



Projektowanie • Wykonawstwo • Doradztwo budowlane

BIURO: ul. Niemcewicza 26 pok. 514-515, 71-520 Szczecin

tel./fax 0-91-38-34-071, tel. kom. 0-608-475-778, e-mail: kjrprojekt@o2.pl

SIEDZIBA:

KJR-PROJEKT Konrad Roszak

ul. Sądowa 2/10, 74-320 Barlinek

tel./fax 0-95-74-61-349

NIP: 597-146-84-87

REGON: 320262867

NUMER EDG: 04147

UMiG Barlinek

Rachunek Bankowy

PKO Bank Polski

Oddział 1 w Szczecinie

93 1020 4795 0000 9102 0131 2446

OBLICZENIA STATYCZNE Balustrad aluminiowych

Zleceniodawca: **Przedsiębiorstwo Produkcyjne TRANS Marek Godawski**
Ludzisławice 8
66-431 Santok

Opracował: mgr inż. **Konrad Roszak**
uprawnienia bud. nr ZAP/0031/POOK/06
do projektowania bez ograniczeń
specjalność konstrukcyjno-budowlana
kod identyfikacyjny ZOIB: ZAP/BO/0193/06

mgr inż. Konrad Roszak

Uprawnienia budowlane
do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
nr ewidencyjny: ZAP/0031/POOK/06

Szczecin, 10.2016 r.

WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE

Spis zawartości:

1. DANE OGÓLNE	3
1.1. Przedmiot opracowania	3
1.2. Zakres opracowania	3
1.3. Podstawa opracowania	3
2. OBLICZENIA STATYCZNE BALUSTRAD ALUMINIOWYCH	3
2.1. Założenia do obliczeń	3
2.2. Obliczenia balustrady o rozpiętości $L=1,5m$ mocowanej do górnej powierzchni płyty żelbetowej	5
2.2.1. Układ profili	5
2.2.2. Schemat statyczny balustrady	8
2.2.3. Schemat obciążeń	9
2.2.4. Obliczenia wytrzymałościowe	10
2.2.5. Obliczenia maksymalnych przemieszczeń (ugięć)	11
2.2.6. Weryfikacja zakotwienia balustrady do płyty żelbetowej	12
2.2.1. Wnioski	12
2.3. Obliczenia balustrady o rozpiętości $L=1,2m$ mocowanej do czoła płyty żelbetowej	13
2.3.1. Układ profili	13
2.3.2. Schemat statyczny balustrady	16
2.3.3. Schemat obciążeń	17
2.3.4. Obliczenia wytrzymałościowe	18
2.3.5. Obliczenia maksymalnych przemieszczeń (ugięć)	19
2.3.6. Weryfikacja zakotwienia wózka do podłoża betonowego	20
2.3.7. Wnioski	20
3. PODSUMOWANIE	21

ZAŁĄCZNIKI:

- Kopia uprawnień budowlanych i zaświadczenia przynależności do izby zawodowej autora opracowania.

1. DANE OGÓLNE

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania są aluminiowe balustrady balkonowe produkowane przez „Przedsiębiorstwo Produkcyjne TRANS Marek Godawski”.

1.2. Zakres opracowania

Zakres opracowania obejmuje obliczenia statyczne balustrad polegające na weryfikacji kształtu i konstrukcji dla ustalonych przekrojów profili aluminiowych. Weryfikacja ma na celu sprawdzenie, dla zakładanych rozpiętości i sposobu mocowania, maksymalnych ugięć układu statycznego, wytrzymałości profili aluminiowych. W opracowaniu sprawdzono również mocowanie profili do płyty balkonu.

W opracowaniu wykonano obliczenia dla balustrad o rozpiętości przęsła w osiach słupków, wynoszącym:

- $L = 1,5$ m (przy mocowaniu balustrady do górnej powierzchni płyty żelbetowej)
- $L = 1,2$ m (dla balustrady mocowanej do czoła płyty żelbetowej)

Wysokość górnej płaszczyzny poręczy ponad warstwy wykończeniowe posadzki balkonu wynosi $H = 1,1$ m.

1.3. Podstawa opracowania

- Materiały i wytyczne otrzymane od Zleceniodawcy,
- Polskie Normy, w szczególności:
 - PN-EN 1990:2004 *Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji.*
 - PN-EN 1991-1-1:2004 *Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach.*
 - PN-EN 1999-1-1:2011/A2:2014-05 *Eurokod 9: Projektowanie konstrukcji aluminiowych -- Część 1-1: Reguły ogólne*
 - PN-EN 1993-1-1:2006 *Eurokod 3: Projektowanie konstrukcji stalowych -- Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków*

2. OBLICZENIA STATYCZNE BALUSTRAD ALUMINIOWYCH

2.1. Założenia do obliczeń

a.) Przyjęto obciążenia balustrad wg następujących norm:

- PN-EN 1991-1-1:2004 *Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach*
-

b.) Do obliczeń przyjęto następujące obciążania:

- Obciążenia stałe od ciężaru własnego: współczynnik obciążenia $\gamma = 1,35$
- Obciążenia zmienne:
 - Obciążenie liniowe poręczy na wysokości 1,1m – $F_1 = 1\text{kN/m}$
 - Obciążenie dwiema siłami pionowymi zwróconymi w dół w odległości 0,15m od osi słupków – $F_2 = 0,5\text{kN}$
 - Obciążenie dwiema siłami pionowymi zwróconymi w górę w odległości 0,15m od środka przęsła – $F_3 = 0,5\text{kN}$
 - Obciążenie równomiernie rozłożone, przyłożone do wypełnienia balustrady – $F_4 = 1,2\text{kN/m}^2$

c.) Przyjęte profile balustrady:

- Poręcz: zgodnie z programem produkcji „Przedsiębiorstwo Produkcyjne TRANS Marek Godawski”
- Słupki: rura prostokątna 50x50x2 mm
- Profile mocujące: zgodnie z programem produkcji „Przedsiębiorstwo Produkcyjne TRANS Marek Godawski”

d.) Materiał profili:

- Aluminium gatunku 6060
- Stan T6 (przesycony i starzony w podwyższonej temperaturze)
- Moduł sprężystości: $E = 70\ 000\ \text{MPa}$
- Moduł sprężystości poprzecznej: $G = 27\ 000\ \text{MPa}$
- Współczynnik Poissona: $\nu = 0,33$
- Wytrzymałość na rozciąganie: $R_m = 190\ \text{MPa}$
- Granica plastyczności: $R_{p02} = 150\ \text{N/mm}^2$
- Współczynnik rozszerzalności cieplnej: $\alpha = 23 \times 10^{-6}/\text{K}$
- Gęstość: $\rho = 2\ 700\ \text{kg/cm}^3$

e.) Dopuszczalne maksymalne ugięcia konstrukcji: 25mm

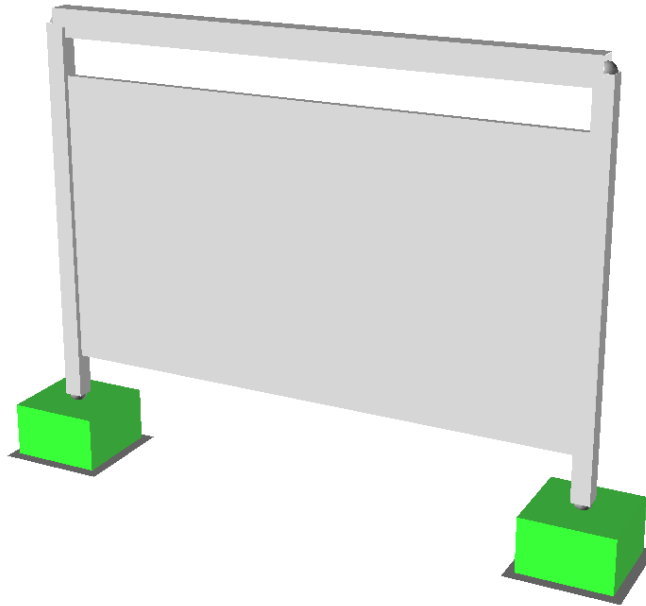
f.) Kotwy mocujące:

- chemiczne klejane produkcji HILTI
- typ żywicy: HIT-HY 200-A,
- pręt kotwy: HIT-V- R M10 ze stali A4 (SS316)
- klasa betonu (podłoża do zakotwienia): C20/25 (B25)

g.) Obliczenia wykonano w programach komputerowych:

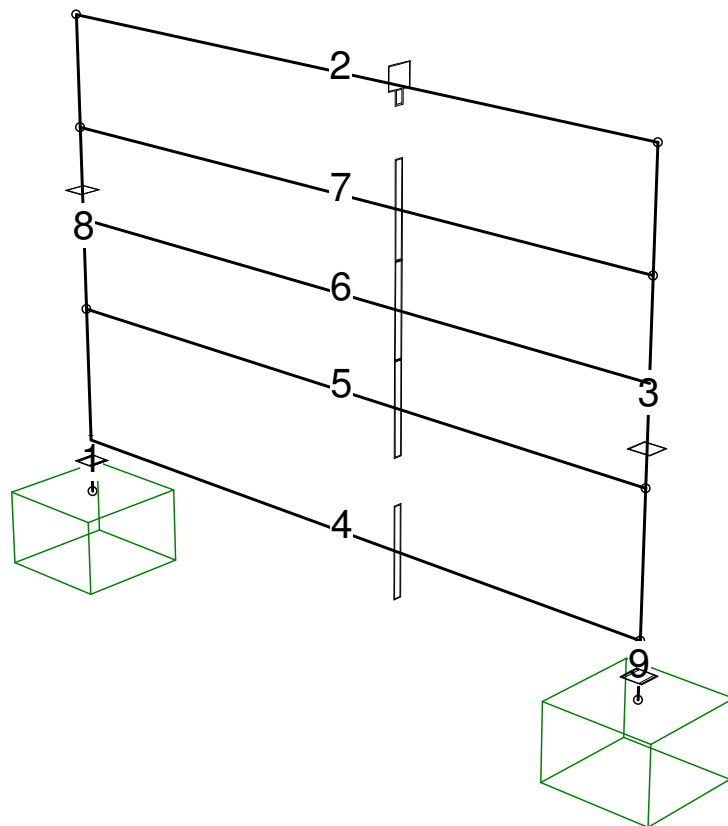
- RM-WIN 3D - statyka i analiza wytrzymałościowa konstrukcji przestrzennych,
Dostawca: „CadSiS” Biuro Komputerowego Wspomagania Projektowania, ul.
Skrajna 12, 45-232 Opole.
Numer licencji: 17011 dla biura projektów KJR-PROJEKT Konrad Roszak.
- Hilti PROFIS Anchor
Dostawca: Hilti (Poland) Sp. z o.o.

2.2. Obliczenia balustrady o rozpiętości $L=1,5\text{m}$ mocowanej do górnej powierzchni płyty żelbetowej

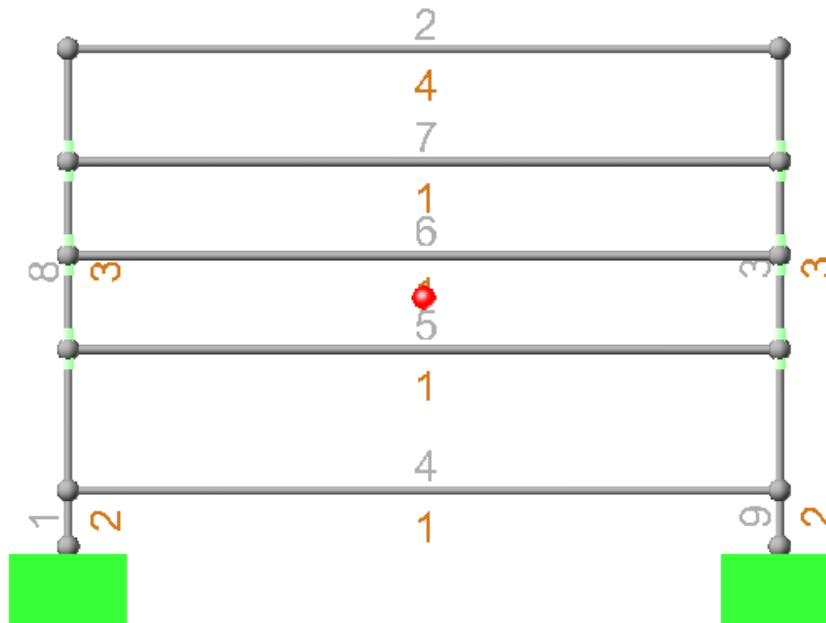


2.2.1. Układ profili

PRZEKROJE PRĘTÓW:



OBLICZENIA STATYCZNE
Balustrad aluminiowych



Oznaczenia na przekroju:

- kolor pomarańczowy – oznaczenie przekroju
- kolor siwy – numer pręta

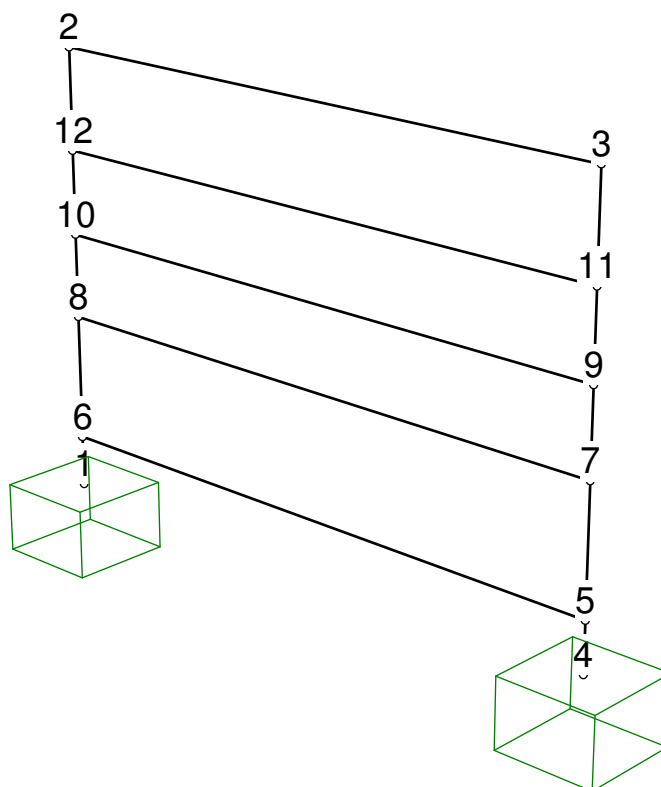
UWAGA: Do wysokości 0,12m od podpory znajduje się profil wzmocniony stalowo – aluminiowy oznaczony w poniżej tabeli jako „2 – Profil mocujący”.

