

VÝPOČET ELEKTRICKÉHO VÝTAHU

DLE ČSN EN 81-20 a 81-50

STAVEBNÍK : Město Třebíč, Karlovo nám. 104/55, 674 Třebíč

STAVBA : Ubytovna města Třebíče, Manž. Curieových 604
na pozemku p.č. 5670, k.ú. Třebíč (769738) - ZÁPAD

TYP VÝTAHU : OTI 900/1,0

VYPRACOVAL : Ing. Zdeněk Procházka

DATUM : II / 2020

LISTŮ : 11+2



Procházka Zdeněk

Hlavní technická data výtahu

Nosnost	Q/kg/	900	
Dovolené zatížení výtahu	Q/N/		9000
Zdvih výtahu	H/m/	22,54	
Jmenovitá rychlost	v(m/s)	1	
Stanice výtahu	`/1/	9	
Nákladíště /nástupiště/ výtahu	`/1/	9	
Třída výtahu		I.	
Prostředí		normální čl. 0.4.16 EN 81-20	
El. řízení výtahu		jednosměrné sběrné	
Omezovač rychlosti			
Šachetní dveře		Automatické dveře 800/2000 mm	
Dveřní uzávěra			
Světelné návěstí		signál "v jízdě", signalizace polohová směrová	
Nouzové návěstí		el. zvonek	
Koncový vypínač ovládaný od		klece	
Umístění výtahu		v budově	
Umístění strojovny		nad šachtou	
Osvětlení strojovny		200/50 lx	
Osvětlení prostoru před vstupem do strojovny		50 lx	
Osvětlení nákladíšť		50 lx	
Osvětlení šachty		50/20 lx	

Výpočty nosných elementů výtahu

	Klec /kabina/ výtahu		
Rozměry	klece		
	šířka	Dy/m/	1,1
	hloubka	Dx/m/	1,98
	výška	v/m/	2,1
Tíha klece	P/N/	8500	
Tíha zatížení	Q/N/		9000
Zachycovače		klouzávé obousměrné	
Ovládané od		omezovače rychlosti	
Dosedý			
Závěs klece		horní - pevný + vážení	
Horní dráha klece	`/m/	viz dispozice	
Dolní dráha klece	`/m/	viz. dispozice	

Horní závěsný nosník - přímé lanování
(viz. PŘÍLOHA obr. 2)

Profil	2 x TR OBD 120x60x4		
Mater. char.	Wx/m ³ /	0,00004012	
	Jx/m ⁴ /	0,000002407	
	E/Pa/	2,1E+11	
Tíha klece	P/N/		8500
Tíha zatížení	Q/N/		9000
Dovolené napětí	SIGMD/MPa/	80	
Celková délka	l /m/		1,1
	SIGM=((P+Q)*l/(Wx*8))*1E-6 /MPa/		59,97632
	vyhovuje		
Průhyb	y/m/		
	y=(Q+P)*l ³ /(2*48*E*J)		0,00048
	musí být menší, rovno než		
Dovolený průhyb	l*0,001/m/		0,0011

Nástupní nosník rámu klece
(viz. PŘÍLOHA obr. 4)

Profil	U 84x20x2 + laťovka		
Mater. char.	Wx/m ³ /	0,000006034	
	Jx/m ⁴ /	0,00000022	
	E/Pa/	2,1E+11	
Tíha zatížení	Q/N/		9000
Dovolené napětí	SIGMD/MPa/	96	
Volná délka	d/m/		0,55
	SIGM=(0,1*Q*d/Wx)*1E-6 /MPa/		82,03513
	vyhovuje		
Průhyb	y/m/		
	y=(0,4*Q*d ³)/(48*E*Jx)		0,00027
	musí být menší, rovno než		
Dovolený průhyb	l*0,001/m/		0,00055

