

OTIS



FELVONÓBERENDEZÉS STATIKAI ÉS SZILÁRDSÁGI SZÁMÍTÁSA

Munkaszám: B9NEG115

Rajzszám: S-NEG115-00-000-0

OTIS Felvonó Kft. 1082 Budapest, Futó u. 47-53. Tel.: (1) 430-4600

G115_GeNESIS08.xls	Név	Kelt	OTIS OTIS FELVONÓ KFT Budapest VIII., Futó u. 47-53. Tel.: (+36)06-1 430-4600		Szám:	S-NEG115-00-000-0													
Tervező jogosultság	Balogh Lajos 01-0915 F-T	2017.01.20.	STATIKAI ES SZILARDSAGI SZÁMÍTÁS		Lapok száma:	15	Lapszám:	1											
Ellenőr																			
Jóváhagyó	Pápai László	2017.01.20.																	
Lapok száma			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Érvényes változat (mód.jel)			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Telephely:	Munkaszám:
Tanintézmény 2049 Diósd, Petőfi Sándor u. 40.	B9NEG115 - - - -

A felvonó(k) alapadatai

OTIS Felvonó Kft.
1082 Budapest Futó u.47-53.

Típus: OTIS GeNESIS GF0882CG, villamos személyfelvonó

Teherbírás: 630 kg / 8 személy **Sebesség:** 1 m/s

Emelési magasság: max. 7,5 m **Aknamagasság:** min. 11,9 m

Állomások száma: max. 6 **Beszállóhelyek száma:** max. 6

Gép helye: aknafejben, gépház nélkül

Felvonógép

típusa: 1.3T
áttétele: 1 :-
teljesítménye: 4,8 kW

Függesztés: 1 : 2

Hajtótárcsa átmérője: 77 mm

Horonyalak: -
horonyszög: 0 fok
alámetszés szöge: 0 fok

Kötél átfogási szög: 174 fok

Függ. kötelek

átmérője: 25x3,3 mm
tömege: 0,19 kg/m
szakítóereje: 34 kN
száma: 2

Kiegészítő lánc(ok)
tömege: 0 kg/m
száma: 0

Függőkábelek tömege: 0,53 kg/m

Vezetősinek

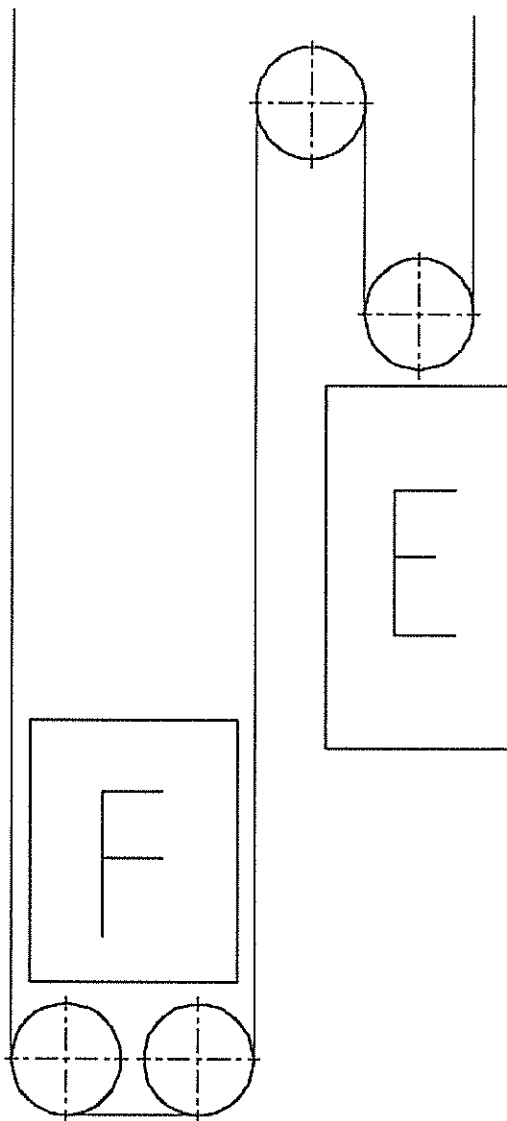
fülkéhez: RF82
ellensúlyhoz: CH65

Fülke tömege: 457 kg

Ellensúly tömege: 757 kg

Módosítás száma	Módosított lapok ill. tételek száma	Név	Kelt

Hajtásábra



Függesztőkötelek számítása

(Az alkalmazott jelölések és összefüggések az MSZ EN81-1:2002 N melléklete szerint)

