VÝPOČET ELEKTRICKÉHO VÝTAHU

DLE ČSN EN 81-20 a 81-50

STAVEBNÍK	:	**Město Třebíč, Karlovo nám. 104/55, 674 Třebíč**
STAVBA	:	**Podnikatelský dům města Třebíče, Manž. Curieových 657 na pozemku p.č. 5672, k.ú. Třebíč (769738) - VÝCHOD**
TYP VÝTAHU	:	**OTI 900/1,0**
VYPRACOVAL	:	**Ing. Zdeněk Procházka**
DATUM	:	**III / 2020**
LISTŮ	:	**11+2**

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	
Nákladiště /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 nákladišť	50 lx		
Osvětlení šachty	50/20 lx		

Výpočty nosných elementů výtahu

Klec /kabina/ výtahu

Rozměry klece			
	šířka	Dy/m/	1,1
	hloubka	Dx/m/	2
	výška	v/m/	2,1
Tíha klece		P/N/	8500
Tíha zatížení		Q/N/	9000
Zachycovače		klouzavé obousměrné	
Ovládané od		omezovače rychlosti	
Dosedy			
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 vodítek

Šířka klece	Dy/m/		1,1
Délka táhel	l/m/	2,884	
Vzdálenost středů vodících 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/		viz. dispozice	
	dolů/m/		viz. dispozice	
Dosedy			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	

Výpočtem

	Sf=m*N*ik/(P+Q+L)	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
	`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 T2or*EXP(f*ALFA)/(C1*C2) musí mít min. 300 N

`C1	`1,1 při jmenovité rychlosti 0 < v <= 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/SIN(GAMA/2)		0,263142
	EXP(f*ALFA)		2,285732
	T1or=T2or*EXP(f*ALFA)/(C1*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 činnost	T1or/N/		496,8982
Rychlost klece	vc/ms^-1/	1	
p=(T1or/(Dor*dor))*4,5/SIN(GAMA/2)/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 činnost	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 vodítek klece

Profil vodítka		T 90x75x16	
Tloušťka příruby vodítka	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 vodítko			
	M /N/	0	
Počet vodítek	n /1/	2	
Největší vzdálenost mezi kotvami vodítek			
	l /m/	2,5	
Svislá vzdálenost mezi vodicími čelistmi			
	h /m/		3,664
Šířka klece	Dy /m/		1,1
Hloubka klece	Dx /m/		2
Vzdálenost osy vodítek od strany vstupu			
	x1 /m/		0,9
Vzdálenost středu klece (závěsu klece) od okraje klece			
	y1 /m/		0,55
Vzdálenost těžiště klece od osy vodítek			
	xp /m/	0,1	
	yp /m/	0,01	
Vzdálenost působiště zatížení od osy vodítek			
pro případ A	xq /m/		0,25
	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			
	Fx=k1*gn*(Q*xq+P*xp)/(n*h)	/N/	829,9945
	SIGMy=(3*Fx*l)/(16*Wy)	/MPa/	32,97118
Namáhání na ohyb v ose X			
	Fy=k1*gn*(Q*yq+P*yp)/(n/2*h)	/N/	45,51583
	SIGMx=(3*Fy*l)/(16*Wx)	/MPa/	1,022307
Případ B			
Namáhání na ohyb v ose Y			
	Fx=k1*gn*(Q*xq+P*xp)/(n*h)	/N/	227,5791
	SIGMy=(3*Fx*l)/(16*Wy)	/MPa/	9,040485
Namáhání na ohyb v ose X			
	Fy=k1*gn*(Q*yq+P*yp)/(n/2*h)	/N/	708,1728
	SIGMx=(3*Fy*l)/(16*Wx)	/MPa/	15,90589
Namáhání na vzpěr			
	Fk=k1*gn*(P+Q)/n	/N/	17167,5
	SIGMk=(Fk+k3*M)*OMEGA/A	/MPa/	31,05078
Kombinované namáhání			
Případ A			
na ohyb	SIGMm=SIGMx+SIGMy	/MPa/	33,99349
na tlak a ohyb			
	SIGM=SIGMm+(Fk+k3*M)/A	/MPa/	43,94566
na ohyb a vzpěr			
	SIGMc=SIGMk+0,9*SIGMm	/MPa/	51,44688
Namáhání příruby vodítka na ohyb			
	SIGMf=1,85*Fx/c^2	/MPa/	15,3549
Průhyby	DELTAx=0,7*Fx*l^3/(48*E*Jy)		
		/mm/	1,712171
	DELTAy=0,7*Fy*l^3/(48*E*Jx)		
		/mm/	0,048419
Případ B			
na ohyb	SIGMm=SIGMx+SIGMy	/MPa/	24,94638
na tlak a ohyb			
	SIGM=SIGMm+(Fk+k3*M)/A	/MPa/	34,89855
na ohyb a vzpěr			
	SIGMc=SIGMk+0,9*SIGMm	/MPa/	53,50252
Namáhání příruby vodítka na ohyb			
	SIGMf=1,85*Fx/c^2	/MPa/	4,210214
Průhyby	DELTAx=0,7*Fx*l^3/(48*E*Jy)		
		/mm/	0,469466
	DELTAy=0,7*Fy*l^3/(48*E*Jx)		
		/mm/	0,75335

