

# Výpočet ověřující částí Nákladního výtahu s řidičem dle ČSN EN 81-20/50

## Obsah:

### **A/ Parametry výtahu**

### **B/ Pevnostní charakteristiky použitých materiálů**

### **C/ Výpočet vodítek klece**

#### C1/ Působení zachycovačů

##### C1.1/ Namáhání na ohyb

###### C1.1.1/ Namáhání vodítek k ose Y vodítka silami ve vodících čelistech

###### C1.1.2/ Namáhání vodítek k ose X vodítka silami ve vodících čelistech

###### C1.1.3/ Namáhání na vzpěr

###### C1.1.4/ Kombinované namáhání ve vzpěru, ohybu s tlakem

###### C1.1.5/ Ohyb příruby vodítka

###### C1.1.6/ Průhyby vodítek

#### C2/ Normální provoz

##### C2.1/ Namáhání na ohyb

###### C2.1.1/ Namáhání vodítek k ose Y vodítka silami ve vodících čelistech

###### C2.1.2/ Namáhání vodítek k ose X vodítka silami ve vodících čelistech

###### C2.1.3/ Kombinované namáhání v ohybu a tlaku

###### C2.1.4/ Ohyb příruby vodítka

###### C2.1.5/ Průhyby vodítek

#### C3/ Normální provoz - nakládání, vykládání

##### C3.1/ Namáhání na ohyb

###### C3.1.1/ Namáhání vodítek k ose Y vodítka silami ve vodících čelistech

###### C3.1.2/ Namáhání vodítek k ose X vodítka silami ve vodících čelistech

###### C3.1.3/ Kombinované namáhání v ohybu a tlaku

###### C3.1.4/ Ohyb příruby vodítka

###### C3.1.5/ Průhyby vodítek

### **D/ Výpočet vodítek protizávaží**

### **E/ Výpočet třecí schopnosti**

#### E1/ Kabina zatížená na 125% nosnosti v dolní stanici

#### E2/ Prázdná kabina v horní stanici

### **F/ Výpočet tlaku v drážkách**

### **G/ Výpočet velikosti průměru kladky**

### **H/ Výpočet nosných lan**

### **I/ Kontrola lanových svorek**

### **J/ Výpočet nárazníků**

### **K/ Přehled výsledných hodnot pro výkresovou dokumentaci**

Objednatel :	MARPO, s.r.o., 28 října 201, 709 00, Ostrava - Mariánské Hory	
Místo stavby :	Vysoká škola Báňská, Ostrava - budova " F ".	
Číslo zakázky :	S 1848/20	
Vypracoval:	Ing. Bronislav Chromík	
Datum:	12.1.2020	

### A/ Parametry výtahu

Typ výtahu:	<b>NTKN 1600 / 0,7</b>		výr.č.: <b>S 1848/20</b>
Nosnost:	<b>1600</b>	<b>kg</b>	
Maximální únosnost:	<b>1600</b>	<b>kg</b>	
Jmenovitá rychlost: v =	<b>0,7</b>	<b>m/s</b>	
Zdvih: H =	<b>10 350</b>	<b>mm</b>	

Hmotnost rámu:	<b>490</b>	<b>kg</b>
Hmotnost kabiny:	<b>550</b>	<b>kg</b>
Hmotnost 1. klec. dveří s operátorem :	<b>110</b>	<b>kg</b>
Hmotnost 2. klec. dveří s operátorem :	<b>0</b>	<b>kg</b>
celkem	<b>1150</b>	<b>kg</b>

Počet jízd za hodinu:	<b>240</b>	
Tíhové zrychlení: g =	<b>10</b>	<b>m/s<sup>2</sup></b>
Převodový poměr: i <sub>k</sub> =	<b>1</b>	
Zpomalení: a =	<b>0,5</b>	<b>m/s<sup>2</sup></b>

