



VÝPOČET OVĚŘUJÍCÍ POUŽITELNOST VÝTAHOVÝCH ČÁSTÍ DLE ČSN EN 81-50 ed.2, ČSN EN 81-20 ed.2

OBSAH:	Název	strana
I.	Hlavní údaje výtahu	2
II.	Použité materiály	2
III.	Kontrola vodiček	2,3,4,5
IV.	Určení velikosti průměru kladky	6
V.	Výpočet a ověření nosných lan	6
VI.	Kontrola lanových závěsů - kotvení lana	6
VII.	Rozměry a výpočet nárazníků akumulující energii	7
	Soupis výsledných hodnot pro výkr. dokumentaci	7

 Lifts <small>LIFT COMPONENTS, s.r.o.</small>	VYPRACOVAL:	Klus M.	
	DNE:	07.03.2025	
	SCHVÁLIL:	Provazník M.	
	ČÍSLO ZAKÁZKY:	22638-0225	
UMÍSTĚNÍ:	NÁM. REPUBLIKY 75/2, ŽDÁR NAD SÁZAVOU		
TYP:		Č. DOKUMENTU:	
LCHYDROspace 1000		22638-0225-PVP	

I. Hlavní údaje výtahu

Druh výtahu	LC HYDROspace 1000	
Nosnost	1000	kg
Maximální únosnost	1000	kg
Jmen. rychlost $v =$	0,5	m/s
Zdvih výtahu $H =$	6 880	mm
Hmotnost rámu	321	kg
Hmotnost klece	450	kg
Hmotnost operátoru	237	kg
Tíhové zrychlení $g_n =$	10	m/sec ²
	2	

Zatížení výtahu	$Q =$	10000	N
Dov. zatížení výtahu	$Q_s =$	10000	N
Tíha rámu	$A_r =$	3210	N
Tíha klece	$C_a =$	4500	N
Tíha operátoru	$O_p =$	2370	N
Tíha klece, rámu, op.	$P =$	10080	N

Hmotnost lan a kabelů	
Použité lano	6x19 SEAL-FC, 1770
Počet lan	5
Použitý průměr lana	11 mm
Hmotnost jednoho lana	7,1 kg

Tíha lan a kabelů			
Nosná lana	$N_l =$	155	N
Kompenzační lana	$K_l =$	0	N
Tažené el. kabely	$E_l =$	57	N

Hmotnost nosných lan nad klecí (protiváha) klec (protiváha) v dolní stanici	15,5	kg
Hmotnost kompenzačních lan pod klecí (protiváha) klec (protiváha) v horní stanici	0	kg
Hmotnost elektr. kabelů pod klecí, klec v horní stanici	5,7	kg

II. Použité materiály

Pro namáhané ocelové součásti jsou použity materiály těchto pevnostních charakteristik - pokud není uvedeno jinak

Modul pružnosti $E = 210000$ MPaMez pevnosti $R_m = 370$ MPaMez kluzu $R_{p0,2} = 230$ MPa

Dovolené namáhání normální provoz, nakládání a vykládání

 $\sigma_{perm} = 165$ MPa

Dovolené namáhání - činnost bezp. zařízení

 $\sigma_{perm} = 205$ MPa**III. Kontrola vodiček - klec**Typové označení **RP 90**Rozměry vodička **T 90x75x16**počet vodiček $n = 2$ Největší vzdálenost dvou sousedních podpor vodička $l = 700$ mmpočet kotev na vodičku $n_b = 16$ ks

Hodnoty součinitele rázu dle ČSN EN 81-50 ed.2, ČSN EN 81-20 ed.2, kap.5.7.4.4

 $k_1 = 3$ $k_2 = 1,2$ $k_3 = 1$ **Průřezové charakteristiky zvoleného vodička**

Průřez $A =$	1725	mm ²	$J_x =$	1020000	mm ⁴
Hmotnost 1 m $G =$	13,55	kg/m	$J_y =$	526000	mm ⁴
$W_x =$	20870	mm ³	$i_y =$	24,3	mm
$W_y =$	11800	mm ³	$i_x =$	17,5	mm
$M_g =$	156	kg			