Zatížení vzniklé normálním provozem - jízdou
Namáhání na vzpěr se nevyskytuje
Případ A
Namáhání na ohyb v ose Y

	Fx=k2*gn*(Q*xq+P*xp)/(n*h)	/N/	497,9967
	SIGMy=(3*Fx*l)/(16*Wy)	/MPa/	19,78271

Namáhání na ohyb v ose X

	Fy=k2*gn*(Q*yq+P*yp)/(n/2*h)	/N/	27,3095
	SIGMx=(3*Fy*l)/(16*Wx)	/MPa/	0,613384

Případ B
Namáhání na ohyb v ose Y

	Fx=k2*gn*(Q*xq+P*xp)/(n*h)	/N/	136,5475
	SIGMy=(3*Fx*l)/(16*Wy)	/MPa/	5,424291

Namáhání na ohyb v ose X

	Fy=k2*gn*(Q*yq+P*yp)/(n/2*h)	/N/	397,5942
	SIGMx=(3*Fy*l)/(16*Wx)	/MPa/	8,930152

Kombinované namáhání
Případ A

na ohyb	SIGMm=SIGMx+SIGMy	/MPa/	20,39609
tlak a ohyb			
	SIGM=SIGMm+k3*M/A	/MPa/	20,39609

Namáhání příruby vodítka na ohyb

	SIGMf=1,85*Fx/c^2	/MPa/	9,212939
Průhyby	DELTAx=0,7*Fx*l^3/(48*E*Jy)		
		/mm/	1,027302
	DELTAy=0,7*Fy*l^3/(48*E*Jx)		
		/mm/	0,029052

Případ B

na ohyb	SIGMm=SIGMx+SIGMy	/MPa/	14,35444
tlak a ohyb			
	SIGM=SIGMm+k3*M/A	/MPa/	14,35444

Namáhání příruby vodítka na ohyb

	SIGMf=1,85*Fx/c^2	/MPa/	2,526129
Průhyby	DELTAx=0,7*Fx*l^3/(48*E*Jy)		
		/mm/	0,28168
	DELTAy=0,7*Fy*l^3/(48*E*Jx)		
		/mm/	0,422958

Zatížení vzniklé normálním provozem - nakládáním
Namáhání na vzpěr se nevyskytuje
Zatížení prahu při nakládání pro výtah nosností menší než 2500kg