Zatížení výtahu Q =	<b>16000</b>	<b>N</b>
Dov. zatížení výtahu Q <sub>s</sub> =	<b>16000</b>	<b>N</b>
Tíha rámu A <sub>r</sub> =	<b>4900</b>	<b>N</b>
Tíha kabiny C <sub>a</sub> =	<b>5500</b>	<b>N</b>
Tíha dveří s operátorem: Q <sub>p 1</sub> =	<b>1100</b>	<b>N</b>
Tíha dveří s operátorem: Q <sub>p 3</sub> =	<b>0</b>	<b>N</b>
Tíha kabiny, rámu, dveří s op.: P =	<b>11500</b>	<b>N</b>
Tíha PROTIVÁHY : Z =	<b>19500</b>	<b>N</b>

Hmotnost nosných lan nad klecí ( protiváha ) klec ( protiváha ) v dolní stanici	<b>50,3</b>	<b>kg</b>
Hmotnost kompen. lan pod klecí ( protiváha ) klec ( protiváha ) v horní stanici	<b>0</b>	<b>kg</b>
Hmotnost elektr. kabelů pod klecí, klec v horní stanici	<b>40</b>	<b>kg</b>

Tíha protiváhy: Z = P + Q <sub>s</sub> /2 =	<b>19500</b>	<b>N</b>
Tíha nosných lan: N <sub>i</sub> =	<b>503,03</b>	<b>N</b>
Tíha kompenzačních lan: K <sub>i</sub> =	<b>0</b>	<b>N</b>
Tíha tažných el. kabelů: E <sub>i</sub> =	<b>400</b>	<b>N</b>

### B/ Pevnostní charakteristiky použitých materiálů

Modul pružnosti: E =	210000	MPa		
Mez pevnosti: Rm =	370	MPa		
Mez kluzu: Rp0,2 =	230	MPa		
Dovolené namáhání normální provoz, nakládání a vykládání:		σ <sub>dovn</sub> =	165	MPa
Dovolené namáhání - působení zachycovačů:		σ <sub>dovz</sub> =	205	MPa

### C/ Výpočet vodiček klece

Použité vodička:	T90x75x16	
Počet vodiček:	2	
Největší vzdálenost sousedních podpor vodička: l =	1750	mm

Statické hodnoty průřezu zvoleného vodička:

S =	1700	mm <sup>2</sup>	J <sub>x</sub> =	1012000	mm <sup>4</sup>
G =	13,3	kg/m	J <sub>y</sub> =	515000	mm <sup>4</sup>
W <sub>x</sub> =	20800	mm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> =	17,4	mm
W <sub>y</sub> =	11400	mm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> =	24,4	mm

Součinitelé rázu:

Ráz při	Součinitele rázu	Hodnota
Působení samosvorných zachycovačů nebo svěrného zařízení ( ne kladkového )	k1	5
Působení samosvorných zachycovačů nebo svěrného zařízení kladkového nebo západkového zařízení s tlumením nárazníkem akumulující energii nebo nárazníku akumulující energii )		3
Působení klouzavých zachycovačů nebo klouzavého svěrného zařízení nebo západkového zařízení s nárazníkem pohlcujícím energii nebo nárazníku pohlcujícího energii		2
Bezpečnostní ventil		2
Jízda	k2	1,2
Pomocné části	k3	*

\* - hodnotu stanoví výrobce s ohledem na skutečné zatížení

S ohledem na tabulku volíme:

k1 = 2  
k2 = 1,2  
k3 = 1,2

Pozn.: Hodnoty P,Q jsou dosazovány v kg.

**Vzpěrná síla způsobená klecí F<sub>k</sub>**

$$F_k = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n} = 27500 \text{ N}$$

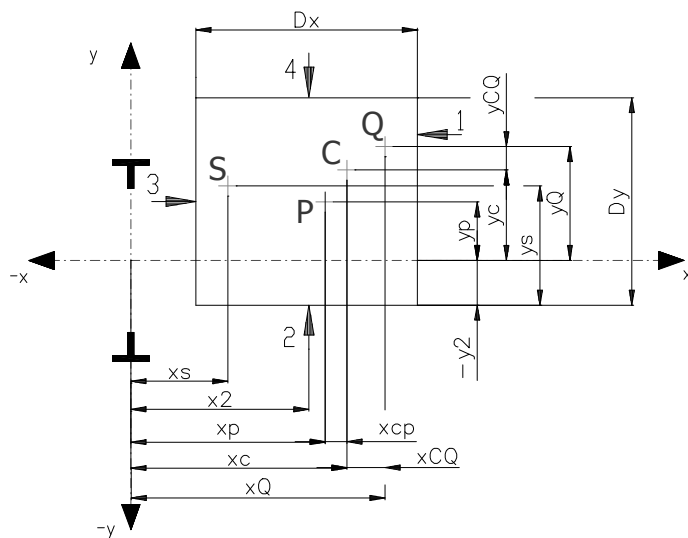
**Zatížení prahu F<sub>s</sub> během nakládání a vykládání**

