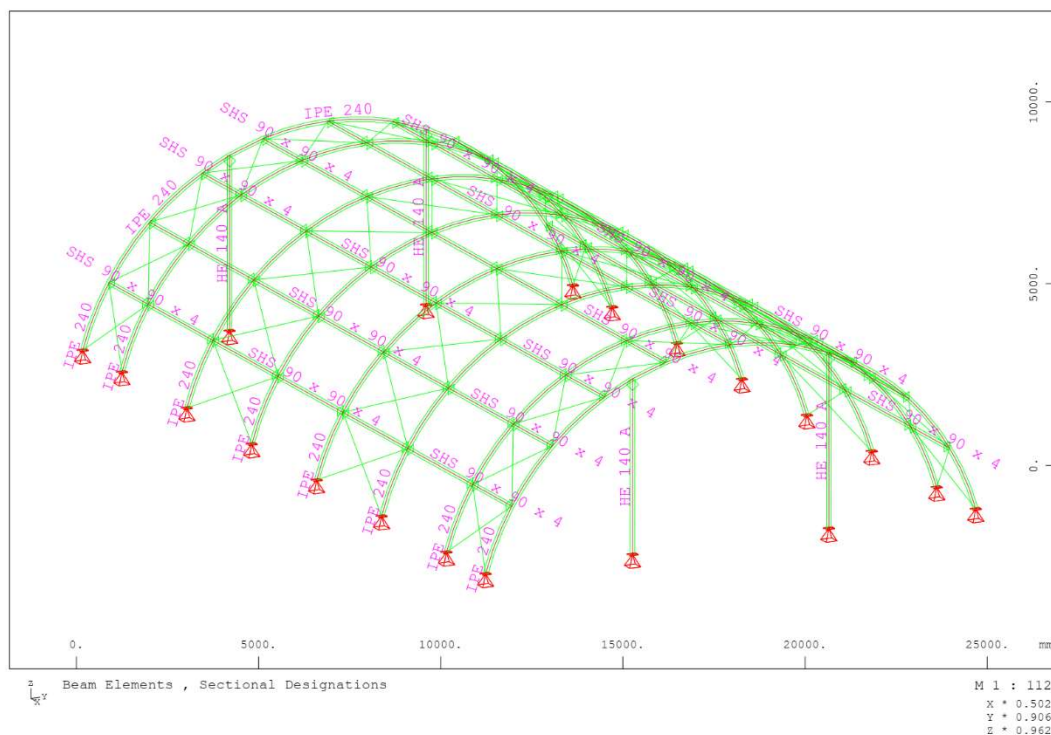


OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE DO PROJEKTU TECHNICZNEGO

BUDOWA HALI SPORTOWEJ Z ZAPLECZEM I ŁĄCZNIKIEM DO SZKOŁY PRZY ZESPOLE SZKÓŁ SPECJALNYCH W SZUBINIE WRAZ Z ZEWNĘTRZNĄ I WEWNĘTRZNĄ INFRASTRUKTURĄ TECHNICZNĄ

POZ. 1. 0. DACH

Projektuje się dach łukowy o konstrukcji stalowej. Dźwigary główne w postaci łuków w rozstawie osiowym co 4,06m. Pokrycie dachu z membrany dachowej- folia EPDM. Ocieplenie z wełny mineralnej gr. 25cm ułożonej i mocowanej do blachy trapezowej. Sztywności całej konstrukcji będzie zapewniona poprzez płatwie i stężenia ukośne w skrajnych przęsłach i dwóch wewnętrznym polu. Stal konstrukcyjna S355JR.



1.1 Obciążenia stałe

Obciążenia ciężarem własnym konstrukcji zostały uwzględnione automatycznie przez program obliczeniowy. Charakterystyczne obciążenia stałe połaci:

- membrana
- izolacja gr. 250 mm 0,3 kN/m²,
- instalacje 0,2 kN/m².

1.2 Naciąg stężeń

Wstępny naciąg prętów wiotkich 5,0 kN.

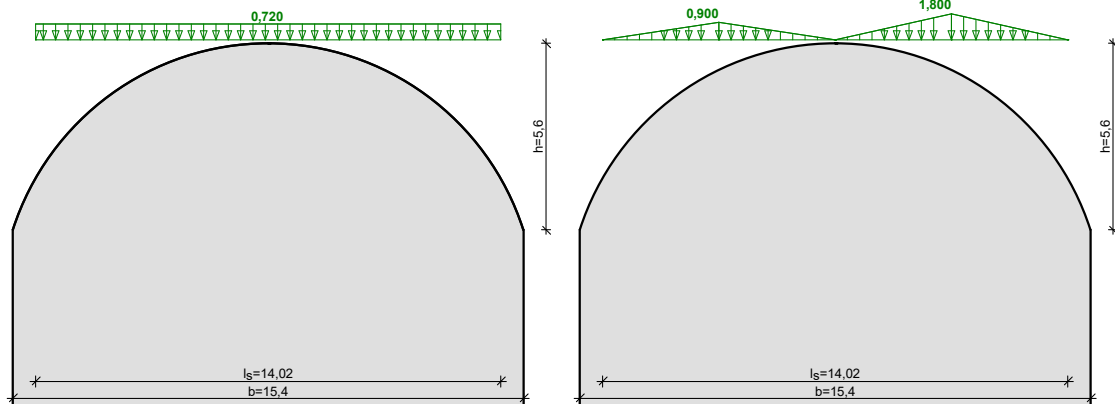
1.3 Obciążenie śniegiem

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy walcowe (p.5.3.5)

przypadek (i)

przypadek (ii)

s [kN/m²]



- Dach walcowy: $h = 5,6$ m, $b = 15,4$ m

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):

- strefa obciążenia śniegiem 2 $\rightarrow s_k = 0,9$ kN/m²

- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci)

- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa

- Współczynnik ekspozycji:

- teren normalny $\rightarrow C_e = 1,0$

- Współczynnik termiczny $\rightarrow C_t = 1,0$

Połąć dachowa obciążona równomiernie - przypadek (i):

- Współczynnik kształtu dachu:

$$\mu = 0,8$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = \mathbf{0,720 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć dachowa mniej obciążona - przypadek (ii):

- Współczynnik kształtu dachu:

$$\mu = 0,5 \cdot \mu_3 = 0,5 \cdot 2,0 = 1,0$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = \mathbf{0,900 \text{ kN/m}^2}$$

Połąć dachowa bardziej obciążona - przypadek (ii):

- Współczynnik kształtu dachu:

$$\mu_3 = 2,0$$

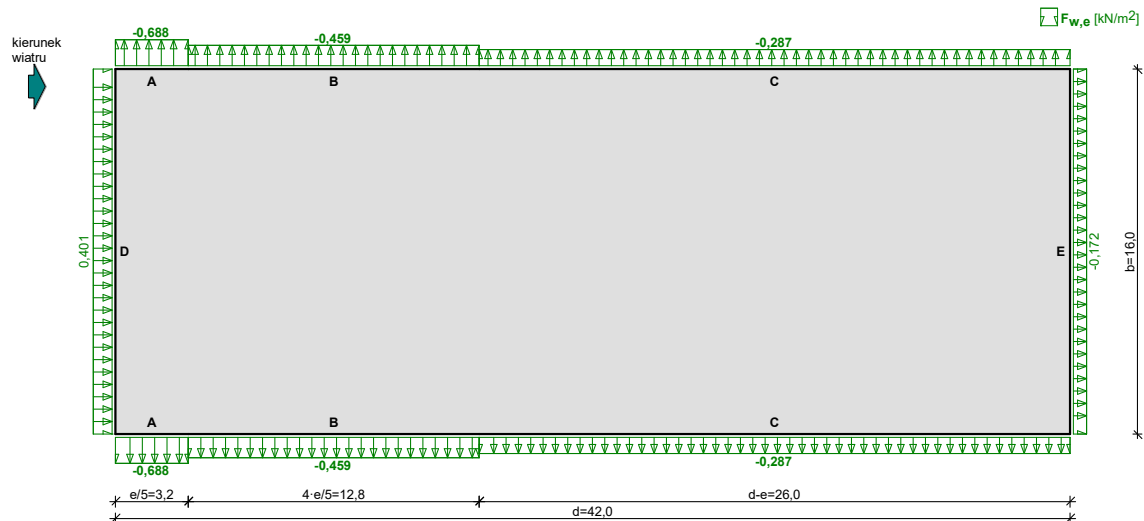
Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu_3 \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,900 = 1,800 \text{ kN/m}^2$$