Svislá táhla klece - 1 Pár vodiček

Šířka klece	Dy/m/		1,1
Délka táhel	l/m/	2,884	
Vzdálenost středů			
vodicích čelistí	h/m/	3,664	
Profil	L 60x60x6		
Mater.char.	Wx/m ³ /	0,00000525	
	Jx/m ⁴ /	2,287E-07	
	E/Pa/	2,1E+11	
	So/m ² /	0,00069	
Tíha klece	P/N/		8500
Tíha zatížení	Q/N/		9000
Dovolené napětí	SIGMD/MPa/	48	
SIGM=((Q+P)/(4*So)+Q*Dy*l/(6*4*h*Wx*2))*1e-6			
	/MPa/		37,26307
	vyhovuje		
Dovolené napětí	SIGMD/MPa/		48

Vyvažovací závaží

Umístění			vedle klece	
Závěs vyvaž. závaží			horní pružinový	
Dráha v. závaží	nahoru/m/ dolů/m/		viz. dispozice viz. dispozice	
Dosedý			D3	
Rozměry	šířka	š/m/	1,37	
	tloušťka	t/m/	0,16	
	výška	v/m/	2,8	
Vodítka vyv. závaží			T 50x50x5	
Počítají se tehdy, jsou li namáhána na vzpěr.				
Tíha vyvažovacího závaží	Z/N/	13000		
Tíha klece	P/N/		8500	
Tíha zatížení	Q/N/		9000	
	$x=(Z-P)/Q /1/$		0,5	
	x náleží do intervalu <0,4 - 0,5>			
Kontrola závěsných táhel				
Dovolené napětí	SIGMD/MPa/	46		
Tíha vyv. závaží	Z/N/		13000	
Počet táhel v závaží	m/1/	2		
Průřez táhla	$S=3,14*d^2/4 /mm^2/$			
Plyne	$d=(Z/(m*(3,14*SIGMD/4)))^{0,5} /mm/$		13,41661	
Vyhovuje, volen průřez		2 x U 160x60x5		

Nosné prostředky		
Ocelové lano osmipramenné	8x19 Seale+IWRC	
Jmenovitá pevnost drátků	1570 MPa	
Počet lan	m/1/	4
Tíha 1m lana	g/Nm ⁻¹ /	5,46
Zaručená únosnost lana	N/N/	86800
Průměr lana	d/m/	0,012
Průřez lana	S/mm ² /	62,07
Zdvih	H/m/	22,54
Tíha lana výtahu	L/N/	
	m*g*H	492,2736
Lanový převod	ik/1/	1

Součinitel bezpečnosti lan musí být min.

12 u výtahů s třecími kotouči s 3 a více lany

16 u výtahů s třecími kotouči s 2 lany

12 u bubnových výtahů

Stanovení součinitele bezpečnosti nosných lan

Průměr hnacího kotouče	Dt /m/	0,65
Střední průměr všech kladek	Dp /m/	0,5
Počet kladek s ohybem ve stejném smyslu	Nps /1/	1
Počet kladek se střídavým ohybem	Npr /1/	0
Poměr průměrů hnacího kotouče a kladky	$Kp=(Dt/Dp)^4$ /1/	2,8561
Ekvivalentní počet lanových kladek	$Nequiv(p)=Kp*(Nps+4*Npr)$ /1/	2,8561
Ekvivalentní počet hnacích kotoučů	$Nequiv(t)=$ /1/	10
Ekvivalentní počet odkláněcích kladek	$Nequiv=Nequiv(t)+Nequiv(p)$	12,8561
Minimální součinitel bezpečnosti nosných lan	Sf /1/	18

Výpočet

$$Sf=m*N*ik/(P+Q+L) \quad 19,29717$$

Vyhovuje podle obou podmínek

Poměr průměrů třecích kotoučů, bubnů, kladek a průměru lana musí být minimálně 40, nezávisle na počtu pramenů

Průměr tř. kotouče	D1/m/	0,65
Průměr lana	d/m/	0,012
	$\sqrt{D1/d}$	54,16667

Upevnění lan musí mít minimálně 80% únosnosti lan

Trakční schopnost a tlak v drážce třecího kotouče - viz. příloha výpočet od dodavatele výtahového stroje Alberto Sassi