OBLICZENIA STATYCZNE
Balustrad aluminiowych

Przekroje:

1 - Wypełnienie		2 - Profil mocujący		3 - Słupek	
Materiał:	Aluminium	Materiał:	Aluminium	Materiał:	Aluminium
A [cm ²]	8,64	A [cm ²]	17,34	A [cm ²]	3,84
Jy [cm ⁴]	329,47	Jy [cm ⁴]	37,56	Jy [cm ⁴]	14,78
Jz [cm ⁴]	6,64	Jz [cm ⁴]	67,98	Jz [cm ⁴]	14,78
Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00
α [Deg]	0,00	α [Deg]	90,00	α [Deg]	0,00
Iy [cm ⁴]	329,47	Iy [cm ⁴]	67,98	Iy [cm ⁴]	14,78
Iz [cm ⁴]	6,64	Iz [cm ⁴]	37,56	Iz [cm ⁴]	14,78
Jt [cm ⁴]	23,60	Jt [cm ⁴]	30,80	Jt [cm ⁴]	22,28
Jω [cm ⁴]	161,68	Jω [cm ⁴]	17,81	Jω [cm ⁴]	0,00
iy [cm]	6,17	iy [cm]	1,98	iy [cm]	1,96
iz [cm]	0,88	iz [cm]	1,47	iz [cm]	1,96
is [cm]	6,24	is [cm]	2,47	is [cm]	2,77
m [kg/m]	2,35	m [kg/m]	4,58	m [kg/m]	1,04
4 - Poręcz					
Materiał:	Aluminium				
A [cm ²]	5,74				
Jy [cm ⁴]	40,89				
Jz [cm ⁴]	20,15				
Dyz [cm ⁴]	0,00				
α [Deg]	0,00				
Iy [cm ⁴]	40,89				
Iz [cm ⁴]	20,15				
Jt [cm ⁴]	30,77				
Jω [cm ⁴]	12,26				
iy [cm]	2,67				
iz [cm]	1,87				
is [cm]	3,41				
m [kg/m]	1,56				

2.2.2. Schemat statyczny balustrady



Węzły:

Nr:	X[m]:	Y[m]:	Z[m]:	Nr:	X[m]:	Y[m]:	Z[m]:
Pozostałe							
1	0,000	0,000	0,000	7	1,500	0,000	0,420
2	0,000	0,000	1,060	8	0,000	0,000	0,420
3	1,500	0,000	1,060	9	1,500	0,000	0,620
4	1,500	0,000	0,000	10	0,000	0,000	0,620
5	1,500	0,000	0,120	11	1,500	0,000	0,820
6	0,000	0,000	0,120	12	0,000	0,000	0,820

Pręty:

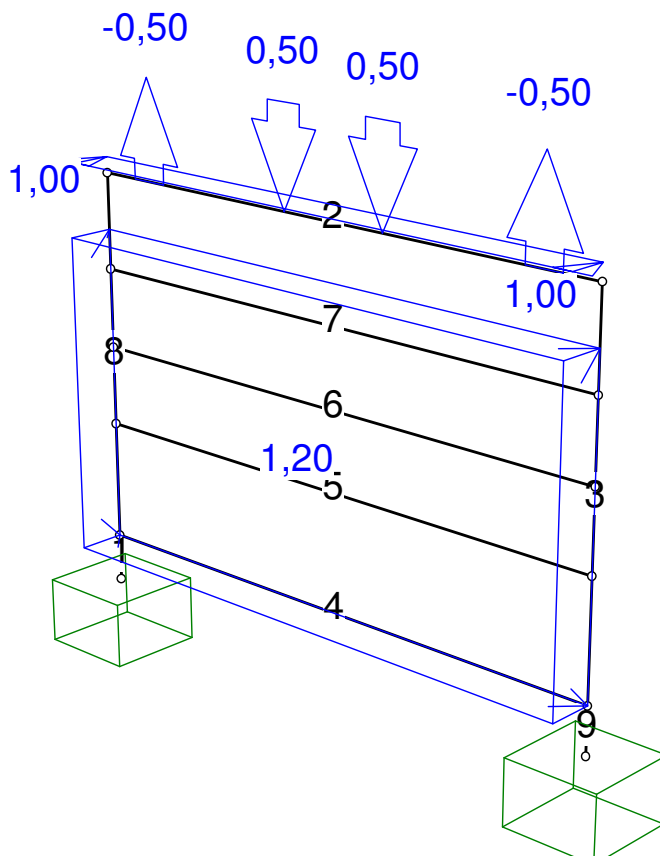
Nr:	Węzły:		Mocowania	Mimośrod Imperfekcje	Orient. [deg]	L[m]:	Przekrój:
	A:	B:					
Porecz							
2	2	3	P.P.: Szttywne		0,0	1,500	4 Porecz
Słupki							
1	1	6	P.P.: Szttywne		90,0	0,120	2 Profil mocujący
3	3	5	P.P.: Szttywne		-90,0	0,940	3 Słupek
8	6	2	P.P.: Szttywne		90,0	0,940	3 Słupek
9	5	4	P.P.: Szttywne		-90,0	0,120	2 Profil mocujący
Pozycja nr 5							
4	6	5	P.P.: Szttywne	az:0,100 bz:0,100	0,0	1,500	1 Wypełnienie
5	8	7	P.P.: Szttywne		0,0	1,500	1 Wypełnienie
6	10	9	P.P.: Szttywne		0,0	1,500	1 Wypełnienie
7	12	11	P.P.: Szttywne		0,0	1,500	1 Wypełnienie

OBLICZENIA STATYCZNE
Balustrad aluminiowych

Podpory:

Węzeł:	Orientacja [deg]			Obrót			Przesuw	
	α	ϕ	ψ	x	y	z	x	y
1	0,0	0,0	0,0					
4	0,0	0,0	0,0					

2.2.3. Schemat obciążeń



Obciążenia:

Nr pręta	Rodzaj	Wartości char.		Współczynniki			Orient. [deg]	Kier.: [deg]	Polożenie	
		Pa:	Pb:	$\gamma f1$:	$\gamma f2$:	ψd :			xa:	xb:
CW: Ciężar własny - Stałe $\gamma_f=1,4/1$										
F1 - Zmienne (Znaczenie: 1) $\psi_0=1 \psi_1=1 \psi_2=1$										
2	Rozłożone	1,00	1,00	1,50		1,00	-90,0	0,0	0,00	1,50
F2 - Zmienne (Znaczenie: 1) $\psi_0=1 \psi_1=1 \psi_2=1$										
2	Skupione	0,50		1,50		1,00	0,0	0,0	0,60	
2	Skupione	0,50		1,50		1,00	0,0	0,0	0,90	
F3 - Zmienne (Znaczenie: 1) $\psi_0=1 \psi_1=1 \psi_2=1$										
2	Skupione	-0,50		1,50		1,00	0,0	0,0	0,15	
2	Skupione	-0,50		1,50		1,00	0,0	0,0	1,35	
F4 - Zmienne (Znaczenie: 1) $\psi_0=1 \psi_1=1 \psi_2=1$										
	Powierzch.	1,20	1,20	1,50		1,00				

2.2.4. Obliczenia wytrzymałościowe

Obliczenia nie zakładają równoczesnego występowania obciążeń. Wyniki obliczeń dotyczą przekrojów najbardziej wyężonych – słupków aluminiowych o przekroju 50x50x2 mm. Maksymalne wykorzystanie nośności przekroju wynosi 99%.

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,940$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 4, 4, 4. Obciążenia: $1,35 \cdot 0,85 \cdot CW + 1,5 \cdot F2$ (b)

Warunek nośności :

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{0,85}{61,45} = \mathbf{0,014} < \mathbf{1}$$

Nośność na ściskanie:

$x_a = 0,240$; $x_b = 0,700$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $1,35 \cdot 0,85 \cdot CW + 1,5 \cdot F2$ (b)

Warunek nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \frac{0,77}{61,45} = \mathbf{0,013} < \mathbf{1}$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{0,77}{45,49} = \mathbf{0,017} < \mathbf{1}$$

Nośność przekroju na skręcanie:

$x_a = 0,240$; $x_b = 0,700$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $CW + 1,5 \cdot F1$ (b)

Nośność przy skręcaniu swobodnym:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} = \frac{0,10}{0,85} = \mathbf{0,117} < \mathbf{1}$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,240$; $x_b = 0,700$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: $CW + 1,5 \cdot F1$ (b)

- wzdłuż osi Z

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{1,13}{19,57} = \mathbf{0,058} < \mathbf{1}$$

- wzdłuż osi Y

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{0,02}{19,57} = \mathbf{0,001} < \mathbf{1}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,940$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 4, 4, 4. Obciążenia: $CW + 1,5 \cdot F1$ (b)

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\left\{ \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \right\}^{1/\gamma} = \left\{ \left[\frac{1,1}{1,11} \right]^{1,66} + \left[\frac{0}{1,11} \right]^{1,66} \right\}^{1/1,66} = 0,99^{1/1,66} = \mathbf{0,994 < 1}$$

Nośność (stateczność) pręta zginanego i ściskanego:

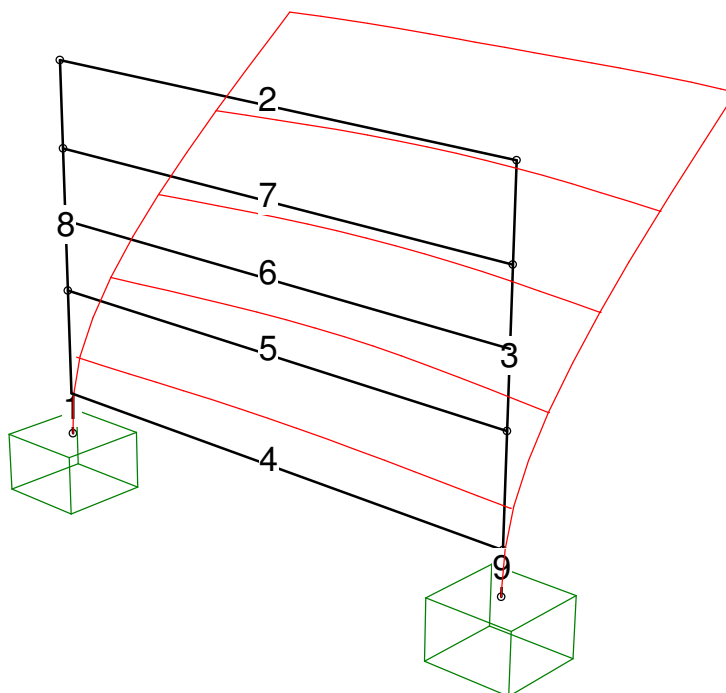
Pręśło nr: 4, 4, 4. Obciążenia: 1,35·0,85·CW+1,5·F1 (b)

Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{0,1}{0,920 \times 61,45/1} + 0,900 \times \frac{1,1+0}{1,000 \times 1,11/1} + 0,240 \times \frac{0+0}{1,11/1} = \mathbf{0,896 < 1}$$

2.2.5. Obliczenia maksymalnych przemieszczeń (ugięć)

Obliczenia nie zakładają równoczesnego występowania obciążeń. Maksymalne wartości przemieszczeń i wyteżeń przekrojów występują przy obciążeniu F1.



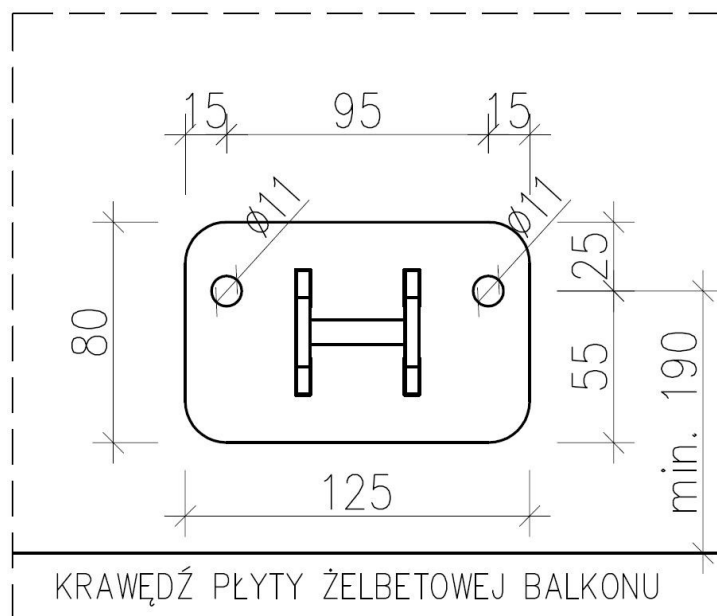
Deformacje: Kombinacja charakterystyczna PN-EN: CW F1

Nr pręta:	x [m]:	x/L:	Ux [m]:	Uy [m]:	Uz [m]:	Uyz [m]:	Uy [m]:	Uz [m]:	Uyz [m]:
							Liczone od cięciwy		
Poręcz									
2	0,750	0,500	0,0000	0,0283	0,0000	0,0283	0,0033	0,0000	0,0033
Słupki									
3	0,000	0,000	0,0000	0,0000	0,0249	0,0249	0,0000	0,0000	0,0000
8	0,940	1,000	0,0000	0,0000	0,0249	0,0249	0,0000	0,0000	0,0000

UWAGA: Dla założonych obciążeń zmiennych wyliczone deformacje są odkształceniami w stanie sprężystym. Nie wykonywano obliczeń odkształceń trwałych (w stanie plastycznym), ponieważ brak jest zewnętrznych obciążeń stałych.

