

VÝPOČET VODÍTEK KLECE,  
DOSEDŮ A RÁMU KLECE

ELEKTRICKÉHO TRAKČNÍHO VÝTAHU DLE ČSN EN 81-20 a 81-50

ZAKÁZKA č.	:	N1254
OBJEDNATEL	:	Q PROJEKT, Bohuslava ze Švamberka 8, 140 00 Praha 4
STAVBA	:	Český rozhlas, Vinohradská 1409/12, Praha 4
TYP VÝTAHU	:	Osobní invalidní 675/1
VYPRACOVAL	:	Ing. Procházka
DATUM	:	30.7.2023
LISTŮ	:	8

## ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE

Nosnost	Q	/kg/	675
Hmotnost klece (bez dveří)	F	/kg/	270
Šířka klece	KM	/mm/	1250
Hloubka klece	KT	/mm/	1400
Podlahová plocha klece	Sp	/m <sup>2</sup> /	.....
Těžiště klece	xf	/mm/	665
	yf	/mm/	0
Klecové dveře č.1			
šířka vstupu	TB1	/mm/	800
hmotnost	T1	/kg/	100
souřadnice vstupu	xt1	/mm/	681
	yt1	/mm/	1086
Klecové dveře č.2			
šířka vstupu	TB2	/mm/	800
hmotnost	T2	/kg/	100
souřadnice vstupu	xt2	/mm/	682
	yt2	/mm/	1086
Nosný rám	typ		675
hmotnost	R	/kg/	280
těžiště	xr	/mm/	262
	yr	/mm/	0
Charakteristika vodiček dle ISO 7465			t90/75/16
	A	/mm <sup>2</sup> /	1700
	Wy	/mm <sup>3</sup> /	11400
	Wx	/mm <sup>3</sup> /	20800
	iy	/ mm /	17,4
	ex	/ mm /	26,5
	h1	/ mm /	75
	Jx	/mm <sup>4</sup> /	1012000
	c	/ mm /	9
	q	/kg.m-1/	13,55
	Jy	/mm <sup>4</sup> /	515000
Modul pružnosti mat. vodítka	E	/MPa/	210000
Mez pevnosti mat. vodítka	Rm	/MPa/	440
Tíhové zrychlení	g	/m.s-1/	9,81
Jmenovitá rozteč vodiček	STM	/ mm /	1250
Vzdálenost osy vodiček od klece	d	/ mm /	135
Vzdálenost vodičích čelistí	h	/ mm /	2730
Největší vzdálenost konzol vodiček	l	/ mm /	1250
Součinitel rázu při půs. zachycovačů	k1	/ - /	2
Součinitel rázu při jízdě	k2	/ - /	1,2
Počet vodiček	Pv		2
Dovolená namáhání pro materiál vodítka			11443
..... normální provoz - nakládání	σdov	/MPa/	195
..... působení zachycovačů	σdov	/MPa/	244
Dovolený průhyb vodítka	wdov x,y	/mm/	5