$$F_s = c \cdot g \cdot Q = 6400 \text{ N} \quad c = 0,4 \quad \text{dle EN 81-1, G 2.5}$$

## C1/ Působení zachycovačů

### C1.1/ Namáhání na ohyb

#### C1.1.1 Namáhání vodítek k ose Y vodítka silami ve vodících čelistech



$D_x =$	2245 mm
$D_y =$	1650 mm
$h =$	2900 mm

$x_Q =$	302,625 mm
$x_P =$	117,9 mm
$x_C =$	22 mm
$y_Q =$	206,25 mm
$y_P =$	0,0 mm
$y_C =$	0 mm
$x_{ar} =$	22 mm
$y_{ar} =$	0 mm
$x_{op} =$	0 mm
$y_{op} =$	0 mm
$x_s =$	22 mm
$y_s =$	0 mm
$x_1 =$	1025 mm
$y_1 =$	0 mm
$x_3 =$	0 mm
$y_3 =$	0 mm

Použité značky:

$D_x$	rozměr klece v ose x, šířka klece
$D_y$	rozměr klece v ose y, hloubka klece
$h$	svislá vzdálenost mezi vodícími čelistmi
$x_c, y_c$	vzdálenosti středu klece "C" k vodítku
$x_s, y_s$	vzdálenosti bodu závěsu "S" k vodítku
$x_p, y_p$	vzdálenosti těžiště a hmotnosti klece "P" k vodítku
$x_Q, y_Q$	vzdálenosti těžiště jmenovitého zatížení "Q" k vodítku
bod S	závěsný bod klece
bod P	těžiště hmotnosti prázdné klece
bod C	geometrický střed plochy klece
bod Q	těžiště hmotnosti jmenovitého zatížení
$x_{ar}, y_{ar}$	vzdálenost těžiště rámu k vodítku
$x_i, y_i$	vzdálenost klecových dveří k vodítku, $i=1,2,3,4$

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

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

#### Výpočet těžiště klece

$$X_p = (C_a \cdot X_c + A_r \cdot X_{ar} + O_p1 \cdot X_1 + O_p3 \cdot X_3) / P = 117,9 \text{ mm}$$

$$Y_p = (C_a \cdot Y_c + A_r \cdot Y_{ar} + O_p1 \cdot Y_1 + O_p3 \cdot Y_3) / P = 0,0 \text{ mm}$$

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} = 2137,3 \text{ N}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = 701316,3 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = 61,5 \text{ MPa}$$

### C1.1.2 Namáhání vodítek k ose X vodítka silami ve vodících čelistech

viz obr.1

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{\frac{n}{2} \cdot h} = 2275,9 \text{ N}$$
$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} = 746767,2 \text{ Nmm}$$
$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = 35,9 \text{ MPa}$$

### C1.1.3 Namáhání na vzpěr

Napětí ve vodítku:

$$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A} = 64,55 \text{ MPa}$$
$$\lambda = l / \sqrt{(J_y \cdot S^{-1})} = 100,5$$
$$M = 25000 \text{ N}$$

M - síla způsobená pomocným zařízením na jedno vodítko

$\omega$  - součinitel vzpěrnosti - hodnota omega, volíme dle štíhlostního poměru EN 81-1, G 5.3

$$\omega = 1,909$$

### C1.1.4 Kombinované namáhání ve vzpěru, ohybu s tlaku

namáhání na ohyb:  $\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 97,4 \text{ MPa}$

namáhání na ohyb a tlak:  $\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} = 131,2 \text{ MPa}$

namáhání na ohyb a vzpěr:  $\sigma_c = \sigma_k + 0,9 \cdot \sigma_m = 152,2 \text{ MPa}$