Adatok:

Függesztési tényező:	$r =$	2
A hajtótárcsa átmérője:	$D_t =$	77 mm
A hajtótárcsa horonytípusa:		-
A hajtótárcsán az alámetszés szöge:	$\beta =$	0 fok
A kötélárcsák közepes átmérője:	$D_p =$	77 mm
A kötélárcsák száma azonos értelmű kötélahlítással:	$N_{ps} =$	2 db
A kötélárcsák száma ellentétes értelmű kötélahlítással:	$N_{pr} =$	0 db
A függesztő kötéltípusa:		25x3,3 mm profilú polyurethan bevonatú lapos acélkötél
A függesztő kötélt szakítóereje:	$F_{sz} =$	34 kN
A függesztő kötelek átmérője:	$d_r =$	1,67 mm
A függesztő kötelek darabszámuk:	$n =$	2 db
A függesztőkötelek tömege:	$M_s =$	8,85 kg
A kiegyenlítőkötélt feszítő súlya:	$M_{comp} =$	0 kg

$$N_{equiv} = N_{equivT} + N_{equivP} = 3 \text{ ahol}$$

a hajtótárcsa egyenértékű darabszáma (az MSZ EN 81-1:2002 szabvány N1. táblázatából):

$$N_{equivT} = 1$$

a kötélárcsák egyenértékű darabszáma:

$$N_{equivP} = (N_{ps} + 4 * N_{pr}) * \left(\frac{D_t}{D_p} \right)^4 = 2$$

A minimális biztonsági tényező értéke:

$$S_{f \min} = 10^{\left[\frac{\log \left(\frac{695.85 * 10^6 * N_{equiv}}{\left(\frac{D_t}{d_r} \right)^{3.567}} \right)}{\log \left(77.09 * \left(\frac{D_t}{d_r} \right)^{-2.894} \right)} \right]} = 9,96$$

A minimális biztonsági tényező: 12

A tényleges kötélbiztonság:

$$S_f = \frac{r * n_s * F_{sz} * 1000}{g_n * (Q + P + M_s + 0.5 * M_{comp})} = 12,65$$

Hajtóképesség számítása

(Az alkalmazott jelölések és összefüggések az MSZ EN 81.-1:2002 M2.1. alapján.)

Adatok:

Teherbírás:		$Q =$	630 kg
Névleges sebesség:		$v =$	1 m/s
Emelési magasság:		$H =$	7,5 m
A fülke össztömege:		$P =$	457 kg
A függőkábelek tömege:	$M_{Tr} * n_T * (H/2) =$	$M_{TRAV} =$	1,97 kg
Az ellensúly tömege:	$P + 0,45 * Q + M_{TRAV} =$	$M_{CWT} =$	742,47 kg
A függesztési tényező:		$r =$	2
A függesztő kötelek száma:		$n_s =$	2 db
A függesztő kötelek mérete:		$d_r =$	25 mm
A függesztő kötelek tömege:	$r * M_{is} * n_s * H =$	$M_s =$	5,58 kg
A kiegyenlítő lánc(kötél) tömege:	$M_{IC} * n_c * H =$	$M_c =$	0 kg
A kiegyenlítő kötélfeszítősúlya:		$M_{comp} =$	0 kg
A hajtótárcsa átmérője:		$D_t =$	77 mm
A kötelek átfogási szöge:		$\alpha =$	174 fok = 3,037 rad
A kötélhorony alámetszési szöge:		$\beta =$	0 fok = 0 rad
A kötélhorony ékszöge:		$\gamma =$	0 fok = 0 rad
A fülke gyorsulása:		$a =$	0,5 m/s ²
Gép elhelyezési tényező:		$k =$	0

$$\text{A látszólagos súrlódási tényező: } f = \mu * \frac{4 * (\cos \frac{\gamma}{2} - \sin \frac{\beta}{2})}{\pi - \beta - \gamma - \sin \beta + \sin \gamma}$$

Súrlódási tényező:	Látszólagos súrlódási tényező:	$e^{f * \alpha}$	Megjegyzés:
$\mu_1 = \mu_4 =$ 0,18	$f_1 =$ 0,23	$e^{f_1 * \alpha} =$ 2,01	Lapos kötél esetén
$\mu_2 =$ 0,19	$f_2 =$ 0,24	$e^{f_2 * \alpha} =$ 2,07	
$\mu_3 =$ 0,47	$f_3 =$ 0,6	$e^{f_3 * \alpha} =$ 6,19	