Kontrola omezovače rychlosti OR

Poměr průměru kladky OR

a průměru lana musí být minimálně 30

Průměr kladky	Dor/m/	0,2
Průměr napínací kladky	Dnk/m/	0,2
Průměr lana OR	dor/m/	0,006
Průměr lana musí být min. 0,006 m čl. 9.9.6.3		
	`Dor/d	33,33333
	`Dnk/d	33,33333

Vyhovuje

Silové poměry na kladce OR při jízdě klece nahoru

Síla pro vybavení musí být vyvozena přímo závažím

	T2or=Gr/2 /N/	300
Hmotnost závaží	Gr /N/ min.	600

Trakční schopnost kladky OR při jízdě klece dolů

Síla $T_{2or} \cdot \text{EXP}(f \cdot \text{ALFA}) / (C1 \cdot C2)$ musí mít min. 300 N

`C1	`1,1 při jmenovité rychlosti $0 < v \leq 0.63$	
	`1,15 při jmenovité rychlosti $0,63 < v$	1,15
`C2	`1,2 součinitel bere v úvahu změny tvaru drážky vlivem opotřebení	
Úhel drážky OR	GAMA/°/	40
Úhel opásání OR	ALFA/°/	180
Tíha napínacího závaží	`Gr/N/	600
Stat. síla od závaží	`T2or=Gr/2 /N/	300
Klidové tření litina ocel	ný/1/	0,09
Součinitel tření lana v drážce	f/1/	
	$f = ný / \text{SIN}(GAMA/2)$	0,263142
	$\text{EXP}(f \cdot \text{ALFA})$	2,285732
	$T1or = T2or \cdot \text{EXP}(f \cdot \text{ALFA}) / (C1 \cdot C2)$	496,8982
	`(pro C2=1,2)	
	Vztah je větší, roven než 300 N	

Tlak v drážce třecího kotouče p /MPa/

Průměr kladky OR	Dor/mm/	200
Průměr lana OR	dor/mm/	6
Úhel drážky	GAMA/°/	40
Síla vyvozená OR uveden. v činnosti T1or/N/		496,8982
Rychlost klece	vc/ms ⁻¹ /	1
$p = (T1or / (Dor \cdot dor)) \cdot 4,5 / \text{SIN}(GAMA/2) / \text{MPa/}$		5,448124
Vztah musí být menší, roven než		
`(12,5+4*vc)/(1+vc) /MPa/		8,25
Vyhovuje		

Součinitel bezpečnosti lana OR kor/1/

Síla vyvozená OR uveden. v činnosti T1or/N/		496,8982
Jmen. nosnost lana OR	Nor/N/	22500
70%-ní jmen. nosnost lana OR	Nor70/N/	15750
Bezpečnost	Nor70/T1or	31,69663
Minimální bezpečnost dle EN je 8		
Vyhovuje		

Výpočet hlavních částí vedení

Kontrola vodiček klece

Profil vodička	T 90x75x16		
Tloušťka příruby vodička	c /m/	0,01	
Statické parametry	Wx /m ³ /	0,00002087	
	Wy /m ³ /	0,0000118	
	Jx /m ⁴ /	0,00000102	
	Jy /m ⁴ /	0,000000526	
	A /m ² /	0,001725	
	iy /mm/	17,5	
Prázdná klec	P/kg/		850
Nosnost	Q/kg/		900
Síla způsobená pomocnými zařízeními na jedno vodičko			
	M /N/	0	
Počet vodiček	n /1/	2	
Největší vzdálenost mezi kotvami vodiček			
	l /m/	2,5	
Svislá vzdálenost mezi vodicími čelistmi			
	h /m/		3,664
Šířka klece	Dy /m/		1,1
Hloubka klece	Dx /m/		1,98
Vzdálenost osy vodiček od strany vstupu			
	x1 /m/		0,9
Vzdálenost středu klece (závěsu klece) od okraje klece			
	y1 /m/		0,55
Vzdálenost těžiště klece od osy vodiček			
	xp /m/	0,1	
	yp /m/	0,01	
Vzdálenost působíště zatížení od osy vodiček			
pro případ A	xq /m/		0,2475
	yq /m/	0	
pro případ B	xq /m/	0	
	yq /m/		0,1375
Součinitele rázu			
	k1 /1/	2	
	k2 /1/	1,2	
	k3 /1/	0	
Gravitační zrychlení	gn/m.s ⁻² /		9,81
Součinitel štíhlosti			
	LAMBDA=l/iy	/1/	142,8571
OMEGA - hodnotu určíme pomocí LAMBDA z tabulky G.3 nebo G.4			
	=		3,12