1.4 Obciążenie wiatrem

1.4.1 Ściana szczytowa

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Ściany pionowe budynków na rzucie prostokąta (p.7.2.2)



- Budynek o wymiarach: $d = 42,0 \text{ m}$, $b = 16,0 \text{ m}$, $h = 9,4 \text{ m}$

- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 16,0 \text{ m}$

- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):

- strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 130 \text{ m n.p.m.} \rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$

- Współczynnik kierunkowy: $C_{dir} = 1,0$

- Współczynnik sezonowy: $C_{season} = 1,00$

- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$

- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 9,40 \text{ m}$

- Kategoria terenu III \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,8 \cdot (9,4/10)^{0,19} = 0,79$ (wg Załącznika krajowego NA.6)

- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$

- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 17,39 \text{ m/s}$

- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,290$

- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$

- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 573,4 \text{ Pa} = 0,573 \text{ kPa}$$

- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Elewacja nawietrzna - pole D:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = +0,700$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,573 \cdot 0,700 = \mathbf{0,401 \text{ kN/m}^2}$$

Elewacja zawietrzna - pole E:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,3$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,573 \cdot (-0,3) = \mathbf{-0,172 \text{ kN/m}^2}$$

Elewacja boczna - pole A:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,573 \cdot (-1,2) = \mathbf{-0,688 \text{ kN/m}^2}$$

Elewacja boczna - pole B:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,8$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,573 \cdot (-0,8) = \mathbf{-0,459 \text{ kN/m}^2}$$

Elewacja boczna - pole C:

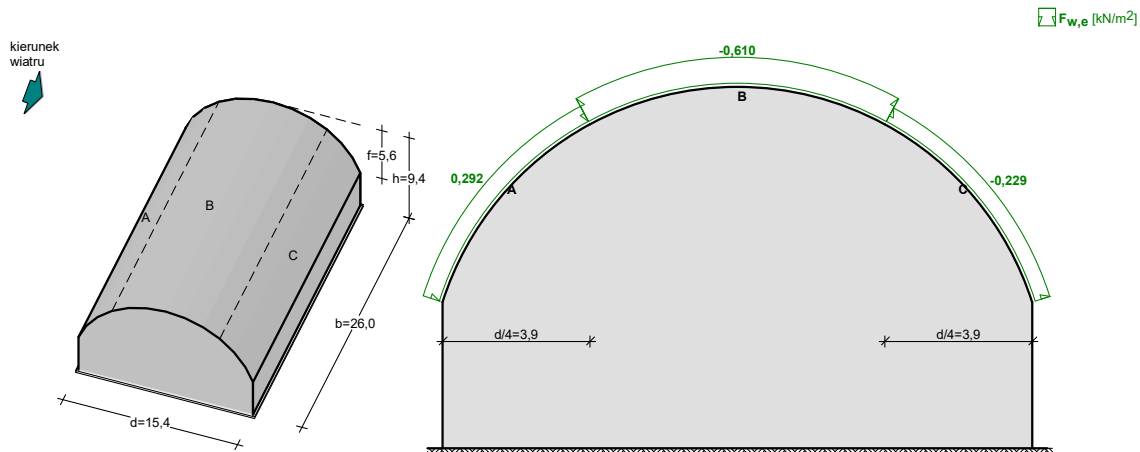
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,5$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,573 \cdot (-0,5) = \mathbf{-0,287 \text{ kN/m}^2}$$

1.4.2 Dach

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy łukowe (p.7.2.8)



- Dach łukowy o wymiarach: $b = 26,0$ m, $d = 15,4$ m, strzałka dachu $f = 5,6$ m
- Budynek o wysokości $h = 9,4$ m
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 130$ m n.p.m. $\rightarrow v_{b,0} = 22$ m/s
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$ m/s
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 9,40$ m
- Kategoria terenu III \rightarrow współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = 0,8 \cdot (9,4/10)^{0,19} = 0,79$ (wg Załącznika krajowego NA.6)
- Współczynnik rzeźby terenu (orografii): $c_o(z_e) = 1,00$
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 17,39$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = 0,290$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25$ kg/m³
- Wartość szczytowa ciśnienia prędkości:

$$q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 573,4 \text{ Pa} = 0,573 \text{ kPa}$$

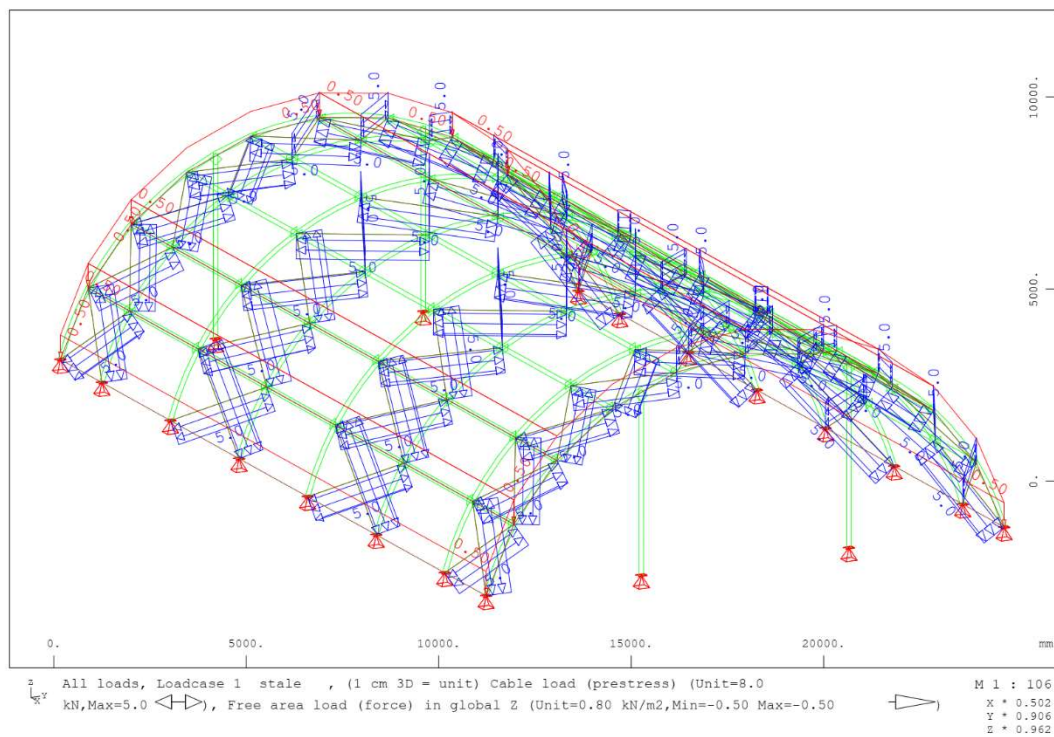
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Połąć - pole A:

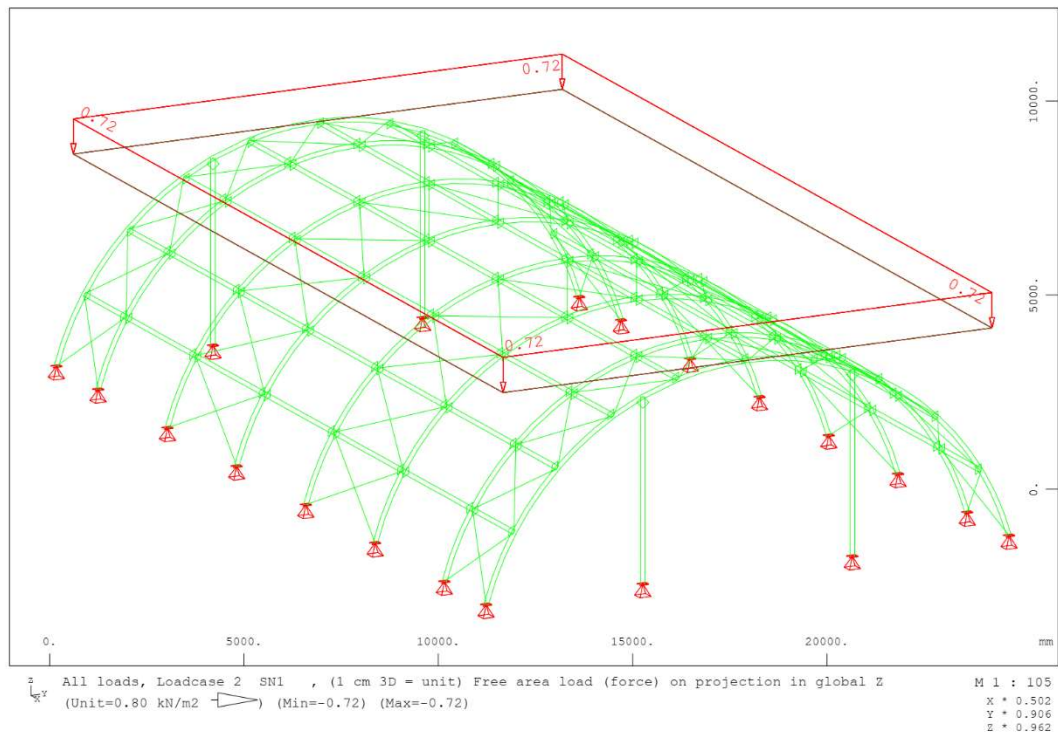
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,510$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

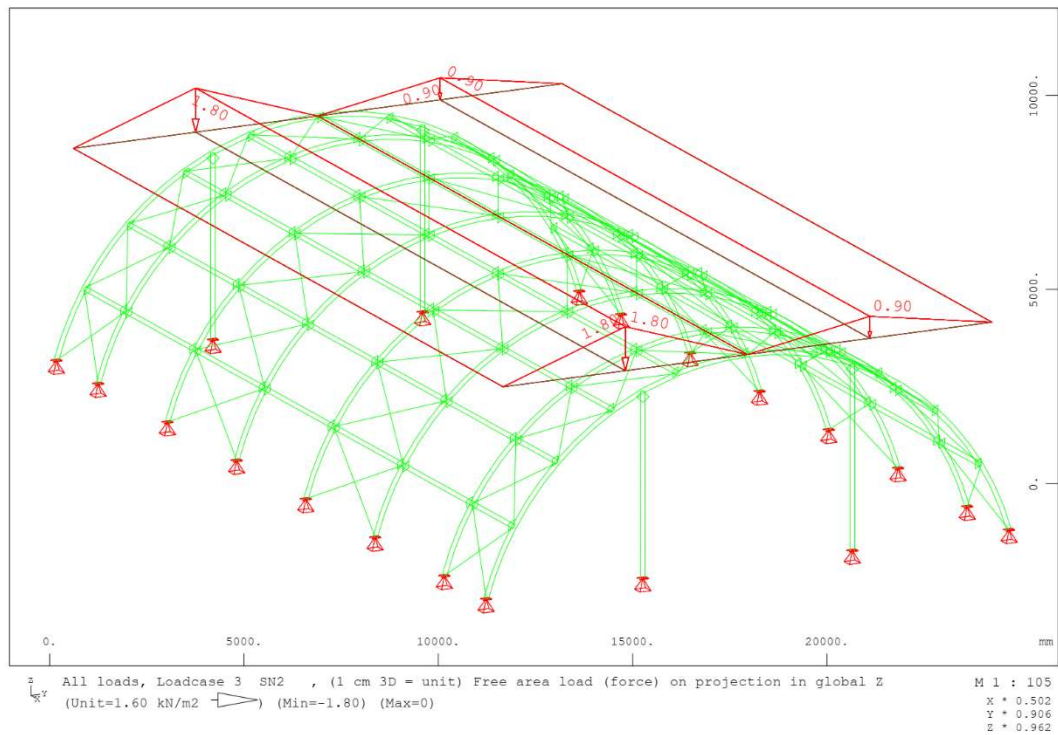
$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,573 \cdot 0,510 = 0,292 \text{ kN/m}^2$$