### C1.1.5 Ohyb příruby vodítka

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} = 48,8 \text{ MPa}$$
$$c = 9 \text{ mm}$$

c - tloušťka spojky mezi přírubou a stojnou

$$\sigma_F \leq \sigma_{\text{dov}} \quad \text{Vyhovuje}$$

### C1.1.6 Průhyby vodítek

$\delta_x$  = průhyb v ose X v mm:  $\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y} = 1,5 \text{ mm}$  Vyhovuje

$\delta_y$  = průhyb v ose Y v mm:  $\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x} = 0,8 \text{ mm}$  Vyhovuje

$$\delta_{\text{dov}} = 5 \text{ mm}$$

## C2/ Normální provoz - jízda

### C2.1/ Namáhání na ohyb

#### C2.1.1 Namáhání vodítek k ose Y vodítka silami ve vodících čelistech

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot \left[ Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S) \right]}{n \cdot h} = 1157,2 \text{ N}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot I}{16} = 379717,6 \text{ Nmm} \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = 33,3 \text{ MPa}$$

Rozložení jednotlivých sil a použitých značek - viz. Obr.1

#### C2.1.2 Namáhání vodítek k ose X vodítka silami ve vodících čelistech

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot \left[ Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S) \right]}{\frac{n}{2} \cdot h} = 1365,5 \text{ N}$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot I}{16} = 448060,3 \text{ Nmm} \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = 21,54 \text{ MPa}$$

#### C2.1.3 Kombinované namáhání v ohybu a tlaku

namáhání na ohyb:  $\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 54,8 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dov}} = 165 \text{ MPa}$   
Vyhovuje

namáhání na ohyb a tlak:

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} = 88,7 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dov}} = 165 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

#### C2.1.4 Ohyb příruby vodítka

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} = 26,43 \text{ MPa} < \sigma_{\text{dov}} = 165 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

#### C2.1.5 Průhyby vodítek

$\delta_x$  = průhyb v ose X v mm:  $\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y} = 0,84 \text{ mm}$  Vyhovuje

$\delta_y$  = průhyb v ose Y v mm:  $\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x} = 0,50 \text{ mm}$  Vyhovuje

$\delta_{\text{dov}} = 5 \text{ mm}$

### C3/ Normální provoz - nakládání, vykládání

#### C3.1/ Namáhání na ohyb

##### C3.1.1 Namáhání vodítek k ose Y vodítka silami ve vodících čelistech

$$F_x = \frac{[P \cdot (x_p - x_s) + F_s \cdot x_s + F_s \cdot (x_1 + x_3)]}{n \cdot h} = 1345,5 \text{ N}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = 441\,503,5 \text{ Nmm} \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = 38,7 \text{ MPa}$$

##### C3.1.2 Namáhání vodítek k ose X vodítka silami ve vodících čelistech

$$F_y = \frac{[P \cdot (y_p - y_s) + F_s \cdot y_s + F_s \cdot (y_1 + y_3)]}{\frac{n}{2} \cdot h} = 0,0 \text{ N}$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} = 0,0 \text{ Nmm} \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = 0,0 \text{ MPa}$$

##### C3.1.3 Kombinované namáhání v ohybu a tlaku

namáhání na ohyb:  $\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 38,7 \text{ MPa} < \sigma_{dov} = 165 \text{ MPa}$   
Vyhovuje

namáhání na ohyb a tlak:

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 \cdot M}{A} = 72,6 \text{ MPa} < \sigma_{dov} = 165 \text{ MPa}$$
  
Vyhovuje

##### C3.1.4 Ohyb příruby vodítka

$$\sigma_F = \frac{1,85 \cdot F_x}{c^2} = 30,7 \text{ MPa} < \sigma_{dov} = 165 \text{ MPa}$$
  
Vyhovuje

##### C3.1.5 Průhyby vodítek

$\delta_x$  = průhyb v ose X v mm:  $\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y} = 0,97 \text{ mm}$  Vyhovuje

$\delta_y$  = průhyb v ose Y v mm:  $\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x} = 0,00 \text{ mm}$  Vyhovuje