Zatížení vzniklé působením zachycovačů

Případ A

Namáhání na ohyb v ose Y

$$F_x = k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_q + P \cdot x_p) / (n \cdot h) \quad /N/ \quad 823,9704$$

$$\sigma_{My} = (3 \cdot F_x \cdot l) / (16 \cdot W_y) \quad /MPa/ \quad 32,73187$$

Namáhání na ohyb v ose X

$$F_y = k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_q + P \cdot y_p) / (n/2 \cdot h) \quad /N/ \quad 45,51583$$

$$\sigma_{Mx} = (3 \cdot F_y \cdot l) / (16 \cdot W_x) \quad /MPa/ \quad 1,022307$$

Případ B

Namáhání na ohyb v ose Y

$$F_x = k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_q + P \cdot x_p) / (n \cdot h) \quad /N/ \quad 227,5791$$

$$\sigma_{My} = (3 \cdot F_x \cdot l) / (16 \cdot W_y) \quad /MPa/ \quad 9,040485$$

Namáhání na ohyb v ose X

$$F_y = k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_q + P \cdot y_p) / (n/2 \cdot h) \quad /N/ \quad 708,1728$$

$$\sigma_{Mx} = (3 \cdot F_y \cdot l) / (16 \cdot W_x) \quad /MPa/ \quad 15,90589$$

Namáhání na vzpěr

$$F_k = k_1 \cdot g_n \cdot (P + Q) / n \quad /N/ \quad 17167,5$$

$$\sigma_{Mk} = (F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega_{GA/A} \quad /MPa/ \quad 31,05078$$

Kombinované namáhání

Případ A

na ohyb $\sigma_{Mm} = \sigma_{Mx} + \sigma_{My} \quad /MPa/ \quad 33,75418$

na tlak a ohyb

$$\sigma_{M} = \sigma_{Mm} + (F_k + k_3 \cdot M) / A \quad /MPa/ \quad 43,70636$$

na ohyb a vzpěr

$$\sigma_{Mc} = \sigma_{Mk} + 0,9 \cdot \sigma_{Mm} \quad /MPa/ \quad 51,30329$$

Namáhání příruby vodítka na ohyb

$$\sigma_{Mf} = 1,85 \cdot F_x / c^2 \quad /MPa/ \quad 15,24345$$

Průhyby $\Delta x = 0,7 \cdot F_x \cdot l^3 / (48 \cdot E \cdot J_y) \quad /mm/ \quad 1,699744$

$$\Delta y = 0,7 \cdot F_y \cdot l^3 / (48 \cdot E \cdot J_x) \quad /mm/ \quad 0,048419$$

Případ B

na ohyb $\sigma_{Mm} = \sigma_{Mx} + \sigma_{My} \quad /MPa/ \quad 24,94638$

na tlak a ohyb

$$\sigma_{M} = \sigma_{Mm} + (F_k + k_3 \cdot M) / A \quad /MPa/ \quad 34,89855$$

na ohyb a vzpěr

$$\sigma_{Mc} = \sigma_{Mk} + 0,9 \cdot \sigma_{Mm} \quad /MPa/ \quad 53,50252$$

Namáhání příruby vodítka na ohyb

$$\sigma_{Mf} = 1,85 \cdot F_x / c^2 \quad /MPa/ \quad 4,210214$$

Průhyby $\Delta x = 0,7 \cdot F_x \cdot l^3 / (48 \cdot E \cdot J_y) \quad /mm/ \quad 0,469466$

$$\Delta y = 0,7 \cdot F_y \cdot l^3 / (48 \cdot E \cdot J_x) \quad /mm/ \quad 0,75335$$

