

**PIMSTAL**

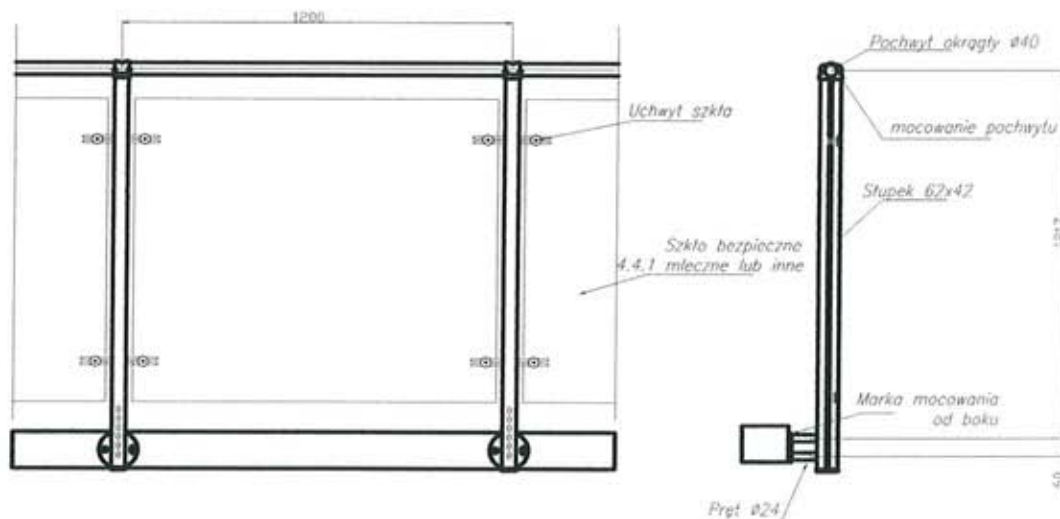
[ technologia | jakość ]

**Obliczenia statyczne  
Balustrady SPRINT PLUS**

  
**WIESŁAW SZPOJANKOWSKI**  
inż. budownictwa lądowego  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-inżyniernej  
Nr ewid. 2738/Lb/75 i 15/68

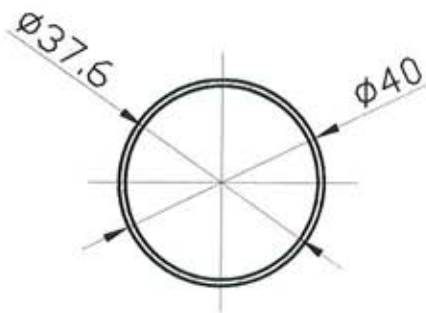
Warszawa luty 2009

## I. Obliczenia wytrzymałościowe dla balustrady SPRINY PLUS mocowanej od boku.



### Schemat balustrady SPRINT PLUS mocowanej od boku.

#### 1. Obliczanie wytrzymałości pochwytu.

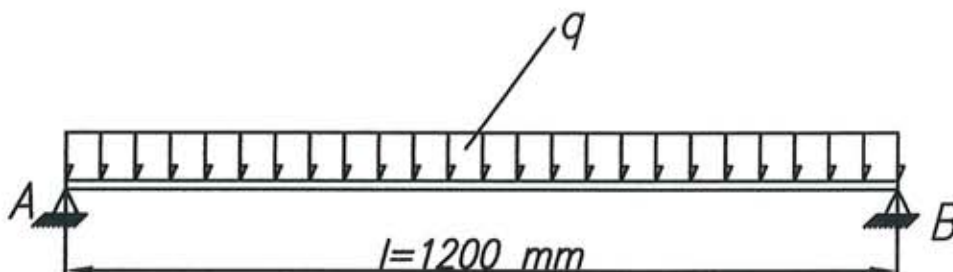


Przekrój poprzeczny pochwytu

WIESŁAWA JANKOWSKA  
Inż. Budowlana  
Uprawnienia zawodowe do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej, w tym: 2738/1/75 i 15/RR

1.1 Pochwyty wykonano z rury o wymiarach  $\varnothing 40 \times 1.2$ , ze stali OH18N9, której granica plastyczności wynosi  $R_e = 294 \text{ MPa}$ . Wskaźnik wytrzymałości przekroju na zginanie  $W = 1377 \text{ mm}^3$ .

