

LIFTMONT CZ, s.r.o.

Nádražní 2459/35

785 01 ŠTERNBERK

www.liftmont.cz

STATICKÝ VÝPOČET

OSOBNÍ ELEKTRICKÝ VÝTAH

zak.č.: LM-20-690-21

FN OLOMOUČ

YD - 43

Zpracoval :	Ing. Petr Mika	Podpis :		V Olomouci
Schválil :	Ing. Petr Mika	Podpis :		

září 2021

1.1 Výťah

Nosnost	Q=	580 kg	QN=	5689,8 N
Klec	K=	600 kg	KN=	5886,0 N
Závaží = (K + 0,45xQ)	Z=	861 kg	ZN=	8446,4 N
Zdvih	H=	22,40 m		

1.2 Stroj

příloha je výpočet od výrobce = vyhovující

Typ stroje	TW45C	LIFTEQUIP
Hmotnost stroje	214 kg	
Výkon elektromotoru	P= 5,20 kW	
Synchronní otáčky	n= 1389 min ⁻¹	
Účinnost stroje	etavs= 0,80	
Rozteč. průměr třecího kotouče	Dt= 0,44 m	
Roztečný průměr kladky	Dk1= 0,4 m	
Počet kladek	mDk1= 1	
Roztečný průměr kladky	Dk2= 0 m	
Počet kladek	mDk2= 0	
Roztečný průměr kladky	Dk3= 0 m	
Počet kladek	mDk3= 0	
Roztečný průměr kladky	Dk4= 0 m	
Počet kladek	mDk4= 0	
Převodový poměr šneku	is= 32	
Převodový poměr čelními koly	ick= 1	
Převodový poměr kladkami	ik= 1	
Úhel klínové drážky	gama= 45 stupeň	0,785398 rad
Úhel opásání	alfa= 180,0 stupeň	pomocný výpočet P1
Úhel zářezu (pokud je)	beta= 105 stupeň	1,832596 rad

1.3 Lana

Počet lan	Im= 4	příloha je výpočet od výrobce = vyhovující
Jmenovitý průměr lana	d= 0,0100 m	PAWO F3
Jmenovitá nosnost lana	N1= 60500 N	
Hmotnost 1m lana	L1= 0,385 kg/m	pokud je stroj dole L=0
Hmotnost lan při délce H	L (LN)	LN= 338,4 N
Součinitel bezpečnosti lan	kdov= 12	

Ekvivalentní počet hnacích kotoučů	Nequiv(t) = 15,2
Počet kladek s ohybem ve stejném smyslu	Nps= 1
Počet kladek s protisměrným ohybem	Npr= 0
Střední průměr všech kladek	Dp= 0,400 mm
Počet kladek na valivých ložiskách	Pkv= 1
Počet kladek na kluzných ložiskách	Pkk= 0
Účinnost kladek	etak= 0,980
Účinnost vodítek	etav= 0,9

1.4 Vodítka klece

Počet vodítek	vm= 2	Materiál dle ČSN 41 1373
Modul pružnosti v tahu	E= 2,1E+11	
Mez pevnosti použitého vodítka	Rm= 458 Mpa	
Dov. napětí-normální provoz,nakládání	sigmapD= 195 MPa	
Dov. napětí-působení zachycovačů	sigmazD= 244 MPa	
Dov. Max. průhyb vodítka	yp= 5 mm	
Profil vodítka	70/65/9	T70-1/B
Plocha průřezu vodítka	S= 951 mm ²	
Hmotnost 1m vodítka	V1= 7,47 kg/m	
Modul průřezu ohybu v ose x	Wx= 0,9240 E-5 m ³	
Modul průřezu ohybu v ose y	Wy= 0,5350 E-5 m ³	
Moment setrvačnosti k ose x	Ix= 4,130 E-7 m ⁴	
Moment setrvačnosti k ose y	Iy= 1,865 E-7 m ⁴	
Poloměr momentu setrv. k ose x	ix= 0,0209 m	
Poloměr momentu setrv. k ose y	iy= 0,014 m	
Tloušťka spojky stojny s přírubou	c= 6 mm ²	
Max. vzdálenost podpor (kotev)	lk= 2 m	
Délka vodítek (prohl.+zdvih+hor.prost.)	26,9 m	
Hmotnost vodítka	G= 200,943 kg	

1.5 Kotvy vodítek

levá strana

Profil čelní	L50/50/5	Profil boční	L50/50/5
Modul průřezu ohybu čelní č. W1=	0,7860 E-5 m³		0,7860 E-5 m³
Modul průřezu ohybu boční č. W2=	0,3060 E-5 m³		0,3060 E-5 m³
Délka čelní části kotvy. l1=	0,15 m		0,15 m
Délka boční části kotvy. l2=	0,02 m		0,02 m
Dovolené normálové napětí sigmaD=	160 MPa		160 MPa

pravá strana

Profil čelní	L50/50/5	Profil boční	L50/50/5
Modul průřezu ohybu čelní č. W1=	0,7860 E-5 m³		0,7860 E-5 m³
Modul průřezu ohybu boční č. W2=	0,3060 E-5 m³		0,3060 E-5 m³
Délka čelní části kotvy. l1=	0,15 m		0,15 m
Délka boční části kotvy. l2=	0,02 m		0,02 m
Dovolené normálové napětí sigmaD=	160 MPa		160 MPa