Zatížení vzniklé normálním provozem - jízdou

Namáhání na vzpěr se nevyskytuje

Případ A

Namáhání na ohyb v ose Y

$$F_x = k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_q + P \cdot x_p) / (n \cdot h) \quad /N/ \quad 494,3822$$

$$SIGMy = (3 \cdot F_x \cdot I) / (16 \cdot W_y) \quad /MPa/ \quad 19,63912$$

Namáhání na ohyb v ose X

$$F_y = k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_q + P \cdot y_p) / (n/2 \cdot h) \quad /N/ \quad 27,3095$$

$$SIGMx = (3 \cdot F_y \cdot I) / (16 \cdot W_x) \quad /MPa/ \quad 0,613384$$

Případ B

Namáhání na ohyb v ose Y

$$F_x = k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_q + P \cdot x_p) / (n \cdot h) \quad /N/ \quad 136,5475$$

$$SIGMy = (3 \cdot F_x \cdot I) / (16 \cdot W_y) \quad /MPa/ \quad 5,424291$$

Namáhání na ohyb v ose X

$$F_y = k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_q + P \cdot y_p) / (n/2 \cdot h) \quad /N/ \quad 397,5942$$

$$SIGMx = (3 \cdot F_y \cdot I) / (16 \cdot W_x) \quad /MPa/ \quad 8,930152$$

Kombinované namáhání

Případ A

na ohyb $SIGMm = SIGMx + SIGMy \quad /MPa/ \quad 20,25251$

tlak a ohyb

$$SIGM = SIGMm + k_3 \cdot M/A \quad /MPa/ \quad 20,25251$$

Namáhání příruby vodítka na ohyb

$$SIGMf = 1,85 \cdot F_x / c^2 \quad /MPa/ \quad 9,146071$$

Průhyby $DELTAx = 0,7 \cdot F_x \cdot I^3 / (48 \cdot E \cdot J_y) \quad /mm/ \quad 1,019846$

$$DELTAy = 0,7 \cdot F_y \cdot I^3 / (48 \cdot E \cdot J_x) \quad /mm/ \quad 0,029052$$

Případ B

na ohyb $SIGMm = SIGMx + SIGMy \quad /MPa/ \quad 14,35444$

tlak a ohyb

$$SIGM = SIGMm + k_3 \cdot M/A \quad /MPa/ \quad 14,35444$$

Namáhání příruby vodítka na ohyb

$$SIGMf = 1,85 \cdot F_x / c^2 \quad /MPa/ \quad 2,526129$$

Průhyby $DELTAx = 0,7 \cdot F_x \cdot I^3 / (48 \cdot E \cdot J_y) \quad /mm/ \quad 0,28168$

$$DELTAy = 0,7 \cdot F_y \cdot I^3 / (48 \cdot E \cdot J_x) \quad /mm/ \quad 0,422958$$

Zatížení vzniklé normálním provozem - nakládáním

Namáhání na vzpěr se nevyskytuje

Zatížení prahu při nakládání pro výtah nosností menší než 2500kg

$F_s = 0,4 \cdot g_n \cdot Q$	/N/	3531,6
Namáhání na ohyb v ose Y		
$F_x = (F_s \cdot x_1 + g_n \cdot P \cdot x_p) / (2 \cdot h)$	/N/	590,9026
$SIGMy = (3 \cdot F_x \cdot I) / (16 \cdot Wy)$	/MPa/	23,47335
Namáhání na ohyb v ose X		
$F_y = (F_s \cdot y_1 + g_n \cdot P \cdot y_p) / h$	/N/	552,8835
$SIGMx = (3 \cdot F_y \cdot I) / (16 \cdot Wx)$	/MPa/	12,41802