Vzpěrná síla způsobená klecí

$$F_v = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n} + (M_g \cdot g_n) + F_p = 31677 \text{ N}$$

 F_p u zdvihů nepřesahujících 40m, může být zanedbána**Zatížení prahu během nakládání a vykládání**

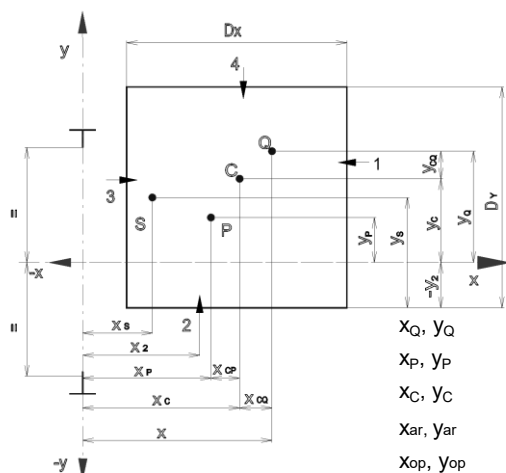
$$F_s = c \cdot g_n \cdot Q = 4000 \text{ N}$$

 $c = 0,4$

volba dle ČSN EN 81-50 ed.2, ČSN EN 81-20 ed.2, kap.5.7.2.3.6

Namáhání vodítek na ohyb - působení zachycovačů**a) namáhání vodítek k ose Y vodítka silami ve vodících čelistech**

obr. 1



$$x_Q = x_C + \frac{D_x}{8}$$

$$y_Q = y_C$$

$D_x =$	1480	mm
$D_y =$	1700	mm
$h =$	2714	mm
$x_C =$	960	mm
$x_{ar} =$	320	mm
$x_{op} =$	1297,5	mm
$x_Q =$	1145,00	mm
$x_P =$	835,5	mm

vzdálenosti těžiště jmenovitého zatížení "Q" k vodítku
vzdálenosti těžiště a hmotnosti klece "P" k vodítku
vzdálenosti středu klece "C" k vodítku
vzdálenost těžiště rámu k vodítku
vzdálenost těžiště operátoru k vodítku

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} = 10983,2 \text{ N} \quad M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = 1441545 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = 122,2 \text{ MPa}$$

b) namáhání vodítek k ose X vodítka silami ve vodících čelistech

viz obr. 1

$$y_Q = y_C + \frac{D_y}{8}$$

$$x_Q = x_C$$

$y_Q =$	212,5	mm
$y_P =$	0,0	mm
$y_C =$	0	mm
$y_{ar} =$	0	mm
$y_{op} =$	0	mm

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h} = 2349 \text{ N} \quad M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} = 308297 \text{ Nmm} \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = 14,8 \text{ MPa}$$

Vzpěr

Vzpěrná síla způsobená klecí při činnosti zachycovačů - jedno vodítko

$$F_v = 31677 \text{ N}$$

Podpřené vodítko namáhání na vzpěr

Štíhlostní poměr

$$\lambda = l / \sqrt{(J_y \cdot A^{-1})} = 40$$

$$l_k = l = 700 \text{ mm}$$

Součinitel vzpěrnosti - hodnota omega - viz. ČSN EN 81-50 ed.2, ČSN EN 81-20 ed.2, kap.5.10.3, oceli s pevností v tahu $R_m = 370 \text{ MPa}$

$$\omega = 1,138$$

Napětí v jednom vodítku M_{aux} síla způsobená pomocným zařízením na jedno vodítko

$$\sigma_k = \frac{(F_v + k_3 \cdot M_{aux}) \cdot \omega}{A} = 21 \text{ MPa}$$

$$M_{aux} = 0 \text{ N}$$

Kombinované namáhání : vzpěr, ohyb, tlak/tah - působení zachycovačů

namáhání na ohyb

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 137 \text{ MPa}$$

$$< \sigma_{perm} = 205 \text{ MPa}$$

namáhání na ohyb a tlak

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{aux}}{A} = 155 \text{ MPa}$$

$$< \sigma_{perm} = 205 \text{ MPa}$$

namáhání na ohyb a vzpěr

$$\sigma = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m = 144 \text{ MPa}$$

