



# ELEKTRODZWIIG

Jerzy F. Olesiński

03-116 Warszawa, ul. Czarodzieja 10

Tel.: (0-22) 884-20-80; 884-20-81; 884-20-82; Fax: 676-83-83

## DOKUMENTACJA TECHNICZNO - ODBIORCZA

---

### DZWIIGU OSOBOWEGO ELEKTRYCZNEGO Z NAPIĘDEM LINOWYM

Nr fabr.: 250/E/630/2007

Miejsce przeznaczenia: Budynek Przychodni Zakładu Opieki Zdrowotnej  
ul. Pilota Skarżyńskiego 1  
02-377 Warszawa

Charakterystyka dźwigu:  $Q = 630 \text{ kg}$  lub 8 osób  
 $v = 1 \text{ m/s}$   
 $i = 5$

---

Warszawa 2007 r.



# DŹWIG Z NAPĘDEM ELEKTRYCZNYM

---

## DOKUMENTACJA TECHNICZNO - ODBIORCZA DŹWIGU

---

250/E/630/2007

---

### I. INFORMACJE OGÓLNE I OPIS TECHNICZNY



# DŹWIG Z NAPĘDEM ELEKTRYCZNYM

## INFORMACJE OGÓLNE

- |                            |  |
|----------------------------|--|
| 1. Właściciel dźwigu:      | Zespół Publicznych Zakładów Lecznictwa Otwartego<br>Warszawa-Ochota<br>ul. Szczęśliwicka 36<br>02-353 Warszawa |
| 2. Miejsce zainstalowania: | Budynek Przychodni Zakładu Opieki Zdrowotnej<br>ul. Pilota Skarżyńskiego 1<br>02-377 Warszawa                  |
| 3. Producent dźwigu:       | „ELEKTRODŹWIG” Jerzy F. Olesiński<br>ul. Czarodzieja 10<br>03-116 Warszawa                                     |
| 4. Numer fabryczny:        | 250/E/630/2007   |
| 5. Rok produkcji:          | 2007 r   |

## OPIS TECHNICZNY DŹWIGU

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. Rodzaj dźwigu:            | osobowy elektryczny linowy z przełożeniem linowym 1:1                                  |
| 2. Udźwig nominalny:         | 630 kg lub 8 osób  |
| 3. Prędkość dźwigu:          | 1 m/s  |
| 4. Sposób obsługi:           | samoobsługowy<br>- nie wymaga uprawnionej obsługi                                      |
| 5. Wysokość podnoszenia:     | 13,09 m  |
| 6. Liczba przystanków/dojść: | 5/5  |
| 7. Kabina:                   |  |
| • rodzaj:                    | nieprzelotowa o zawieszeniu plecakowym o wymiarach 1100 x 1400 mm; 1,54 m <sup>2</sup> |
| • masa kompl. kabiny:        | 780 kg   |
| 8. Masa przeciwwagi:         | 1095 kg  |
| 9. Dojście do maszynowni:    | maszynownia górna,<br>– dojście z klatki schodowej.                                    |
| 10. Wykonanie szybu:         | żelbetowy, wewnątrz budynku, brak pomieszczeń pod szymbem                              |

- 
11. Wciągarka:
- typ wciągarki: SWTY1-630-100; KDS Kinetek Company, certyfikat nr AN 50106535-0001
  - rodzaj wciągarki: bezreduktorowa, cierna
  - średnica koła ciernego:  $\phi$  400 mm: rowki półokr.  $\gamma=35^\circ$ ;  $\beta=85^\circ$
  - silnik elektryczny: synchroniczny, 3x400V  
4,0 kW; 48 obr/min;
12. Sterowanie:
- rodzaj: mikroprocesorowe – zbiorcze dwukierunkowe
  - schemat: TSDF
13. Liny nośne:
- rodzaj liny (konstrukcja): 8x19 BRUGG
  - ilość lin i średnica: 6 x  $\phi$ 10 mm
  - najmniejsza siła zrywająca: 47,20 kN
  - klasa wytrzymałości: 1570 N/mm<sup>2</sup>
  - wsp. bezpieczeństwa: 20,1 > 16,15 wymaganego wg PN/EN 81.1
  - producent: BRUGG WIRE ROPE INC.
- 
14. Liny ogranicznika prędkości:
- rodzaj liny (konstrukcja): S6x19 6(9+9+1)
  - ilość lin i średnica: 1 x  $\phi$ 6,00 mm
  - najmniejsza siła zrywająca: 22.1 kN
  - klasa wytrzymałości: 1770 N/mm<sup>2</sup>
  - wsp. bezpieczeństwa: 12,42 > 8 wymagane wg. PN/EN 81.1
  - producent: „Drumet” S.A. ul. Polna 26/74  
87-800 Włocławek
15. Drzwi dźwigu:
- konstrukcji kabinowych: automatyczne centralne, S x H = 900x 2000
  - ozn. drzwi kabinowych: Typ C2C – Seria MICRO – typ SLIM
  - producent: PRISMA S.r.l.
  - konstrukcja szybowych: automatyczne centralne, S x H = 900 x 2000
  - ozn. drzwi szybowych: Typ C2C – Seria F1 – typ SLIM
  - typ zamków bezp.: L2S-R/L atest: ATV 646
  - producent: PRISMA S.r.l. Via della Pace (s.n.c.)  
I-43055 Casale di Mezzani (PR)
16. Chwytnice kabiny:
- rodzaj konstrukcji: chwytnice ślizgowe dwukierunkowe
  - oznaczenie: PC 14DA, certyfikat nr ABFV 597/1
  - producent: Cobiachi
17. Ogranicznik prędkości:
- oznaczenie fabryczne: dwukierunkowy ogranicznik prędkości LK200,  
certyfikat nr AGB 182/1
  - producent: P.F.B. S.r.l.
18. Zderzaki:
-





## DŹWIG Z NAPĘDEM ELEKTRYCZNYM

---

- kabinowe: E2 B szt.-2
- przeciwwagi: E2 B szt.-1

19. Prowadnice:

- kabinowe: 90x75x16 frezowane
- przeciwwagowe: 75x55x10 blaszane gięte

20. Kabina połączona interkomem z maszynownią i portiernią.

21. Dostęp do podszybia za pomocą drabinki.

22. Konstrukcja dźwigu odpowiada normie PN/EN 81.1./2002 r, PN/EN 81.70, PN/EN 81.28, łącznie z Analizą Ryzyka.

Opracował:

Jarosław Sitarski

Warszawa, dn. 07.11.2007r.



# DŹWIG Z NAPĘDEM ELEKTRYCZNYM

---

## DOKUMENTACJA TECHNICZNO - ODBIORCZA DŹWIGU

---

250/E/630/2007

### II. RYSUNKI I OBLICZENIA

Spis zawartości:

1. Projekt montażowy szybu.
2. Obliczenie sprzężenia ciernego.
3. Obliczenia lin.
4. Wymiary i obliczenia naprężeń w przewodnicach.
5. Wymiary i obliczenia zderzaków.
6. Obliczenie obciążeń pod przewodnicami i zderzakami.