## KONTROLA VODÍTEK

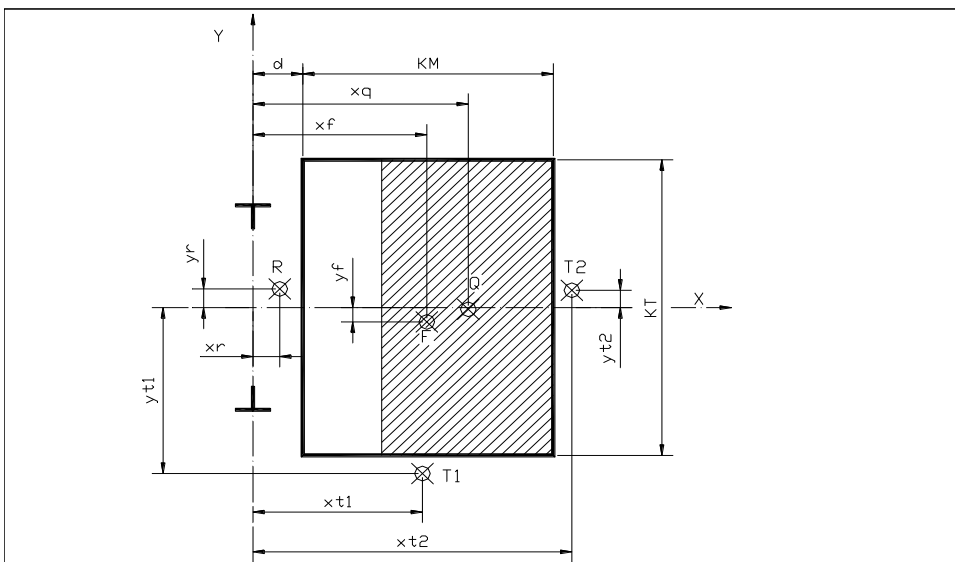
### PŘI PŮSOBENÍ ZACHYCOVAČŮ

#### Vzpěr

Štíhlostní poměr  $\lambda$  / - /  
 $\lambda = l / i_y$  71,83908  
 odpovídá  $\omega$  / - / 1,518322  
 Vzpěrné zatížení na jedno vodítko při působení zachycovačů  
 $K = (k_1 * (Q + F + T_1 + T_2 + R)) * g / p_v$  / N / 13979,25  
 Vzpěrné namáhání jednoho vodítka při působení zachycovačů  
 $\sigma_K = (\omega * K) / A$  / MPa / 12,48529

#### Namáhání na ohyb

a) namáhání na ohyb k ose Y vodítka silami ve vodicích čelistech  
 - zatížení vychýleno ve směru osy x



$x_q = d + 5/8 * KM$  / mm / 916,25  
 $y_q =$  / mm / 0  
 $F_x = \text{ABS}((k_1 * g * (Q * x_q + R * x_r + T_1 * x_{t1} + T_2 * x_{t2} + F * x_f))) / (p_v * h)$   
 $F_x =$  / N / 3620,999  
 $\sigma_y = (3 * F_x * l) / (16 * W_y)$  / MPa / 74,4448903  
 $F_y = \text{ABS}((k_1 * g * (Q * y_q + R * y_r + T_1 * y_{t1} + T_2 * y_{t2} + F * y_f))) / (p_v/2 * h)$   
 $F_y =$  / N / 1560,976  
 $\sigma_x = (3 * F_y * l) / (16 * W_x)$  / MPa / 17,58912061

#### Kombinované namáhání

##### - na ohyb

$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y$  / MPa / 92,03401  
 $\sigma_m < \sigma_{dov}$  **VYHOVUJE**

##### - na ohyb a tlak

$\sigma = \sigma_m + \sigma_K / \omega$  / MPa / 100,2571  
 $\sigma < \sigma_{dov}$  **VYHOVUJE**

##### - ohyb a vzpěr

$\sigma_c = \sigma_K + 0,9 * \sigma_m$  / MPa / 95,3159  
 $\sigma_c < \sigma_{dov}$  **VYHOVUJE**

**Namáhání příruby vodítka na ohyb**

$$\sigma_f = (1,85 * F_x) / c^2 \quad / \text{ MPa } / \quad 82,70184$$

$$\sigma_f < \sigma_{dov} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Průhyb vodítka ve směru osy x:**

$$w_x = 0,7 * ((F_x * l^3) / (48 * E * J_y)) \quad / \text{ mm } / \quad 0,953649$$