1.7 Klec

Počet závěsných kabelů. nk=	4	
Hmotnost 1m kabelu C1=	0,475 kg/m	
Tíhová síla od závěs. kabelů Mtrav=	21,28 kg	
Šířka klece b=	0,840 m	
Hloubka klece c=	1,970 m	
Rozteč vodičů (výšková) h=	2,680 m	
Excentricita zatížení od nosnosti xQ=	0,246 m	
Excentricita zatížení od nosnosti yQ=	0,105 m	
Excentricita zatížení od klece xK=	0,200 m	
Excentricita zatížení od klece yK=	0,000 m	
Excentr. zatížení při nakládání x1=	0,975 m	
Excentr. zatížení při nakládání y1=	0,000 m	
Excentr. zatížení při nakládání xKn=	0,200 m	
Excentr. zatížení při nakládání yKn=	0,000 m	
Vyosení závěsu klece xS=	0,010 m	pro případ excentrického zavěšení
Vyosení závěsu klece yS=	0,000 m	

1.8 Omezovač rychlosti

Typ OR	VEGA 200	Dynatech VEGA+BETA
Rozteč. průměr třecí kladky DtOR=	0,20 m	
Rozteč. průměr nap. kladky DkOR=	0,20 m	
Hmotnost npínacího závaží mOR=	35 kg	
Úhel klínové drážky gama=	35 stupeň	0,610865 rad
Jmenovitý průměr lana dOR=	0,0060 m	
Jmenovitá nosnost lana N1=	25900 N	
Rameno zavěšení závaží	200 mm	
Součinitel bezpečnosti lana kdov=	8	

2.0 Výtahový stroj

příloha je výpočet od výrobce = vyhovující

2.1 Celkový převodový poměr

$$ic = is \cdot i_{ck} \cdot i_k \quad ic = 32$$

2.2 Vypočtená provozní rychlost

$$vv = (Pl \cdot Dt \cdot n) / (60 \cdot ic) \quad vv = 0,99998 \text{ m/s}$$

2.3 Obvodová provozní rychlost

$$vo = vv \cdot i_k \quad vo = 0,99998 \text{ m/s}$$

2.4 Obvodová síla na kotouči

$$Fo = (QN + KN \cdot ZN) / i_k + LN \quad Fo = 3467,8 \text{ N}$$

2.5 Celková účinnost výtahu

$$etac = etavs \cdot etak \cdot etav \quad etac = 0,7056$$

2.6 Potřebný výkon elektromotoru

$$Pp = (Fo \cdot vo) / (1000 \cdot etac) \quad Pp = 4,91457 \text{ kW} < \text{skutečný výkon} = 5,2 \text{ kW}$$

3.0 Nosné prostředky

příloha je výpočet od výrobce = vyhovující

3.1 Bezpečnost lan

3.1.1 Stanovení součinitele bezpečnosti Sf

$$Kp = (Dt/Dp)^4 \quad Kp = 1,464$$

$$Nequiv(p) = Kp \cdot (Nps + 4 \cdot Npr) = 1,464$$

$$Nequiv = Nequiv(p) + Nequiv(t) = 16,664$$

$$\text{poměr } (Dt/d) = 44$$

$$\text{součinitel bezpečnosti } Sf = 18,877$$

3.1.2 Kontrola bezpečnosti lan

3.1.2.1 Koeficient bezpečnosti použitého lana

$$k = (lm \cdot N1) / ((QN + KN) / i_k) + LN \quad k = 20,3119$$

$$kdov/0,7 = 17,143 < k = 20,312 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

$$Sf = 18,877 < k = 20,312 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

4.0 Třecí kotouč

příloha je výpočet od výrobce = vyhovující

4.1 Kontrola poměru průměru lana a kotouče (kladky)

$$\text{poměr } Dt/d \geq 40 \quad Dt/d = 44 \geq 40 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

$$\text{nejmenší průměr použ kladky } D_{kmin} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{poměr } D_{kmin}/d \geq 40 \quad D_{kmin}/d = 20,00 \geq 40 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

viz.certifikát lan PAWO

4.2 Třecí schopnost

$$\text{Zpomalení klece při nouzovém zastavení } az = 0,7 \text{ m/s}$$

$$\text{Min. součinitel tření (pro nakládání) } m1 = 0,1$$

$$\text{Min. součinitel tření (pro zastavenou klec) } m2 = 0,2$$

$$\text{Min. součinitel tření (pro nouzové zastavení)}$$

$$m3 = 0,1/(1+v/10) \quad m3 = 0,0909$$

4.2.1 Kontrola pro trakční kotouč s klínovou drážkou

(klínovou drážkou se zářezem - tvrzenou)

$$f_n = m_1 / \sin(\gamma/2) \quad f_n = 0,26131$$

$$e_{fan} = e^{(f_n \cdot a)} \quad e_{fan} = 2,27263$$

$$f_z = m_2 / \sin(\gamma/2) \quad f_z = 0,52263$$

$$e_{faz} = e^{(f_z \cdot a)} \quad e_{faz} = 5,16485$$

$$f_{z3} = m_3 / \sin(\gamma/2) \quad f_{z3} = 0,23756$$

$$e_{faz3} = e^{(f_{z3} \cdot a)} \quad e_{faz3} = 2,1092$$

4.2.1.1 Kontrola trakční schopnosti pro případ:

nakládání - klec zatížená 125% nosností v dolní krajní stanici

$$T_{1.1} = (1,25 \cdot Q_N + K_N) / i_k + L_N \quad T_{1.1} = 13336,7 \text{ N}$$

$$T_{1.2} = Z_N / i_k \quad T_{1.2} = 8446,4 \text{ N}$$

$$\text{poměr} \quad T_{1.1} / T_{1.2} = 1,57897 < e_{fan} = 2,27263 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

4.2.1.2 Kontrola trakční schopnosti pro případ:

zastavená prázdná klec - klec v horní krajní stanici - závaží sedí na dosedech (Z=0)

$$T_{2.1} = (K_N + M_{trav} \cdot g) / i_k \quad T_{2.1} = 6094,76 \text{ N}$$

$$T_{2.2} = Z_N / i_k + L_N \quad T_{2.2} = 338,4 \text{ N}$$

$$\text{poměr} \quad T_{2.1} / T_{2.2} = 18,0102 > e_{faz} = 5,164847 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