2.2.6. Weryfikacja zakotwienia balustrady do płyty żelbetowej

Założono wykorzystanie kotew chemicznych produkcji HILTI HIT-HY 200-A + HIT-V-R (5.8) M10. Beton B25 (C20/25). Minimalna głębokość zakotwienia w betonie – 70mm.



Rys. Geometria stopy stalowej

Rodzaj obciążenia		Obciążenie	Nośność	Wykorzystanie
		[kN]	[kN]	[%]
Rozciąganie	Nośność na wyrwanie stożka betonu	25,68	26,06	99
Ścinanie	Nośność stali	0,57	12,00	5

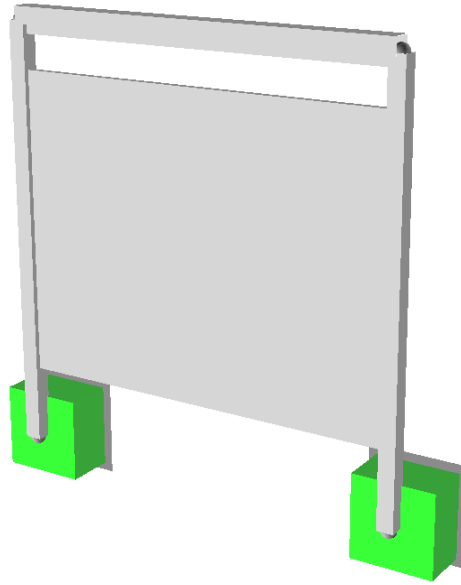
Dla zapewnienia nośności niezbędne jest odpowiednie zamocowanie profilu stopy do podłoża żelbetowego z zachowaniem minimalnych odległości od krawędzi oraz odpowiedniego ułożenia kotew zgodnie z zamieszczonym powyżej rysunkiem.

2.2.1. Wnioski

Dla balustrad mocowanych do poziomej płaszczyzny balkonu o rozstawie słupków 1,5m zastały spełnione wymagania zgodne z normą PN-EN 1990:2004 *Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji*.

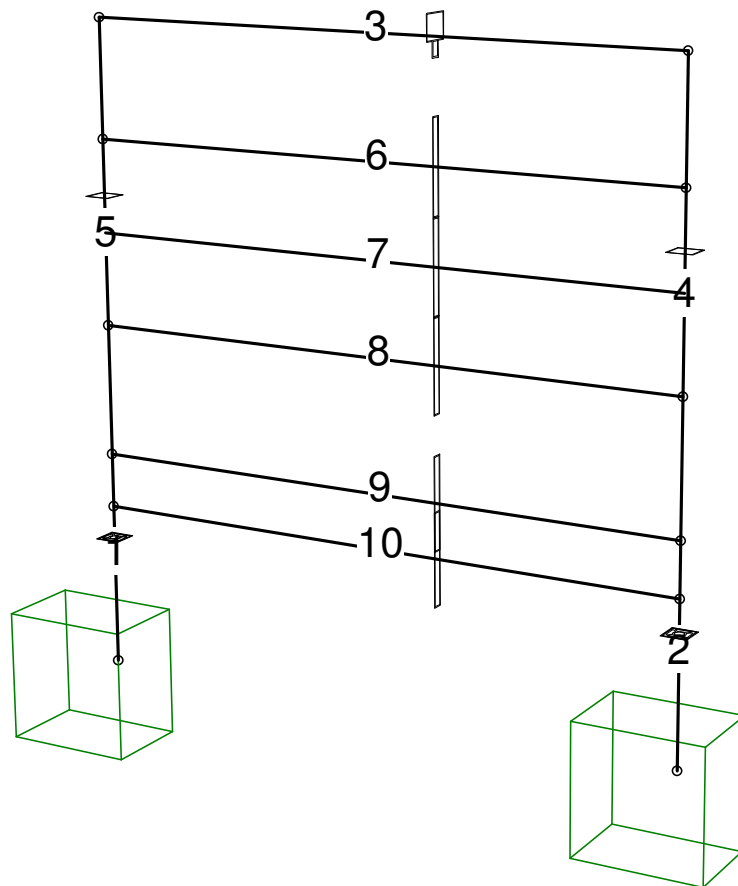
Wszystkie wymagania związane z nośnością przekrojów oraz dopuszczalnych odkształceń elementów balustrady zostały zweryfikowane pozytywnie.

2.3. Obliczenia balustrady o rozpiętości $L=1,2\text{m}$ mocowanej do czoła płyty żelbetowej

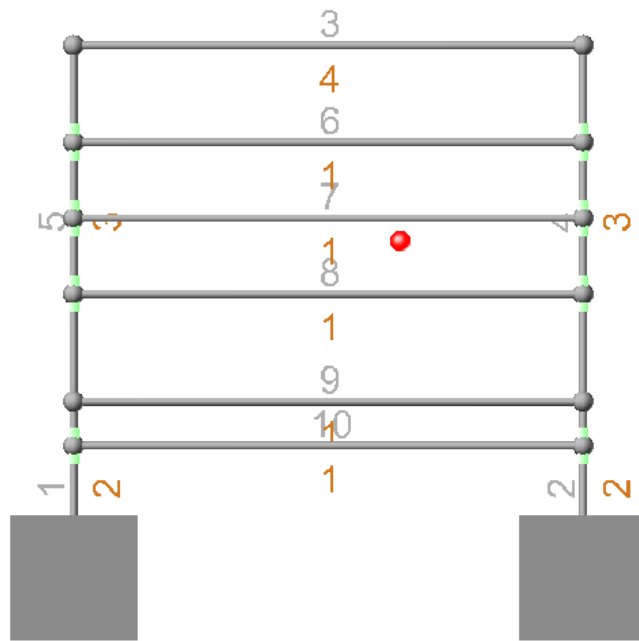


2.3.1. Układ profili

PRZEKROJE PRĘTÓW:



OBLICZENIA STATYCZNE
Balustrad aluminiowych



Oznaczenia na przekroju:

- kolor pomarańczowy – oznaczenie przekroju
- kolor siwy – numer pręta

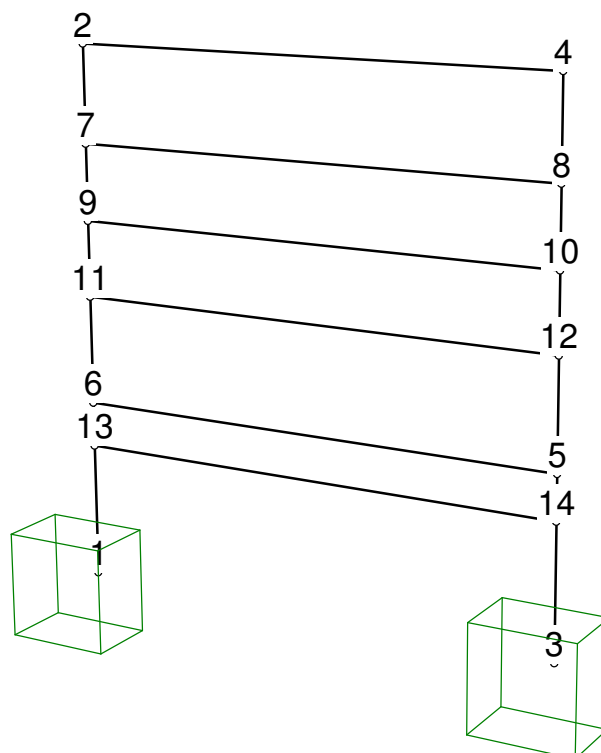
UWAGA: Do wysokości 0,42m od osi podpory pionowej znajduje się profil wzmocniony aluminiowy oznaczony w poniżej tabeli jako „2 – Profil mocujący”.

OBLICZENIA STATYCZNE
Balustrad aluminiowych

Przekroje:

1 - Wypełnienie		2 - Profil mocujący		3 - Słupek	
Materiał:	Aluminium	Materiał:	Aluminium	Materiał:	Aluminium
A [cm ²]	7,84	A [cm ²]	12,87	A [cm ²]	3,84
Jy [cm ⁴]	245,16	Jy [cm ⁴]	34,52	Jy [cm ⁴]	14,77
Jz [cm ⁴]	5,99	Jz [cm ⁴]	34,52	Jz [cm ⁴]	14,77
Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00	Dyz [cm ⁴]	0,00
α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00	α [Deg]	0,00
Iy [cm ⁴]	245,16	Iy [cm ⁴]	34,52	Iy [cm ⁴]	14,77
Iz [cm ⁴]	5,99	Iz [cm ⁴]	34,52	Iz [cm ⁴]	14,77
Jt [cm ⁴]	21,02	Jt [cm ⁴]	22,12	Jt [cm ⁴]	22,12
Jω [cm ⁴]	113,99	Jω [cm ⁴]	0,00	Jω [cm ⁴]	0,00
iy [cm]	5,59	iy [cm]	1,64	iy [cm]	1,96
iz [cm]	0,87	iz [cm]	1,64	iz [cm]	1,96
is [cm]	5,66	is [cm]	2,32	is [cm]	2,77
m [kg/m]	2,13	m [kg/m]	3,50	m [kg/m]	1,04
4 - Poręcz					
Materiał:	Aluminium				
A [cm ²]	5,74				
Jy [cm ⁴]	40,89				
Jz [cm ⁴]	20,15				
Dyz [cm ⁴]	0,00				
α [Deg]	0,00				
Iy [cm ⁴]	40,89				
Iz [cm ⁴]	20,15				
Jt [cm ⁴]	30,77				
Jω [cm ⁴]	12,26				
iy [cm]	2,67				
iz [cm]	1,87				
is [cm]	3,41				
m [kg/m]	1,56				

2.3.2. Schemat statyczny balustrady



Węzły:

Nr:	X[m]:	Y[m]:	Z[m]:	Nr:	X[m]:	Y[m]:	Z[m]:
Pozostałe							
1	0,000	0,000	0,025	8	1,200	0,000	1,060
2	0,000	0,000	1,290	9	0,000	0,000	0,880
3	1,200	0,000	0,025	10	1,200	0,000	0,880
4	1,200	0,000	1,290	11	0,000	0,000	0,700
5	1,200	0,000	0,445	12	1,200	0,000	0,700
6	0,000	0,000	0,445	13	0,000	0,000	0,340
7	0,000	0,000	1,060	14	1,200	0,000	0,340

Pręty:

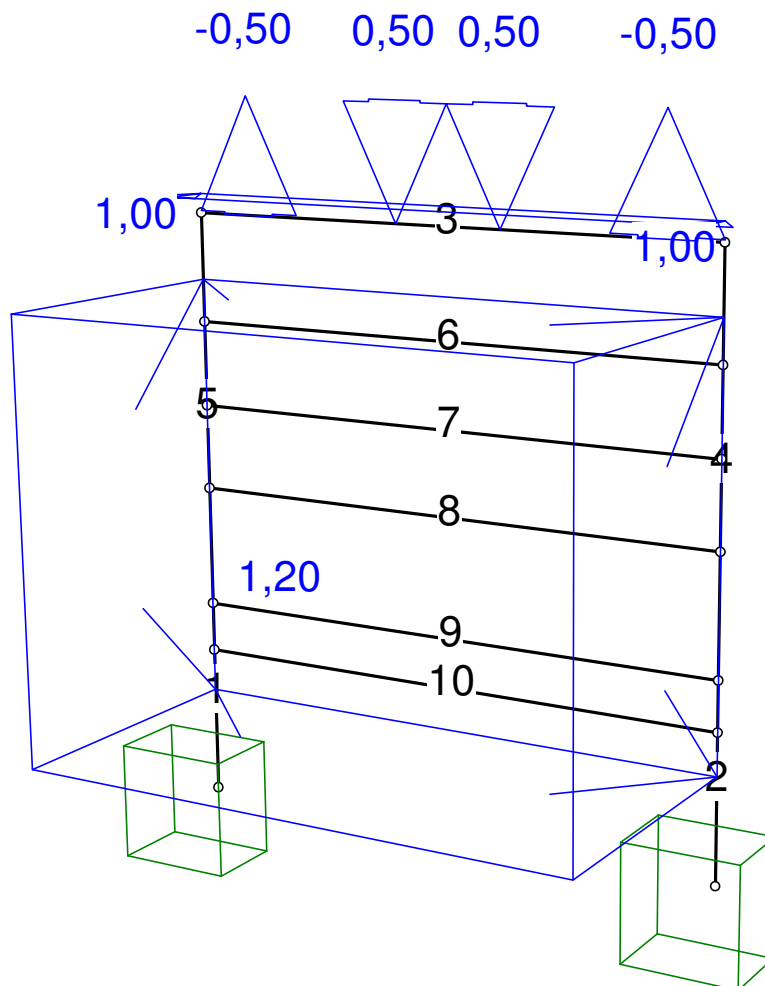
Nr:	Węzły:		Mocowania	Mimośrod Imperfekcje	Orient. [deg]	L[m]:	Przekrój:
	A:	B:					
Poręcz							
3	2	4	P.P.: Szttywne		0,0	1,200	4 Poręcz
Słupki							
1	1	6	P.P.: Szttywne		180,0	0,420	2 Profil mocujący
2	3	5	P.P.: Szttywne		180,0	0,420	2 Profil mocujący
4	5	4	P.P.: Szttywne		180,0	0,845	3 Słupek
5	6	2	P.P.: Szttywne		180,0	0,845	3 Słupek
Wypełnienie							
6	7	8	P.P.: Szttywne		0,0	1,200	1 Wypełnienie
7	9	10	P.P.: Szttywne		0,0	1,200	1 Wypełnienie
8	11	12	P.P.: Szttywne		0,0	1,200	1 Wypełnienie
9	6	5	P.P.: Szttywne	az:0,075 bz:0,075	0,0	1,200	1 Wypełnienie
10	13	14	P.P.: Szttywne		0,0	1,200	1 Wypełnienie