$$< \sigma_{perm} = 205 \text{ MPa}$$

Vyhovuje**Vyhovuje****Vyhovuje**

Namáhání příruby vodítka na ohyb - působení zachycovačů

σ_F = místní namáhání v ohybu příruby vodítka v N/mm²;
 F_x = síla způsobená vodící čelisti na vodící plochu vodítka v N;
 c = tloušťka spojky mezi přírubou a stojnou v mm

f =	10	mm
l =	140	mm
c =	10	mm
h_1 =	75	mm
b =	13,5	mm

$$\sigma_F = \frac{F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} = 126 \text{ MPa}$$

$$< \sigma_{\text{perm}} = 205 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

Průhyby vodítka - působení zachycovačů

F_x = síla z vedení k ose X v mm;
 F_y = síla z vedení k ose Y v mm;
 l = největší vzdálenost mezi kotvami vodiček;
 E = modul pružnosti v N/mm²;
 J_x = moment setrvačnosti ve vztahu k ose X v mm⁴;
 J_y = moment setrvačnosti ve vztahu k ose Y v mm⁴.

F_x =	10983	N
F_y =	2349	N
l =	700	mm
E =	210000	MPa
J_x =	1020000	mm ⁴
J_y =	526000	mm ⁴

$$\delta_x = \text{průhyb v ose X v mm} \quad \delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y} + \delta_{\text{str-x}} = 0,5 \text{ mm} \quad < \sigma_{\text{perm}} = 5 \text{ mm}$$

Vyhovuje

$$\delta_y = \text{průhyb v ose Y v mm}; \quad \delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x} + \delta_{\text{str-y}} = 0,1 \text{ mm} \quad < \sigma_{\text{perm}} = 5 \text{ mm}$$

Vyhovuje

Vzhledem ke stavě je průhyb $\delta_{\text{str-x(y)}}$ brán: 1) zděná šachty = 0, konstrukce =

Namáhání vodítek na ohyb - normální provoz, jízda

Rozložení zatížení - viz. obr.1

a) namáhání na ohyb k ose Y vodítka silami ve vodících čelistech:

x_Q =	1145,0	mm	y_Q =	212,5	mm
x_P =	835,5	mm	y_P =	0,0	mm
x_C =	960,0	mm	y_C =	0,0	mm
x_S =	0,0	mm	y_S =	0,0	mm

x_S, y_S vzdálenosti bodu závěsu "S" k ose vodítka

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S)]}{n \cdot h} = 4393 \text{ N}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = 576618 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = 48,9 \text{ MPa}$$

b) namáhání na ohyb k ose x vodítka silami ve vodících čelistech:

x_S, y_S vzdálenosti bodu závěsu "S" k ose vodítka

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \cdot h} = 940 \text{ N}$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} = 123319 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = 5,91 \text{ MPa}$$

Kombinované namáhání : vzpěr, ohyb, tlak - normální provoz, jízda

$$\text{namáhání na ohyb} \quad \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 55 \text{ MPa} \quad < \sigma_{\text{perm}} = 165 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

$$\text{namáhání na ohyb a tlak} \quad \sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{\text{aux}}}{A} = 56 \text{ MPa} \quad < \sigma_{\text{perm}} = 165 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

$$\text{namáhání na vzpěr} \quad \sigma_v = \frac{F_v + k_3 \cdot M_{\text{aux}}}{A} = 0,9 \text{ MPa} \quad < \sigma_{\text{perm}} = 165 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

1557 N

F_p u zdvihů nepřesahujících 40m může být zanedbána

Namáhání příruby vodítka na ohyb - normální provoz, jízda

$$\begin{aligned} F_x &= 4393 \text{ N} \\ c &= 10 \text{ mm} \end{aligned} \quad \sigma_F = \frac{F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} = 50 \text{ MPa}$$

$$< \sigma_{\text{perm}} = 165 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

Průhyby vodítka - normální provoz, jízda δ_x = průhyb v ose X v mm $F_x = 4393$ N $F_y = 940$ N $l = 700$ mm $E = 210000$ MPa $J_x = 1020000$ mm⁴ $J_y = 526000$ mm⁴