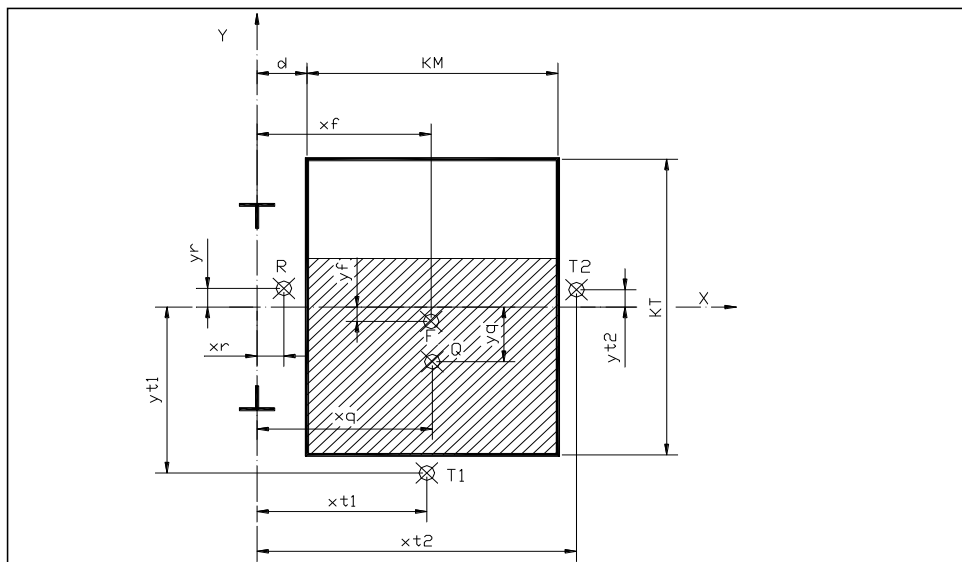
$$w_x < w_{dov} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Průhyb vodítka ve směru osy y:**

$$w_y = 0,7 * ((F_y * l^3) / (48 * E * J_x)) \quad / \text{ mm } / \quad 2,179421$$

$$w_x < w_{dov} \quad \text{VYHOVUJE}$$

b) namáhání na ohyb k ose X vodítka silami ve vodících čelistech  
- zatížení vychýleno ve směru osy y



$$x_q = d + KM/2 \quad / \text{ mm } / \quad 760$$

$$y_q = 1/8 * KT \quad / \text{ mm } / \quad 175$$

$$F_x = \text{ABS}((k_1 * g * (Q * x_q + R * x_r + T_1 * x_{t1} + T_2 * x_{t2} + F * x_f)) / (p_v * h))$$

$$F_x = \quad / \text{ N } / \quad 3242,007$$

$$\sigma_y = (3 * F_x * l) / (16 * W_y) \quad / \text{ MPa } / \quad 66,6531119$$

$$F_y = \text{ABS}((k_1 * g * (Q * y_q + R * y_r + T_1 * y_{t1} + T_2 * y_{t2} + F * y_f)) / (p_v/2 * h))$$

$$F_y = \quad / \text{ N } / \quad 2409,918$$

$$\sigma_x = (3 * F_y * l) / (16 * W_x) \quad / \text{ MPa } / \quad 27,15502703$$

**Kombinované namáhání****- na ohyb**

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad / \text{ MPa } / \quad 93,80814$$

$$\sigma_m < \sigma_{dov} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**- na ohyb a tlak**

$$\sigma = \sigma_m + \sigma_k / \omega \quad / \text{ MPa } / \quad 102,0312$$

$$\sigma < \sigma_{dov} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**- ohyb a vzpěr**

$$\sigma_c = \sigma_k + 0,9 * \sigma_m \quad / \text{ MPa } / \quad 96,91262$$

$$\sigma_c < \sigma_{dov} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Namáhání příruby vodítka na ohyb**

$$\sigma_f = (1,85 * F_x) / c^2 \quad / \text{ MPa } / \quad 74,04585$$

$$\sigma_f < \sigma_{dov} \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Průhyb vodítka ve směru osy x:**

$$w_x = 0,7 * ((F_x * 1^3) / (48 * E * J_y)) \quad / \text{ mm } / \quad 0,853836$$

<b>w<sub>x</sub></b>	<b>&lt;</b>	<b>w<sub>dov</sub></b>	<b>VYHOVUJE</b>
----------------------	-------------	------------------------	-----------------