# DŹWIG Z NAPĘDEM ELEKTRYCZNYM

---

## 1. PROJEKT SZYBU I MASZYNOWNI

---



## 2. OBLICZENIE SPRZĘŻENIA CIERNEGO wg EN81-1:2002

### 2.1. Dane wyjściowe do obliczeń:

Udźwig:	$Q := 630 \cdot \text{kg}$
Prędkość jazdy kabiny:	$V := 1.0 \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Masa kabiny z ramą:	$P := 780 \cdot \text{kg}$
Masa przeciwwagi:	$M_{\text{cwt}} := 1095 \cdot \text{kg}$
Wysokość podnoszenia (maksymalna):	$H_{\text{max}} := 13.09 \cdot \text{m}$
Średnica liny:	$d_r := 10 \cdot \text{mm}$
Ilość lin:	$n_s := 6$
Masa 1 mb liny:	$G_{L1} := 0.34 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Masa lin:	$M_{\text{SR}} := G_{L1} \cdot n_s \cdot H_{\text{max}}$ $M_{\text{SR}} = 26.7 \text{ kg}$
Masa przewodu zwisowego:	$M_{\text{Traw}} := 15 \cdot \text{kg}$
Średnica koła ciernego:	$D_t := 400 \cdot \text{mm}$
Średnica koła zdawczego:	$D_p := 0 \cdot \text{mm}$
Odległość osi kół w poziomie:	$S := 0 \cdot \text{mm}$
Odległość osi kół w pionie:	$h := 0 \cdot \text{mm}$
Typ rowka:	półokrągły podcięty
Kąt rozwarcia rowka:	$\gamma := 35 \cdot \text{deg}$
Kąt podcięcia rowka:	$\beta := 95 \cdot \text{deg}$
Współczynnik przełożenia układu cięgnowego:	$r_0 := 1$
Zredukowana masa koła zdawczego:	$m_{\text{DP}} := 0 \cdot \text{kg}$
Promień koła ciernego:	$R := \frac{D_t}{2}$ $R = 0.2 \text{ m}$
Kąt opasania:	$\alpha := 180 \cdot \text{deg}$

## 2.2. Założenia podstawowe.

Zgodnie z EN81-1:2002 obliczenia sprawdzające wykonano dla pięciu przypadków:

- ładowanie kabiny w dolnej części szybu
- hamowania kabiny obciążonej udźwigiem nominalnym w dolnej części szybu
- hamowania pustej kabiny w górnej części szybu
- posadowienie przeciwwagi na zderzakach, próby jazdy pustej kabiny w górę
- posadowienie kabiny na zderzakach, próby podciągnięcia przeciwwagi w górę

### 2.2.1. Ładowanie kabiny w dolnej części szybu.

Współczynnik tarcia:

$$\mu_1 := 0.1$$

Pozorny współczynnik tarcia:

$$f_1 := \frac{\mu_1 \cdot 4 \left( \cos\left(\frac{\gamma}{2}\right) - \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin(\beta) + \sin(\gamma)}$$

$$f_1 = 0.192$$

Siła w linie po stronie kabiny:

$$T_{1.1} := \frac{(P + 1.25 \cdot Q + M_{SR}) \cdot g}{r_0}$$

$$T_{1.1} = 15634 \text{ N}$$

Siła w linie po stronie przeciwwagi:

$$T_{2.1} := \frac{M_{cwt} \cdot g}{r_0}$$

$$T_{2.1} = 10738 \text{ N}$$

$$\frac{T_{1.1}}{T_{2.1}} = 1.456$$

$$e^{f_1 \cdot \alpha} = 1.83$$

$$\frac{T_{1.1}}{T_{2.1}} \leq e^{f_1 \cdot \alpha} \quad \text{Warunek spełniony}$$



2.2.2. Hamowanie kabiny obciążonej udźwigiem nominalnym w dolnej części szybu.

Zgodnie z EN81-1:2002 przyjęto opóźnienie hamowania:  $a := 0.5 \cdot \frac{m}{s^2}$

Współczynnik tarcia:  $\mu_2 := \frac{0.1}{1 + \frac{V}{10}}$   $\mu_2 = 0.091$

Pozorny współczynnik tarcia:

$$f_2 := \frac{\mu_2 \cdot 4 \left( \cos\left(\frac{\gamma}{2}\right) - \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin(\beta) + \sin(\gamma)} \quad f_2 = 0.175$$

Siła w linie po stronie kabiny:

$$T_{1.2} := \frac{(P + Q + M_{SR}) \cdot (g + a) + m_{DP} \cdot a}{r_0} \quad T_{1.2} = 14807.6N$$

Siła w linie po stronie przeciwwagi:

$$T_{2.2} := \frac{M_{cwt} \cdot (g - a)}{r_0} \quad T_{2.2} = 10190.8N$$

$$\frac{T_{1.2}}{T_{2.2}} = 1.453 \quad e^{f_2 \cdot \alpha} = 1.732$$

$$\frac{T_{1.2}}{T_{2.2}} \leq e^{f_2 \cdot \alpha}$$

Warunek spełniony

### 2.2.3. Hamowanie pustej kabiny w górnej części szybu.

Zgodnie z EN81-1:2002 przyjęto opóźnienie hamowania:

$$a := 0.5 \cdot \frac{m}{s^2}$$

Współczynnik tarcia:

$$\mu_3 := \frac{0.1}{1 + \frac{V}{10}}$$

$$\mu_3 = 0.091$$

Pozorny współczynnik tarcia:

$$f_3 := \frac{\mu_3 \cdot 4 \left( \cos\left(\frac{\gamma}{2}\right) - \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin(\beta) + \sin(\gamma)}$$

$$f_3 = 0.175$$

Siła w linie po stronie przeciwwagi:

$$T_{1.3} := \frac{(M_{cwt} + M_{SR}) \cdot (g + a)}{r_0}$$

$$T_{1.3} = 11561 \text{ N}$$

Siła w linie po stronie kabiny:

$$T_{2.3} := \frac{(P + M_{Traw}) \cdot (g - a) - m_{DP} \cdot a}{r_0}$$

$$T_{2.3} = 7399 \text{ N}$$

$$\frac{T_{1.3}}{T_{2.3}} = 1.563$$

$$e^{f_3 \cdot \alpha} = 1.732$$

$$\frac{T_{1.3}}{T_{2.3}} \leq e^{f_3 \cdot \alpha}$$

**Warunek spełniony**

2.2.4. Posadowienie przeciwwagi na zderzakach, próba jazdy pustej kabiny w górę.

Współczynnik tarcia wg EN81-1:2002:

$$\mu_4 := 0.2$$

Pozorny współczynnik tarcia:

$$f_4 := \frac{\mu_4 \cdot 4 \left( \cos\left(\frac{\gamma}{2}\right) - \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin(\beta) + \sin(\gamma)} \quad f_4 = 0.385$$