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y} + \delta_{str-x} = 0,2 \text{ mm} < \sigma_{perm} = 10 \text{ mm}$$

Vyhovuje

 δ_y = průhyb v ose Y v mm;

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x} + \delta_{str-y} = 0,0 \text{ mm} < \sigma_{perm} = 10 \text{ mm}$$

Vyhovuje

Vzhledem ke stavě je průhyb $\delta_{str-x(y)}$ brán: 1) zděná šachty = 0, konstrukce =**Namáhání vodítek na ohyb - normální provoz, nakládání**

Rozložení zatížení - viz. obr. 1

a) namáhání na ohyb k ose Y vodítka silami ve vodících čelistech: $x_p = 835,5$ mm $x_s = 0,0$ mm $x_1 = 1790,0$ mm $x_3 = 0,0$ mm

$$F_x = \frac{P \cdot (x_p - x_s) + F_s \cdot (x_i - x_s)}{n \cdot h} = 2870,7 \text{ N}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = 376782 \text{ Nmm}$$

 $x_{1,3}, y_{1,3}$ vzdálenosti klecových dveří k ose vodítka

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = 31,9 \text{ MPa}$$

b) namáhání na ohyb k ose X vodítka silami ve vodících čelistech: $y_p = 0,0$ mm $y_s = 0,0$ mm $y_1 = 0,0$ mm $y_3 = 0,0$ mm

$$F_y = \frac{P \cdot (y_p - y_s) + F_s \cdot (y_i - y_s)}{\frac{n}{2} \cdot h} = 0,0 \text{ N}$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} = 0 \text{ Nmm}$$

 $x_{1,3}, y_{1,3}$ vzdálenosti klecových dveří k ose vodítka

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = 0,0 \text{ MPa}$$

Kombinované namáhání : vzpěr, ohyb, tlak - normální provoz, nakládání

namáhání na ohyb

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 31,9 \text{ MPa}$$

$$< \sigma_{perm} = 165 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

namáhání na ohyb a tlak

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{aux}}{A} = 32,8 \text{ MPa}$$

$$< \sigma_{perm} = 165 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

namáhání na vzpěr

$$\sigma_v = \frac{F_v + k_3 \cdot M_{aux}}{A} = 0,9 \text{ MPa}$$

$$< \sigma_{perm} = 165 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

1557 N

 F_p u zdvihů nepřesahujících 40m může být zanedbána**Namáhání příruby vodítka na ohyb - normální provoz, nakládání** $F_x = 2870,7$ N $c = 10$ mm

$$\sigma_F = \frac{F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} = 32,9 \text{ MPa}$$

$$< \sigma_{perm} = 165 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

Průhyby vodítka - normální provoz, nakládání δ_x = průhyb v ose X v mm $F_x = 2870,7$ N $F_y = 0,0$ N $l = 700$ mm $E = 210000$ MPa $J_x = 1020000$ mm⁴ $J_y = 526000$ mm⁴

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y} + \delta_{str-x} = 0,1 \text{ mm} < \sigma_{perm} = 10 \text{ mm}$$

Vyhovuje

 δ_y = průhyb v ose Y v mm;

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x} + \delta_{str-y} = 0,00 \text{ mm} < \sigma_{perm} = 10 \text{ mm}$$

Vyhovuje

Vzhledem ke stavě je průhyb $\delta_{str-x(y)}$ brán: 1) zděná šachty = 0, konstrukce =

IV. Určení velikosti průměru kladky

Minimální požadovaný průměr kladky

$$D_{tr,ok} > 40 \cdot d = 440 \text{ mm}$$

$$\rightarrow \text{průměr kladky skutečný } D_k = 450 \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje}$$

V. Výpočet a ověření nosných lan

Lano dle ČSN 02 4340.41

počet lan	5	
průměr lana	11	
Druh lana dle ČSN	6x19 SEAL-FC, 1770	152 drátů, 8 pramenů
Jmenovitá únosnost drátů		kN
Zaručená únosnost lana	70900	N
Hmotnost 1m délky lana	0,451	kg / m
Zatížení klece	$Q_s =$	10000 N
Tíha klece, rámu, op.	$P =$	10080 N
Celková délka lana	16	m
Maxim. tíha lan (včetně hmotnosti		
komp. řetězu nebo lan, jsou-li použ.)	353,9	N
Celková síla na lanech	20433,9	N
Síla na každém laně	4086,789	N