Kombinované namáhání

na ohyb $SIGMm = SIGMx + SIGMy$ /MPa/ 35,89138

na tlak a ohyb

$SIGM = SIGMm + k_3 \cdot M/A$ /MPa/ 35,89138

Namáhání příruby vodítka na ohyb

$SIGMf = 1,85 \cdot F_x / c^2$ /MPa/ 10,9317

Průhyby $DELTAx = 0,7 \cdot F_x \cdot I^3 / (48 \cdot E \cdot Jy)$

/mm/ 1,218955

$DELTAy = 0,7 \cdot F_y \cdot I^3 / (48 \cdot E \cdot Jx)$

/mm/ 0,588154

Dovolené namáhání pro normální provoz - nakládání do klece

Mez průtažnosti R_m /N/mm²/ 370

Součinitel bezpečnosti

St /1/ 2,25

$SIGMdov = R_m / St$ /MPa/ 164,4444

vyhovuje

Dovolené namáhání při působení zachycovačů

Mez průtažnosti R_m /N/mm²/ 370

Součinitel bezpečnosti

St /1/ 1,8

$SIGMdov = R_m / St$ /MPa/ 205,5556

vyhovuje

Výpočet svislých sil na podlahu šachty
při působení zachycovačů a nárazníků

Síla pod každým vodičkem

Hmotnost vodička	hm/kg/	550
	$B=10 \cdot hm + 10 \cdot (P+Q)$	/N/ 23000

Výpočet svislých sil na nárazníky /N/

Hmotnost klece	P /kg/	850
Zatížení	Q /kg/	900
Hmotnost lan	L /kg/	49,22736
Hmotnost protiváhy	Z /kg/	1300
Síla na nárazník klece	$F_k=40(P+Q+L)$	/N/ 71969,09
protiváhy	$F_z=40Z$	/N/ 52000

Kotva vodiček -- 1 Pár vodiček

(viz. PŘÍLOHA obr.7)

Mater. 1	U 65	mater. 2	L 60x60x6
Celková délka	l/m/		1,54
Délka ramen	l_1 /m/		0,77
	l_2 /m/		0,77
	l_3 /m/		0,365
Tíha klece	P/N/		8500
Zatížení	Q/N/		9000
Dovolené zatížení	SIGMD/MPa/		160
Mater. char.1	$W_{x1}/m^3/$		0,0000177
Mater. char.2	$W_{x2}/m^3/$		0,00000525
	E/Pa/		2,1E+11

Výpočet sil

	$F_v=(P+Q)/6$	/N/ 2916,667
	$F_v'=(P+Q)/12$	/N/ 1458,333
	$SIGM1=(F_v \cdot l)/6 \cdot W_{x1} \cdot 1e-6$	/MPa/ 42,29441
	$SIGM2=(F_v' \cdot l_3)/W_{x2} \cdot 1e-6$	/MPa/ 50,69444
	vyhovuje	
Dovolené zatížení	SIGMD/MPa/	160

Výpočet nárazníků pod klecí

Počet nárazníků	n /1/	1
Nosnost	Q /kg/	900
Hmotnost prázdné klece	P /kg/	850
Hmotnost působící na nárazník	$m_{max}=Q+K/n$	/kg/ 1750
	$m_{min}=K/n$	/kg/ 850

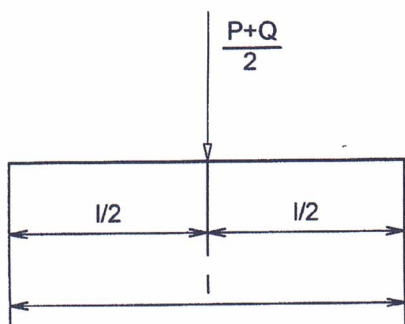
Tomuto rozsahu odpovídá nárazník

Výpočet nárazníků pod závažím

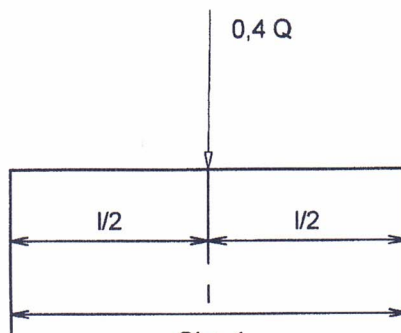
Počet nárazníků	n /1/	1
Hmotnost působící na nárazník	$m_z=(K+Q/2)/n$	/kg/ 1300
Odpovídá nárazník		