Siła w linie po stronie kabiny:

$$T_{1.4} := \frac{(P + M_{\text{Traw}}) \cdot g}{r_0} \quad T_{1.4} = 7796.3 \text{ N}$$

Siła w linie po stronie przeciwwagi:

$$T_{2.4} := M_{\text{SR}} \cdot g \quad T_{2.4} = 261.9 \text{ N}$$

$$\frac{T_{1.4}}{T_{2.4}} = 29.771 \quad e^{f_4 \cdot \alpha} = 3.349$$

$$\frac{T_{1.4}}{T_{2.4}} \geq e^{f_4 \cdot \alpha} \quad \text{Warunek spełniony}$$

### 2.2.5. Posadowienie kabiny na zderzakach, próba podciągnięcia przeciwwagi do góry.

Współczynnik tarcia wg EN81-1:2002:

$$\mu_4 := 0.2$$

Pozorny współczynnik tarcia:

$$f_5 := \frac{\mu_4 \cdot 4 \left( \cos\left(\frac{\gamma}{2}\right) - \sin\left(\frac{\beta}{2}\right) \right)}{\pi - \beta - \gamma - \sin(\beta) + \sin(\gamma)} \quad f_5 = 0.385$$

Siła w linie po stronie przeciwwagi:

$$T_{1.5} := \frac{M_{cwt} \cdot g}{r_0} \quad T_{1.5} = 10738.3 \text{ N}$$

Siła w linie po stronie kabiny:

$$T_{2.5} := M_{SR} \cdot g \quad T_{2.5} = 261.9 \text{ N}$$

$$\frac{T_{1.5}}{T_{2.5}} = 41.006 \quad e^{f_5 \cdot \alpha} = 3.349$$

$$\frac{T_{1.5}}{T_{2.5}} \geq e^{f_5 \cdot \alpha} \quad \text{Warunek spełniony}$$

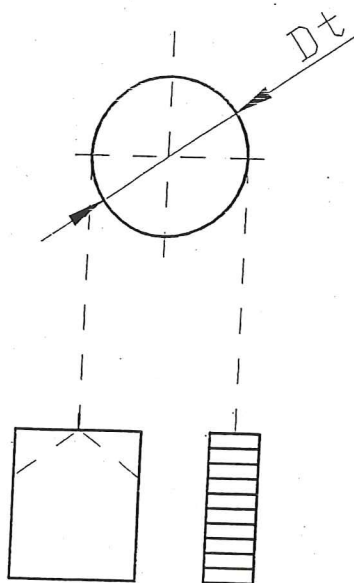
### 3. OBLICZENIA LIN wg EN81-1:2002

#### 3.1. Dane do obliczeń.

Lina:	BRUGG WIRE ROPE INC.
Konstrukcja liny:	8x19-BRUGG
Udźwig nominalny:	$Q = 630 \text{ kg}$
Masa kabiny z ramą:	$P = 780 \text{ kg}$
Wysokość podnoszenia (maksymalna):	$H_{\max} = 13.09 \text{ m}$
Średnica liny:	$d_r = 10 \text{ mm}$
Ilość lin:	$n_s = 6$
Masa 1 mb liny:	$G_{LI} = 0.34 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$
Masa lin:	$M_{SR} = 26.7 \text{ kg}$
Minimalna siła zrywająca linę:	$F_{ZR} := 47200 \cdot \text{N}$
Średnica koła ciernego:	$D_t = 400 \text{ mm}$
Średnica koła zdawczego:	$D_p = 0 \text{ mm}$
Kąt podcięcia rowka:	$\beta = 95 \text{ deg}$
Współczynnik przełożenia układu cięgowego:	$r_0 = 1$

#### 3.2. Obliczenia.

##### 3.2.1. Obliczenie wymaganego współczynnika bezpieczeństwa.





Liczba kół linowych na których zachodzi przegięcie proste:  $N_{ps} := 0$

Liczba kół linowych na których zachodzi przegięcie dwustronne:  $N_{pr} := 0$

Liczba kół linowych zdawczych:  $D_p = 0$

Współczynnik zależny od stosunku między średnicami koła ciernego i kół linowych:

$$K_p := 0$$

$$K_p = 0$$

Zastępcza liczba kół odchylających:

$$N_{equivp} := K_p \cdot (N_{ps} + 4 \cdot N_{pr})$$

$$N_{equivp} = 0$$

Zastępcza liczba kół ciernych wg tabl. N.1:

$$N_{equivt} := 6.7$$

Zastępcza liczba kół linowych:

$$N_{equiv} := N_{equivt} + N_{equivp}$$

$$N_{equiv} = 6.7$$

Stosunek średnicy koła do średnicy liny:

$$\frac{D_t}{d_r} = 40$$

Wymagany współczynnik bezpieczeństwa:

$$S_f := 10 \quad \frac{\log \left[ \frac{695.85 \cdot 10^6 \cdot N_{equiv}}{\left( \frac{D_t}{d_r} \right)^{8.567}} \right]}{2.6834 - \log \left[ 77.09 \cdot \left( \frac{D_t}{d_r} \right)^{-2.894} \right]}$$

$$S_f = 16.15$$

3.2.2. Obliczenie rzeczywistego współczynnika bezpieczeństwa.

Siła w linie po stronie kabiny:

$$F_r := \frac{(Q + P + M_{SR}) \cdot g}{n_s \cdot r_0}$$

$$F_r = 2348.2N$$

Rzeczywisty współczynnik bezpieczeństwa:

$$S_r := \frac{F_{ZR}}{F_r}$$

$$S_r = 20.1$$

$S_r > S_f$  Liny spełniają wymagania normy EN81-1:2002

### 3.2.3. Obliczenia liny ogranicznika prędkości.

Lina:	„Drumet” S.A.
Konstrukcja liny:	6,00-S6x19 6(9+9+1)
Średnica liny	$d := 6 \cdot \text{mm}$
Minimalna siła zrywająca linę:	$F_{Zr} := 22100 \cdot \text{N}$
Max.siła w linie ogranicznika prędkości w kierunku dół:	$F_o := 1780 \cdot \text{N}$
Wymagany współczynnik bezpieczeństwa:	$S_{fo} := 8$