Dle certifikátu lana

Požadovaná bezpečnost dle ČSN EN 81-50 ed.2, ČSN EN 81-20 ed.2, příloha N
a podle N_{equiv}

$$\text{Dle grafu N.1} \quad S_f = 12,00$$

Skutečná bezpečnost **17,35**
Výsledek kontroly **Vyhovuje**

VI. Kontrola lanových závěsů - kotvení lanaTyp použitých závěsných šroubů **CF1 - PFB 6-8**Počet závěsných šroubů **5**

Statické zatížení lan 20433,9 N

zatížení jedné lanové svorky 4086,789 N

Minimální únosnost lanové svorky kotvící lano = 80% zaručené pevnosti použitého lana

$$F_{skmin} = 56,72 \text{ kN}$$

Únosnost lanové svorky podle certifikátu TÜV č. 20093

$$F_{skdov} = 40,47 \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje}$$

VII. Rozměry a výpočet nárazníků akumulující energii**NÁRAZNÍKY KLECE:**

Typ nárazníku : nárazník akumulující energii s nelineární charakteristikou

Označení nárazníku - typ : **D2** č. osvědčení: F-0531/2022

Statické zatížení nár.	$F_{st} =$	20080	N
Počet nárazníků	$n_n =$	2	ks
Zatížení na nárazník	$Q_p =$	10040	N
Celková výška náraz.	$L =$	80	mm
Průměr nárazníku	$D_s =$	100	mm
Nominální rychlost	$v =$	0,5	m/sec
Stlačení nárazníku	$y =$	60	mm
Mezní stlačení náraz.	$y_m =$	60	mm

Tabulka přípustných hmotností pro nominální rychlost**Nárazová rychlost = 1,15 x maximální nominální rychlost**

Max.nominální rychlost	1 m/s	0,63 m/s	0,4 m/s
Maximální hmotnost	1250 kg	3200 kg	-
Minimální hmotnost	330 kg	250 kg	-

Soupis výsledných hodnot pro výkresovou dokumentaci

Nosnost výtahu (kg)		Průměr tr. kladky	$D_{tr} =$	450	mm
Zatížení výtahu	$Q =$	10000 N			
Dov. zatížení výtahu	$Q_s =$	10000 N	Délka lan	$L_c =$	16 m
Tíha rámu	$A_r =$	3210 N	počet lan	$n =$	5
Tíha klece	$C_a =$	4500 N	průměr lana	$d =$	11 mm
Tíha operátoru	$O_p =$	2370 N			
	$P =$	10080 N	Vodítko klece - typ		T 90x75x16
			vzdálenost podpor vodítek		700 mm
Tíha lana	$L_n =$	354 N	počet vodítek $n =$		2
Délka vodítek - hlavní	$l_v =$	11,49 m	hmotnost 1m		13,55 kg/m
Tíha kladkové hlavy	$K_l =$	850 N			
Tíha pístu včetně oleje	$F_p =$	1988 N			
			Nárazníky klec		
			označení nárazníků	D2	
			průměr nárazníku	100	mm
			počet nárazníků	2	

Silové účinky**Na vodítka - zachycovače**

$F_x =$	10983	N
$F_y =$	2349	N

Na vodítka - nakládání

$F_x =$	2871	N
$F_y =$	0	N

Na vodítka - norm. provoz

$F_x =$	4393	N
$F_y =$	940	N

Síla na dno šachty od pístu kotvení 1:2

$R1 =$	43352	N
--------	-------	---

Síla na dno šachty při vybavení bezp. ventilu

$R1 =$	86704	N
--------	-------	---

Síla na dno šachty od vodítek

$R2 =$	66468	N
--------	-------	---

Síla na dno šachty od nárazníků klece

$R3 =$	80320	N
--------	-------	---