	Fs=0,4*gn*Q	/N/	3531,6
Namáhání na ohyb v ose Y			
	Fx=(Fs*x1+gn*P*xp)/(2*h)	/N/	595,7219
	SIGMy=(3*Fx*l)/(16*Wy)	/MPa/	23,6648
Namáhání na ohyb v ose X			
	Fy=(Fs*y1+gn*P*yp)/h	/N/	552,8835
	SIGMx=(3*Fy*l)/(16*Wx)	/MPa/	12,41802
Kombinované namáhání			
na ohyb	SIGMm=SIGMx+SIGMy	/MPa/	36,08282
na tlak a ohyb			
	SIGM=SIGMm+k3*M/A	/MPa/	36,08282
Namáhání příruby vodítka na ohyb			
	SIGMf=1,85*Fx/c^2	/MPa/	11,02085
Průhyby	DELTAx=0,7*Fx*l^3/(48*E*Jy)		
		/mm/	1,228897
	DELTAy=0,7*Fy*l^3/(48*E*Jx)		
		/mm/	0,588154

Dovolené namáhání pro normální provoz - nakládání do klece

Mez průtažnosti	Rm /N/mm^2/	370	
Součinitel bezpečnosti			
	St /1/	2,25	
	SIGMdov=Rm/St /MPa/		164,4444
	vyhovuje		

Dovolené namáhání při působení zachycovačů

Mez průtažnosti	Rm /N/mm^2/	370	
Součinitel bezpečnosti			
	St /1/	1,8	
	SIGMdov=Rm/St /MPa/		205,5556
	vyhovuje		

Výpočet svislých sil na podlahu šachty
při působení zachycovačů a nárazníků

Síla pod každým vodítkem

Hmotnost vodítka	hm/kg/	550	
	B=10*hm+10*(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	Fk=40(P+Q+L) /N/		71969,09
protiváhy	Fz=40Z /N/		52000

Kotva vodítek -- 1 Pár vodítek
`(viz. PŘÍLOHA obr.7)

Mater.1	U 65	mater. 2	L 60x60x6	
Celková délka		l/m/	1,54	
Délka ramen		`l1/m/	0,77	
		`l2/m/	0,77	
		`l3/m/	0,365	
Tíha klece		P/N/		8500
Zatížení		Q/N/		9000
Dovolené zatížení	SIGMD/MPa/		160	
Mater. char.1	Wx1/m^3/		0,0000177	
Mater. char.2	Wx2/m^3/		0,00000525	
	E/Pa/		2,1E+11	

Výpočet sil

	Fv=(P+Q)/6 /N/	2916,667
	Fv`=(P+Q)/12 /N/	1458,333
	SIGM1=(Fv*l)/6*Wx1*1e-6 /MPa/	42,29441
	SIGM2=(Fv`*l3)/Wx2*1e-6 /MPa/	50,69444
	vyhovuje	
Dovolené zatížení	SIGMD/MPa/	160

Výpočet nárazníků pod klecí

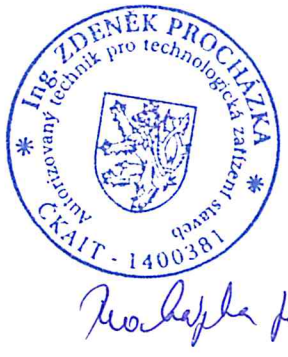
Počet nárazníků	n /1/	1	
Nosnost	Q /kg/	900	
Hmotnost prázdné klece	P /kg/	850	
Hmotnost působící na nárazník	mmax=Q+K/n /kg/		1750
	mmin=K/n /kg/		850