**Průhyb vodítka ve směru osy y:**

$$w_y = 0,7 * ((F_y * 1^3) / (48 * E * J_x)) \quad / \text{ mm } / \quad 0,32299$$

<b>w<sub>x</sub></b>	<b>&lt;</b>	<b>w<sub>dov</sub></b>	<b>VYHOVUJE</b>
----------------------	-------------	------------------------	-----------------

**NORMÁLNÍ PROVOZ - JÍZDA****Namáhání na ohyb**

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

**- zatížení vychýleno ve směru osy x**

$$x_q = d + 5/8 * KM \quad / \text{ mm } / \quad 916,25$$

$$y_q = \quad / \text{ mm } / \quad 0$$

$$F_x = \text{ABS}((k_2 * g * (Q * x_q + R * x_r + T_1 * x_{t1} + T_2 * x_{t2} + F * x_f)) / (p_v * h))$$

$$F_x = \quad / \text{ N } / \quad 2172,6$$

$$\sigma_y = (3 * F_x * l) / (16 * W_y) \quad / \text{ MPa } / \quad 44,66693418$$

$$F_y = \text{ABS}((k_2 * g * (Q * y_q + R * y_r + T_1 * y_{t1} + T_2 * y_{t2} + F * y_f)) / (p_v/2 * h))$$

$$F_y = \quad / \text{ N } / \quad 936,5855$$

$$\sigma_x = (3 * F_y * l) / (16 * W_x) \quad / \text{ MPa } / \quad 10,55347237$$

**Kombinované namáhání****- na ohyb**

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad / \text{ MPa } / \quad 55,22041$$

<b>σ<sub>m</sub></b>	<b>&lt;</b>	<b>σ<sub>dov</sub></b>	<b>VYHOVUJE</b>
----------------------	-------------	------------------------	-----------------

**Namáhání příruby vodítka na ohyb**

$$\sigma_f = (1,85 * F_x) / c^2 \quad / \text{ MPa } / \quad 49,6211$$

<b>σ<sub>f</sub></b>	<b>&lt;</b>	<b>σ<sub>dov</sub></b>	<b>VYHOVUJE</b>
----------------------	-------------	------------------------	-----------------

**Průhyb vodítka ve směru osy x:**

$$w_x = 0,7 * ((F_x * 1^3) / (48 * E * J_y)) \quad / \text{ mm } / \quad 0,57219$$

<b>w<sub>x</sub></b>	<b>&lt;</b>	<b>w<sub>dov x,y</sub></b>	<b>VYHOVUJE</b>
----------------------	-------------	----------------------------	-----------------

**Průhyb vodítka ve směru osy y:**

$$w_y = 0,7 * ((F_y * 1^3) / (48 * E * J_x)) \quad / \text{ mm } / \quad 0,125526$$

<b>w<sub>y</sub></b>	<b>&lt;</b>	<b>w<sub>dov x,y</sub></b>	<b>VYHOVUJE</b>
----------------------	-------------	----------------------------	-----------------

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

**- zatížení vychýleno ve směru osy y**

$$x_q = d + KM/2 \quad / \text{ mm } / \quad 760$$

$$y_q = 1/8 * KT \quad / \text{ mm } / \quad 175$$

$$F_x = \text{ABS}((k_2 * g * (Q * x_q + R * x_r + T_1 * x_{t1} + T_2 * x_{t2} + F * x_f)) / (p_v * h))$$

$$F_x = \quad / \text{ N } / \quad 1945,204$$

$$\sigma_y = (3 * F_x * l) / (16 * W_y) \quad / \text{ MPa } / \quad 39,99186714$$

$$F_y = \text{ABS}((k_2 * g * (Q * y_q + R * y_r + T_1 * y_{t1} + T_2 * y_{t2} + F * y_f)) / (p_v/2 * h))$$

$$F_y = \quad / \text{ N } / \quad 1445,951$$

$$\sigma_x = (3 * F_y * l) / (16 * W_x) \quad / \text{ MPa } / \quad 16,29301622$$