OBLICZENIA STATYCZNE
Balustrad aluminiowych

Podpory:

Węzeł:	Orientacja [deg]			Obrót			Przesuw	
	α	ϕ	ψ	x	y	z	x	y
1	0,0	0,0	-90,0					
3	0,0	0,0	-90,0					

2.3.3. Schemat obciążeń



Obciążenia:

Nr pręta	Rodzaj:	Wartości char.		Współczynniki			Orient. [deg]	Kier.: [deg]	Polożenie	
		Pa:	Pb:	$\gamma f1$:	$\gamma f2$:	ψd :			xa:	xb:
CW: Ciężar własny - Zmienne (Znaczenie: 1) $\psi_0=1$ $\psi_1=1$ $\psi_2=1$ $\gamma_1=1,5/1,5$										
F1: F1 - Zmienne (Znaczenie: 1) $\psi_0=1$ $\psi_1=1$ $\psi_2=1$										
3	Rozłożone	1,00	1,00	1,50		1,00	-90,0	0,0	0,00	1,20
F2: F2 - Zmienne (Znaczenie: 1) $\psi_0=0,6$ $\psi_1=0,2$ $\psi_2=0$										
3	Skupione	0,50		1,50		1,00	0,0	0,0	0,48	
3	Skupione	0,50		1,50		1,00	0,0	0,0	0,72	
F3: F3 - Zmienne (Znaczenie: 1) $\psi_0=1$ $\psi_1=1$ $\psi_2=1$										
3	Skupione	-0,50		1,50		1,00	0,0	0,0	0,12	
3	Skupione	-0,50		1,50		1,00	0,0	0,0	1,08	
F4: F4 - Zmienne (Znaczenie: 1) $\psi_0=1$ $\psi_1=1$ $\psi_2=1$										
	Powierzch.	1,20	1,20	1,50		1,00				

2.3.4. Obliczenia wytrzymałościowe

Obliczenia nie zakładają równoczesnego występowania obciążeń. Wyniki obliczeń dotyczą przekrojów najbardziej wyężonych – słupków aluminiowych o przekroju 50x50x2 mm. Maksymalne wykorzystanie nośności przekroju wynosi 72%.

Nośność elementów rozciąganych:

$x_a = 0,845$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 4, 4, 4. Obciążenia: 1,5·F3 (b)

Warunek nośności :

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} = \frac{0,75}{61,44} = \mathbf{0,012} < \mathbf{1}$$

Nośność na ściskanie:

$x_a = 0,845$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 4, 4, 4. Obciążenia: 1,5·F2 (b)

Warunek nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} = \mathbf{0,012} < \mathbf{1}$$

Warunek stateczności:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = \frac{0,75}{47,08} = \mathbf{0,016} < \mathbf{1}$$

Nośność przekroju na skręcanie:

$x_a = 0,845$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 4, 4, 4. Obciążenia: 1,5·F1 (b)

Nośność przy skręcaniu swobodnym:

$$\frac{T_{Ed}}{T_{Rd}} = \frac{0,06}{0,85} = \mathbf{0,070} < \mathbf{1}$$

Nośność przekroju na ścinanie:

$x_a = 0,845$; $x_b = 0,000$; Przęsło nr: 4, 4, 4. Obciążenia: 1,5·F1 (b)

- wzdłuż osi Z

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{0,00}{20,61} = \mathbf{0,000} < \mathbf{1}$$

- wzdłuż osi Y

Warunek nośności:

$$\frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} = \frac{0,90}{20,61} = \mathbf{0,044} < \mathbf{1}$$

Nośność przekroju na zginanie:

$x_a = 0,000$; $x_b = 0,845$; Przęsło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,5·F1 (b)

Zlinearyzowany warunek nośności:

$$\left\{ \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right]^\alpha + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right]^\beta \right\}^{1/\gamma} = \left\{ \left[\frac{0}{1,11} \right]^{1,66} + \left[\frac{0,8}{1,11} \right]^{1,66} \right\}^{1/1,66} = 0,584^{1/1,66} = \mathbf{0,723} < \mathbf{1}$$

Nośność (stateczność) pręta zginanego i ściskanego:

Pręśło nr: 1, 1, 1. Obciążenia: 1,5·F1 (b)

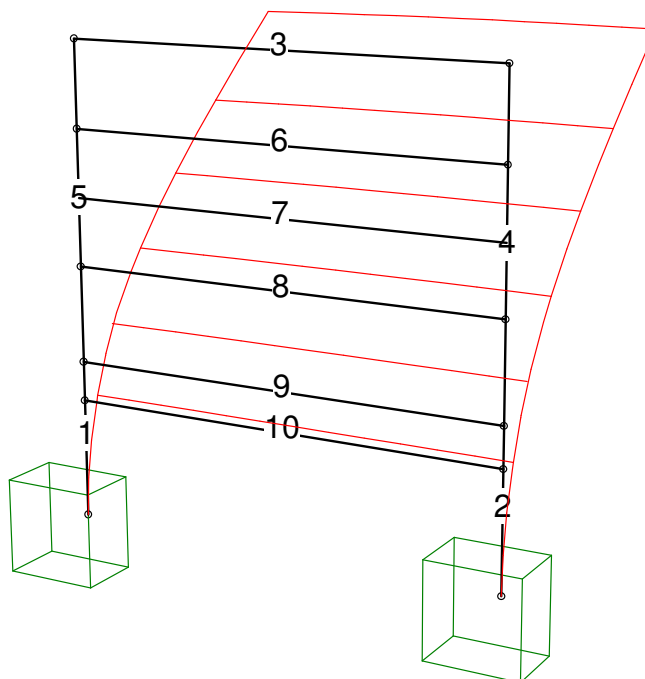
Warunki nośności:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{0}{1,000 \times 61,44 / 1} + 0,600 \times \frac{0+0}{1,000 \times 1,11 / 1} + 0,540 \times \frac{0,8+0}{1,11 / 1} = \mathbf{0,390} < \mathbf{1}$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed} + \Delta M_{y,Ed}}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed} + \Delta M_{z,Ed}}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}} = \frac{0}{0,930 \times 61,44 / 1} + 0,360 \times \frac{0+0}{1,000 \times 1,11 / 1} + 0,900 \times \frac{0,8+0}{1,11 / 1} = \mathbf{0,651} < \mathbf{1}$$

2.3.5. Obliczenia maksymalnych przemieszczeń (ugięć)

Obliczenia nie zakładają równoczesnego występowania obciążeń. Maksymalne wartości przemieszczeń i wyteżeń przekrojów występują przy obciążeniu F1.