1.2 Model obliczeniowy:



wg PN-82/B-02003  $q = 1 \text{ N/mm}$

1.3 Obliczenia statyczne

a). Reakcje w podporach:

$$R_A = R_B = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 1 \cdot 1200 = 600 \text{ N}$$

b). Maksymalny moment gąący:

$$M_{\max} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 1 \cdot 1200^2 = 180000 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

c). Naprężenia normalne w pochwyce:

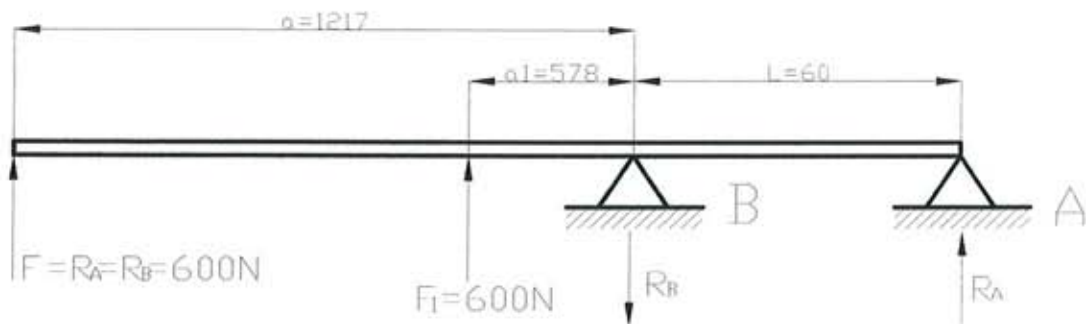
$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{180000}{1377} = 130 \text{ MPa}$$

## 2). Obliczenia wytrzymałości słupka.

2.1 Słupek wykonano z profilu o zarysie prostokątnym  $42 \times 62$ , ze stali S350GD, której granica plastyczności wynosi  $R_e = 350 \text{ MPa}$ . Wzmocnione na długości 250 mm profilem specjalnym wykonanym z tej samej stali co materiał słupka. Wskaźnik wytrzymałości przekroju na zginanie w miejscu najbardziej osłabionym  $W = 8792 \text{ mm}^3$ .

WIESŁAW SZPOJANKOWSKI  
inż. budownictwa lądowego  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-inżyniernej  
nr ewid. 27784/15 z 15.09.2015

## 2.2 Model obliczeniowy:



Siła  $F_1$  obrazuje obciążenie pochodzące od naporu wiatru ( $600\text{N/m}^2$ ) na taflę szkła o powierzchni ok.  $1\text{ m}^2$ , przyłożone dla uproszczenia w połowie wysokości tafli.

## 2.3 Obliczenia statyczne:

### a). Reakcje w podporach

$$R_A = F \cdot \frac{a}{l} + F_1 \cdot \frac{a_1}{l} = 17950\text{N}$$

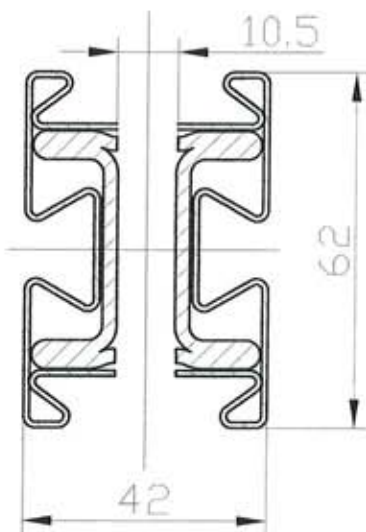
$$R_B = F \cdot \frac{l+a}{l} + F_1 \cdot \frac{a_1+l}{l} = 17952\text{N}$$

### b). Maksymalny moment gnący

$$M_{\max} = F \cdot a + F_1 \cdot a_1 = 1077000\text{N} \cdot \text{mm}$$

WIEŚLAW SZYDŁAKOWSKI  
inż. budowlany, wydziałowy  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
Nr ewid. 273816/75 i 1516P