4.2.1.3 Kontrola trakční schopnosti pro případ:

nouzové zastavení klece - klec zatížená 125% nosností v dolní krajní stanici

$$T_{3.1} = ((1,25 \cdot Q + K) \cdot (g + a_z)) / i_k + (L \cdot (g + a_z)) \quad T_{3.1} = 14288,3 \text{ N}$$

$$T_{3.2} = Z \cdot (g - a_z) / i_k \quad T_{3.2} = 7843,71 \text{ N}$$

$$\text{poměr} \quad T_{3.1} / T_{3.2} = 1,82163 < e_{faz3} = 2,109199 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

4.3.1 Tlak v drážce třecího kotouče

$$T = (Q_N + K_N) / i_k + L_N \quad T = 11914,2 \text{ N}$$

$$p_{dov} = (12,5 + 4 \cdot v_o) / (1 + v_o) \quad p_{dov} = 8,25005 \text{ MPa}$$

$$p = (T / (m \cdot d \cdot D_t)) \cdot (4,5 / \sin(\gamma/2)) \cdot 10^{-6} \quad p = 7,96022 \text{ MPa} \leq p_{dov} = 8,2500 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

4.2.2 Kontrola pro trakční kotouč s polokruhovou drážkou se zářezem

$$f_n = m_1 \cdot (4(\cos(\gamma/2) - \sin(\beta/2))) / \pi \cdot \beta - \gamma - \sin \beta + \sin \gamma$$

$$f_n = 1,3957$$

$$e_{fan} = e^{(f_n \cdot a)} \quad e_{fan} = 80,2146$$

$$f_z = m_2 \cdot (4(\cos(\gamma/2) - \sin(\beta/2))) / \pi \cdot \beta - \gamma - \sin \beta + \sin \gamma$$

$$f_z = 0,39437$$

$$e_{faz} = e^{(f_z \cdot a)} \quad e_{faz} = 3,45198$$

$$f_{z3} = m_3 \cdot (4(\cos(\gamma/2) - \sin(\beta/2))) / \pi \cdot \beta - \gamma - \sin \beta + \sin \gamma$$

$$f_{z3} = 1,26882$$

$$e_{faz3} = e^{(f_{z3} \cdot a)} \quad e_{faz3} = 53,8447$$

4.2.2.1 Kontrola trakční schopnosti pro případ:

nakládání - klec zatížená 125% nosností v dolní krajní stanici

$$T_{1.1} = (1,25 \cdot Q_N + K_N) / i_k + L_N \quad T_{1.1} = 13336,7 \text{ N}$$

$$T_{1.2} = Z_N / i_k \quad T_{1.2} = 8446,4 \text{ N}$$

$$\text{poměr} \quad T_{1.1} / T_{1.2} = 1,57897 < e_{fan} = 80,21463 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

4.2.2.2 Kontrola trakční schopnosti pro případ:

zastavená prázdná klec - klec v horní krajní stanici - závaží sedí na dosedech (Z=0)

$$T_{2.1} = (K_N + M_{trav} \cdot g) / i_k \quad T_{2.1} = 6094,76 \text{ N}$$

$$T_{2.2} = Z_N / i_k + L_N \quad T_{2.2} = 338,4 \text{ N}$$

$$\text{poměr} \quad T_{2.1} / T_{2.2} = 18,0102 > e_{faz} = 3,451977 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

4.2.2.3 Kontrola trakční schopnosti pro případ:

nouzové zastavení klece - klec zatížená 125% nosností v dolní krajní stanici

$$T_{3.1} = ((1,25 \cdot Q + K) \cdot (g + a_z)) / i_k + (L \cdot (g + a_z)) \quad T_{3.1} = 14288,3 \text{ N}$$

$$T_{3.2} = Z \cdot (g - a_z) / i_k \quad T_{3.2} = 7843,71 \text{ N}$$

$$\text{poměr} \quad T_{3.1} / T_{3.2} = 1,82163 < e_{faz3} = 53,8447 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

4.3.2 Tlak v drážce třecího kotouče

$$T = (Q_N + K_N) / i_k + L_N \quad T = 11914,2 \text{ N}$$

$$p_{dov} = (12,5 + 4 \cdot v_o) / (1 + v_o) \quad p_{dov} = 8,25005 \text{ MPa}$$

$$p = (T / (m \cdot d \cdot D_t)) \cdot (8 \cdot \cos(\beta/2)) / (\pi \cdot \beta - \gamma - \sin \beta) \cdot 10^{-6} \quad p = 9,6096 \text{ MPa} \leq p_{dov} = 8,2500 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

5.0 Vodítka

5.1 Zatížení při působení zachycovačů

použité zachycovače klouzavé

Součinitel rázu k1= 2

$$B = k1 \cdot (KN + QN) / v_m \quad B = 11575,8 \text{ N}$$

5.1.1 Namáhání na ohyb silami ve vodících čelistech

$$F_x = k1 \cdot (QN \cdot x_Q + KN \cdot x_K) / (v_m \cdot h) \quad F_x = 962,057 \text{ N}$$

$$F_y = k1 \cdot (QN \cdot y_Q + KN \cdot y_K) / (v_m / 2 \cdot h) \quad F_y = 445,8 \text{ N}$$

$$\sigma_x = ((3 \cdot F_y \cdot l_k) / 16) / W_x \quad \sigma_x = 18,0943 \text{ MPa}$$

$$\sigma_y = ((3 \cdot F_x \cdot l_k) / 16) / W_y \quad \sigma_y = 67,4339 \text{ MPa}$$