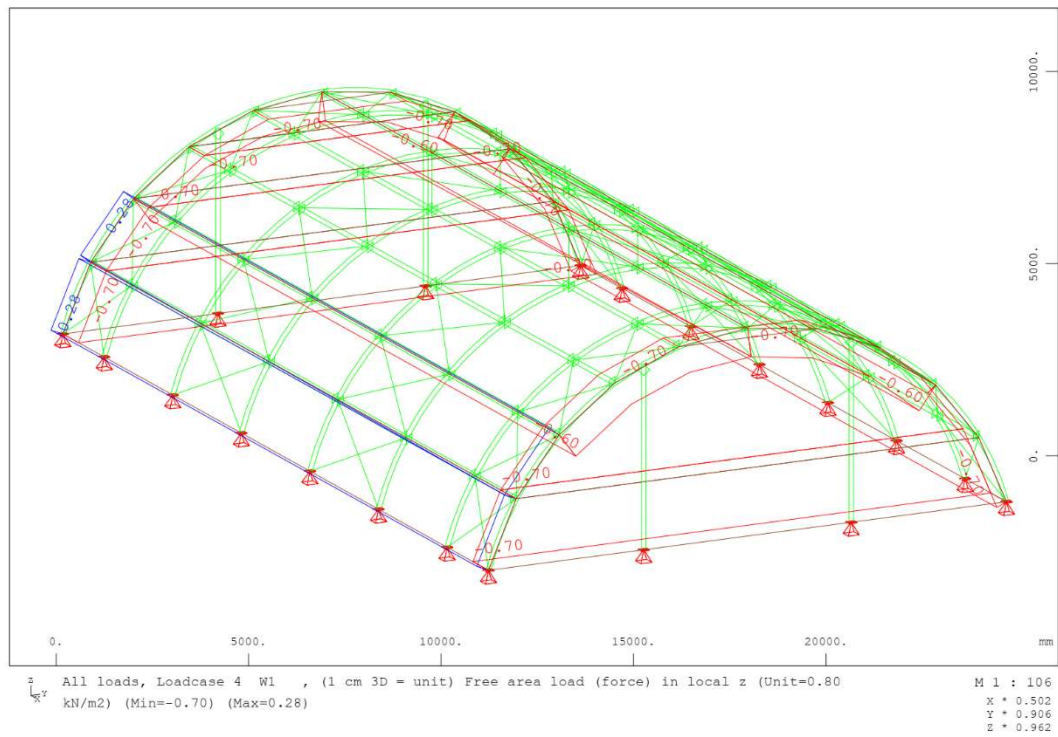
LC2 – śnieg 1



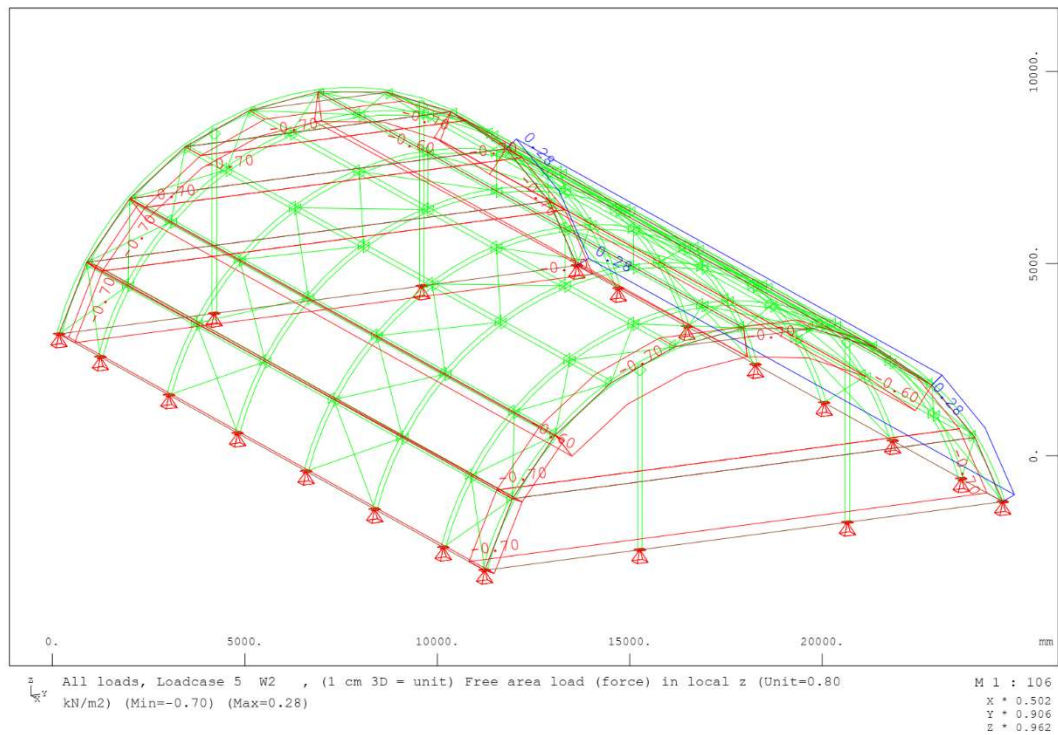
LC3 – śnieg 2



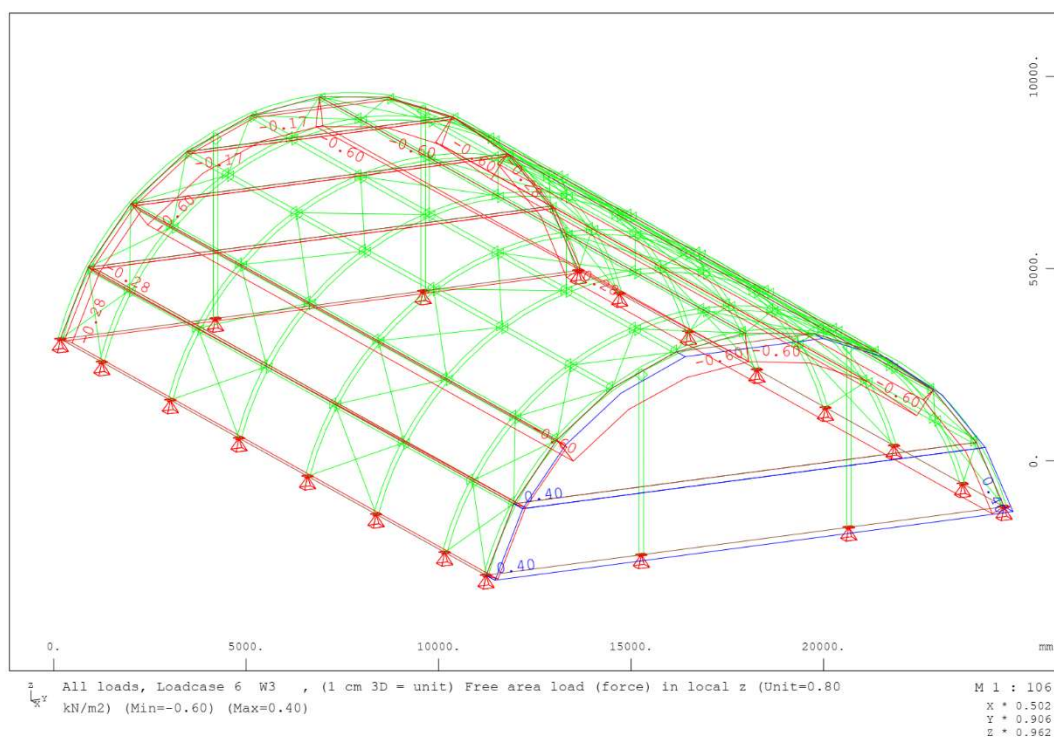
LC4 – wiatr 1



LC5 – wiatr 2



LC6 – wiatr 3



1.6 Kombinacje

Przy wymiarowaniu wyznaczono kombinacje obciążeń w oparciu o PN-EN 1990:2004.

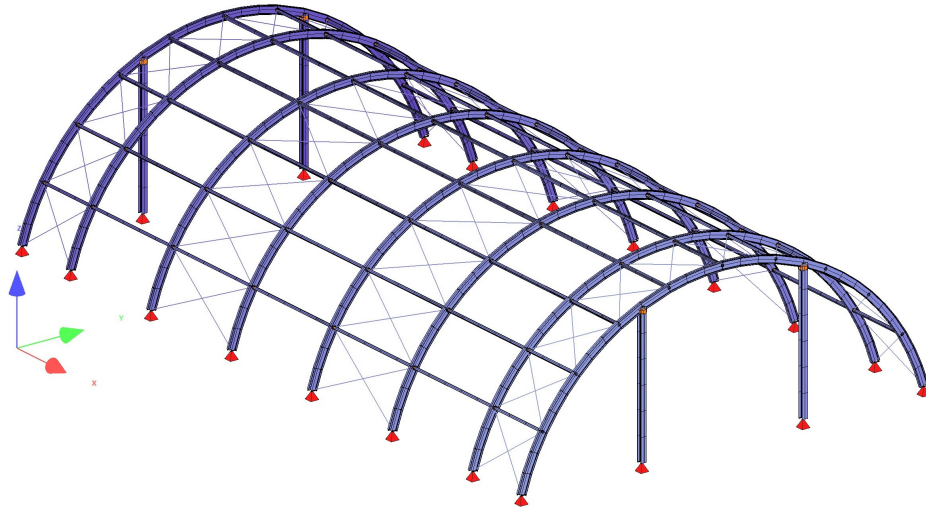
Kombinacje obliczeniowe w sytuacji trwałej lub przejściowej wyznaczono zgodnie z zaleceniami normy wg wyrażenia 6.10, natomiast kombinacje charakterystyczne wg wyrażenia 6.14b.