Megjegyzés: f_3 értéke bejáródott horonyra számolva. ($\gamma = 0$)

$$\mu_2 \text{ értéke hagyományos kötél esetén: } \mu_2 = \frac{0,1}{1 + 0,1 * r * v}$$

A legalsó szinten álló, 125%-os terhelésű fülke esetén ($a=0$)

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)_{STAT} = \frac{1,25*Q + P + k*M_S + 0,5*M_{COMP}}{M_{CWT} + M_C + 0,5*M_{COMP} - (1-k)*M_S} = 1,69$$

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)_{STAT} = 1,69 \leq e^{f_1*\alpha} = 2,01$$

A legfelső szintnél felfelé mozgó, terheletlen fülke
vészeleállítása esetén ($a \geq 0.5 \text{ m/s}^2$)

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)_{DIN} = \frac{M_{CWT}*(g+a) + 0,5*M_{COMP}*g + k*M_S*(g+r*a)}{(P + M_{TRAV} + M_C)*(g-a) + 0,5*M_{COMP}*g - (1-k)*M_S*(g-r*a)} = 1,81$$

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)_{DIN} = 1,81 \leq e^{f_2*\alpha} = 2,07$$

A terheletlen fülke indítása az ütközőn ülő ellensúly esetén ($a=0$)

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)_{STAT} = \frac{P + M_{TRAV} + M_C + 0,5*M_{COMP}}{M_S} = 82,25$$

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)_{STAT} = 82,25 \geq e^{f_3*\alpha} = 6,19$$

A legfelső szinten álló terheletlen fülke lefelé indítása esetén ($a = 0,5 \text{ m/s}^2$)

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)_{DIN} = \frac{M_{CWT}*(g+a) + k*M_S*(g+r*a) + M_{COMP}*g}{(P + M_{TRAV} + M_C)*(g-a) + 0,5*M_{COMP}*g - (1-k)*M_S*(g-r*a)} = 1,81$$

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)_{DIN} = 1,81 \leq e^{f_4*\alpha} = 2,01$$

Megjegyzés:

A kötél tárcsák hatása nincs figyelembe véve. Ez minimális hibát okozhat.

Horonnyomás ellenőrzése:

$$p = \frac{g * (Q + P + M_s + 0,5 * M_{COMP})}{r * n_s * d_r * D_t} * \frac{8 * \cos \frac{\beta}{2}}{\pi - \beta - \sin \beta} = 3,54 \text{ N/mm}^2 \leq p_{meg}$$

A megengedett horonnyomás:

$$p_{meg} = 3,7 \text{ N/mm}^2$$

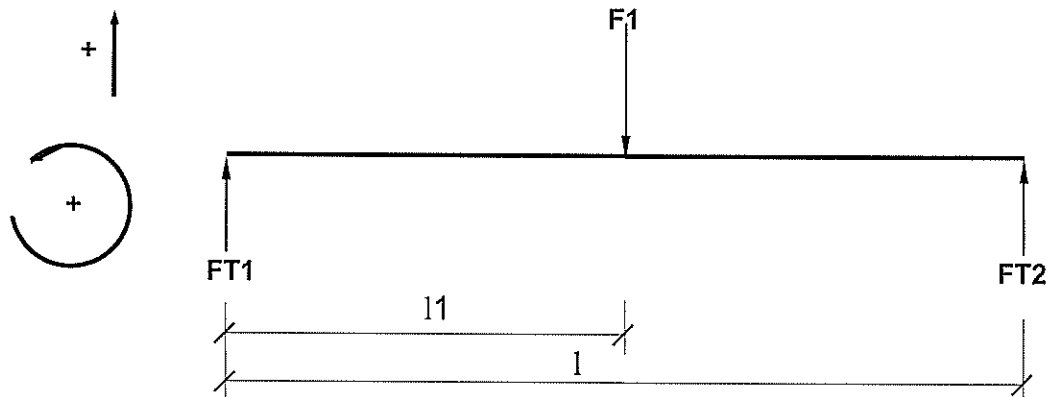
Hajtótárcsa tengely

Ø 80 mm

$K_{-ék} = 50.265 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$

anyaga: A 60

$b_e = 9$



Karok [m]:

l_1
0.085

l
0.170

Erők [N]:

F_1
-13138 N

$$FT_2 = \frac{-(F_1 \cdot l_1)}{l} = \frac{-(-13138 \cdot 0.085)}{0.170} = 6569 \text{ N}$$

$$FT_1 = -F_1 - FT_2 = -(-13138 - 6569) = 6569 \text{ N}$$

$$M_{\max} = FT_1 \cdot l_1 = 6569 \cdot 0.085 = 558,4 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{K_{-ék}} = \frac{558,4}{50,265 \cdot 10^{-6}} = 11,11 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{T/4 \cdot d_h/2}{2 \cdot K_{-ék}} = \frac{6300/4 \cdot 0.08/2}{2 \cdot 50,265 \cdot 10^{-6}} = 0,63 \text{ MPa}$$

$$\sigma_r = \sqrt{\sigma_{\max}^2 + 3 \tau^2} = \sqrt{11,11^2 + 3 \cdot 0,63^2} = 11,16 \text{ MPa}$$

$$b = \frac{600}{\sigma_r} = \frac{600}{11,16} = 53,76 > 9 = b_e$$

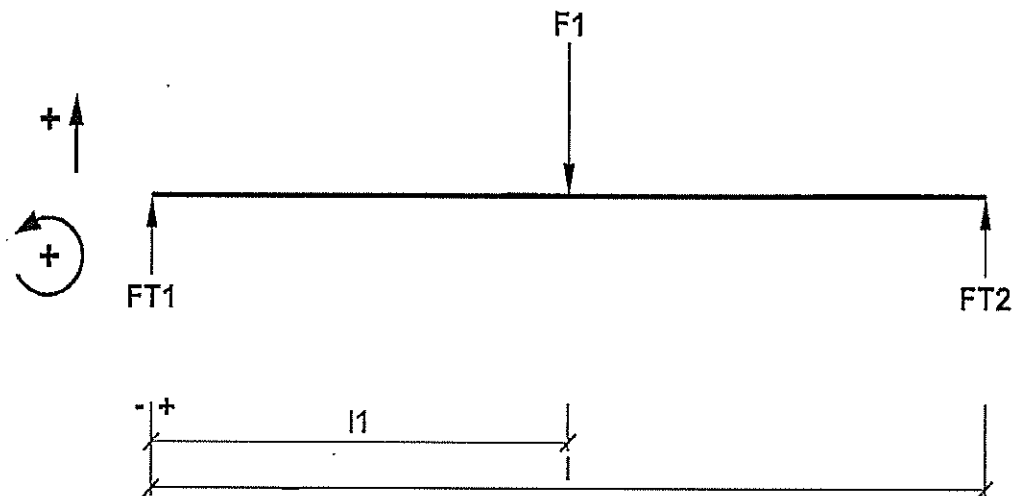
Fülke huroktárcsa tengely

Ø 40 mm

$K = 6.2800 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

anyaga A 60

$b_e = 7$



Karok [m]:

l_1	l
0.085	0.170

Erők [N]:

F_1
-10324

$$FT_2 = \frac{-(F_1 \times l_1)}{l} = \frac{-(-10324 \times 0.085)}{0.170} = 5162 \text{ N}$$

$$FT_1 = -F_1 - FT_2 = +10324 - 5162 = 5162 \text{ N}$$

$$M_{\max} = |FT_1 \times (l_0 - l_1)| = |5162 \times (0 - 0.085)| = 438.8 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{K} = \frac{438.8}{6.2800 \times 10^{-6}} = 69.87 \text{ Mpa}$$