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 85,5282 \text{ MPa} \leq \sigma_{mD} \quad 244 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

5.1.2 Namáhání na vzpěr

Součinitel rázu k3= 1

Síla způsobená pomocnými zařízeními na jedno vodítko M= 0 N

$$\lambda = l_k / i_{\min} \quad \lambda = 142,9$$

$$\omega_{370} - \text{z tabulky} \quad \omega_{370} = 3,448$$

$$\omega_{520} - \text{z tabulky} \quad \omega_{520} = 5,171$$

$$\omega = (((\omega_{520} - \omega_{370}) / (520 - 370)) \cdot (R_m - 370)) + \omega_{370} = 4,459$$

$$\sigma_k = ((B + k3 \cdot M) \cdot \omega) / S \quad \sigma_k = 54,27 \text{ MPa} \leq \sigma_{kD} \quad 244 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

5.1.3 Kombinované namáhání

$$\sigma = \sigma_m + (B + k3 \cdot M) / S = 97,70 \text{ MPa} \leq \sigma_{mD} \quad 244 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m = 131,249 \text{ MPa} \leq \sigma_{cD} \quad 244 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

5.1.4 Namáhání příruby vodítka na ohyb

$$\sigma_F = (1,85 \cdot F_x) / c^2 \quad \sigma_F = 49,439 \text{ MPa} \leq \sigma_{FD} \quad 244 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

5.1.5 Průhyby

$$\Delta y = (0,7 \cdot F_x \cdot l_k^3) / (48 \cdot E \cdot I_y) \quad \Delta y = 2,87 \text{ mm} \leq y_D = 5 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

$$\Delta x = (0,7 \cdot F_y \cdot l_k^3) / (48 \cdot E \cdot I_x) \quad \Delta x = 0,60 \text{ mm} \leq y_D = 5 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

5.1.6 Síly působící na podlahu prohlubně

Fp1 - pod každým vodítkem

$$Fp1 = 10 \cdot G + B \quad Fp1 = 13585,2 \text{ N}$$

Fp2 - pod nárazníky klece

$$Fp2 = 40 \cdot (K + Q) \quad Fp2 = 47200 \text{ N}$$

Fp3 - pod vyvažovacím závažím

$$Fp3 = 40 \cdot Z \quad Fp3 = 34440 \text{ N}$$

5.2 Zatížení "normální provoz - jízda"

Součinitel rázu k2= 1,2

$$F_{xj} = (k2 \cdot (QN \cdot (x_Q - x_S) + KN \cdot (x_K - x_S))) / (v_m \cdot h) \quad F_{xj} = 551,318 \text{ N} \leq F_x = 962 \text{ N}$$

$$F_{yj} = (k2 \cdot (QN \cdot (y_Q - y_S) + KN \cdot (y_K - y_S))) / (v_m / 2 \cdot h) \quad F_{yj} = 267,506 \text{ N} \leq F_y = 446 \text{ N}$$

5.3 Zatížení "normální provoz - nakládání"

platí pro výtahy do nosnosti 2500 kg

$$F_s = 0,4 \cdot QN \quad F_s = 2275,92 \text{ N}$$

$$F_{xn} = (KN \cdot x_{Kn} + F_s \cdot x_1) / (v_m \cdot h) \quad F_{xn} = 633,624 \text{ N} \leq F_x = 962 \text{ N}$$

$$F_{yn} = (F_s \cdot y_1) / (v_m / 2 \cdot h) \quad F_{yn} = 0 \text{ N} \leq F_y = 446 \text{ N}$$

Protože síly F_x a F_y pro případ zatížení normální provoz-jízda a normální provoz - nakládání jsou menší než síly vypočtené pro případ zatížení při působení zachycovačů, není opakován výpočet vodítek pro tyto případy zatížení.

5.4 Kotvy vodítek

5.4.1 Namáhání ohybem čelní části

Levá strana

$$\sigma_o = (Q_N + K_N) \cdot l_1 / (36 \cdot W_1) = 61,36 \text{ MPa} \leq \sigma_{D160} \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

Pravá strana

$$\sigma_o = (Q_N + K_N) \cdot l_1 / (36 \cdot W_1) = 61,36 \text{ MPa} \leq \sigma_{D160} \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

5.4.2 Namáhání ohybem boční části

Levá strana

$$\sigma_o = (Q_N + K_N) \cdot l_1 / (36 \cdot 2 \cdot W_1) = 10,51 \text{ MPa} \leq \sigma_{D160} \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

Pravá strana

$$\sigma_o = (Q_N + K_N) \cdot l_1 / (36 \cdot 2 \cdot W_1) = 10,51 \text{ MPa} \leq \sigma_{D160} \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

6.0 Ověření nárazníků

6.1 Nárazníky klece

pužitý typ nárazníku	D2-D
počet nárazníků	2
zatížení jednoho nárazníku	590 kg
dosedací hmotnost min	330 kg
dosedací hmotnost max	1250 kg

6.1.1 Kontrola stlačení

potřebné minimální stlačení nárazníků odpovídá ČSN EN 81-20, podle přiloženého certifikátu

6.2 Nárazníky závaží

pužitý typ nárazníku	D2-D
počet nárazníků	1
zatížení jednoho nárazníku	861 kg
dosedací hmotnost min	330 kg
dosedací hmotnost max	1250 kg

6.2.1 Kontrola stlačení

potřebné minimální stlačení nárazníků odpovídá ČSN EN 81-20, podle přiloženého certifikátu

7.0 Kontrola nosníků

7.1 Roznášecí nosníky ve strojovně

Počet nosníků nzn=	4
Profil nosníku	U140
Modul průřezu ohybu v ose x $W_x =$	86,40 E-6 m ³
Moment setrvačnosti k ose x . . $I_x =$	6,050 E-6 m ⁴
Délka nosníku (činná) l =	3,3 m
Dovolené napětí σ_{D96}	96 MPa