ULS		SLS	
LC	Przypadki	LC	Przypadki
101	LC1*1,35	201	LC1*1,0
102	LC1*1,35+LC2*1,5	202	LC1*1,0+LC2*1,0
103	LC1*1,35+LC3*1,5	203	LC1*1,0+LC3*1,0
104	LC1*1,35+LC4*1,5	204	LC1*1,0+LC4*1,0
105	LC1*1,35+LC5*1,5	205	LC1*1,0+LC5*1,0
106	LC1*1,35+LC6*1,5	206	LC1*1,0+LC6*1,0
107	LC1*1,35+LC2*1,5+LC4*1,5*0,6	207	LC1*1,0+LC2*1,0+LC4*1,0*0,6
108	LC1*1,35+LC2*1,5+LC5*1,5*0,6	208	LC1*1,0+LC2*1,0+LC5*1,0*0,6
109	LC1*1,35+LC2*1,5+LC6*1,5*0,6	209	LC1*1,0+LC2*1,0+LC6*1,0*0,6
110	LC1*1,35+LC3*1,5+LC4*1,5*0,6	210	LC1*1,0+LC3*1,0+LC4*1,0*0,6
111	LC1*1,35+LC3*1,5+LC5*1,5*0,6	211	LC1*1,0+LC3*1,0+LC5*1,0*0,6
112	LC1*1,35+LC3*1,5+LC6*1,5*0,6	212	LC1*1,0+LC3*1,0+LC6*1,0*0,6
113	LC1*1,35+LC4*1,5+LC2*1,5*0,5	213	LC1*1,0+LC4*1,0+LC2*1,0*0,5
114	LC1*1,35+LC5*1,5+LC2*1,5*0,5	214	LC1*1,0+LC5*1,0+LC2*1,0*0,5
115	LC1*1,35+LC6*1,5+LC2*1,5*0,5	215	LC1*1,0+LC6*1,0+LC2*1,0*0,5
116	LC1*1,35+LC4*1,5+LC3*1,5*0,5	216	LC1*1,0+LC4*1,0+LC3*1,0*0,5
117	LC1*1,35+LC5*1,5+LC3*1,5*0,5	217	LC1*1,0+LC5*1,0+LC3*1,0*0,5
118	LC1*1,35+LC6*1,5+LC3*1,5*0,5	218	LC1*1,0+LC6*1,0+LC3*1,0*0,5

2 Analiza globalna

Analizę globalną przeprowadzono w oparciu o miarodajny z punktu widzenia rozpatrywanych stanów granicznych obliczeniowy model konstrukcji. Do wyznaczenia sił wewnętrznych zastosowano analizę drugiego rzędu z uwzględnieniem teorii dużych przemieszczeń przy założeniu pierwotnej geometrii układu.

Ogólny widok modelu obliczeniowego przedstawiono na poniższym rysunku.



3 Wymiarowanie

Wymiarowanie podstawowych elementów konstrukcji przeprowadzono w oparciu o następujące normy:

- PN-EN 1993-1-1 – elementy stalowe,

Ponadto wymiarowanie elementów stalowych przeprowadzono w oparciu o ogólną metodę oceny stateczności wg pkt. 6.3.4. normy PN-EN 1993-1-1.

POZ. 1. 1. BLACHA TRAPEZOWA

Dane wejściowe:

T135 S320 $t = 0,80$ mm

Układ blachy: POZYTYW

WYMIARY [mm]

$L_1 = 4080$

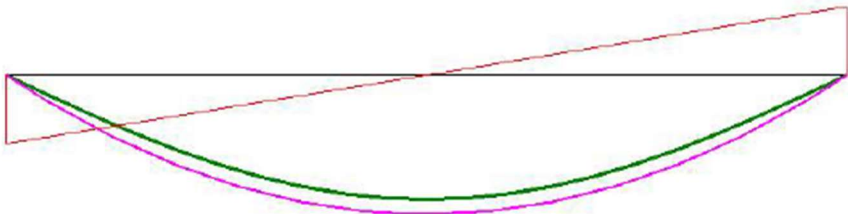
Długość układu = 4080 mm

Szerokość podpory wewnętrznej = 110

MOMENT BEZWŁADNOŚCI $J_y = 308,02$ cm⁴/m

OBCIĄŻENIA

	q_a [kN/m ²]	q_b [kN/m ²]	a [mm]	b [mm]	i_f
1	0,70	0,70	0	4080	1,35
2	0,90	0,90	0	4080	1,50



Lista węzłów:

węzeł:	1	2
$x =$	0	4080
Kod	Podp	Podp

Wykorzystanie nośności

1 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 4,67 / 8,02 = 58,2\%$

2 : (6.13) $R_{Ed} / R_{Rd} = 4,67 / 8,02 = 58,2\%$

1 - 2 (6.7) $M_{Ed} / M_{Rd} = 4,74 / 11,76 = 40,3\%$

Krytyczne wykorzystanie nośności: 58,2 %

Ugięcia

1 - 2 max: 8,8 mm min: 0,0 mm

Max. ugięcie względne $L/463$

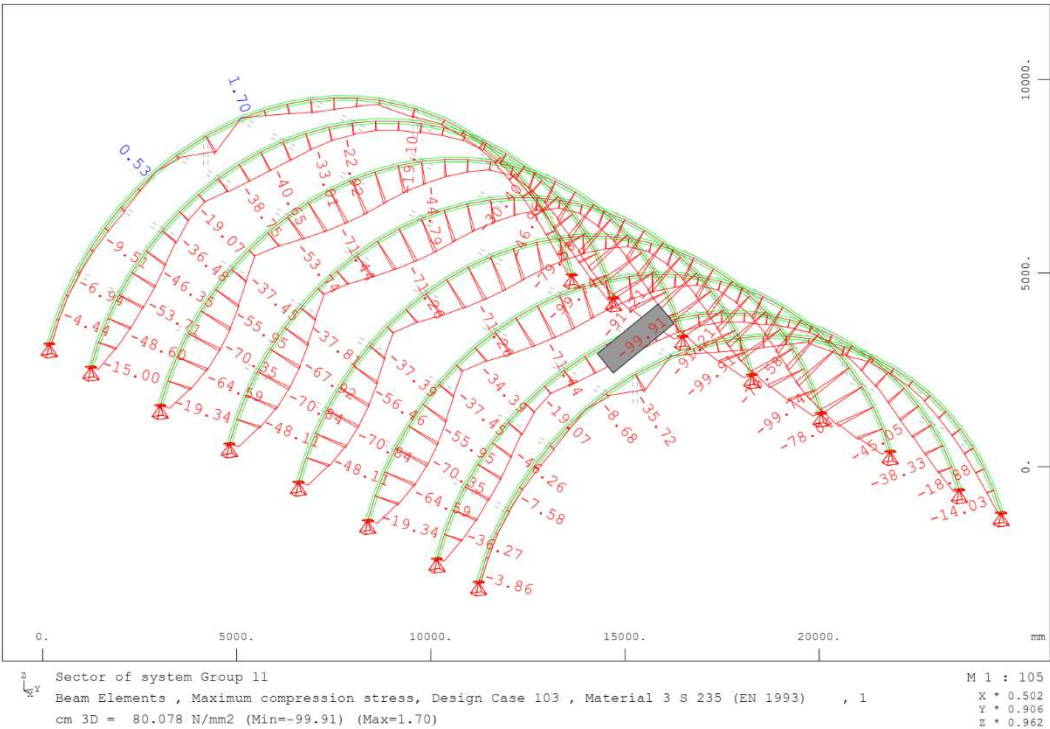
Obliczenia zgodne z PN-EN 1993-1-3: Sierpień 2008