c). Naprężenia maksymalne



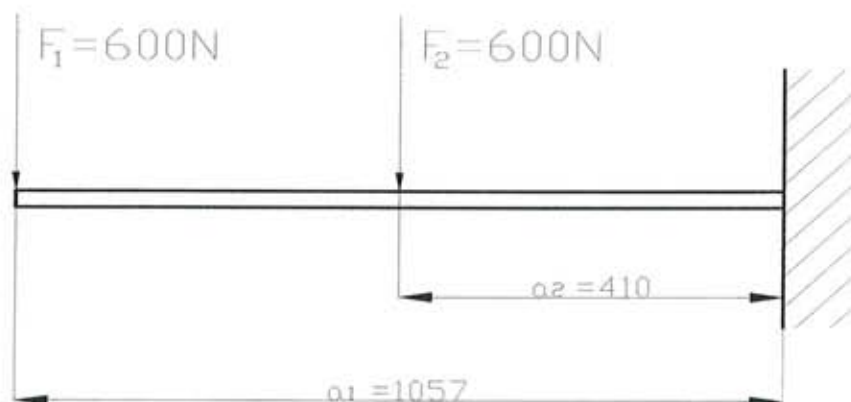
Przekrój poprzeczny słupka w najbardziej osłabionym miejscu.

Wskaźnik wytrzymałości przekroju na zginanie  $W=8792 \text{ mm}^3$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{1077000}{8792} = 122.5 \text{ MPa}$$

3) Obliczenia wytrzymałości odcinka słupka bez wzmocnienia.

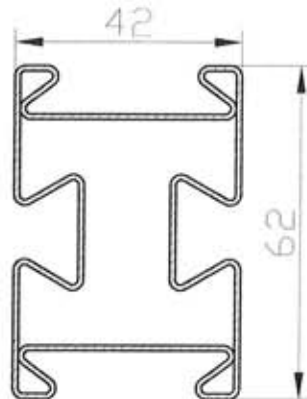
3.1 Maksymalny moment gnący.



$$M_{\max} = F_1 \cdot a_1 + F_2 \cdot a_2 = 880200 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

WIEŚLAW SZPOJANKOWSKI  
inż. budownictwa lądowego  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-inżynierijnej  
Nr ewid. 27384/025-15/007

### 3.2 Naprężenia maksymalne.



Przekrój poprzeczny słupka bez wzmocnienia.

Wskaźnik wytrzymałości przekroju na zginanie  $W=4196 \text{ mm}^3$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{880200}{4196} = 209,8 \text{ MPa}$$

#### 4) Obliczenia śrub.

Słupki mocowane są za pośrednictwem śrub M10 klasy 8.8. ( $R_e = 640 \text{ MPa}$ ), średnica rdzenia śruby  $d \approx 8 \text{ mm}$ , pole przekroju śruby  $A = \pi \cdot r^2 = 50,2 \text{ mm}^2$ .

Siła wrywająca  $F = 17952 \text{ N}$

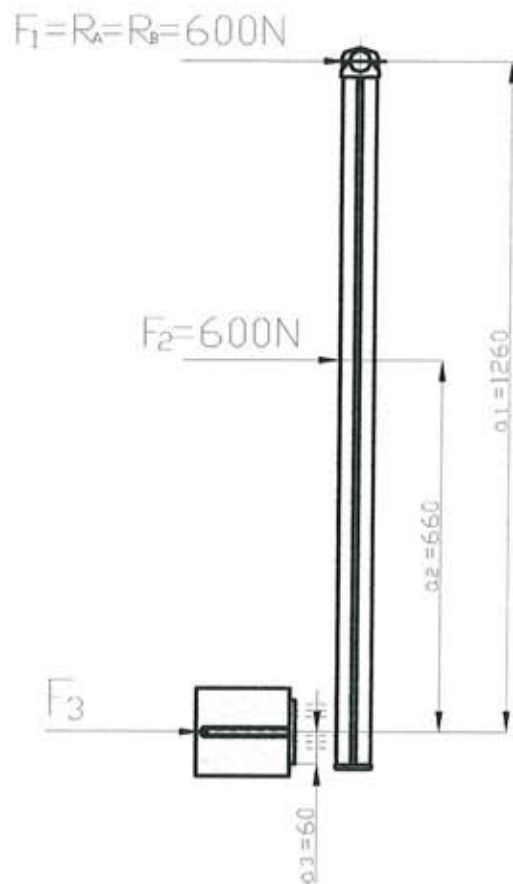
$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{17952}{50,2} = 357,6 \text{ MPa}$$

#### 5) Obliczenia kotew mocujących słupki do podłoża.

Kotwy mocujące słupki poprzez markę do podłoża wykonane są w postaci szpilki z gwintem M12 klasy 8.8, ( $R_e = 640 \text{ MPa}$ ), Średnica rdzenia śruby  $d \approx 9,8 \text{ mm}$ , pole przekroju rdzenia śruby  $A = \pi \cdot r^2 = 75,4 \text{ mm}^2$