**Kombinované namáhání****- na ohyb**

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad / \text{ MPa } / \quad 56,28488$$

<b>σ<sub>m</sub></b>	<b>&lt;</b>	<b>σ<sub>dov</sub></b>	<b>VYHOVUJE</b>
----------------------	-------------	------------------------	-----------------

**Namáhání příruby vodítka na ohyb**

$$\sigma_f = (1,85 * F_x) / c^2 \quad / \text{ MPa } / \quad 44,42751$$

<b>σ<sub>f</sub></b>	<b>&lt;</b>	<b>σ<sub>dov</sub></b>	<b>VYHOVUJE</b>
----------------------	-------------	------------------------	-----------------

**Průhyb vodítka ve směru osy x:**

$$w_x = 0,7 * ((F_x * 1^3) / (48 * E * J_y)) \quad / \text{ mm } / \quad 0,512301$$

<b>w<sub>x</sub></b>	<b>&lt;</b>	<b>w<sub>dov x,y</sub></b>	<b>VYHOVUJE</b>
----------------------	-------------	----------------------------	-----------------

**Průhyb vodítka ve směru osy y:**

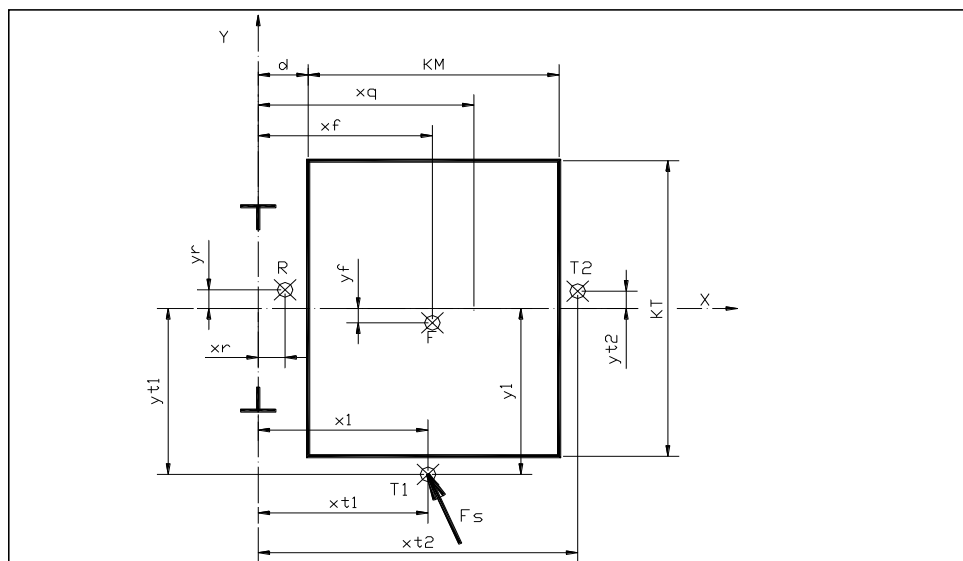
$$w_y = 0,7 * ((F_y * 1^3) / (48 * E * J_x)) \quad / \text{ mm } / \quad 0,193794$$

<b>w<sub>y</sub></b>	<b>&lt;</b>	<b>w<sub>dov x,y</sub></b>	<b>VYHOVUJE</b>
----------------------	-------------	----------------------------	-----------------

## NORMÁLNÍ PROVOZ - NAKLÁDÁNÍ

### Namáhání na ohyb

a) namáhání na ohyb k ose Y vodítka silami ve vodících čelistech - nakládání - dveře č.1



$x_1 =$  / mm / 681  
 $y_1 =$  / mm / 1086  
 $F_s :$  / N /  
 $F_s = 0,4 * g * Q$  2648,7

$F_x = \text{ABS}((g * (R * x_r + T_1 * x_{t1} + T_2 * x_{t2} + F * x_f) + (F_s * x_1)) / (p_v * h))$   
 $F_x =$  / N / 1029,655  
 $\sigma_y = (3 * F_x * l) / (16 * W_y)$  / MPa / 21,16888827