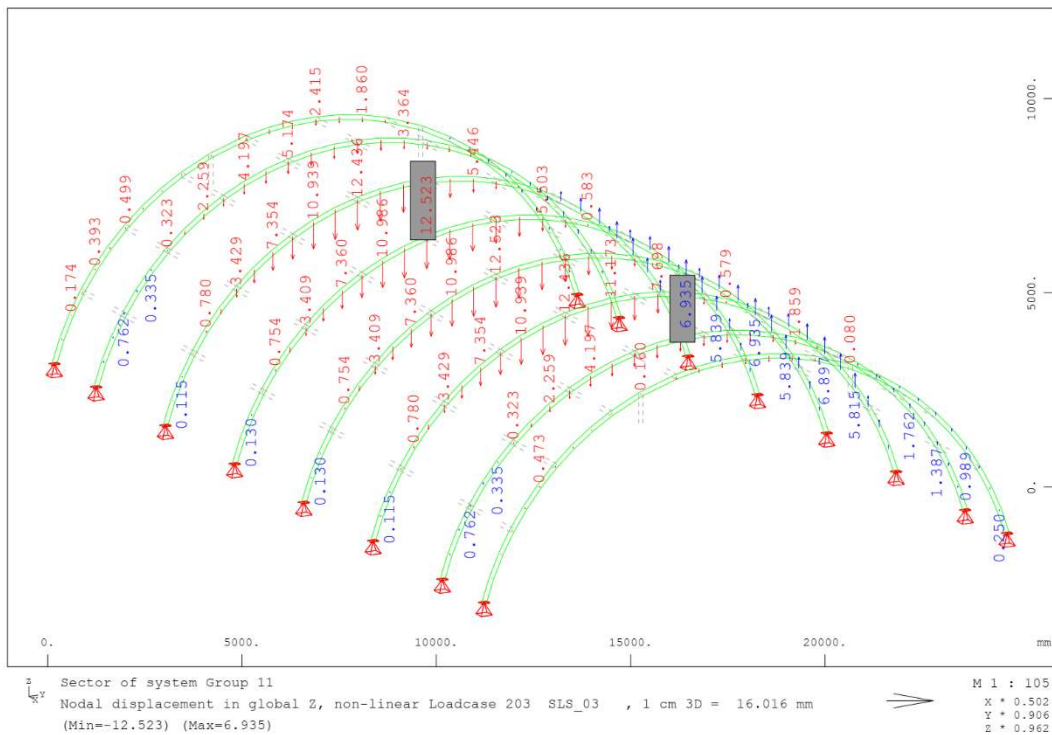
POZ. 1. 2. DŹWIGA DACHOWY IPE240

Wyniki wymiarowania metodą ogólną zestawiono w poniższej tabeli

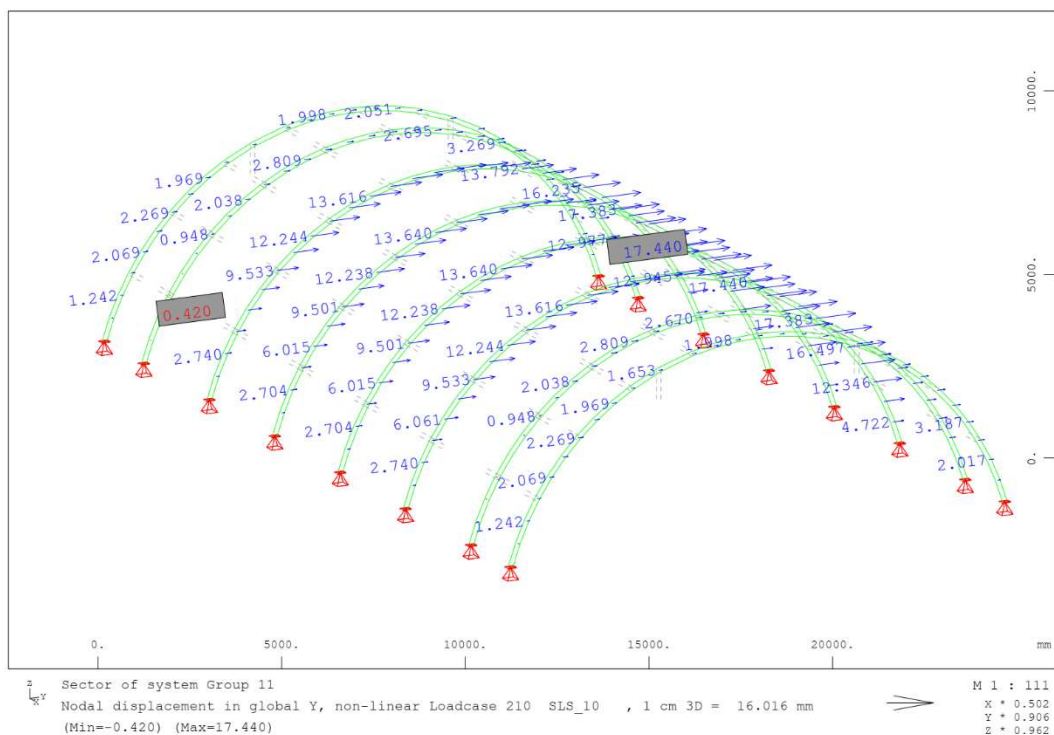
opis	σ	α_{cr}	f_y	$\alpha_{ult,k}$	α_y	α_{LT}	λ_y	Φ_y	χ_y	λ_{LT}	Φ_{LT}	χ_{LT}	χ_{op}	warunek		wykorzystanie
Dźwigar	99	11	235	2,374	0,34	0,34	0,465	0,653	0,900	0,465	0,653	0,900	0,900	2,14	OK	0,47

Ekstremalne wartości ściskających naprężeń głównych przedstawiono na poniższym rysunku.





$$u_{\max} = 12,5 \text{ mm} \leq u_{\text{dop}} = L/350 = 15400/250 = 44 \text{ mm}.$$

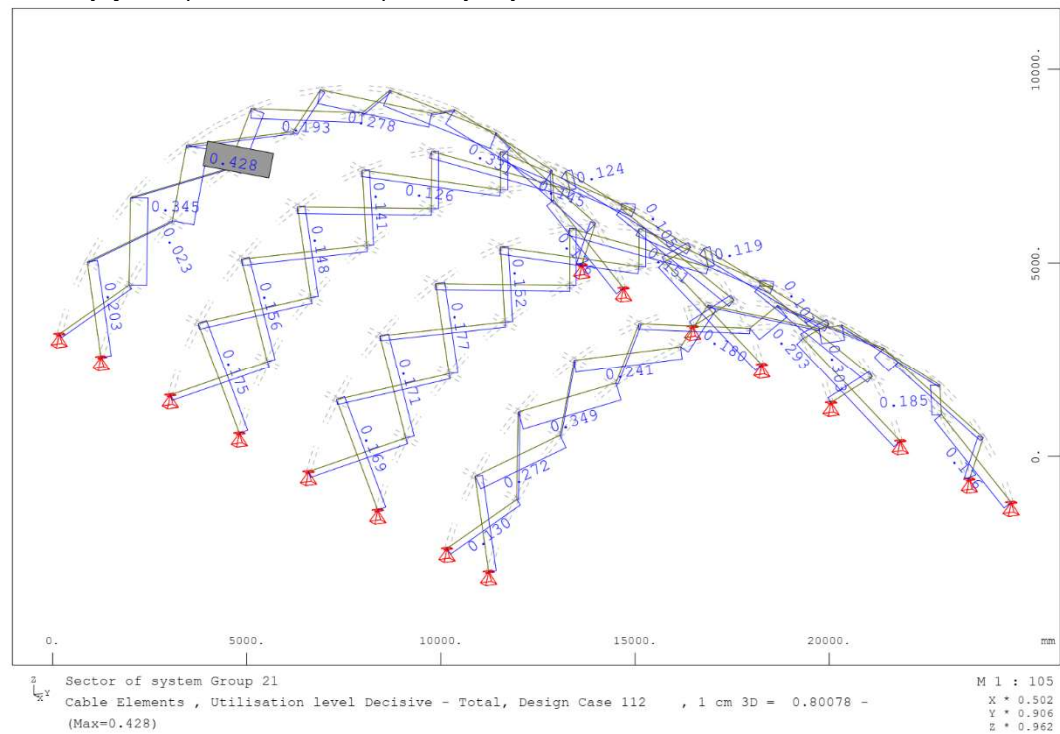


$$u_{\max} = 17,4 \text{ mm} \leq u_{\text{dop}} = H/150 = 5620/150 = 37,5 \text{ mm}.$$

Warunki sztywności i nośności dźwigara są zapewnione.

POZ. 1. 3. STĘŻENIE UKOŚNE $\Phi 16$

Ekstremalne wyężenie przedstawiono na poniższym rysunku.