7.1.1 Namáhání na ohyb

$$\sigma = (Q_N + K_N + Z_N + S_N) \cdot k \cdot l / (nzn \cdot 4 \cdot W_x) = 69,9 \text{ MPa} \leq \sigma_{D96} \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

7.1.2 Průhyb nosníku

$$y_D = l / 1000 \quad y_D = 3,3 \text{ mm}$$
$$\Delta y = ((Q_N + K_N Z_N + S_N) \cdot k \cdot l^3) / (nzn \cdot 48 \cdot E) = 3,3 \text{ mm} \leq y_D = 3,3 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

ve strojovně je 2x dvojice U140-3600, mezi podpěrami 3300, podle stavebního projektu...

8.0 Omezovač rychlosti

8.1 Kontrola poměru průměru lana a kladky

poměr $D_{tOR} / d_{OR} \geq 30$ $D_{tOR} / d_{OR} =$	33,3 ≥ 30	--- VYHOVUJE
poměr $D_{kOR} / d_{OR} \geq 30$ $D_{kOR} / d_{OR} =$	33,3 ≥ 30	--- VYHOVUJE

8.2 Kontrola bezpečnosti lana OR

8.1.1 Výpočet max. síly v laně OR při vybavení OR

$$F_{nOR} = m_{iOR} / \sin(\gamma_{aOR} / 2) \quad F_{nOR} = 0,6651$$
$$e_{fanOR} = e^{\lambda(F_{nOR} \cdot a_{OR})} \quad e_{fanOR} = 8,08021$$

$$T_{1.2OR} = (m_{OR} \cdot (RZ + 175) / 175) = 735,8 \text{ N}$$

$$T_{1.1OR} = T_{1.2OR} / 2 \cdot e_{fanOR} = 2972,5 \text{ N}$$

8.1.2 Koeficient bezpečnosti použitého lana

$$K_{OR} = N_1 / T_{1.1OR} \quad K_{OR} = 8,71 > K_{dovOR} = 8 \quad \text{--- VYHOVUJE}$$

Machine calculation

Offer **2021.06.25.042.652.Mika**
Date **25.06.2021**
Customer number **85073**
Suspension **1:1**

Commission: **LM-20-690-21, FNOL YD-43**

Technical data (Geared ASM)

Rated load	Q = 580	kg
Maximum car mass	P _{max} = 600	kg
Maximum cw weight (P _{max} + 0,45 * Q + M _{Trav} /2)	Mcw _{tmax} = 868	kg
Travel height	H = 22,4	m
Total force travelling cable+compensation chain	F _{Trav} = 137	N
Force of suspension ropes [N]	F _{sr} = 338	N
Force of compens. unit [N]	F _{cr} = 0	N
Machine type	TW45	
Gear ratio	32:1	
Traction sheave diameter	D _t = 440	mm
Rope diameter PAWO F3	d _r = 10	mm
Quantity of suspension ropes	n _s = 4	ST
Number of rope pulleys (Rolling bearing)	N _p = 1	
Total effic. of rope pulleys	η ₃ = 0,995	
Gear efficiency η _{2brh} = 0,18, η _{2trh} = 0,46, η _{2br} = 0,76,	η _{2tr} = 0,74	
Starts per hour	Z = 180	
Operating time of lift	ED = 50	%
Power supply	U = 400	V
Frequency of the supply	f = 50	Hz
Shaft coeff.friction car guide	MyRF = 0,02	
Shaft coeff.friction cw guide	MyRG = 0,01	
Rated speed	v _{ger} = 1	m/s
Motorspeed (1250 - 1800)	n _{ger} = 1389	1/min
Radius of inertia(motor shaft)	y = 0,00688	

Overweight forces, replacement weight forces, torques

K1u = 3714	K2o = 3035	K3o = 2859	K4u = 2290	N
K1m = 3446	K2m = 2764	K3m = 3128	K4m = 2560	N
K1o = 3178	K2u = 2493	K3u = 3398	K4o = 2829	N
		Gma3o = 20878	Gmv1o = 20559	N
MLHhr = 55,8	MAH = 54,4	MLH = 34,7	MLHm = 29,8	Nm
	MVB = -30,2	MLB = -17,7	MLBm = -15,3	Nm
Required motor output	PLBm = 2,2	PLHm = 4,34	PNerf = 4,34	kW
Motor list data (L)	C 5,2 400 TW45/TW63 00	MT132S4 - STD / 5,5kW	PN = 5,2	kW
kproj = 483 mm	MN = 36 Nm	MA = 70 Nm	Ueff = 340	V
Etam = 0,82	IN = 12,5 A	IA = 20		
Mass moments of inertia	J1 = 0,0045	Jh = 0,01	Jm = 0,017	kgm ²
J2a = 0,1369	Jgesa = 0,1691	J2v = 0,075	Jgesv = 0,1072	kgm ²
Acceleration	amin = 0,5	amax = 0,8	abetr = 0,8	m/s ²
Operating data ILH = 12,26 A	ILHm = 11,12 A	IAHb = 16,41 A	MAHb = 54,4	Nm
Brake	MBr = 100 Nm	0.5*MBr / ABS(MLB) = 2,82		
UBr = 180/90V DC	aBr _{min} = 0,4	aBr = 5,28	aBr/2 = 2,07	m/s ²
		Uue/lue = 180 V / 1,7 A	Uh/lh = 90 V / 0,84 A	
Generatonic efficiency		PGLBm = 1,8	PGVB = 2,88	kW
	Travel time over entire travel height	tH = 22,4		s
Frequency inverter (L)	MFC 20-15 ASM V1	Sunen = 11 kVA	Sumax = 18,5	kVA
Etau = 0,97	λ = 0,94	Iu _{nen} = 18 A	Iu _{max} = 30	A
Type of braking resistor: BR 22/1.9		PRB = 0	PRB2 = 4,1	kW

