

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

OBSAH:	Název	strana
	I. Hlavní údaje plošiny	2
	II. Použité materiály	2
	III. Kontrola vodítek	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

	VYPRACOVAL:	Staněk S.	
	DNE:	23.06.2022	
	SCHVÁLIL:	Ing. Šimášek D.	
	ČÍSLO ZAKÁZKY:	20198-0622	
UMÍSTĚNÍ:	V KOLONII 1804, NYMBURK		
TYP:		Č. DOKUMENTU:	
HYDRAULICKÁ PLOŠINA 500		20198-0622-PVP	

I. Hlavní údaje plošiny

Druh plošiny	LC mini 500	
Nosnost	500	kg
Maximální únosnost	500	kg
Jmen. rychlost $v =$	0,15	m/s
Zdvih plošiny $H =$	4 140	mm
Hmotnost rámu	167	kg
Hmotnost klece	336	kg
Hmotnost operátoru	0	kg
Tíhové zrychlení $g_n =$	10	m/sec ²
	1	

Zatížení plošiny	$Q =$	5000	N
Dov. zatížení plošiny	$Q_s =$	5000	N
Tíha rámu	$A_r =$	1670	N
Tíha klece	$C_a =$	3360	N
Tíha operátoru	$O_p =$	0	N
Tíha klece, rámu, op.	$P =$	5030	N

Hmotnost lan a kabelů	
Použité lano	6x19 SEAL-FC, 1770
Počet lan	4
Použitý průměr lana	10 mm
Hmotnost jednoho lana	19,0 kg

Tíha lan a kabelů	
Nosná lana	$N_l =$ 62 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	6,2	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	MPa
Mez pevnosti	$R_m =$	370	MPa
Mez 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	T 82/A		
Rozměry vodička	T 82x68x9		
počet vodiček	$n =$	2	
Největší vzdálenost dvou sousedních podpor vodička $l =$		1000	mm
počet kotev na vodičku	$n_b =$	8	mm

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 $A =$	1091	mm ²	$J_x =$	493100	mm ⁴
Hmotnost 1 m $G =$	8,56	kg/m	$J_y =$	301700	mm ⁴
$W_x =$	10270	mm ³	$i_y =$	21,26	mm
$W_y =$	7358	mm ³	$i_x =$	16,63	mm
$M_g =$	66	kg			

Vzpěrná síla způsobená klecí

$$F_v = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q)}{n} + (M_g \cdot g_n) + F_p = 15709 \text{ N}$$

F_p u zdvihů nepřesahujících 40m, může být zanedbána

Zatížení prahu během nakládání a vykládání

$$F_s = c \cdot g_n \cdot Q = 2000 \text{ N}$$

$$c = 0,4$$

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

Namáhání příruby vodítka na ohyb - působení zachycovačů

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

$f =$	8,25	mm
$l =$	140	mm
$c =$	7,5	mm
$h_1 =$	68	mm
$b =$	13,5	mm

$$\sigma_F = \frac{F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} = 103 \text{ MPa}$$

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

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.

$F_x =$	5403	N
$F_y =$	966	N
$l =$	1000	mm
$E =$	210000	MPa
$J_x =$	493100	mm ⁴
$J_y =$	301700	mm ⁴

$$\delta_x = \text{průhyb v ose X v mm} \quad \delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y} + \delta_{\text{str-x}} = 1,2 \text{ mm}$$

$$< \sigma_{\text{perm}} = 5 \text{ mm}$$

Vyhovuje

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

$$< \sigma_{\text{perm}} = 5 \text{ mm}$$

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:

$x_Q =$	968,8	mm	$y_Q =$	136,3	mm
$x_P =$	626,8	mm	$y_P =$	6,7	mm
$x_C =$	805,0	mm	$y_C =$	10,0	mm
$x_S =$	0,0	mm	$y_S =$	0,0	mm

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

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S)]}{n \cdot h} = 2161 \text{ N}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = 405236 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = 55,1 \text{ MPa}$$

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

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

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot [Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S)]}{\frac{n}{2} \cdot h} = 386 \text{ N}$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} = 72451 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = 7,05 \text{ MPa}$$