$\delta_{dov} = 5 \text{ mm}$

### D/ Výpočet vodítek protizávaží

Použité vodítka:	T45x45x5	
Počet vodítek:	2	
Největší vzdálenost sousedních podpor vodítka: l =	1750	mm

Statické hodnoty průřezu zvoleného vodítka:

S =	425	mm <sup>2</sup>	J <sub>x</sub> =	80800	mm <sup>4</sup>
G =	3,34	kg/m	J <sub>y</sub> =	38400	mm <sup>4</sup>
W <sub>x</sub> =	2530	mm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> =	9,5	mm
W <sub>y</sub> =	1710	mm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> =	13,8	mm

Hodnoty součinitele rázu viz. tab.nahoře

k1 = 0 nejsou zachycovače na protizávaží závaží  
k2 = 1,2  
k3 = 1,2

#### Vzpěrná síla způsobená protizávažím F<sub>kp</sub>

$$F_{kv} = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot Z}{n} = 0 \text{ N}$$

#### D1.1 Namáhání na vzpěr

Napětí ve vodítku:

$$\sigma_k = \frac{(F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega}{A} = 387,9 \text{ MPa} \quad \lambda = l / \sqrt{(J_y \cdot S^{-1})} = 184,1$$

$$M = 24000 \text{ N}$$

M - síla způsobená pomocným zařízením na jedno vodítko

ω — součinitel vzpěrnosti - hodnota omega, volíme dle štíhlostního poměru EN 81-1, G 5.3

$$\omega = 5,724$$

### E/ Výpočet třecí schopnosti

Podmínky platnosti níže provedeného výpočtu:

a/ poměr statických sil T<sub>1</sub>/T<sub>2</sub> je brán vždy ten větší

b/ pro zajištění třecí schopnosti musí platit:  $(T_1/T_2) < e^{(f\alpha)}$

#### E1/ Podmínka při nakládání klecek (kabina zatížená na 125 % nosnosti v dolní stanici)

Síly na straně kabiny:	$T_1 = (1,25 \cdot Q_s + P) / i + N_1 =$		32003,03	N
Síly na straně protizávaží:	$T_2 = Z/i + K_1 = (P + Q_s/2) / i + K_1 =$		19500	N
Součinitel tření:	μ =		0,1	
Úhel zářezu:	β <sub>deg</sub> =	95 °	β <sub>rad</sub> =	1,66 rad
Úhel klínu:	γ <sub>deg</sub> =	30 °	γ <sub>rad</sub> =	0,52 rad
Úhel opásání :	α <sub>deg</sub> =	170 °	α <sub>rad</sub> =	2,97 rad

$$(T_1 / T_2) = 1,64$$

$$f = 0,197$$



$$e^{(fa)} = 1,80$$

$$(T_1/T_2) \leq e^{(fa)} \quad 1,64 \leq 1,80 \quad \text{Vyhovuje}$$

### E2/ Podmínka pokud vyv. závaží sedí na náraznících ( prázdná kabina v horní stanici)

Síly na straně kabiny:	$T_1 = P / i + E_i + K_i =$			11900,00	N
Síly na straně protizávaží:	$T_2 = N_i =$			503,03	N
Součinitel tření:	$\mu =$			0,2	
Úhel zářezu:	$\beta_{deg} =$	95	°	$\beta_{rad} =$	1,66
Úhel klínu:	$\gamma_{deg} =$	30	°	$\gamma_{rad} =$	0,52 rad
Úhel opásání :	$\alpha_{deg} =$	170	°	$\alpha_{rad} =$	2,97 rad

$$(T_1 / T_2) = 23,66$$

$$f = 0,39$$

$$e^{(fa)} = 3,22$$

$$(T_1/T_2) \geq e^{(fa)} \quad 23,66 \geq 3,22 \quad \text{Vyhovuje} \quad \text{prokluz trakční kladky}$$