$$b = \frac{600}{\sigma_{\max}} = \frac{600}{69.87} = 8.59 > 7 = b_e$$

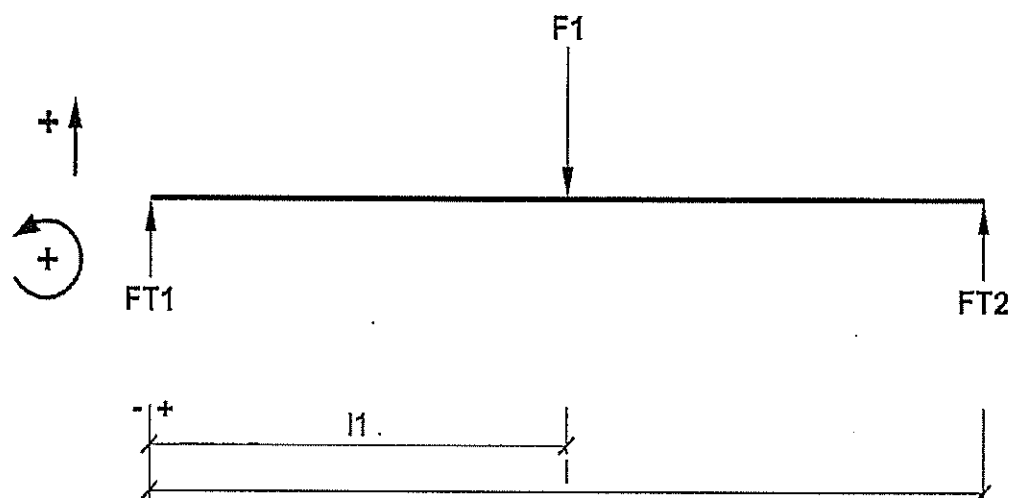
Ellensúly huroktárcsa tengely

Ø 40 mm

$K = 6.2800 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

anyaga A 60

$b_e = 7$



Karok [m]:

l_1	l
0.085	0.170

Erők [N]:

F_1
-11135

$$FT_2 = \frac{-(F_1 \times l_1)}{l} = \frac{-(-11135 \times 0.085)}{0.170} = 5568 \text{ N}$$

$$FT_1 = -F_1 - FT_2 = +11135 - 5568 = 5568 \text{ N}$$

$$M_{\max} = |FT_1 \times (l_0 - l_1)| = |5568 \times (0 - 0.085)| = 473.2 \text{ Nm}$$

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{K} = \frac{473.2}{6.2800 \times 10^{-6}} = 75.36 \text{ Mpa}$$

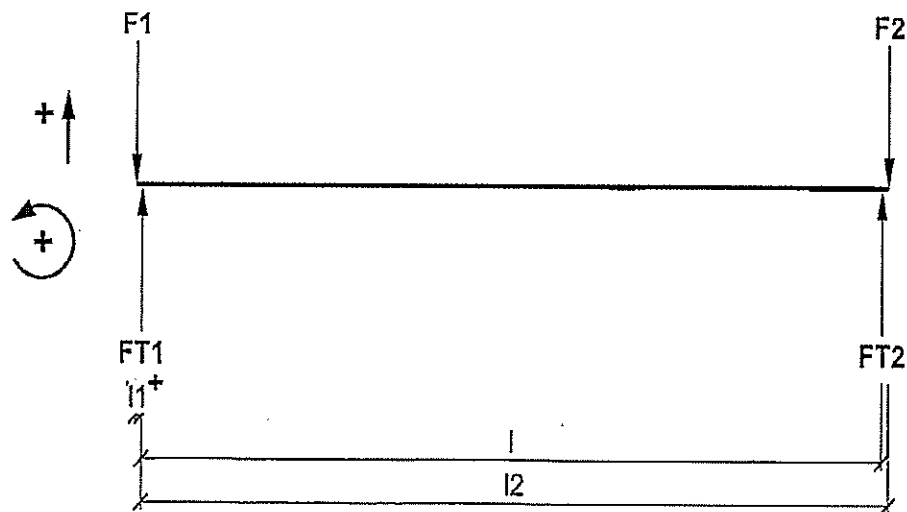
$$b = \frac{600}{\sigma_{\max}} = \frac{600}{75.36} = 7.96 > 7 = b_e$$

Fülke fejtartó

2 db U 40/30×3

 $K_x = 2 \times 3.25 \times 10^{-6} \text{ m}^3$

anyaga A 38

 $\sigma_m = 195 \text{ Mpa}$ 

Karok [m]:

l1	l	l2
-0.010	1.200	1.210

Erők [N]:

$$F1 = k_d \times ((k_b \times T) + G_f) / 2 = 2 \times ((1.4 \times 6300) + 8300) / 2 = -17120 \text{ N}$$

$$F2 = F1 = -17120 \text{ N}$$

$$FT2 = \frac{-(F1 \times l1) + (F2 \times l2)}{l} = \frac{-((-17120 \times -0.010)) + (-17120 \times 1.210)}{1.200} = 17120 \text{ N}$$

$$FT1 = -F1 - F2 - FT2 = +17120 + 17120 - 17120 = 17120 \text{ N}$$

$$M_{\max} = |F1 \times (l1 - l0)| = |-17120 \times (-0.010 - 0)| = 171.2 \text{ Nm}$$

$$\sigma_t = \frac{M_{\max}}{K_x} = \frac{171.2}{2 \times 3.25 \times 10^{-6}} = 26.34 \text{ MPa} < 195 \text{ Mpa} = \sigma_m$$