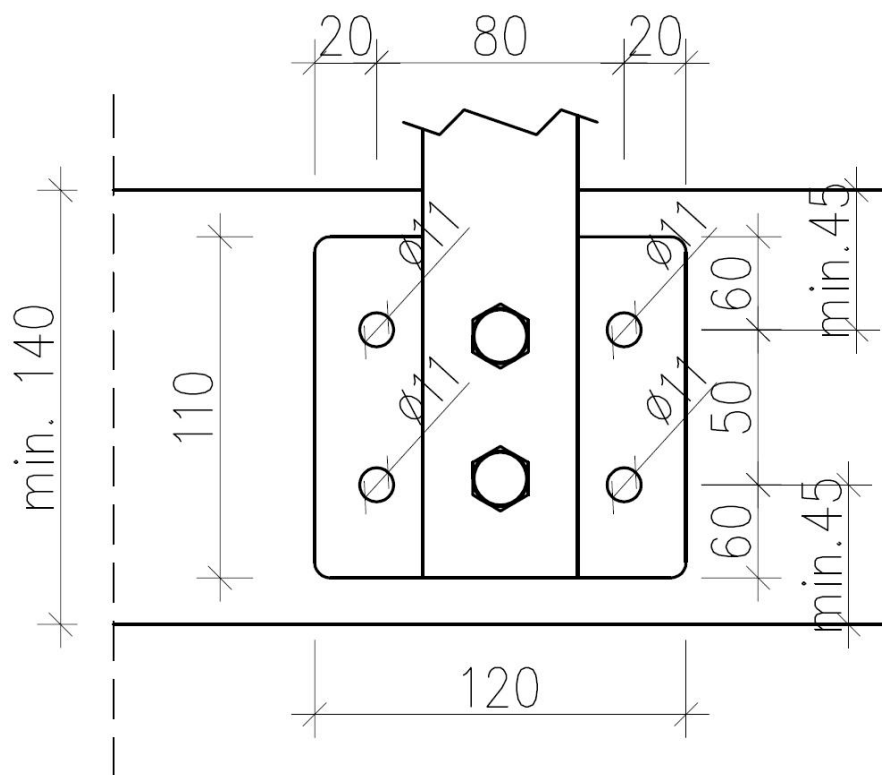
Deformacje: Kombinacja charakterystyczna PN-EN: CW+F1

Nr pręta:	x [m]:	x/L:	Ux [m]:	Uy [m]:	Uz [m]:	Uyz [m]:	Uy [m]:	Uz [m]:	Uyz [m]:
							Liczone od cięciwy		
Poręcz									
3	0,600	0,500	0,0000	0,0261	0,0000	0,0261	0,0014	0,0000	0,0014
Słupki									
4	0,845	1,000	0,0000	0,0247	0,0000	0,0247	0,0000	0,0000	0,0000
5	0,845	1,000	0,0000	0,0247	0,0000	0,0247	0,0000	0,0000	0,0000

UWAGA: Dla założonych obciążeń zmiennych wyliczone deformacje są odkształceniami w stanie sprężystym. Nie wykonywano obliczeń odkształceń trwałych (w stanie plastycznym), ponieważ brak jest zewnętrznych obciążeń stałych.

2.3.6. Weryfikacja zakotwienia wózka do podłoża betonowego

Założono wykorzystanie kotew chemicznych produkcji HILTI HIT-HY 200-A + HIT-V-R (5.8) M10. Beton B25 (C20/25), minimalna grubość płyty żelbetowej 140mm. Minimalna głębokość zakotwienia w betonie – 173mm.



Rys. Geometria stopy stalowej

Rodzaj obciążenia		Obciążenie	Nośność	Wykorzystanie
		[kN]	[kN]	[%]
Rozciąganie	Nośność na wyrwanie stożka betonu	16,47	16,50	99,8
Ścinanie	Nośność stali	0,15	7,99	2

Dla zapewnienia nośności niezbędne jest odpowiednie zamocowanie profilu stopy do podłoża żelbetowego z zachowaniem minimalnych odległości od krawędzi oraz odpowiedniego ułożenia kotew zgodnie z zamieszczonym powyżej rysunkiem.

2.3.7. Wnioski

Dla balustrad mocowanych do czoła (pionowej płaszczyzny) płyty żelbetowej o rozstawie słupków 1,2m zostały spełnione wymagania zgodne z normą PN-EN 1990:2004 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji.

Wszystkie wymagania związane z nośnością przekrojów oraz dopuszczalnych odkształceń elementów balustrady zostały zweryfikowane pozytywnie.

3. PODSUMOWANIE

- W powyższym opracowaniu sprawdzono wartości ugięć, wytrzymałości przekrojów oraz dobrano sposób mocowania i kotwienia balustrad aluminiowych zgodny z programem produkcji „Przedsiębiorstwo Produkcyjne TRANS Marek Godawski”.
- **Na podstawie wykonanych obliczeń i weryfikacji wyników stwierdza się, że produkowane balustrady aluminiowe z kształtowników zgodnych z programem produkcji „Przedsiębiorstwo Produkcyjne TRANS Marek Godawski” spełniają wymagania i warunki zawarte w normie PN-EN 1990:2004 Eurokod: Podstawy projektowania konstrukcji oraz norm związanych PN-EN 199X.**
- Przy przyjętym obciążeniu spełnione zostały wszystkie warunki nośności dla założonych przekrojów elementów balustrad z profili aluminiowych.
- Wyniki obliczeń statycznych pozwalają na wykonanie balustrad o zakładanych sposobach mocowania i rozpiętości przęseł w całości z przekrojów zgodnych z programem produkcji „Przedsiębiorstwo Produkcyjne TRANS Marek Godawski”.
- Graniczna wartość ugięć, zgodna z wymaganiami przekazanymi przez Zleceniodawcę, nie została przekroczona.
- Stopy stalowe należy mocować za pomocą kotew chemicznych HILTI HY-200-A i prętów HIT-V-R M10 bezpośrednio do płyty żelbetowej z zachowaniem minimalnych głębokości kotwienia oraz minimalnych odległości pokazanych na rysunkach.
- W przypadku zmian związanych ze zwiększeniem obciążeń, zwiększeniem rozstawu słupków lub zmianą sposobu mocowania zaleca się ponowne wykonanie obliczeń.
- Zmiany zmniejszające wyżej wymienione wartości obciążeń lub geometrię są dopuszczalne na podstawie niniejszego opracowania.
- Dopuszcza się zamianę producenta lub typ kotwy na równoważną lub o lepszych parametrach wytrzymałościowych.

Opracował

mgr inż. Konrad Roszak

mgr inż. Konrad Roszak

Uprawnienia budowlane
do projektowania bez ograniczeń
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
nr ewidencyjny: Z.PB.0031/POOK/06