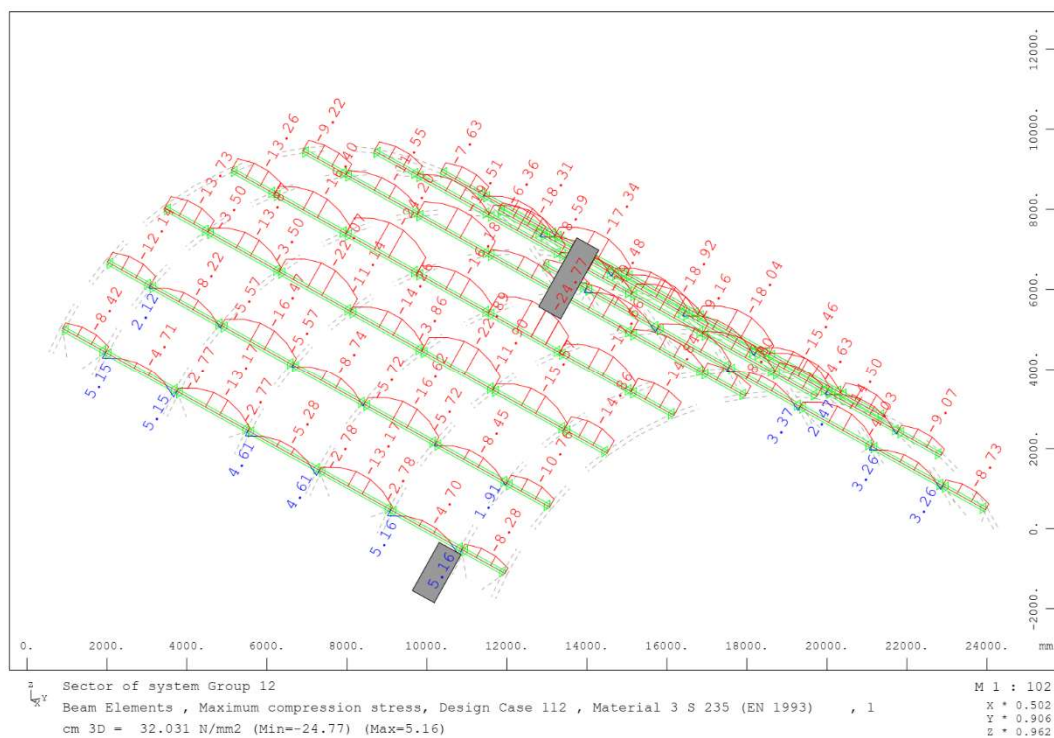
Warunki sztywności i nośności stężenia połaciowego są zapewnione.

POZ. 1. 4. PŁATEW RK 90x90x4

Wyniki wymiarowania metodą ogólną zestawiono w poniższej tabeli

opis	σ	α_{cr}	f_y	$\alpha_{ult,k}$	α_y	α_{LT}	λ_y	Φ_y	χ_y	λ_{LT}	Φ_{LT}	χ_{LT}	χ_{op}	warunek		wykorzystanie
Tężnik	25	14	235	9,400	0,34	0,34	0,819	0,941	0,712	0,819	0,941	0,712	0,712	6,70	OK	0,15

Ekstremalne wartości ściskających naprężeń głównych przedstawiono na poniższym rysunku.



Warunki sztywności i nośności tężnika pościowego kratowego są zapewnione.

POZ. 2. 0. ŚCIANA SZCZYTOWA

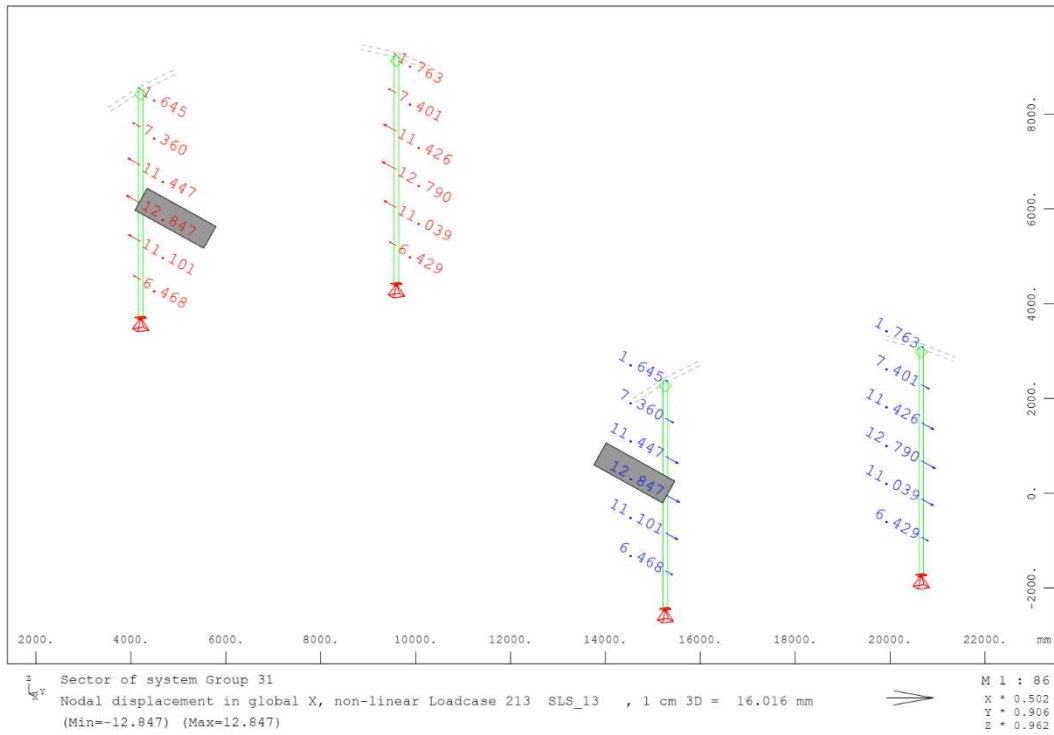
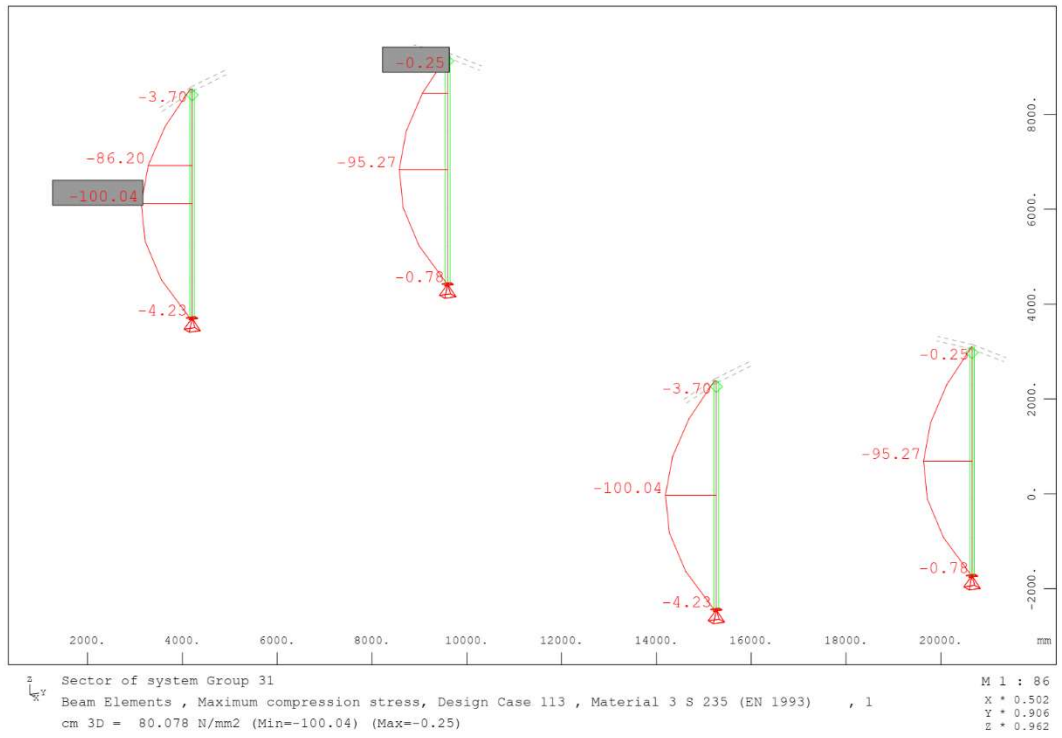
Projektuje się ściany szczytowe o konstrukcji stalowej, słupowo. Słupy kotwione do wieńca ściany szczytowej. Stal konstrukcyjna S355JR.