### 3.2.4. Obliczenie rzeczywistego współczynnika bezpieczeństwa.

$$S_{ro} := \frac{F_{Zr}}{F_o} \qquad S_{ro} = 12.42$$

$S_{ro} > S_{fo}$  Lina spełnia wymagania normy EN81-1:2002

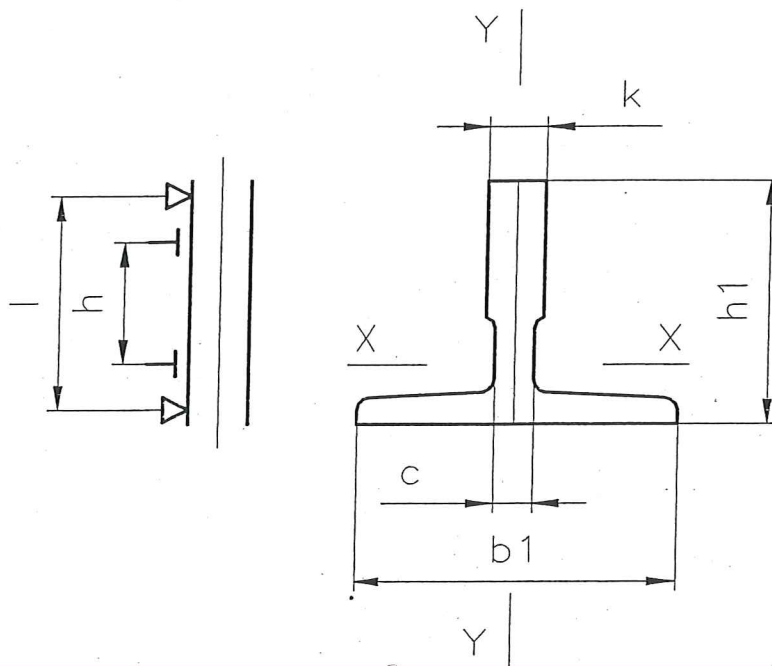
#### 4. WYMIARY I OBLICZENIA NAPRĘŻEŃ W PROWADNICACH.

##### 4.1. Dane do obliczeń przewodnic kabinowych:

Typ dźwigu:	- elektryczny, bezreduktorowy
Odmiana dźwigu:	- dźwig osobowy
Udźwig nominalny:	$Q = 630 \text{ kg}$
Masa kabiny, ramy i osprzętu:	$P = 780 \text{ kg}$
Szerokość kabiny:	$D_y := 1400 \cdot \text{mm}$
Głębokość kabiny:	$D_x := 1100 \text{ mm}$
Rozstaw zakotwienia przewodnic:	$l := 1400 \cdot \text{mm}$
Rozstaw przewodników w poziomie:	$S_c := 950 \cdot \text{mm}$
Rozstaw przewodników w pionie:	$h := 2650 \cdot \text{mm}$

##### 4.2. Przewodnice kabinowe:

Typ przewodnic:	$b_1 \times h_1 \times k = 90 \times 75 \times 16$
Ilość przewodnic:	$n := 2$
Grubość szyjki przewodnicy:	$C := 10 \cdot \text{mm}$
Moment bezwładności (X):	$J_x := 102.2 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$
Moment bezwładności (Y):	$J_y := 52 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$
Wskaźnik wytrzymałości (X):	$W_x := 20.9 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$
Wskaźnik wytrzymałości (Y):	$W_y := 11.9 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$
Przekrój poprzeczny:	$A := 1.72 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^2$
Moduł Younga:	$E := 2.1 \cdot 10^5 \cdot \text{MPa}$
Przyspieszenie ziemskie:	$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Promień bezwładności:	$i := 17.6 \cdot \text{mm}$
Materiał przewodnic:	S235JR
Naprężenia dopuszczalne (dla przegięcia zgię.):	$\sigma_k = 195 \text{ MPa} \quad \sigma_k = \sigma_B$
Naprężenia dopuszczalne (dla sumy obciążeń):	$\sigma_v = 244 \text{ MPa}$
Wytrzymałość na rozciąganie:	$R_m := 415 \cdot \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$



#### 4.3. Odstęp pomiędzy mocowaniami prowadnic:

Największa odległość pomiędzy mocowaniami prowadnic:  $l = 1400 \text{ mm}$

Współczynnik smukłości:

$$\lambda := \frac{l}{i}$$

$$\lambda = 79.5$$

Współczynnik wyboczeniowy  $\omega$  określamy na podstawie danych zawartych w tabeli G.3 i G.4 wg PN-EN 81-1

Dla stali o wytrzymałości  $R_m = 415 \text{ MPa}$  i  $\lambda = 79,5$  współczynnik wyboczeniowy

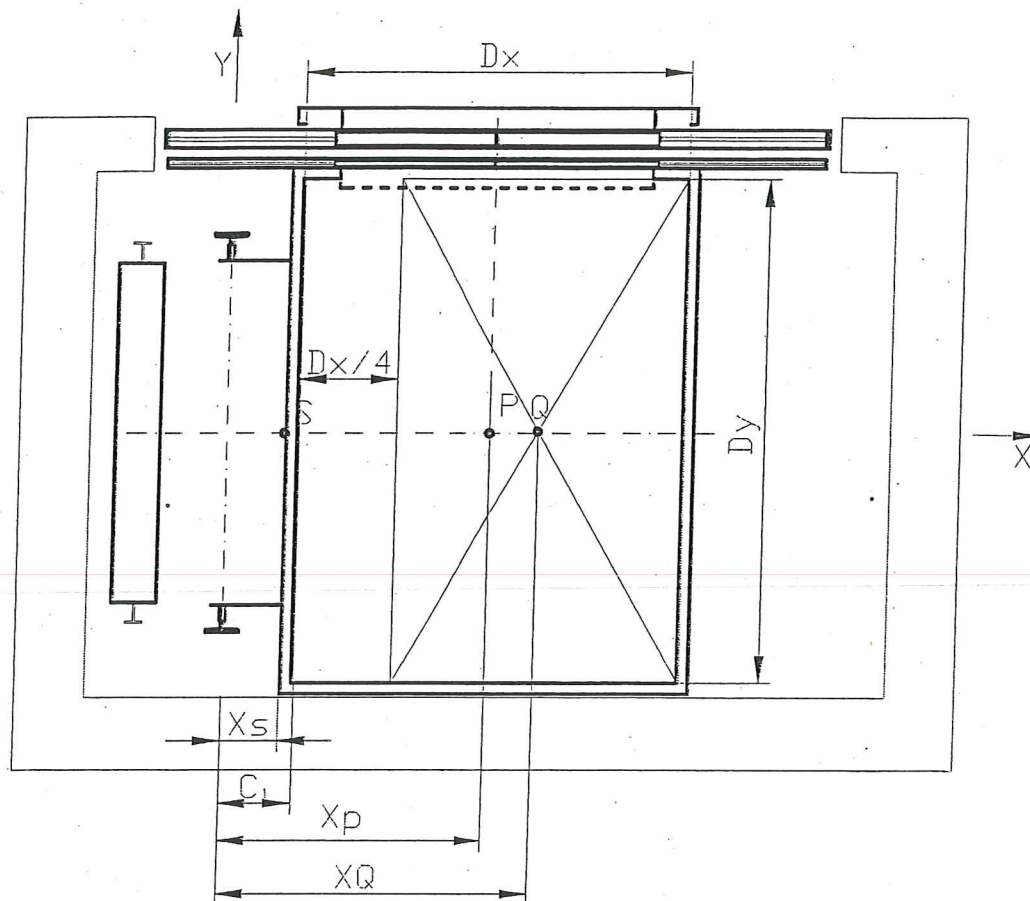
$$\omega_{370} := 0.00004627 \cdot \lambda^{2.14} + 1 \quad \omega_{370} = 1.54$$

$$\omega_{520} := 0.00002447 \cdot \lambda^{2.36} + 1.03 \quad \omega_{520} = 1.778$$

$$\omega_{415} := \frac{\omega_{520} - \omega_{370}}{520 - 370} \cdot (R_m - 370 \text{ MPa}) + \omega_{370} \quad \omega_{415} = 1.612$$