Vezetősín számítása**Külpontosan vezetett és függesztett fülke vezetősínjei**

(Az alkalmazott jelölések és összefüggések az MSZ EN81-1:2002 G7.3.pontja szerint)

Adatok:

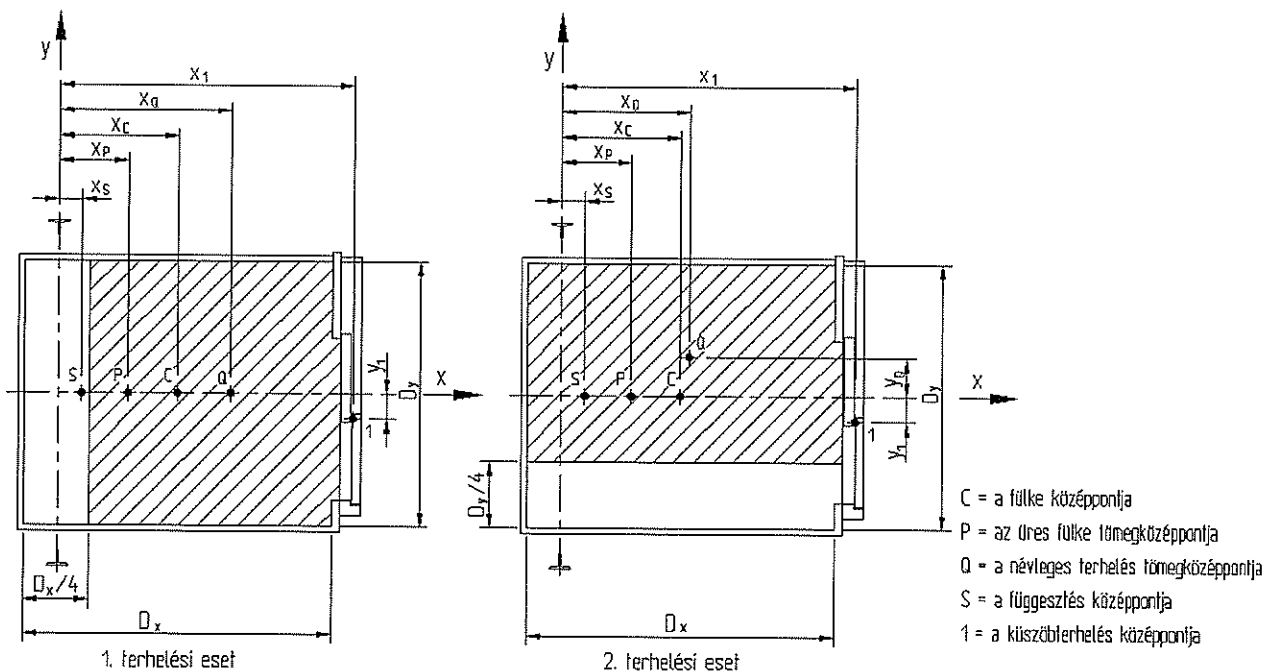
Teherbírás:	Q = 630 kg
Fülke össztömege:	P = 457 kg
A küszöbterhelés nagysága:	F _s = 2472,12 N
Segédberendezések terhelése a vezetősínre:	M = 4700 N
Fülke szélessége:	D _y = 1100 mm
Fülke mélysége:	D _x = 1400 mm
Fülke csúszók távolsága:	h = 2800 mm
Legnagyobb gyámtávolság:	l = 2500 mm
Vezetősínek száma:	n = 2
Dinamikus tényező(befogásnál):	k ₁ = 2
Dinamikus tényező(menetben):	k ₂ = 1,2
Dinamikus tényező(segédberendezésre):	k ₃ = 1,5

Geometriai adatok:

x _p = 0 mm	x _s = 134 mm	x ₁ = 520 mm	x _c = 255 mm
y _p = 0 mm	y _s = 0 mm	y ₁ = 100 mm	y _c = 0 mm

Az alkalmazott vezetősín típusa RF82

Talpszélesség	W = 82,5 mm	Km tényező x tengelyre:	W _x = 10,2*10 ³ mm ³
Sínkorona magasság:	H = 68,25 mm	Km tényező y tengelyre:	W _y = 7,4*10 ³ mm ³
Sínkorona szélessége:	T = 9 mm	Inerciasugár x tengelyre:	i _x = 21,3 mm
A sín gerincvastagsága:	c = 7,5 mm	Inerciasugár y tengelyre:	i _y = 16,7 mm
A sín keresztmetszete:	A = 1090 mm ²	Inerciayomaték az x tengelyre:	I _x = 49,4*10 ⁴ mm ⁴
		Inerciayomaték az y tengelyre:	I _y = 30,5*10 ⁴ mm ⁴



A számított értékek normál üzem, menet esetén:Kihajlás:

Ebben a terhelési esetben nem lép fel kihajlás.