*WIEŚLAW SZPOJANKOWSKI*  
Pracownia Inżynierska  
biuro inżynierskie  
w specjalności konstrukcyjno-inżynierskiej  
Nr ewent. 27384/b/75 z 15.02

5.1 Schemat sił działających na balustradę.



Siła  $F_2$  obrazuje obciążenie pochodzące od naporu wiatru ( $600\text{N/m}^2$ ) na tafelę szkła o powierzchni ok.  $1\text{ m}^2$ , przyłożone dla uproszczenia w połowie wysokości tafli.

a) Obliczenia siły wrywającej  $F_3$ .

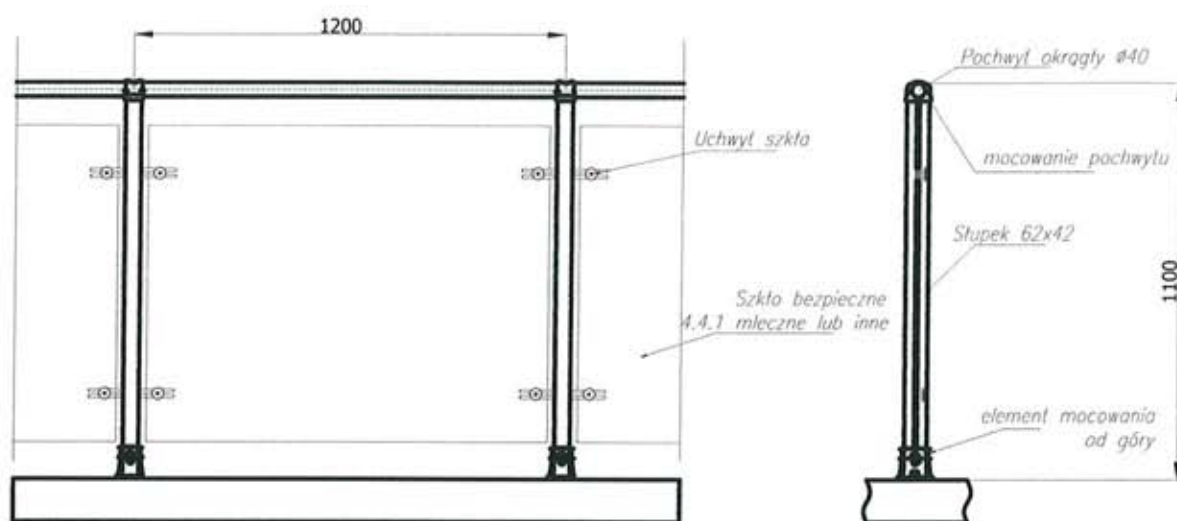
$$F_3 = \frac{F_1 \cdot a_1 + F_2 \cdot a_2}{a_3} = \frac{756000 + 396000}{60} = 19200\text{N}$$

b) Naprężenia maksymalne.

$$\sigma = \frac{F_3}{A} = \frac{19200}{75.4} = 254,6\text{MPa} \leq 640\text{MPa}$$

WIESŁAW SZPOJANKOWSKI  
 inż. budownictwa lądowego  
 Uprawnienia budowlane do projektowania  
 kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń  
 w specjalności konstrukcyjno - inżynierskiej  
 Nr ewid. 2738/LN/25 i 25/68

## II. Obliczenia wytrzymałościowe dla balustrady SPRINY PLUS mocowanej od góry



Schemat balustrady SPRINT PLUS mocowanej od góry.