#### 4.4. Obliczenie prowadnic kabinowych dla przypadku "Chwytanie":

Rozkład obciążeń względem osi X



S - zawieszenie kabiny

P - masa kabiny powodująca zginanie (środek masy)

c1 - odległość kabiny od osi prowadnic

$$c1 := 195 \cdot \text{mm}$$

$$X_{p0} := 745 \cdot \text{mm}$$

$$Y_{p0} := 0 \cdot \text{mm}$$

$$X_{Q0} := c1 + \frac{5}{8} \cdot D_x \quad X_{Q0} = 882.5 \text{ mm}$$

$$Y_{Q0} := 0 \cdot \text{mm}$$

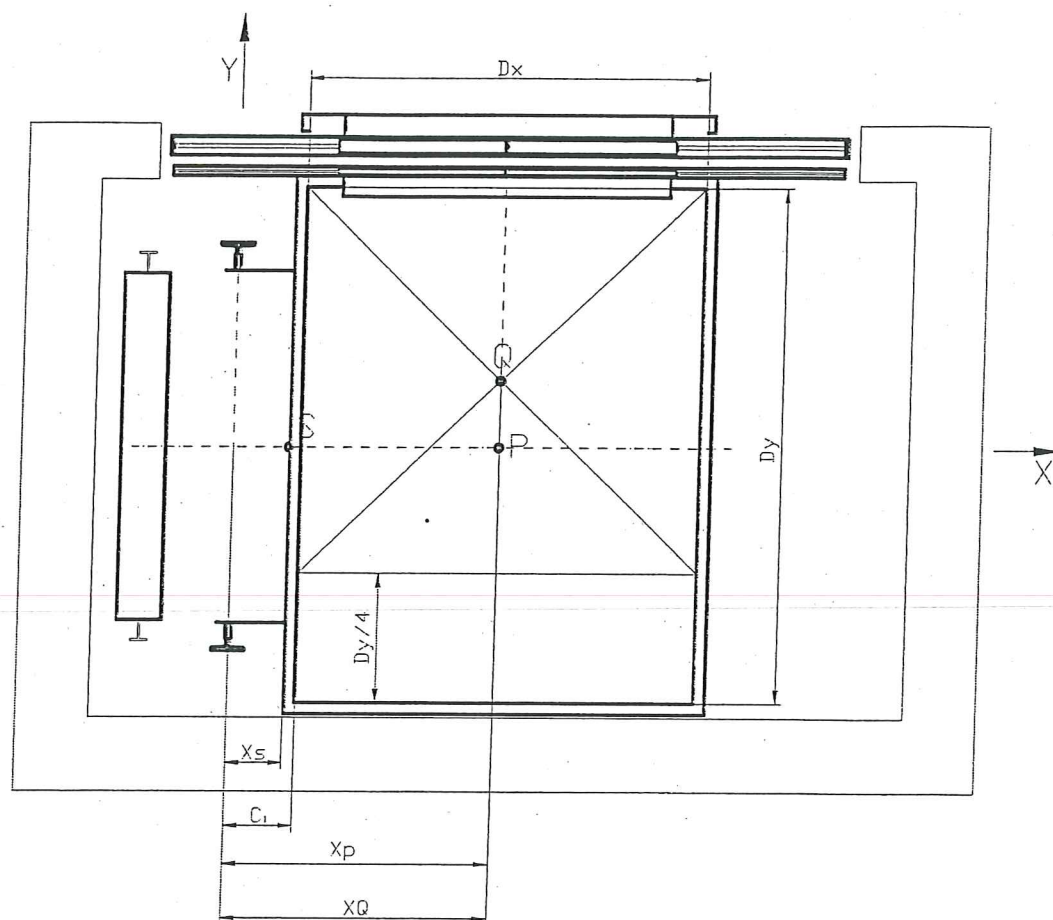
$$X_{s0} := 160 \cdot \text{mm}$$

$$Y_{s0} := 0 \cdot \text{mm}$$

Współczynnik dynamiczny z tabeli G2 wg PN-EN 81-1  $k_1 := 2$



## Rozkład obciążeń względem osi Y



$$X_p := 745 \cdot \text{mm}$$

$$Y_p := 0 \cdot \text{mm}$$

$$X_Q := c_i + \frac{D_x}{2}$$

$$X_Q = 745 \text{ mm}$$

$$Y_Q := \frac{1}{8} \cdot D_y$$

$$Y_Q = 175 \text{ mm}$$

$$X_s := 160 \cdot \text{mm}$$

$$Y_s := 0 \cdot \text{mm}$$

Współczynnik dynamiczny z tabeli G2 wg EN 81-1  $k_1 := 2$

4.4.1. Obciążenia naciskowe:

Siły obciążenia:

$$F_k := \frac{k_1 \cdot g \cdot (P + Q)}{n}$$

$$F_k = 13.83 \text{ kN}$$

4.4.2. Obciążenia wyboczeniowe:

Naprężenia wyboczeniowe:

$$\sigma_k := \frac{F_k \cdot \omega_{415}}{A}$$

$$\sigma_k = 12.96 \text{ MPa} < 195 \text{ MPa}$$

4.4.3. Obciążenia zginające:

Siła zginająca:

$$F_x := \frac{k_1 \cdot g \cdot (Q \cdot X_{Q0} + P \cdot X_{p0})}{n \cdot h}$$

$$F_x = 4.21 \text{ kN}$$

$$F_y := \frac{k_1 \cdot g \cdot (Q \cdot Y_Q + P \cdot Y_p)}{\frac{n}{2} \cdot h}$$

$$F_y = 0.8 \text{ kN}$$

Moment gnący:

$$M_x := \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}$$

$$M_x = 214197 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_y := \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}$$

$$M_y = 1104570 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Naprężenia zginające:

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

$$\sigma_x = 10.25 \text{ MPa}$$

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

$$\sigma_y = 92.82 \text{ MPa}$$

Zgięcie szyjki przewodnicy:

$$\sigma_F := \frac{1.85 \cdot F_x}{C^2}$$

$$\sigma_F = 77.85 \text{ MPa} < 195 \text{ MPa}$$

Odkształcenia:

$$\delta_x := \frac{0.7 \cdot F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y} \quad \delta_x = 1.54 \text{ mm} \quad < 5.0 \text{ mm}$$

$$\delta_y := \frac{0.7 \cdot F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x} \quad \delta_y = 0.15 \text{ mm} \quad < 5.0 \text{ mm}$$

$$\delta := \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2} \quad \delta = 1.55 \text{ mm} \quad < 5.0 \text{ mm}$$

Napężenia złożone:

$$\sigma_m := \sigma_x + \sigma_y \quad \sigma_m = 103.07 \text{ MPa} \quad < 244 \text{ MPa}$$

$$\sigma_c := \sigma_k + 0.9 \cdot \sigma_m \quad \sigma_c = 105.72 \text{ MPa} \quad < 244 \text{ MPa}$$

$$\sigma := \sigma_m + \frac{F_k}{A} \quad \sigma = 111.109 \text{ MPa} \quad < 244 \text{ MPa}$$

#### 4.5. Obliczenie przewodnic kabinowych dla przypadku "Jazda":

Współczynnik dynamiczny z tabeli G2 wg PN-EN 81-1  $k_2 := 1.2$

##### 4.5.1. Obciążenia wyboczeniowe:

Podczas normalnego użytkowania wyboczenie w czasie jazdy nie występuje.