Hajlítás:

$$F_x = \frac{k_2 * g_n * (Q * (x_Q - x_S) + P * (x_P - x_S))}{n * h} \quad M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} \quad \sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

$$F_y = \frac{k_2 * g_n * (Q * (y_Q - y_S) + P * (y_P - y_S))}{\frac{n}{2} * h} \quad M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} \quad \sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

1. terhelési feltételezés: $x_Q = x_c + D_x / 8 = -80 \text{ mm}$ $y_Q = 0$

2. terhelési feltételezés: $x_Q = x_c = -255 \text{ mm}$ $y_Q = D_y / 8 = 137,5 \text{ mm}$

Összetett feszültség:

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{meg} \quad \sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{meg}$$

Peremhajlítás:

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{meg}$$

Lehajlás:

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * I_y} \leq \delta_{meg} \quad \delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * I_x} \leq \delta_{meg}$$

Eredmények: (N/mm²-ben, illetve mm-ben)

	σ_x	σ_y	σ_m	σ	σ_F
1 terh. feltételezés	0	11,33	11,33	17,79	5,88
2 terh. feltételezés	16,74	-3,36	13,38	19,85	-1,74

	δ_x	δ_y
1 terh. feltételezés	0,64	0
2 terh. feltételezés	-0,19	0,8

A legnagyobb feszültség: 19,85 N/mm² < σ_{meg} = 165 N/mm²

A legnagyobb lehajlás: 0,8 mm < δ_{meg} = 5 mm

OTIS FELVONÓ KFT
STATIKAI ÉS SZILÁRDSÁGI
SZÁMÍTÁS

Szám:

S-NEG115-00-000-0

Lapok száma:

Lapszám:

lásd az 1-es lapon

13

A számított értékek normál üzem, berakodás esetén:Kihajlás:

Ebben a terhelési esetben nem lép fel kihajlás.

Hajlítás:

$$F_x = \frac{g_n * P(x_p - x_s) + F_s(x_1 - x_s)}{n * h}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

$$F_y = 0$$

Összetett feszültség:

$$\sigma_m = \sigma_y \leq \sigma_{meg} \quad \sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{meg}$$

Peremhajlítás:

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{meg}$$

Lehajlás:

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * I_y} \leq \delta_{meg} \quad \delta_y = 0$$

Eredmények: (N/mm²-ben, illetve mm-ben)

	σ_y	σ_m	σ	σ_F
Számított értékek	25,08	25,08	31,55	13,02

	δ_x
Számított értékek	1,41

A legnagyobb feszültség: 31,55 N/mm² < σ_{meg} = 165 N/mm²A legnagyobb lehajlás: 1,41 mm < δ_{meg} = 5 mm

A számított értékek befogás esetén:Kihajlás:

$$F_K = \frac{k_1 * g_n * (P + Q)}{n} = 10663,47 \text{ N}$$

$$\sigma_k = \frac{(F_K + k_3 * M) * \omega}{A} = 75,85 \text{ N/mm}^2$$

ahol a karcsúsági tényező: $\lambda = \frac{l_k}{i_{\min}} = 149,7$

illetve a kihajlási szám: $\omega = 4,67$

A kihajlási hossz: $l_k = l$

Hajlítás:

$$F_x = \frac{k_1 * g_n * (Q * x_Q + P * x_P)}{n * h}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y}$$

$$F_y = \frac{k_1 * g_n * (Q * y_Q + P * y_P)}{\frac{n}{2} * h}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x}$$

1. terhelési feltételezés: $x_Q = x_c + D_x / 8 = -80 \text{ mm}$ $y_Q = 0$

2. terhelési feltételezés: $x_Q = x_c = -255 \text{ mm}$ $y_Q = D_y / 8 = 137,5 \text{ mm}$

Összetett feszültség:

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{meg}} \quad \sigma = \sigma_m + \frac{F_K + k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{meg}} \quad \sigma_c = \sigma_k + 0,9 * \sigma_m \leq \sigma_{\text{meg}}$$