$F_y = \text{ABS}((g * (R * y_r + T_1 * y_{t1} + T_2 * y_{t2} + F * y_f) + (F_s * y_1)) / (p_v / 2 * h))$   
 $F_y =$  / N / 1834,147  
 $\sigma_x = (3 * F_y * l) / (16 * W_x)$  / MPa / 20,66721672

### Kombinované namáhání - ohyb

$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y$  / MPa / 41,8361  
 $\sigma_m < \sigma_{dov}$  **VYHOVUJE**

### Namáhání příruby vodítka na ohyb

$\sigma_f = (1,85 * F_x) / c^2$  / MPa / 23,51681  
 $\sigma_f < \sigma_{dov}$  **VYHOVUJE**

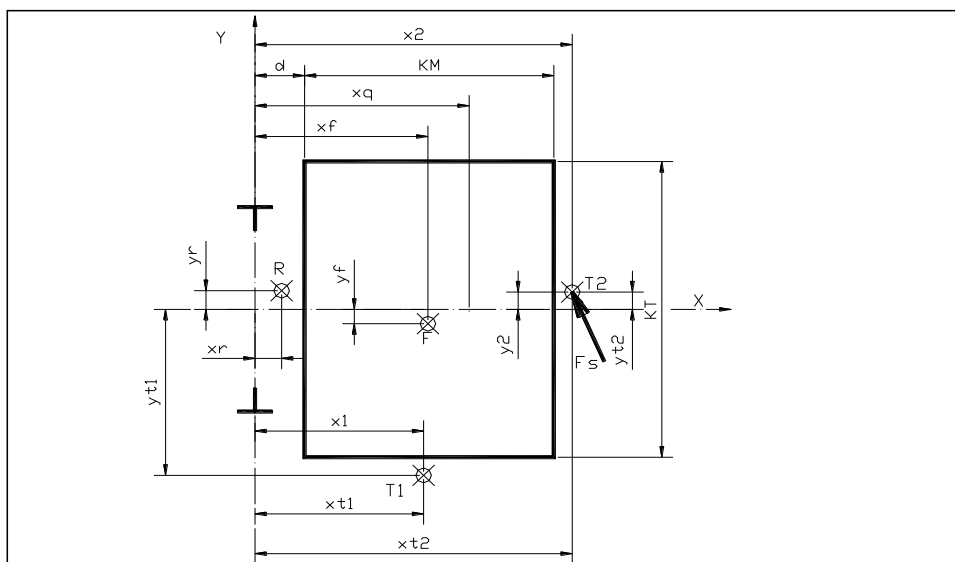
### Průhyb vodítka ve směru osy x:

$w_x = 0,7 * ((F_x * l^3) / (48 * E * J_y))$  / mm / 0,271176  
 $w_x < w_{dov \ x,y}$  **VYHOVUJE**

### Průhyb vodítka ve směru osy y:

$w_y = 0,7 * ((F_y * l^3) / (48 * E * J_x))$  / mm / 0,245822  
 $w_y < w_{dov \ x,y}$  **VYHOVUJE**

a) namáhání na ohyb k ose Y vodítka silami ve vodících čelistech - **nakládání - dveře č.2**



$x2 =$  / mm / 675  
 $y2 =$  / mm / 1086  
 $Fs :$  / N /  
 $Fs=0,4 \cdot g \cdot Q$  2648,7

$Fx = \text{ABS}((g \cdot (R \cdot xr + T1 \cdot xtl + T2 \cdot xt2 + F \cdot xf) + (Fs \cdot x2)) / (pv \cdot h))$   
 $Fx =$  / N / 1354,193  
 $\sigma_y = (3 \cdot Fx \cdot l) / (16 \cdot Wy)$  / MPa / 27,84114395