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

$$\text{namáhání na ohyb} \quad \sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 62 \text{ MPa}$$

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

Vyhovuje

$$\text{namáhání na ohyb a tlak} \quad \sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{\text{aux}}}{A} = 63 \text{ MPa}$$

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

Vyhovuje

$$\text{namáhání na vzpěr} \quad \sigma_v = \frac{F_v + k_3 \cdot M_{\text{aux}}}{A} = 0,6 \text{ MPa}$$

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

Vyhovuje

$$F_v = M_g \cdot g_n + F_p = 664 \text{ N}$$

F_p u zdvihů nepřesahujících 40m může být zanedbána

Namáhání příruby vodítka na ohyb - normální provoz, jízda

$$\begin{aligned} F_x &= 2161 \text{ N} \\ c &= 7,5 \text{ mm} \end{aligned} \quad \sigma_F = \frac{F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} = 41 \text{ MPa}$$

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

Vyhovuje

Průhyby vodítka - normální provoz, jízda

δ_x = průhyb v ose X v mm

$$\delta_x = 0,7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y} + \delta_{str-x} = 0,5 \text{ mm} < \sigma_{perm} = 10 \text{ mm}$$

Vyhovuje

δ_y = průhyb v ose Y v mm;

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x} + \delta_{str-y} = 0,1 \text{ mm} < \sigma_{perm} = 10 \text{ mm}$$

Vyhovuje

$$\begin{aligned} F_x &= 2161 \text{ N} \\ F_y &= 386 \text{ N} \\ l &= 1000 \text{ mm} \\ E &= 210000 \text{ MPa} \\ J_x &= 493100 \text{ mm}^4 \\ J_y &= 301700 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

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:**

$$\begin{aligned} x_p &= 626,8 \text{ mm} \\ x_s &= 0,0 \text{ mm} \\ x_1 &= 805,0 \text{ mm} \\ x_3 &= 0,0 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$F_x = \frac{P \cdot (x_p - x_s) + F_s \cdot (x_i - x_s)}{n \cdot h} = 1072,7 \text{ N}$$

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

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = 201137 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = 27,3 \text{ MPa}$$

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

$$\begin{aligned} y_p &= 6,7 \text{ mm} \\ y_s &= 0,0 \text{ mm} \\ y_1 &= 580,0 \text{ mm} \\ y_3 &= 0,0 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$F_y = \frac{P \cdot (y_p - y_s) + F_s \cdot (y_i - y_s)}{\frac{n}{2} \cdot h} = 537,7 \text{ N}$$

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

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} = 100811 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = 9,8 \text{ MPa}$$

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

namáhání na ohyb

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y = 37,2 \text{ MPa}$$

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

Vyhovuje

namáhání na ohyb a tlak

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{aux}}{A} = 37,8 \text{ MPa}$$

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

Vyhovuje

namáhání na vzpěr

$$\sigma_v = \frac{F_v + k_3 \cdot M_{aux}}{A} = 0,6 \text{ MPa}$$

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

Vyhovuje

$$F_v = M_g \cdot g_n + F_p = 664 \text{ N}$$

F_p u zdvihů nepřesahujících 40m může být zanedbána

Namáhání příruby vodítka na ohyb - normální provoz, nakládání

$$\begin{aligned} F_x &= 1072,7 \text{ N} \\ c &= 7,5 \text{ mm} \end{aligned} \quad \sigma_F = \frac{F_x \cdot (h_1 - b - f) \cdot 6}{c^2 \cdot (l + 2 \cdot (h_1 - f))} = 20,4 \text{ MPa}$$

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

Vyhovuje

Průhyby vodítka - normální provoz, nakládání

δ_x = průhyb v ose X v mm

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

Vyhovuje

δ_y = průhyb v ose Y v mm;

$$\delta_y = 0,7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x} + \delta_{str-y} = 0,08 \text{ mm} < \sigma_{perm} = 10 \text{ mm}$$

Vyhovuje

$$\begin{aligned} F_x &= 1072,7 \text{ N} \\ F_y &= 537,7 \text{ N} \\ l &= 1000 \text{ mm} \\ E &= 210000 \text{ MPa} \\ J_x &= 493100 \text{ mm}^4 \\ J_y &= 301700 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