### 1. Obliczanie wytrzymałości pochwytu.

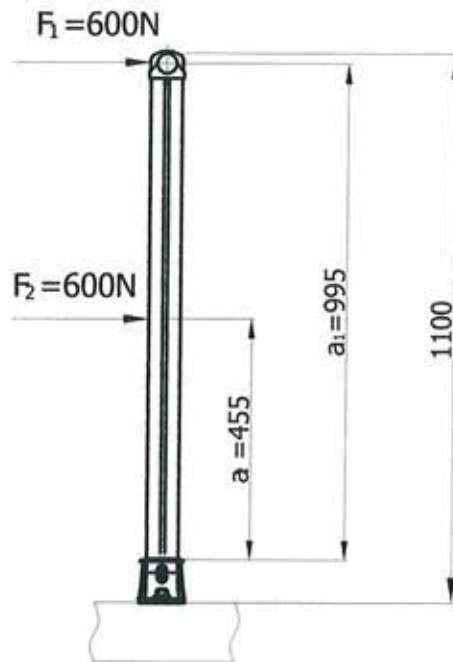
Materiał pochwytu oraz maksymalny rozstaw słupków w balustradzie SPRINT PLUS mocowanej od góry jest identyczny jak w przypadku mocowania od boku. Wyniki obliczeń dla obu przypadków mocowań będą jednakowe.

### 2. Obliczenia wytrzymałości słupka.

Słupek wykonano z profilu o zarysie prostokątnym 42x62, ze stali S350GD, której granica plastyczności wynosi  $Re=350\text{MPa}$ .

WIEŚLAW SZPOJANKOWSKI  
inż. budowlany  
Uprawnienia w zakresie: projektowania, kierowania i nadzoru nad budowlanymi w specjalnych konstrukcyjno-inżynierskich obiektach  
7738/Lb/75 z 15/09

## 2.1 Obliczenia wytrzymałości słupka do krawędzi elementu mocowania od góry.



Schemat sił działających na słupek do krawędzi elementu mocującego.

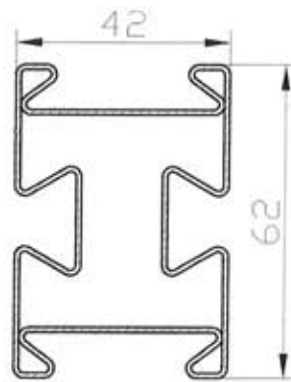
Siła  $F_2$  obrazuje obciążenie pochodzące od naporu wiatru ( $600\text{N/m}^2$ ) na tafłę szkła o powierzchni ok.  $1\text{ m}^2$ , przyłożone dla uproszczenia w połowie wysokości tafli.

a). Maksymalny moment gnący

$$M_{\max} = F_1 \cdot a_1 + F_2 \cdot a_2 = 870000\text{N} \cdot \text{mm}$$

b). Naprężenia maksymalne.

WIESŁAW SZYMAŃKOWSKI  
inż. budowlany  
Uprawnienia do projektowania  
i kierowania budowlanymi  
i specjalnością konstrukcyjno-  
inżynierską  
Numer 2138/Lb/75 i 15/68

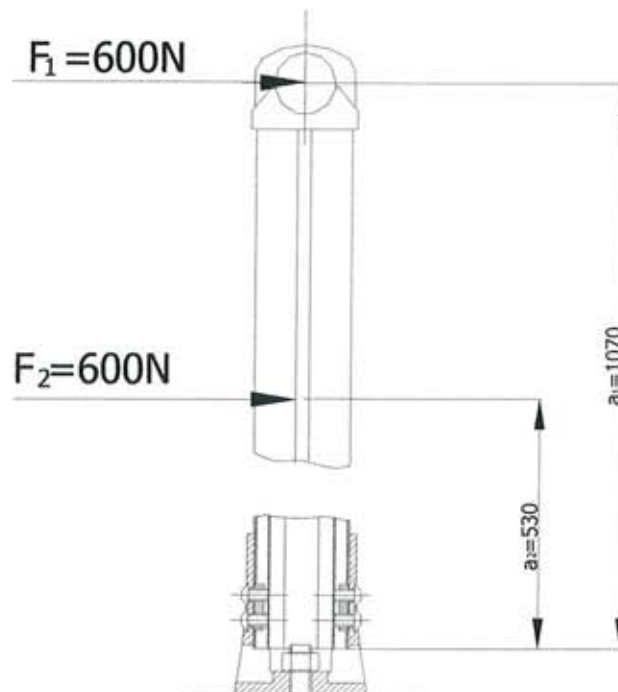


Przekrój poprzeczny słupka bez wzmocnienia.

Wskaźnik wytrzymałości przekroju na zginanie  $W=4196 \text{ mm}^3$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{870000}{4196} = 207 \text{ MPa}$$

2.2 Obliczenia wytrzymałości elementu mocowania od góry.



Schemat sił działających na element mocujący.