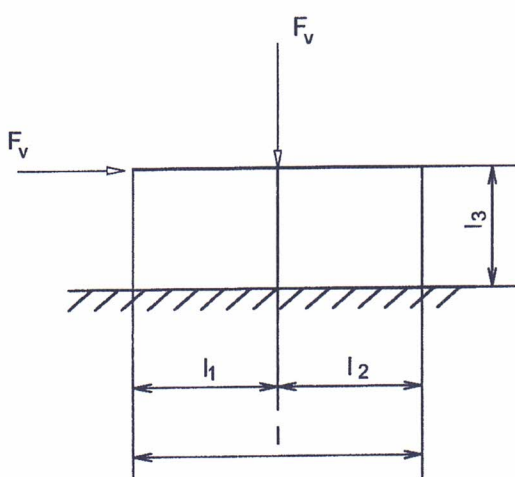
PŘÍLOHA



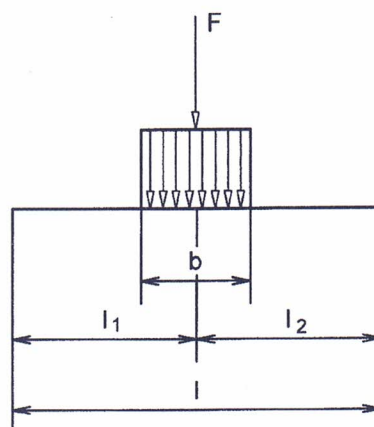
Obr. 2



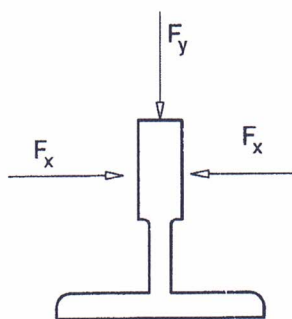
Obr. 4



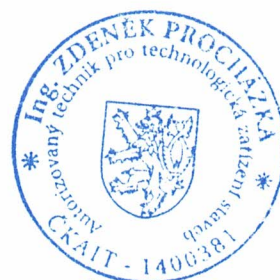
Obr. 7



Obr. 10

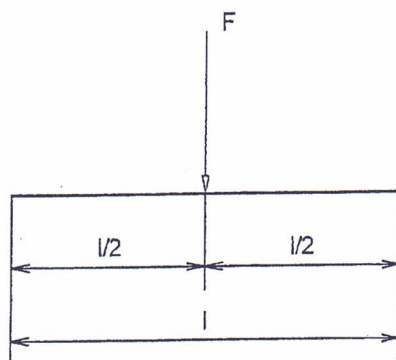


Obr. 6

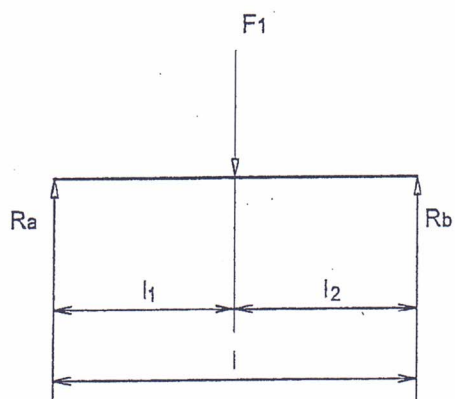


Wolke

PŘÍLOHA



Obr. 12



Obr. 17



Procházka Z.