##### 4.5.2. Obciążenia zginające:

Siła zginająca:

$$F_x := \frac{k_2 \cdot g \cdot [Q \cdot (X_{Q0} - X_{s0}) + P \cdot (X_{p0} - X_{s0})]}{n \cdot h} \quad F_x = 2.02 \text{ kN}$$

$$F_y := \frac{k_2 \cdot g \cdot [Q \cdot (Y_Q - Y_s) + P \cdot (Y_p - Y_s)]}{\frac{n}{2} \cdot h} \quad F_y = 0.5 \text{ kN}$$

Moment gnący:

$$M_x := \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}$$

$$M_x = 128518 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_y := \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}$$

$$M_y = 531251 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Naprężenia zginające:

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

$$\sigma_x = 6.15 \text{ MPa}$$

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

$$\sigma_y = 44.64 \text{ MPa}$$

Zgięcie szyjki przewodnicy:

$$\sigma_F := \frac{1.85 \cdot F_x}{C^2}$$

$$\sigma_F = 37.44 \text{ MPa} \quad < 244 \text{ MPa}$$

Odkształcenia:

$$\delta_x := \frac{0.7 \cdot F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y}$$

$$\delta_x = 0.74 \text{ mm} \quad < 5.0 \text{ mm}$$

$$\delta_y := \frac{0.7 \cdot F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x}$$

$$\delta_y = 0.09 \text{ mm} \quad < 5.0 \text{ mm}$$

$$\delta := \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2}$$

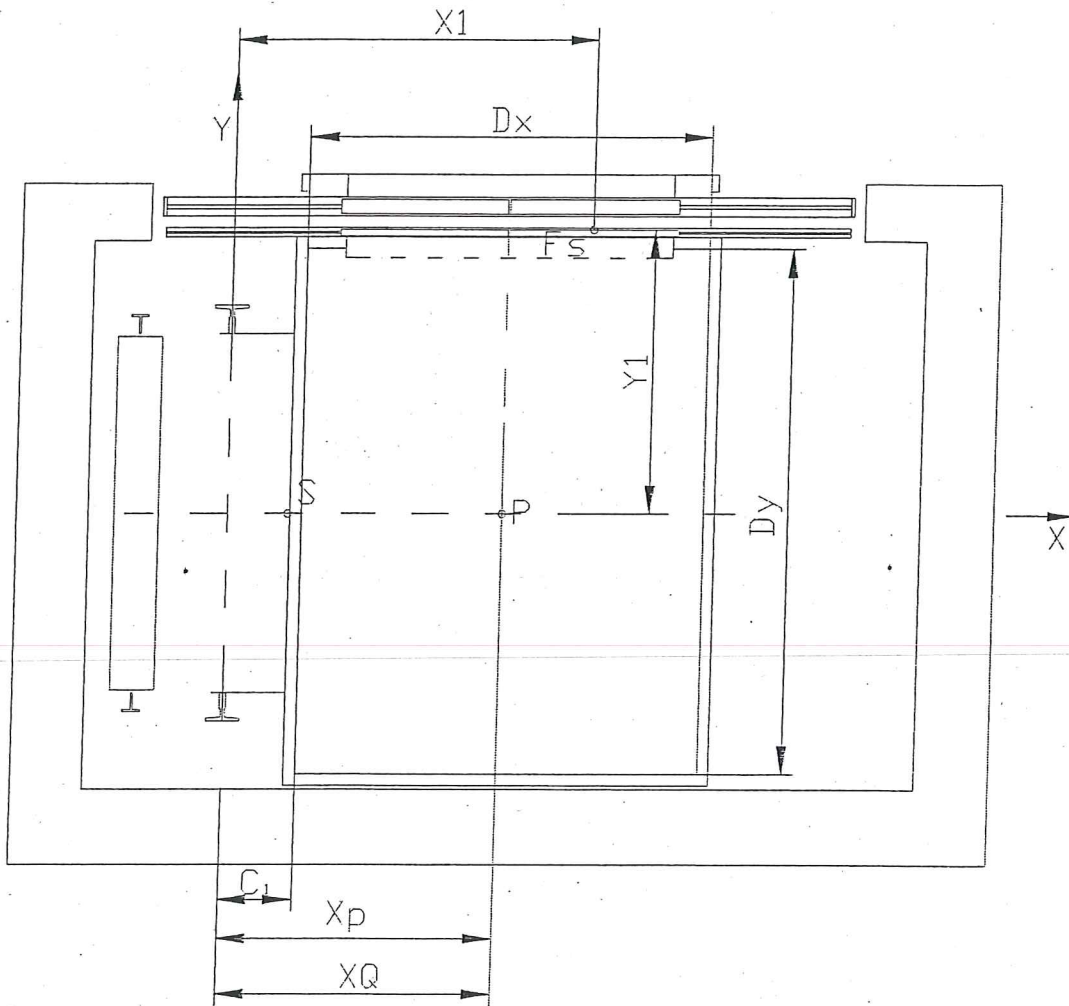
$$\delta = 0.75 \text{ mm} \quad < 5.0 \text{ mm}$$

Naprężenia złożone:

$$\sigma_m := \sigma_x + \sigma_y$$

$$\sigma_m = 50.79 \text{ MPa} \quad < 244 \text{ MPa}$$

#### 4.6. Obliczenia przewodnic dla przypadku "Załadunek":



$$c1 = 195 \text{ mm}$$

$$S_d := 900 \cdot \text{mm}$$

$$B_d := 25 \cdot \text{mm}$$

$$X_{p1} := \frac{D_x}{2} + cl$$

$$X_{p1} = 745 \text{ mm}$$

$$Y_{p1} := 0.1 \text{ mm}$$

$$X_1 := c1 + \frac{S_d}{1.5}$$

$$X_1 = 795 \text{ mm}$$

$$Y_1 := \frac{D_y}{2} + 30\text{mm} + \frac{B_d}{2}$$

$$Y_1 = 742.5 \text{ mm}$$

Współczynnik dynamiczny

$$k := 1.0$$

$$X_s := 70 \cdot \text{mm}$$

$$Y_s := 0.1\text{mm}$$



## 6.6.1. Obciążenie zginające:

$$F_s := 0.4 \cdot Q$$

$$F_s = 252 \text{ kg}$$

Siły zginające:

$$F_x := \frac{k \cdot g \cdot [F_s \cdot (X_1 - X_s) + P \cdot (X_{pl} - X_s)]}{n \cdot h}$$

$$F_x = 1.31 \text{ kN}$$

$$F_y := \frac{k \cdot g \cdot [F_s \cdot (Y_1 - Y_s) + P \cdot (Y_{pl} - Y_s)]}{\frac{n}{2} \cdot h}$$

$$F_y = 0.69 \text{ kN}$$

Momenty gnące:

$$M_x := \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16}$$

$$M_x = 181761.17 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_y := \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16}$$

$$M_y = 344463.21 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Napężenia zginające i złożone:

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

$$\sigma_x = 8.7 \text{ MPa}$$

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

$$\sigma_y = 28.95 \text{ MPa}$$

$$\sigma_m := \sigma_x + \sigma_y$$

$$\sigma_m = 37.64 \text{ MPa} < 195 \text{ MPa}$$

$$\sigma = 111.109 \text{ MPa} < 195 \text{ MPa}$$

Zginanie szyjki przewodnicy:

$$\sigma_F := \frac{1.85 \cdot F_x}{C^2}$$

$$\sigma_F = 24.28 \text{ MPa} < 195 \text{ MPa}$$

Odkształcenia:

$$\delta_x := \frac{0.7 \cdot F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y}$$

$$\delta_x = 0.48 \text{ mm} < 5.0 \text{ mm}$$

$$\delta_y := \frac{0.7 \cdot F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x}$$

$$\delta_y = 0.13 \text{ mm} < 5.0 \text{ mm}$$

$$\delta := \sqrt{\delta_x^2 + \delta_y^2}$$

$$\delta = 0.5 \text{ mm} < 5.0 \text{ mm}$$

Napężenia zginające oraz odkształcenia nie przekraczają dopuszczalnych wartości, a zatem przewodnice spełniają wymagania postawione w normie PN-EN 81-2

4.7. Dane do obliczeń prowadnic przeciwwagi:

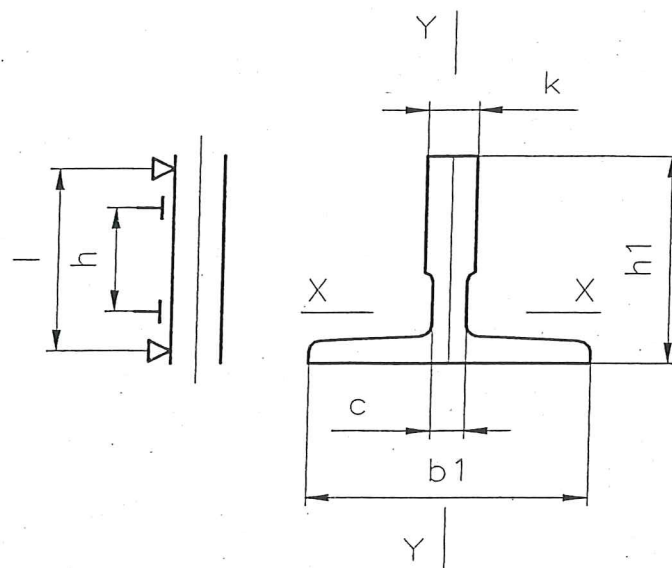
Masa przeciwwagi:	$M_{cwt} = 1095 \text{ kg}$
Głębokość przeciwwagi:	$D_{xp} := 136 \cdot \text{mm}$
Szerokość przeciwwagi:	$D_{yp} := 1035 \cdot \text{mm}$
Rozstaw zakotwienia prowadnic:	$l = 1400 \text{ mm}$

Rozstaw prowadników w poziomie:  $S_c := 1040 \cdot \text{mm}$

Rozstaw prowadników w pionie:  $h_p := 2446 \cdot \text{mm}$

4.8. Prowadnice przeciwwagowe:

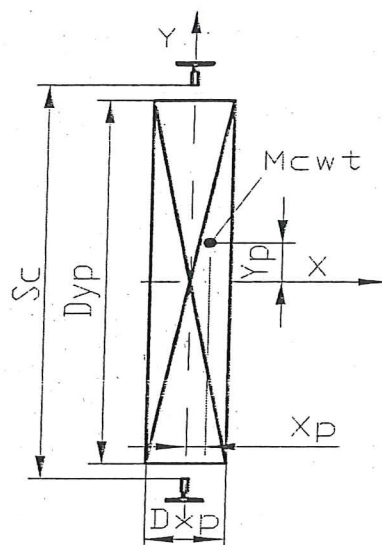
Typ prowadnic:	TK3 b1 x h1 x k = 75x55x10 blaszane gięte
Ilość prowadnic:	$n_p := 2$
Grubość szyjki prowadnicy:	$C_p := 10 \cdot \text{mm}$
Moment bezwładności (X):	$J_x := 11.89 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$
Moment bezwładności (Y):	$J_y := 6.47 \cdot 10^4 \cdot \text{mm}^4$
Wskaźnik wytrzymałości (X):	$W_x := 3.27 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$
Wskaźnik wytrzymałości (Y):	$W_y := 1.73 \cdot 10^3 \cdot \text{mm}^3$
Przekrój poprzeczny:	$A := 348 \cdot \text{mm}^2$
Moduł Younga:	$E := 2.1 \cdot 10^5 \cdot \text{MPa}$
Przyspieszenie ziemskie:	$g = 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
Promień bezwładności:	$i := 13.6 \cdot \text{mm}$
Materiał prowadnic:	ST 37-2
Naprężenia dopuszczalne (dla przegięcia zgję.):	$\sigma_k := 165 \cdot \text{MPa} \quad \sigma_k = \sigma_B$
Naprężenia dopuszczalne (dla sumy obciążeń):	$\sigma_v := 205 \cdot \text{MPa}$



#### 4.9. Odstęp pomiędzy mocowaniami prowadnic:

Największa odległość pomiędzy mocowaniami prowadnic:  $l = 1400 \text{ mm}$

#### 4.10. Obliczenie prowadnic dla przypadku "Jazda":



$$X_{pp} := 0.10 \cdot D_{xp}$$

$$X_{pp} = 13.6 \text{ mm}$$

$$Y_{pp} := 0.05 \cdot D_{yp}$$

$$Y_{pp} = 51.75 \text{ mm}$$

Współczynnik dynamiczny z tabeli G2 wg EN 81-1  $k_2 := 1.2$

##### 4.10.1. Obciążenia wybojeniowe przeciwwagi:

Podczas normalnego użytkowania wyboczenie w czasie jazdy nie występuje.