### E3/ Podmínka při nouzovém zastavování (plná kabina při pohybu dolů)

Síly na straně kabiny:	$T_1 = ((m_Q + m_P) \cdot (g+a)) / i + N_i =$			29378,03	N
Síly na straně protizávaží:	$T_2 = ((m_P + m_Q/2) \cdot (g-a)) / i + K_i =$			18525,00	N
Jmenovitá rychlost:	$v =$			0,7	m/s
Součinitel tření:	$\mu =$			0,0935	
Úhel zářezu:	$\beta_{deg} =$	95	°	$\beta_{rad} =$	1,66
Úhel klínu:	$\gamma_{deg} =$	30	°	$\gamma_{rad} =$	0,52 rad
Úhel opásání :	$\alpha_{deg} =$	170	°	$\alpha_{rad} =$	2,97 rad

$$(T_1 / T_2) = 1,59$$

$$\mu = \frac{0,1}{1 + v/10}$$

$$f = 0,1843$$

$$f = \frac{4 \cdot \mu \cdot \left( \cos\left(\frac{\gamma}{2}\right) - \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin(\beta) + \sin(\gamma)}$$

$$e^{(fa)} = 1,73$$

$$(T_1/T_2) \leq e^{(fa)} \quad 1,59 \leq 1,73 \quad \text{Vyhovuje}$$

### F/ Výpočet tlaku v drážkách

Počet lan:	$n =$	6	
Průměr lan:	$d =$	12	mm
Rychlost trakčního kotouče:	$v_c =$	0,7	m/s
Průměr trakční kladky:	$D =$	520	mm
Převodový poměr:	$i_k =$	1	
Síly ( kabina v dolní stanici ):	$T_1 = Q_s / i + P / i + N_i =$	28003,03	N

Tlak v drážce:

$$p_{dov} = \frac{12,5 + 4 \cdot v_c}{1 + v_c} \quad p = 8,29 \text{ MPa}$$

Dovolený tlak v drážce:

$$p_{dov} = 9,00 \text{ MPa}$$

$$p < p_{dov} \quad 8,29 < 9,00 \quad \text{Vyhovuje}$$

### G/ Výpočet velikosti průměru kladky

volíme průměr trakční kladky Dtr =	520	mm
volíme průměr odkláněcí kladky Dod =	500	mm

Minimální požadovaný průměr kladky

$$D_{tr,ok} > 40 \cdot d = 480 \text{ mm}$$

dle certifikátu výrobce lan dovozeny min.průměr kladky 240 mm ( viz.certifikát )

### H/ Výpočet nosných lan

4

Lano dle EN 12385 - 5

Počet lan:	6	
Průměr lana:	12	mm
Druh lana:	PAWO F7S - Wolf	
Jmenovitá únosnost drátů:	95	kN
Zaručná únosnost lana:	98900	N
Hmotnost 1 m délky lana:	0,628	kg/m
Celková délka lana:	22	m
Maximální tíha lan včetně kompen, řetězů:	828,96	N
Celková síla na lanech:	28328,96	N
Síla na každém laně:	4721,49	N
Požadovaná bezpečnost:	18	
Skutečná bezpečnost:	20,95	

Vyhovuje

Stanovení požadované bezpečnosti:

Typ použité drážky:	Klínová drážka s úhlem klínu	
Úhel drážky:		35
Průměr hnacího kotouče Dt:		520
Střední průměr všech kladek Dp:		500
Počet kladek s ohybem ve stejném smyslu Nps:		1
Počet kladek se střídavým ohybem Npr:		1
Ekvivalentní počet hnacích kotoučů Nequiv(t):		1
Ekvivalentní počet lanových kladek Nequiv(p) = $k_p \cdot (Nps + 4 \cdot Npr)$ :		5,85
Součinitel $k_p = (Dt/Dp)^4$ :		1,17
Ekvivalentní počet ovládacích kladek Nequiv = Nequiv(t) + Nequiv(p):		6,85
Poměr hnacího kotouče/ průměr lana:		43,33
Dle grafu EN 81-1 obr. N1 stanovíme požadovanou minimální bezpečnost:		18

### I/ Kontrola lanových svorek

Závěsné šrouby:	CF2 - PFB 9-11	
Počet závěsných šroubů:	6	
Statické zatížení lan:	28328,96	N
Zatížení jedné lanové svorky:	4721,49	N
Minimální únosnost lanové svorky:	79,12	kN
Dovolená únosnost lanové svorky:	102,22	kN