$Fy = \text{ABS}((g \cdot (R \cdot yr + T1 \cdot ytl + T2 \cdot yt2 + F \cdot yf) + (Fs \cdot y2)) / (pv/2 \cdot h))$   
 $Fy =$  / N / 2887,805  
 $\sigma_x = (3 \cdot Fy \cdot l) / (16 \cdot Wx)$  / MPa / 32,53987314

**Kombinované namáhání - ohyb**

$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y$  / MPa / 60,38102  
 $\sigma_m < \sigma_{dov}$  **VYHOVUJE**

**Namáhání příruby vodítka na ohyb**

$\sigma_f = (1,85 \cdot Fx) / c^2$  / MPa / 30,9291  
 $\sigma_f < \sigma_{dov}$  **VYHOVUJE**

**Průhyb vodítka ve směru osy x:**

$w_x = 0,7 \cdot ((Fx \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot Jy))$  / mm / 0,356649  
 $w_x < w_{dov \ x,y}$  **VYHOVUJE**

**Průhyb vodítka ve směru osy y:**

$w_y = 0,7 \cdot ((Fy \cdot l^3) / (48 \cdot E \cdot Jx))$  / mm / 0,387039  
 $w_y < w_{dov \ x,y}$  **VYHOVUJE**

### VÝPOČET DOSEDŮ

Statický rozsah zatížení na 1 dosed

Počet dosedů na	/ - /	1
$F_{d \max} = g \cdot (Q + K + R + T_1 + T_2) / n_d =$	/ N /	13979,25
$F_{d \min} = g \cdot (K + R + T_1 + T_2) / n_d =$	/ N /	7357,5
<b>Jsou použity</b>	<b>1 dosedy - rozměru</b>	<b>100/80</b>

### SÍLY PŮSOBÍCÍ NA DNO PROHLUBNĚ

Pod každým vodítkem v okamžiku působení zachycovačů

tiha 1m vodítka $Q_v = q \cdot g$	/ N/m /	132,9255
délka vodítka $l_v$ /m/		20,54
$B = K + Q_v \cdot l_v$	/ N /	14800

Pod nárazníkem klece

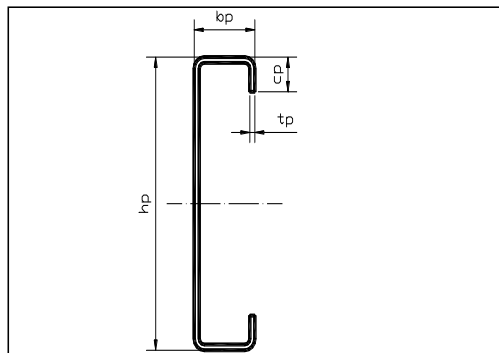
$F_k = 4 \cdot g \cdot (Q + K + R + T_1 + T_2)$	/ N /	55000
---	-------	-------

Pod hydromotorem viz. kontrola h.m. KB	/ N /	0
--	-------	---

### STATICKÝ VÝPOČET RÁMU

Kontrola podélníku rámu - ohyb

počet podélníků	$p =$	/ ks /	2
rozměry profilu:			
$b_p =$		/ mm /	50
$h_p =$		/ mm /	230
$c_p =$		/ mm /	25
$t_p =$		/ mm /	4



Průřezové charakteristiky podélníku rámu

$J_{xp} =$	/ mm <sup>4</sup> /	10458165
$W_{op} =$	/ mm <sup>3</sup> /	90940,57

Materiálové charakteristiky podélníku rámu

Materiál		11373
Dovolené napětí v ohybu $\sigma_{dov}$	/ MPa /	96

Ohybový moment

$M_{op} = (F \cdot x_f + Q \cdot x_q + R \cdot x_r + T_1 \cdot x_{t1} + T_2 \cdot x_{t2}) \cdot g / p$		
$M_{op} =$	/ Nmm /	4110807