Machine calculation

Offer **2021.06.25.042.652.Mika**

Date **25.06.2021**

Customer number **85073**

Commission: **LM-20-690-21, FNOL YD-43**

Suspension **1:1**

Motor operating output (EVU sheet)

Electrical connected load (without control system)

Heat dissipation

Qg = 1775

Qz = 63

Qm = 1171

Qs = 3600

(PMR = Qg + Qm + Qu + Qrb + Qz + Qs)

SBLH = 5,8

IBLH = 8,38

Qu = 137

PBLH = 4,34

SBAH = 8,91

IBAH = 12,86

PMR = 7880

Qrb = 1134

kW

kVA

A

kJ/h

kJ/h

Please check that all supposed values are met in your construction site. The calculations of shaft, traction and braking torque rely on that.

Machine calculation

Offer **2021.06.25.042.652.Mika**
Date **25.06.2021**
Customer number **85073**
Suspension **1:1**

Commission: **LM-20-690-21, FNOL YD-43**

Input values

Rated speed [m/s]	$v_n = 1$	m/s
Travel height	$H = 22,4$	m
Depth of side positioned drive (from top landing)	depth = 0	m
Suspension	roping = 1:1	
Rated load	$Q = 580$	kg
Maximum car mass	$P_{max} = 600$	kg
Compensation rated load CW	$Q \% = 45$	%
Rope diameter PAWO F3	$d_{sr} = 10$	mm
Quantity of suspension ropes	$n_{sr} = 4$	ST
S.ropes mass per meter	$S_{sr} = 0,385$	kg/m
Trav.cabl.mass per meter[kg/m]	$S_{Trav} = 1,25$	kg/m
Number of rope pulleys	$N_p = 1$	
Total effic. of rope pulleys (Rolling bearing)	$\eta_3 = 0,995$	
Power supply	U line = 400	V
Minimale relative Netzspannung	90	%
Frequency of the supply	$f = 50$	Hz
For energy recovery	no	
Shaft coeff.friction car guide	$\mu_{RF} = 0,02$	
Shaft coeff.friction cw guide	$\mu_{RG} = 0,01$	
Coolant temperature	$k_{coo} = 40$	°C
Altitude above sea level	$k_{loc} = 1000$	m
Starts per hour	$c/h = 180$	
Operating time of lift	$OT = 50$	%
Minimum acceleration	$a_{min} = 0,5$	m/s ²
Maximum acceleration	$a_{max} = 0,8$	m/s ²
Machine type (Geared)	TV45	
Gear ratio	32:1	
Gear rated effic. at driving	$\eta_{2tr} = 0,74$	
Gear rated effic. at braking	$\eta_{2br} = 0,76$	
Gear start. effic. at driving	$\eta_{2trh} = 0,46$	
Gear start. effic. at braking	$\eta_{2brh} = 0,18$	
Type of wrap	SW	
Traction sheave diameter	$D_t = 440$	mm

Calculated values

Radius of inertia(motor shaft)	$y = 0,00688$	
Maximum cw weight ($P_{max} + 0,45 * Q + M_{Trav}/2$)	$M_{cw_{max}} = 868$	kg
Force of suspension ropes [N]	$F_{sr} = 338$	N
Force of compens. unit [N]	$F_{cr} = 0$	N
Total force travelling cable+compensation chain	$F_{Trav} = 137$	N

Machine calculation

Offer 2021.06.25.042.652.Mika

Date 25.06.2021

Customer number 85073

Commission: LM-20-690-21, FNOL YD-43

Suspension 1:1

Overweight forces		
Accel. full up, car bottom	$k1_{down} = 3714$	N
Accel. full up, car middle	$k1_{mid} = 3446$	N
Accel. full up, car top	$k1_{top} = 3178$	N
Decel. full down, car top	$k3_{top} = 2859$	N
Decel. full down, car middle	$k3_{mid} = 3128$	N
Decel. full down, car bottom	$k3_{down} = 3398$	N
Accel. empty down, car bottom	$k2_{top} = 3035$	N
Accel. empty down, car middle	$k2_{mid} = 2764$	N
Accel. empty down, car bottom	$k2_{down} = 2493$	N
Decel. empty up, car bottom	$k4_{down} = 2290$	N
Decel. empty up, car middle	$k4_{mid} = 2560$	N
Decel. empty up, car top	$k4_{top} = 2829$	N
Replacement force of transl. Masses at acceleration	$Gma3o = 20878$	N
Replacement force of transl. Masses at deceleration	$Gmv1o = 20559$	N
Mass moment inertia of motor	$J_{mot} = 0,017$	kgm ²
Mass moment inertia of all pulleys	$J_{pul} = 0,55$	kgm ²
Mass mom.inertia of hand wheel	$J_h = 0,01$	
Mass moment of inertia of gear	$J1 = 0,0045$	
Moment of inertia acceleration	$J2a = 0,1369$	kgm ²
Total moment of inertia acceleration	$J_{total a} = 0,1691$	kgm ²
Moment of inertia deceleration	$J2v = 0,075$	kgm ²
Total moment of inertia deceleration	$J_{total v} = 0,1072$	kgm ²
Full load break torq.at frict.	$T_{lhr} = 55,8$	Nm
Full load torque	$T_{lh} = 34,7$	Nm
Rating lift moment	$T_{lhm} = 29,8$	Nm
Full load start.torq. for amax	$T_{ah} = 54,4$	Nm
Braking torque of full load	$T_{lb} = -17,7$	Nm
Rating of braking torque	$T_{lbm} = -15,3$	Nm
Decelerat. torque of full load	$T_{vb} = -30,2$	Nm
Min. rotation speed of drive	$n_{min} = 1250$	1/min
Max. rotation speed of drive	$n_{max} = 1800$	1/min
Planning drive rotation speed	$n = 1389$	1/min
Rotation at end of acceleration phase	$n_{char oper} = 833$	1/min
Power of full load	$P_{lh} = 5,04$	kW
Rating lift power	$P_{lhm} = 4,34$	kW
Required motor power	$P_{req} = 4,34$	kW
Braking power of full load	$P_{lb} = 2,6$	kW
Rating of braking power	$P_{lbm} = 2,2$	kW
Generatoric effective power	$P_{glbm} = 1,8$	kW
Max. generatoric effec. power	$P_{gvb} = 2,88$	kW
Motor type C 5,2 400 TW45B/TW63 00 (L)		
Nominal power of motor	$P_{nom} = 5,2$	kW
Rated torque of motor	$T_{nom} = 36$	Nm
Operating drive rotation speed	$n_{rot} = 1389$	1/min
Nominal current	$I_{nom} = 12,5$	A
Starting torque of motor	$T_{a nom} = 70$	Nm
Starting current of motor	$I_{a nom} = 20$	A
Effective voltage	$U_{eff} = 340$	V
Motor efficiency	$\eta = 0,82$	
Weight of motor	$m = 50$	kg
Planning gauge	$k_{proj} = 483$	mm
System of protection motor	IP55	
Operating data		
Operating Acceleration	$a_{oper} = 0,8$	m/s ²
Motor current of full load	$I_{lhTlh} = 12,26$	A
Operating motor current	$I_{lh} = 11,12$	A
Op.current of full load, abter	$I_{ah} = 16,41$	A