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

IV. Určení velikosti průměru kladky

Minimální požadovaný průměr kladky

$$\begin{aligned} D_{tr,ok} > 40 \cdot d &= 400 \text{ mm} \\ \rightarrow \text{průměr kladky skutečný } D_k &= 400 \text{ mm} \quad \text{Vyhovuje} \end{aligned}$$

V. Výpočet a ověření nosných lan

Lano dle ČSN 02 4340.41

počet lan	4	
průměr lana	10	
Druh lana dle ČSN	6x19 SEAL-FC, 1770	152 drátů, 8 pramenů
Jmenovitá únosnost drátů		kN
Zaručená únosnost lana	58600	N
Hmotnost 1m délky lana	0,373	kg / m
Zatížení klece	$Q_s =$	5000 N
Tíha klece, rámu, op.	$P =$	5030 N
Celková délka lana	13	m
Maxim. tíha lan (včetně hmotnosti komp. řetězu nebo lan, jsou-li použ.)	190,3	N
Celková síla na lanech	10220,3	N
Síla na každém laně	2555,069	N

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 **22,93**
Výsledek kontroly **Vyhovuje**

VI. Kontrola lanových závěsů - kotvení lana

Typ použitých závěsných šroubů **CF2 - PFB 9-11**

Počet závěsných šroubů 4

Statické zatížení lan 10220,3 N

zatížení jedné lanové svorky 2555,069 N

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

$$F_{skmin} = 46,88 \text{ kN}$$

Únosnost lanové svorky podle certifikátu TÜV č. 20093

$$F_{skdov} = 102,22 \text{ kN} \quad \text{Vyhovuje}$$

VII. Rozměry a výpočet nárazníků akumulující energii

NÁRAZNÍKY KLECE:

Typ nárazníku : nárazník akumulující energii s nelineární charakteristikou

Označení nárazníku - typ : **D2** č. osvědčení: 44 208 12 126206

Statické zatížení nár.	$F_{st} =$	10030	N
Počet nárazníků	$n_n =$	1	ks
Zatížení na nárazník	$Q_p =$	10030	N
Celková výška náraz.	$L =$	80	mm
Průměr nárazníku	$D_s =$	100	mm
Nominální rychlost	$v =$	0,2	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 plošiny (kg)		Průměr tr. kladky	$D_{tr} =$	400	mm
Zatížení plošiny	$Q =$	5000 N			
Dov. zatížení plošiny	$Q_s =$	5000 N	Délka lan	$L_c =$	13 m
Tíha rámu	$A_r =$	1670 N	počet lan	$n =$	4
Tíha klece	$Ca =$	3360 N	průměr lana	$d =$	10 mm
Tíha operátoru	$Op =$	0 N	Vodítko klece - typ		T 82x68x9
	$P =$	5030 N	vzdálenost podpor vodítek		1000 mm
Tíha lana	$Ln =$	190 N	počet vodítek $n =$		2
Délka vodítek - hlavní	$l_v =$	7,76 m	hmotnost 1m		8,56 kg/m
Tíha kladkové hlavy	$K_l =$	50 N			
Tíha pístu včetně oleje	$F_p =$	961 N			
			Nárazníky klec		
			označení nárazníků	D2	
			průměr nárazníku	100	mm
			počet nárazníků	1	

Silové účinky

Na vodítka - zachycovače

$F_x =$	5403	N
$F_y =$	966	N

Na vodítka - nakládání

$F_x =$	1073	N
$F_y =$	538	N

Na vodítka - norm. provoz

$F_x =$	2161	N
$F_y =$	386	N

Síla na dno šachty od pístu kotvení 1:2

$R1 =$	21261	N
--------	-------	---

Síla na dno šachty při vybavení bezp. ventilu

$R1 =$	42523	N
--------	-------	---

Síla na dno šachty od vodítek

$R2 =$	32747	N
--------	-------	---

Síla na dno šachty od nárazníků klece

$R3 =$	40120	N
--------	-------	---