80% zar. pevnosti použitého la **Vyhovuje**

## J/ Výpočet nárazníků

pro kabinu

Typ nárazníku:	akumulující energii s nelineární charakteristikou		
Označení nárazníku typ :	D 5		
Statické zatížení nárazníků	Fst =	27500	N
Počet nárazníků:	n =	2	ks
Zatížení na nárazník:	Qp =	13750	N
Celková výška	L =	80	mm
Průměr nárazníku:	Dn =	165	mm
Jmenovitá rychlost:	v =	0,7	m/s
Minimální zatížení dle rychlosti	F min =	6500	N
Maximální zatížení dle rychlosti	F max =	27000	N
Mezní stlačení nárazníku :	ym =	72	mm
Zatížení pro mezní stlačení pružiny:	Fm =	54600	N
Stlačení nárazníků:	yn =	30	mm

odečteno z grafu

Skutečné stlačení nárazníku:

$$y_n \leq y_m$$

Vyhovuje

Kontrola účinnosti nárazníku:

$$m_{min} \leq F_{st} \leq m_{max}$$

Vyhovuje

pro protizávaží

Typ nárazníku:	akumulující energii s nelineární charakteristikou		
Označení nárazníku typ :	D 5		
Statické zatížení nárazníků	Fst =	19500	N
Počet nárazníků:	n =	1	ks
Zatížení na nárazník:	Qp =	19500	N
Celková výška	L =	80	mm
Průměr nárazníku:	Dn =	165	mm
Jmenovitá rychlost:	v =	0,7	m/s
Minimální zatížení dle rychlosti	m min =	6500	N
Maximální zatížení dle rychlosti	m max =	27000	N
Mezní stlačení pružiny	ym =	72	mm
Zatížení pro mezní stlačení pružiny:	Fm =	54600	N
Stlačení nárazníků:	yn =	30	mm

odečteno z grafu

Skutečné stlačení nárazníku:

$$y_n \leq y_m$$

Vyhovuje

Kontrola účinnosti nárazníku:

$$m_{min} \leq F_{st} \leq m_{max}$$

Vyhovuje

**K/ Přehled výsledných hodnot pro výkresovou dokumentaci**

Nosnost výtahu:		1600	kg
Zatížení výtahu:	Q =	16000	N
Dovolené zatížení výtahu:	Qs =	16000	N
Tíha rámu:	Ar =	4900	N
Tíha kabiny:	Ca =	5500	N
Tíha dveří s operátorem:	Qp =	1100	N
Tíha klece celková :	P =	11500	N
Tíha protizávaží:	Z =	19500	N
Tíha lan:	Ln =	829	N
Hmotnost stroje:	Hs =	340	kg
Hmotnost roštu stroje:	Hr =	160	kg

**Síly působící na vodítka:**

	zachycovače	normální provoz	nakládání
Fx [N]	2140	1158	65
Fy [N]	2280	1370	0

**Síly působící na:**

rošt stroje	R1 =	60830	N
dno šachty od vodítek kabiny	F7 =	58475	N
dno šachty od vodítek protizávaží	R3 =	2000	N
dno šachty od nárazníků kabiny	F8 =	110000	N
dno šachty od nárazníků protizávaží	R5 =	78000	N

Síly jsou zaokrouhleny na desítky nahoru.

**Rozměry použitých komponent výtahu**

Průměr tr. kladky	520	mm
Průměr odkl. kladky	500	mm
Délka lan	22	m
Počet lan	6	
Průměr lana	12	mm
Vodítko kabiny	T90x75x16	
Délka vodítek kabiny	14,8	m
Hmotnost 1 m	13,3	kg/m
Vodítko protizávaží	T45x45x5	
Délka vodítek protizávaží	14,8	m
Hmotnost 1 m	3,34	kg/m
Nárazníky kabiny	D 5	2 ks
Nárazníky protizávaží	D 5	1 ks

**SÍLY DO PARAMETRŮ VÝTAHU S DYN. SOUCINITELEM**      k =      1,25

**R1 = 76038 N**

	zachycovače	normální provoz	nakládání
Fx [N]	2675	1448	65
Fy [N]	2850	1713	0