Machine calculation

Offer **2021.06.25.042.652.Mika**
Date **25.06.2021**
Customer number **85073**
Suspension **1:1**

Commission: **LM-20-690-21, FNOL YD-43**

Full load start.torq.for abetr	$T_{ah_{oper}} = 54,4$	Nm
Type of inverter MFC 20-15 ASM V1 (L)		
Output-rated current of frequency inverter	$I_{nom_{out}} = 18$	A
Output-max current of frequency inverter	$I_{max_{out}} = 30$	A
Output-overload current of frequency inverter	$I_{overload_{out}} = 31$	A
Output-rated power of frequency inverter	$S_{nom_{out}} = 11$	kVA
Output-max power of frequency inverter	$S_{max_{out}} = 18,5$	kVA
Network power factor	$\lambda = 0,94$	
Efficiency frequency inverter	$\eta = 0,97$	
Lost heat access. of freq.inv.	$P_{v_{acc}} = 50$	W
Type of brake resistor	BR 22/1.9	
Schutzart der Steuerung		
Electrical connected load (without control system)		
Motor operating output (EVU sheet)	PBLH = 4,34	kW
Input-rated current of frequency inverter	$I_{line_{rms}} = 8,38$	A
Input-max current of frequency inverter	$I_{line_{max}} = 12,86$	A
Input-rated power of frequency inverter	$S_{line_{rms}} = 5,8$	kVA
Input-rated power full car starting of inverter	$S_{line_{max}} = 8,91$	kVA
Cable load correction		
suspension rope weighting	TSGF = 1539	g/m
Tr.c. lower rope weight factor	HKUSGF = 312	g/m
Brake (electrical supply)		
Type of brake	2X50RSZ	
Mech. brak. torque, oper.brake	$T_{brake} = 100$	Nm
Maximum acceleration	$a_{max} = 0,8$	m/s ²
Min.decelerat.at one brakecir.	$a_{min} = 0,4$	m/s ²
Safety factor of mech.brake	$T_{brake} / (2 * Abs(T_{lb})) = 2,82 > 1,3$ (min)	
Decel. of total mech. brake	$a_{brake} = 5,28 > 0,8$	m/s ²
Decel. of one brake circuit	$a_{brake} / 2 = 2,07 > 0,4$	m/s ²
Brake voltage	$U_{pick\ up/stat} = 180/90V$ DC	
Brake current at pick up	$I_{pick\ up} = 1,7$	A
Brake current at holding	$I_{stat} = 0,84$	A
Air conditioning system – Heat dissipation		
Heat loss of controller	$Q_{contr} = 3600$	kJ/h
Heat loss of motor	$Q_{mot} = 1171$	kJ/h
Heat loss of gear	$Q_{gear} = 1775$	kJ/h
Heat loss of frequency inverter	$Q_{inverter} = 137$	kJ/h
Verlustwärme Bremswiderstand	$Q_{rb} = 1134$	kJ/h
Heat loss additional devices of frequency inverter	$Q_s = 63$	kJ/h
Total cooling load	$Q_{total} = 7880$	kJ/h

Traction, EN81-20 - datasheet

Offer 2021.06.25.042.652.Mika

Date 25.06.2021

Customer number 85073

Commission: LM-20-690-21, FNOL YD-43

Suspension 1:1

Technical Data

Rated load
Maximum car mass
Minimum car mass
Rated speed [m/s]
Travel height
Total force travelling cable+compensation chain (STrav = 1,25 kg/m)
Maximum cw weight ($P_{max} + 0,45 * Q + M_{Trav}/2$)
Minimum cw mass ($P_{min} + 0,45 * Q + M_{Trav}/2$)

Q = 580 kg
Pmax = 600 kg
Pmin = 600 kg
vn = 1 m/s
H = 22,4 m
FTrav = 137 N
Mcwtmax = 868 kg
Mcwtmin = 268 kg