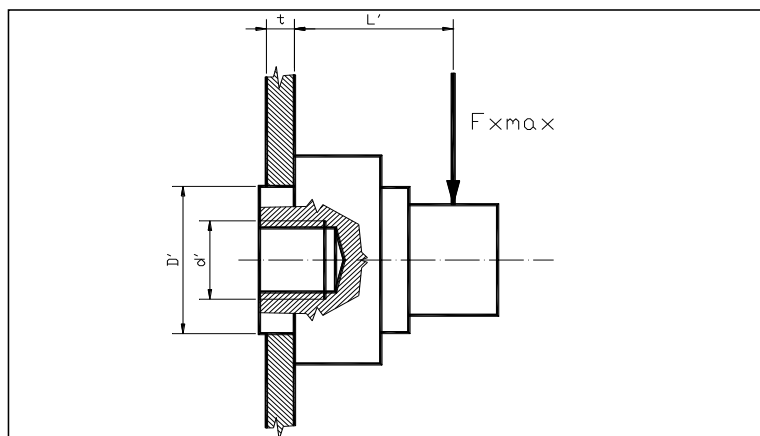
**Napětí v ohybu**

$\sigma_{op} = M_{op} / W_{op}$	/ MPa /	45,20322
---------------------------------	---------	----------

$\sigma_{op} < \sigma_{dov}$  **VYHOVUJE**

# KONTROLA ČEPU VODÍČÍHO KOLEČKA - ohyb , smyk

Materiál čepu		11600
Dovolené napětí $\sigma_{dov}$	/ MPa /	95
Charakteristické rozměry:		
$L' =$	/ mm /	47
$D' =$	/ mm /	40
$d' =$	/ mm /	24



Síla na čepu se zatížením posunutým ve směru osy X při působení zachycovačů  
 $F_{xmax} =$  3620,999

**Ohybové napětí**  
 $\sigma_{o\check{c}} = (F_{xmax} * L') / (0,1 * ((D'^4 - d'^4) / D')) =$  / MPa / 30,55114

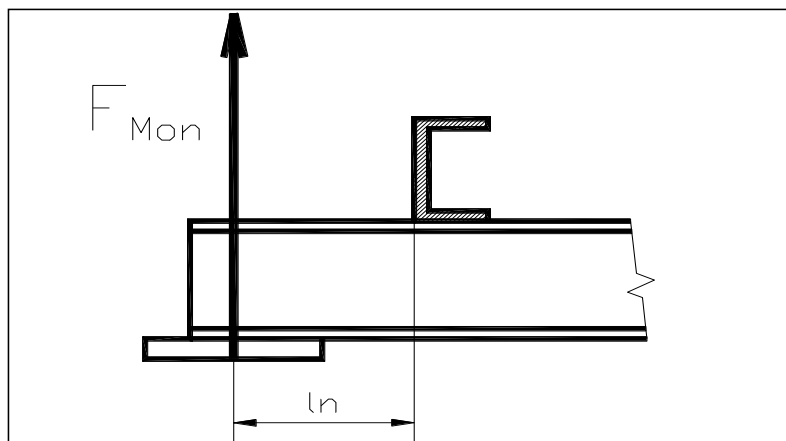
**Smykové napětí na čepu**  
 $\tau_s = F_{xmax} / (\pi / 4 * (D'^2 - d'^2)) =$  / MPa / 4,502343

**Redukované napětí**  
 $\sigma_{red} = (\sigma_{o\check{c}}^2 + 3 * \tau_s^2)^{0.5}$  / MPa / 31,53071

$\sigma_{red} < \sigma_{dov}$  **VYHOVUJE**

## KONTROLA NOSNÍKU UKOTVENÍ LAN NA RÁMU - ohyb

Materiál nosníku		11373
Dovolené napětí $\sigma_{dov}$	/ MPa /	80



Charakteristické rozměry		pro I120		
Won=	/mm <sup>3</sup> /	54700		
ln=	/ mm /	244		
Ohybový moment				
Mon=k2*(Q+F+R+T1+T2)*g*ln=	/ Nmm /	4093124		
Ohybové napětí				
σon=Mon/Won=	/ MPa /	74,8286		
		σon	<	σdov
				VYHOVUJE