4.10.2. Obciążenia zginające przeciwwagi:

Siła zginająca:

$$F_{xp} := \frac{k_2 \cdot g \cdot M_{cwt} \cdot X_{pp}}{n_p \cdot h_p}$$

$$F_x = 1.31 \text{ kN}$$

$$F_{yp} := \frac{k_2 \cdot g \cdot M_{cwt} \cdot Y_{pp}}{n_p \cdot h_p}$$

$$F_y = 0.7 \text{ kN}$$

Moment gnący:

$$M_{xp} := \frac{3 \cdot F_{yp} \cdot l}{16}$$

$$M_{xp} = 35782 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

$$M_{yp} := \frac{3 \cdot F_{xp} \cdot l}{16}$$

$$M_{yp} = 9404 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

Napężenia zginające:

$$\sigma_{xp} := \frac{M_{xp}}{W_x}$$

$$\sigma_{xp} = 10.94 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{yp} := \frac{M_{yp}}{W_y}$$

$$\sigma_{yp} = 5.44 \text{ MPa}$$

Zgięcie szyjki przewodnicy:

$$\sigma_{Fp} := \frac{1.85 \cdot F_{xp}}{C_p^2}$$

$$\sigma_{Fp} = 0.66 \text{ MPa} < 165 \text{ MPa}$$

Odkształcenia:

$$\delta_{xp} := \frac{0.7 \cdot F_{xp} \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y}$$

$$\delta_{xp} = 0.11 \text{ mm} < 10.0 \text{ mm}$$

$$\delta_{yp} := \frac{0.7 \cdot F_{yp} \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x}$$

$$\delta_y = 0.13 \text{ mm} < 10.0 \text{ mm}$$

$$\delta_p := \sqrt{\delta_{xp}^2 + \delta_{yp}^2}$$

$$\delta = 0.5 \text{ mm} < 10.0 \text{ mm}$$

Napężenia złożone:

$$\sigma_{mp} := \sigma_{xp} + \sigma_{yp}$$

$$\sigma_{mp} = 16.38 \text{ MPa} < 165 \text{ MPa}$$

Napężenia zginające oraz odkształcenia nie przekraczają dopuszczalnych wartości, a zatem przewodnice spełniają wymagania postawione w normie EN81-1:2002

## 5. WYMIARY I OBLICZENIA ZDERZAKÓW wg EN81-1:2002.

### 5.1. Dane wyjściowe do obliczeń:

Udźwig nominalny:	$Q = 630 \text{ kg}$
Masa kabiny, ramy i osprzętu:	$P = 780 \text{ kg}$
Masa przeciwwagi:	$M_{cwt} = 1095 \text{ kg}$
Prędkość nominalna dźwigu:	$V = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

Dla kabiny i przeciwwagi zastosowane zostały zderzaki z tworzywa sztucznego:

	pod kabiną	pod przeciwwagą
Oznaczenie:	E2	E2
Ugięcie:	$f_{\max} := 90 \text{ mm}$	$f_{\max 2} := 90 \text{ mm}$
Obciążenie min:	$F_{\min} = 2579 \text{ N}$	$F_{\min 2} = 2579 \text{ N}$
Obciążenie max:	$F_{\max} = 14573 \text{ N}$	$F_{\max 2} = 14573 \text{ N}$
Wysokość zderzaka:	$L = 100 \text{ mm}$	$L = 100 \text{ mm}$
Średnica:	$D = 125 \text{ mm}$	$D = 125 \text{ mm}$
Ilość zderzaków:	$i_k := 2$	$i_p := 1$

### 5.2. Sprawdzenie doboru zderzaków kabinowych.

- całkowity możliwy skok zderzaków:

Zgodnie z EN81-1:2002 r. powinien być nie mniejszy niż 65 mm oraz powinien być co najmniej równy wartości  $0,067v^2$

1 *	$f_{\max} \geq 65 \text{ mm}$	$f_{\max} := 90 \text{ mm} > 65 \text{ mm}$
2 *	$f_{\max} \geq 0,0674 \cdot v^2$	$f_{\max} := 90 \text{ mm} > 67,4 \text{ mm}$

-sztywność zderzaków kabinowych:

$$i_k \cdot F_{\min} < P + Q < i_k \cdot F_{\max}$$

$$5158 \text{ N} \leq 13827 \text{ N} \leq 29145 \text{ N}$$

Obliczenia zderzaków kabinowych wykonane zgodnie z wymaganiami normy EN81-1:2002 r. spełniają wszystkie tam postawione warunki.



## 5.3. Sprawdzenie doboru zderzaków przeciwwagi.

-całkowity możliwy skok zderzaków przeciwwagi:

Zgodnie z EN81-1:2002 r. powinien być nie mniejszy niż 65 mm oraz powinien być co najmniej równy wartości  $0,0674v^2$

$$1 * \quad f_{\max 2} \geq 65 \text{ mm} \quad f_{\max 2} := 90 \cdot \text{mm} > 65 \cdot \text{mm}$$

$$2 * \quad f_{\max 2} \geq 0,0674 \cdot v^2 \quad f_{\max 2} := 90 \cdot \text{mm} > 67,4 \cdot \text{mm}$$

-sztywność zderzaków przeciwwagi:

$$F_{\min 2} < M_{\text{cwt}} < F_{\max 2}$$

$$2579 \text{ N} \leq 10738 \text{ N} \leq 14573 \text{ N}$$

Obliczenia zderzaków przeciwwagi wykonane zgodnie z wymaganiami normy EN81-1:2002 r. spełniają wszystkie tam postawione warunki.



## 6. OBLICZENIA OBCIĄŻEŃ POD PROWADNICAMI I ZDERZAKAMI.

### 6.1. Dane wyjściowe do obliczeń:

Masa kabiny, ramy i osprzętu:	$P = 780 \text{ kg}$
Udźwig nominalny:	$Q = 630 \text{ kg}$
Masa przeciwwagi:	$M_{cwt} = 1095 \text{ kg}$
Masa lin:	$M_{SR} = 26.7 \text{ kg}$
Liczba prowadnic:	$n_p := 2$
Masa prowadnicy:	$P_{pr} := 150 \text{ kg}$
Liczba zderzaków kabiny	$i_k = 2$
Liczba zderzaków przeciwwagi:	$i_p = 1$
Współczynnik przeciążenia przy działaniu chwytaczy:	$k_1 := 2$

### 6.2. Obliczenie sił wywieranych przez prowadnice na dno podszybia (pod każdą prowadnicą):

$$F_1 := g \cdot \frac{k_1 \cdot (P + Q) + P_{pr} + M_{SR}}{n_p} \quad F_1 = 14.7 \text{ kN}$$

### 6.3. Obliczenie sił wywieranych przez zderzaki kabiny na dno podszybia (pod każdym zderzakiem):

$$F_2 := 4 \cdot g \cdot \frac{P + Q}{i_k} \quad F_2 = 27.7 \text{ kN}$$

### 6.4. Obliczenie sił wywieranych przez zderzaki przeciwwagi na dno podszybia (pod każdym zderzakiem):

$$F_3 := 4 \cdot g \cdot \frac{M_{cwt}}{i_p} \quad F_3 = 43 \text{ kN}$$

\*\*\*\*\*

Konstrukcja dźwigu spełnia warunki postawione w normie EN81-1:2002 r.

\*\*\*\*\*

Obliczenia wykonał:

Jarosław Sitarski

*Jarosław Sitarski*

Sprawdził:

Mirosław Jamka

Warszawa, dn. 07.10.2007r.