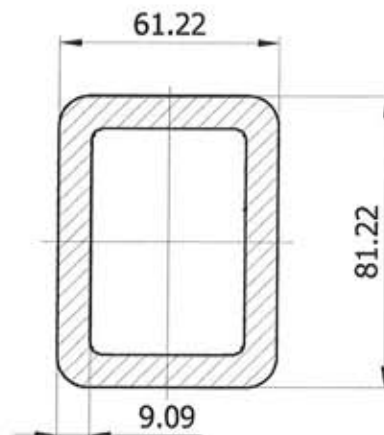
WIESŁAW SZPODKOWSKI  
 inż. budowlany  
 Uprawnienia budowlane do projektowania  
 kierownictwa robótami budowlanymi bez ograniczeń  
 w specjalności konstruktorno-inżynierskiej  
 nr ewid. 27384/1/75 - 15,40

Siła  $F_2$  obrazuje obciążenie pochodzące od naporu wiatru ( $600\text{N/m}^2$ ) na taflę szkła o powierzchni ok.  $1\text{ m}^2$ , przyłożone dla uproszczenia w połowie wysokości tafli.

a). Maksymalny moment gnący

$$M_{\max} = F_1 \cdot a_1 + F_2 \cdot a_2 = 960000\text{ N} \cdot \text{mm}$$

b). Naprężenia maksymalne.



Przekrój poprzeczny elementu mocującego w miejscu łączenia z profilem słupka. .

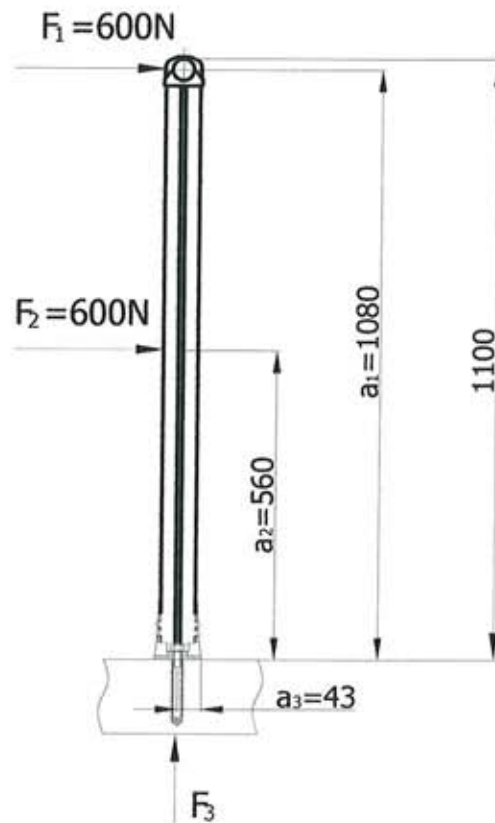
Wskaźnik wytrzymałości przekroju na zginanie  $W=43114\text{ mm}^3$

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} = \frac{960000}{43114} = 22,3\text{ MPa}$$

### 2.3 Obliczenia kotwy mocującej

Kotwa mocująca słupek poprzez markę do podłoża wykonana jest w postaci szpilki z gwintem M14 klasy 8.8, ( $R_e = 640\text{ MPa}$ ), Średnica rdzenia śruby  $d \approx 11,5\text{ mm}$ , pole przekroju rdzenia śruby  $A = \pi \cdot r^2 = 103,8\text{ mm}^2$

WIESŁAW SZPILAKOWSKI  
inż. inżynieria lądowego  
Uprawnienia do projektowania  
i kierowania budowlanymi bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-inżyniernej  
Nr. ewid. 27384/h/75 i 15/88



Schemat sił działających na balustradę.

c) Obliczenia siły wrywającej  $F_3$ .

$$F_3 = \frac{F_1 \cdot a_1 + F_2 \cdot a_2}{a_3} = \frac{600 \cdot 1080 + 600 \cdot 560}{43} = 22884 \text{ N}$$

d) Naprężenia maksymalne.

$$\sigma = \frac{F_3}{A} = \frac{22884}{103,8} = 220,5 \text{ MPa} \leq 640 \text{ MPa}$$

  
**WIESŁAW SZYCJAŃKOWSKI**  
 inż. budownictwa lądowego  
 Uprawnienia budowlane do projektowania  
 i nadzoru nad robotami budowlanymi bez ograniczeń  
 w specjalności konstruktorno - inżyniersko  
 Nr. 1401/2014  
 772614715 15.02