Peremhajlítás:

$$\sigma_F = \frac{1,85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{meg}}$$

Lehajlás:

$$\delta_x = 0,7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * I_y} \leq \delta_{\text{meg}}$$

$$\delta_y = 0,7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * I_x} \leq \delta_{\text{meg}}$$

Eredmények: (N/mm²-ben, illetve mm-ben)

	σ_x	σ_y	σ_m	σ	σ_c	σ_F
1 terh. feltételezés	0	-11,19	-11,19	5,07	65,78	-5,81
2 terh. feltételezés	27,89	-35,65	-7,76	8,49	68,87	-18,51

	δ_x	δ_y
1 terh. feltételezés	-0,63	0
2 terh. feltételezés	-2	1,33

A legnagyobb feszültség: 68,87 N/mm² < $\sigma_{\text{meg}} = 205 \text{ N/mm}^2$

A legnagyobb lehajlás: 1,33 mm < $\delta_{\text{meg}} = 5 \text{ mm}$

Alapadatok

Q	Névleges teherbírás	630	kg
P	Fülke tömege	830	kg
q	Kiegyenlítési tényező	0,45	
G_h	Hajtómű tömege	150	kg
G_{vf}	Egy fülke-vezetősín max. tömege	500	kg
G_{ve}	Egy ellensúly-vezetősín max. tömege	300	kg
G_{bk}	Fülke oldali kötélbekötő tömege	50	kg
T_h	Emelőhorog teherbírása	2000	kg
D_x	Fülke mélysége	1,40	m
D_y	Fülke szélessége	1,10	m
h_v	Fülkevezetők függőleges távolsága	2,80	m
g_n	Nehézségi gyorsulás	9,81	m/s²
v	Menetsebesség	1,00	m/s

A felvonó működéséből származó, az épületre átadódó erők számítása

- Süllyesztékpádó terhelései:

$$P_1 = g_n \cdot k_d \cdot (Q + P) / 2 = 9,81 \cdot 4 \cdot (630 + 830) / 2 = 28650 \text{ N}$$

$$P_2 = g_n \cdot k_d \cdot (q \cdot Q + P) / 2 = 9,81 \cdot 4 \cdot (0,45 \cdot 630 + 830) / 2 = 21850 \text{ N}$$

$$P_3 = g_n \cdot (k_1 \cdot (k_b \cdot Q + P) / 2 + G_{vf} + G_{bk}) =$$

$$= 9,81 \cdot (2 \cdot (1,4 \cdot 630 + 830) / 2 + 500 + 50) = 22200 \text{ N}$$

$$P_4 = g_n \cdot (k_1 \cdot (k_b \cdot Q + P) / 2 + k_d \cdot (q \cdot Q + P) / 3 + G_h / 3 + G_{vf}) =$$

$$= 9,81 \cdot (2 \cdot (1,4 \cdot 630 + 830) / 2 + 2 \cdot (0,45 \cdot 630 + 830) / 3 + 150 / 3 + 500) =$$

$$= 29500 \text{ N}$$

$$P_5 = g_n \cdot (k_d \cdot ((k_b \cdot Q + P) / 2 + (q \cdot Q + P)) / 3 + G_h / 3 + G_{ve}) =$$

$$= 9,81 \cdot (2 \cdot ((1,4 \cdot 630 + 830) / 2 + (0,45 \cdot 630 + 830)) / 3 + 150 / 3 + 300) =$$

$$= 16350 \text{ N}$$

- Akna zárófödém terhelése:

$$P_6 = g_n \cdot k_d \cdot T_h = 9,81 \cdot 1,2 \cdot 2000 = 23550 \text{ N}$$

- Fülke vezetősínre ható vízszintes erők, amik a gyámokon keresztül az akna oldalfalra átadódnak:

$$R_1 = g_n \cdot k_1 \cdot (k_b \cdot Q \cdot D_y) / (8 \cdot h_v) =$$

$$= 9,81 \cdot 2 \cdot (1,4 \cdot 630 \cdot 1,10) / (8 \cdot 2,80) = 850 \text{ N}$$

$$R_2 = g_n \cdot k_1 \cdot (k_b \cdot Q \cdot D_x) / (16 \cdot h_v) =$$

$$= 9,81 \cdot 2 \cdot (1,4 \cdot 630 \cdot 1,40) / (16 \cdot 2,80) = 550 \text{ N}$$