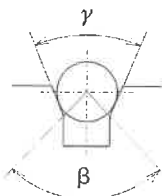
Rope Data

Suspension rope type
Rope diameter
Quantity of suspension ropes
Min. breaking load of a rope
Force of suspension ropes [N]
Force of compens. unit [N]

PAWO F3
dr = 10 mm
ns = 4 ST
BKmin = 60500 N
Fsr = 338 N
Fcr = 0 N

Traction Sheave Data

Groove type
Traction sheave diameter
Wrap angle
Undercut angle
Opening angle
Hardened sheave
Traction sheave width
No. of traction sh. grooves
Distance between grooves



V-groove
Dt = 440 mm
α = 160 deg
β = 105 deg
γ = 45 deg
Yes
Brt = 115 mm
nt = 4
RAAt = 18 mm

Pulley Data

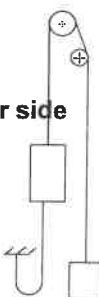
Rope pulleys in general

Number of rope pulleys
Average diameter of rope pulleys

Np = 1
Dp = 400 mm

Rope pulleys between traction sheave and car side

Number of pulleys with simple rope bends
Number of pulleys with reversed rope bends
No. of safety fr. rope pulleys
Based mass of reeving pulleys
Based mass of rope pulleys
Based mass of deflection pulley (dw)



NPDScar = 0
NPDRcar = 0
NPcar = 0
mPcar = 0 kg
mPDcar = 0 kg
mPDWcar = 0 kg

Rope pulleys between traction sheave and counterweight side

Number of pulleys with simple rope bends
Number of pulleys with reversed rope bends
No. rope pulleys of cw frame
Based mass of reeving pulleys
Based mass of rope pulleys
Based mass of deflection pulley (dw)

NPDScwt = 1
NPDRcwt = 0
NPCwt = 0 ST
mPCwt = 0 kg
mPDcwt = 13,8 kg
mPDWcwt = 0 kg

Traction, EN81-20 - result sheet

Offer 2021.06.25.042.652.Mika

Date 25.06.2021

Customer number 85073

Commission: LM-20-690-21, FNOL YD-43

Suspension 1:1

Calculation traction

Car loading

Required traction at loading

Actual traction at loading

$T1/T2 \leq e^{f\alpha}$ OK

$T1/T2 = 1,5662$

$e^{f\alpha} = 2,0745$

Emergency braking condition

Required traction at emergency braking

Actual traction at emergency braking

$T1/T2 \leq e^{f\alpha}$ OK

$T1/T2 = 1,629$

$e^{f\alpha} = 1,9414$

Car stalled condition

Admissible traction at car stalled

Actual traction at car stalled

$T1/T2 \geq e^{f\alpha}$ OK

$T1/T2 = 17,7992$

$e^{f\alpha} = 4,3036$

Calculation rope safety

Anzahl der äquivalenten Seilrollen

Equivalent number of pulleys

Actual rope safety

Minimum rope safety

Min.rope safety rope lifetime

$N_{equiv} = 1,5$

$N_{equiv} = 12,3$

$SF_{ist} = 20,32$ OK

$SF_{min} = 12$

$SF = 17,28$

Minimum diameter of pulley

Necessary minimum diameter of pulley

Traction sheave diameter

Minimum diameter of rope pulleys

$D_{min} = 400$ mm

$D_t = 440$ mm

$D_{p_{min}} = 400$ mm

Traction sheave shaft

Offer 2021.06.25.042.652.Mika

Date 25.06.2021

Customer number 85073

Commission: LM-20-690-21, FNOL YD-43

Suspension 1:1

Technical Data

Rated load

Maximum car mass

Compensation rated load CW

Maximum cw weight

Travel height

Machine type

Total force travelling cable+compensation chain

Force of suspension ropes [N]

Traction sheave diameter

Mass of traction sheave

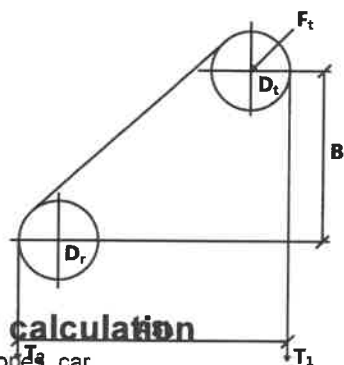
Diameter of rope pulley

Mass of diverter pulley

Wrap angle

Rope ramp at car on

Q = 580 kg
P_{max} = 600 kg
q% = 45 %
M_{cwt}_{max} = 868 kg
H = 22,4 m
TW45C
F_{Trav} = 137 N
F_{sr} = 338 N
D_t = 440 mm
M_t = 45 kg
D_r = 400 mm
M_p = 0 kg
α = 160 deg
Traction sheave



Shaft load calculation

Max.force of all ropes, car

Max.force of all ropes, cw

TS actual force of shaft

TS permissible force of shaft

F_t ≤ F_{tzul} OK

T₁ = 11709 N

T₂ = 8850 N

F_t = 20689 N

F_{tzul} = 30000 N

Proof of TS shaft with Q

Lift Settings

Offer **2021.06.25.042.652.Mika**

Date **25.06.2021**

Customer number **85073**

Commission: **LM-20-690-21, FNOL YD-43**

Suspension **1:1**

Rated load	580	kg
Car mass	600	kg
Compensation rated load CW	45	%
Rated speed [m/s]	1	m/s
Drive	TW45	
Gear ratio	32:1	
Motor	C 5,2 400 TW45B/TW63 00	
Frequency inverter	MFC 20-15 ASM V1	
Pole pair no	2	
Planning drive rotation speed	1389	1/min
Frequency of supply	50	Hz
Nominal current	12,5	A
Effective voltage	340	V
Nominal power of motor	5,2	kW
Motor connection	star connected	

