{-1}$

$$n_{C78ENT1} := 1800 \text{ rpm} \quad n_{C78ENT2} := 2000 \text{ rpm}$$

Potřebný zdvihový objem hydrogenerátoru A4VG dopočítáme podle potřebného průtoku

$$V_{gA4VG1} := \frac{Q_{celkový}}{n_{C78ENT1}} = 236.889 \text{ cm}^3 \cdot \text{rev}^{-1} \quad V_{gA4VG2} := \frac{Q_{celkový}}{n_{C78ENT2}} = 213.2 \text{ cm}^3 \cdot \text{rev}^{-1}$$

Objemové účinnosti těchto hydromotorů a hydrogenerátoru se pohybují kolem 95%-98% proto je pro výpočty zanedbáváme.

Jako hydrogenerátor pro pohon kol byl zvolen: Bosch Rexroth A4VG 210.

Volba pístových hydromotorů pro pohon čerpadel

Vstupní parametry hydrodynamického čerpadla:

$$n_{\zeta} := 3000 \text{ rpm}$$

$$P_{\zeta} := 120 \text{ kW}$$

Volím hydromotor s nakloněným bokem válcu v neregulačním provedení Bosch Rexroth A2FM

Protože hydromotor bude napojen na přímo k hydrodynamickému čerpadlu platí:

$$n_{A2FM} := n_{\zeta} = 3000 \text{ rpm} \quad P_{A2FM} := P_{\zeta} = 120 \text{ kW}$$

Pro objemovou/ mechanickou účinnost hydromotorů A2FM platí:

$$\eta_V := 0.95 \quad \eta_T := 0.95$$

Zadání specifikuje tlak na čerpadle resp. na hydromotoru:

$$\Delta p_{A4VG} := 300 \text{ bar}$$

Potřebný zdvihový objem hydromotoru lze vypočítat :

$$V_{gA2FM} := \frac{P_{A2FM} \cdot \eta_V}{\Delta p_{A4VG} \cdot n_{A2FM} \cdot \eta_T} = 80 \text{ cm}^3 \cdot \text{rev}^{-1}$$

Pro pohon hydrodynamických čerpadel byl zvolen hydromotor Bosch Rexroth A2FM 80.

Volba hydrogenerátoru pro axiální pístové hydromotory

Volba hydrogenerátoru

Byl zvolen hydromotor A2FM 80

Zdihový objem hydromotoru:

Požadované otáčky hydromotoru:

$$V_{gA2FM} := 80.4 \text{ cm}^3 \cdot \text{rev}^{-1}$$

$$n_{A2FM} := 3000 \text{ rpm}$$

Potřebný průtok pro 3000 min⁻¹.

$$Q_{A2FM} := V_{gA2FM} \cdot n_{A2FM} = 241200 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$$

Celkový průtok potřebný pro 2 hydromotory A2FM 80

$$Q_{\text{celkový}} := 2 \cdot Q_{A2FM} = 482400 \frac{\text{cm}^3}{\text{min}}$$

Volba hydrogenerátoru:

Otáčky motoru Iveco C78 ENT.

Vhodné otáčky by se měly pohybovat v rozmezí 1800 - 2000 min⁻¹

$$n_{C78ENT1} := 1800 \text{ rpm}$$

$$n_{C78ENT2} := 2000 \text{ rpm}$$

Potřebný zdvihový objem hydrogenerátoru A4VG dopočítáme podle potřebného průtoku

$$V_{gA4VG1} := \frac{Q_{\text{celkový}}}{n_{C78ENT1}} = 268 \text{ cm}^3 \cdot \text{rev}^{-1}$$

$$V_{gA4VG2} := \frac{Q_{\text{celkový}}}{n_{C78ENT2}} = 241.2 \text{ cm}^3 \cdot \text{rev}^{-1}$$

Objemové účinnosti těchto hydromotorů a hydrogenerátoru se pohybují kolem 95%-98% proto je pro výpočty zanedbáváme.

Jako hydrogenerátor pro obvod s hydrodynamickými čerpadly byl zvolen: Bosch Rexroth A4VG 280.

Výpočet tahu a teoretické rychlosti plavby

Výpočet tahu pro vodomerný pohon

Objemový průtok čerpadla:

$$Q_V := 0,2 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Průměr trysky (zvolen):

$$d_{\text{výstupní}} := 10 \text{ cm}$$

$$S_{\text{výstupní}} := \pi \cdot \frac{d_{\text{výstupní}}^2}{4} = 0,008 \text{ m}^2$$

Čerpáme vodu proto:

$$\rho_{\text{H}_2\text{O}} := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Výpočet rychlosti v trysce:

$$v := \frac{Q_V}{S_{\text{výstupní}}} = 25,465 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Pak pro tah platí:

$$F := \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot Q_V \cdot v = 5092,958 \text{ N}$$

Jelikož máme vodomety 2

$$F_c := 2 \cdot F = 10,186 \text{ kN}$$

Pro orientační výpočet odporu volím (a=ponořená část vozidla, b=šířka vozidla):

$$a := 1,25 \text{ m}$$

$$b := 1,75 \text{ m}$$

Volba koeficientu:

$$\frac{b}{a} = 1,4 \quad C_x := 1,1$$

$$F_{\text{dpor}} := C_x \cdot a \cdot b \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot v_{\text{plavby}}^2$$

$$v_{\text{plavby}} := \sqrt{\frac{F_c}{C_x \cdot a \cdot b \cdot \rho_{\text{H}_2\text{O}}}} = 7,407 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

Výpočty byly provedeny pomocí softwaru Mathcad.