Tomuto rozsahu odpovídá nárazník

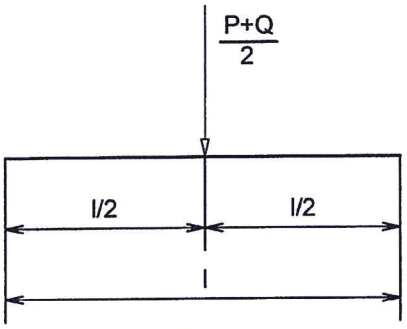
Výpočet nárazníků pod závažím

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

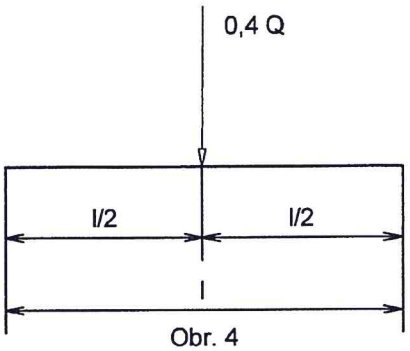
Odpovídá nárazník



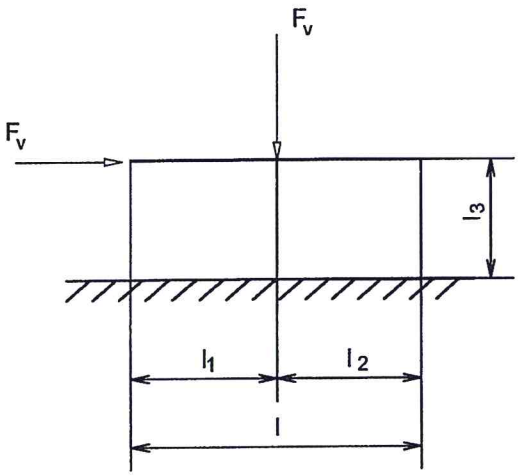
PŘÍLOHA



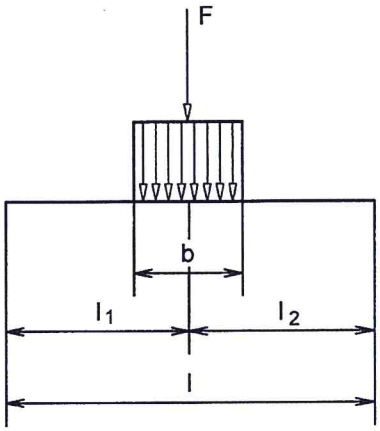
Obr. 2



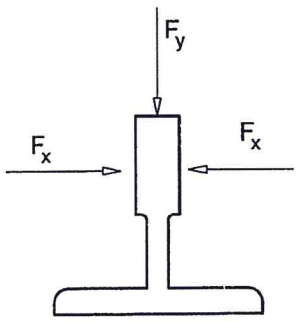
Obr. 4



Obr. 7

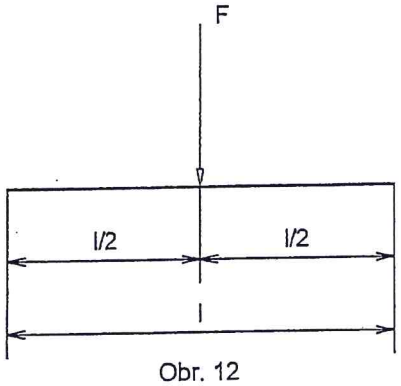


Obr. 10

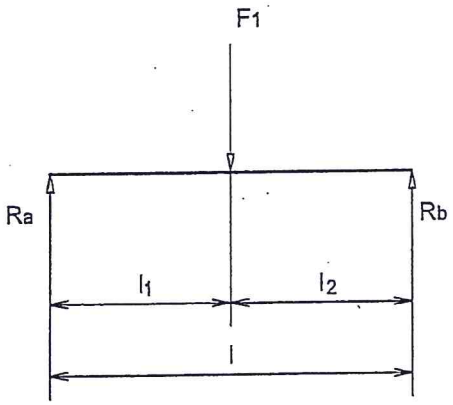


Obr. 6

PŘÍLOHA



Obr. 12



Obr. 17

Ing. ZDENĚK PROCHÁZKA
autorizovaný technik pro technologická zařízení staveb
ČKAIT - 1400381