POZ. 2. 1. SŁUP SZCZYTOWY

Wyniki wymiarowania metodą ogólną zestawiono w poniższej tabeli

opis	σ	α_{cr}	f_y	$\alpha_{ult,k}$	α_y	α_{LT}	λ_y	Φ_y	χ_y	λ_{LT}	Φ_{LT}	χ_{LT}	χ_{op}	warunek	wykorzystanie
Słup szczytowy	100	11	235	2,350	0,34	0,34	0,462	0,651	0,901	0,462	0,651	0,901	0,901	2,12 OK	0,47

Ekstremalne wartości ściskających naprężeń głównych przedstawiono na poniższym rysunku.



POZ. 3. 0. STROPODACH NAD ŁĄCZNIKIEM

Projektuje się stropodach płaski, niewentylowany, pokryty papą termozgrzewalną. Konstrukcję stanowi strop żelbetowy, monolityczny, gęstożebrowy. Beton C30/37.

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

- OBCIĄŻENIE OD PROJEKTOWANEGO PRZEKRYCIA W kN/m^2**

Nazwa	Obc. charakterystyczne $[\text{N/m}^2]$	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa γ_f
OBC. STAŁE		
Papa wierzchniego krycia	65	1,35 i 1,15
Papa podkładowa	65	
Wylewka betonowa gr. 6cm	1380	
Folia budowlana PE	14	
Warstwa spadkowa -styropian 0-12cm	112	
Styropian gr. 25cm	150	
Folia paroprzepuszczalna PE	14	
Strop gęstożebrowy gr. 24cm	3350	
Sufit powieszany	250	
Suma:	5400	
Przyjęto do obliczeń:	5400	

- OBCIĄŻENIE OD ŚNIEGU W kN/m^2**

Nazwa	Obc. charakterystyczne $[\text{N/m}^2]$	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa γ_f
OBC. ŚNIEGIEM		
Strefa II (obc. od dodatkowego śniegu-worek śnieżny)	2250	1,50
Suma:	2250	

OBCIĄŻENIE RÓWNOMIERNIE ROZŁOŻONE (OBC. STAŁE + UŻYTKOWE)

Obliczeniowe obciążenie zewnętrzne:

$$g_{obl.} = (5,400 - 3,350) \cdot 1,35 + 2,250 \cdot 1,50 = 2,77 + 3,38 = 6,15 \text{ kN/m}^2$$

Największe obciążenie obliczeniowe stropu z uwagi na stan graniczny nośności (zginanie) (kN/m^2) – przyjęto dla belki o długości 5,80:

$$Q_{0\max} = 9,60 \text{ kN/m}^2 > 6,15 \text{ kN/m}^2$$

Obliczone wartości są mniejsze od dopuszczalnych wartości. Nie wymagane są obliczenia szczegółowe. Przyjęto belki 2φ 9,3 i 1φ 6,85. Szczegóły w części rysunkowej.

POZ.4.0. WIENIE ŻELBETOWE

POZ.4.1. WIENIEC 24x30cm

Projektuje się wieńce żelbetowe beton kl. C30/37, zbrojone stalą kl. C (np. B500SP) – zbrojenie główne i stali kl. A (np. RB500) – strzemiona.

Przyjęto:

- przekrój 24x30cm – beton kl. C30/37
- zbrojenie dołem 2φ12 o $F_a = 2,26 \text{ cm}^2$ stal kl. C (np. B500SP)
- zbrojenie górą 2φ12 o $F_a = 2,26 \text{ cm}^2$ stal kl. C (np. B500SP)
- strzemiona 2-cięte φ6 co 25cm – stal kl. A (np. RB500)

POZ.4.2. WIENIEC 30x35cm

Na zwieńczeniu ściany szczytowej projektuje się wieńce żelbetowe beton kl. C30/37, zbrojone stalą kl. C (np. B500SP)– zbrojenie główne i stali kl. A (np. RB500)– strzemiona.

Przyjęto:

- przekrój 30x35cm – beton kl. C30/37
- zbrojenie dołem 2 ϕ 12 o $F_a=2,26\text{cm}^2$ stal kl. C (np. B500SP)
- zbrojenie górą 2 ϕ 12 o $F_a=2,26\text{cm}^2$ stal kl. C (np. B500SP)
- strzemiona 2-cięte ϕ 6 co 25cm – stal kl. A (np. RB500)

POZ.4.3. WIENIEC 24x20cm

Na zwieńczeniu attyki projektuje się wieńce żelbetowe beton kl. C30/37, zbrojone stalą kl. C (np. B500SP)– zbrojenie główne i stali kl. A (np. RB500)– strzemiona.

Przyjęto:

- przekrój 24x20cm – beton kl. C30/37
- zbrojenie dołem 2 ϕ 12 o $F_a=2,26\text{cm}^2$ stal kl. C (np. B500SP)
- zbrojenie górą 2 ϕ 12 o $F_a=2,26\text{cm}^2$ stal kl. C (np. B500SP)
- strzemiona 2-cięte ϕ 6 co 25cm – stal kl. A (np. RB500)

POZ. 5.0. PODCIĄGI ŻELBETOWE

POZ.5.1. PODCIĄG ŻELBETOWY O ROZP. L=1,92m

Przyjęto:

- przekrój 24x30cm – beton kl. C30/37
- zbrojenie dołem 3 ϕ 16– stal kl. C (np. B500SP),
- zbrojenie górą 2 ϕ 12 – stal kl. C (np. B500SP),
- strzemiona 2-cięte ϕ 6 co 15cm – stal kl. A (np. RB500),

POZ.5.2. PODCIĄG ŻELBETOWY O ROZP. L=1,50m

Przyjęto:

- przekrój 24x30cm – beton kl. C30/37
- zbrojenie dołem 3 ϕ 16– stal kl. C (np. B500SP),
- zbrojenie górą 2 ϕ 12 – stal kl. C (np. B500SP),
- strzemiona 2-cięte ϕ 6 co 15cm – stal kl. A (np. RB500),

POZ. 6.0. NADPROŻA

Projektuje się częściowo nadproża prefabrykowane strunobetonowe SBN 120/120, częściowo projektuje się wykonać nadproża żelbetowe, monolityczne, wylewane w miejscu wbudowania. W miejscu wykucia nowego otworu drzwiowego projektuje się nadproża stalowe.

POZ. 6.1. NADPROŻE O ROZPIĘTOŚCI $L_s = 1,05\text{m}$

Przyjęto 2xSBN TYP A/150

POZ. 6.2. NADPROŻE O ROZPIĘTOŚCI $L_s = 1,50\text{m}$

Przyjęto 2xSBN TYP A/210

POZ. 6.3. NADPROŻE O ROZPIĘTOŚCI $L_s = 1,80\text{m}$

Przyjęto 2xSBN TYP A/240

POZ. 6.4. NADPROŻE O ROZPIĘTOŚCI $L_s = 2,40\text{m}$

Przyjęto:

- przekrój $24 \times 24\text{cm}$ – beton kl. C30/37

- zbrojenie dołem $3\Phi 12$ – stal kl. C (np. B500SP),
- zbrojenie górą $2\Phi 12$ – stal kl. C (np. B500SP),
- strzemiona 2-cięte $\Phi 6$ co 15cm – stal kl. A (np. RB500),

POZ. 6.5. NADPROŻE O ROZPIĘTOŚCI $L_s = 2,00\text{m}$

Przyjęto:

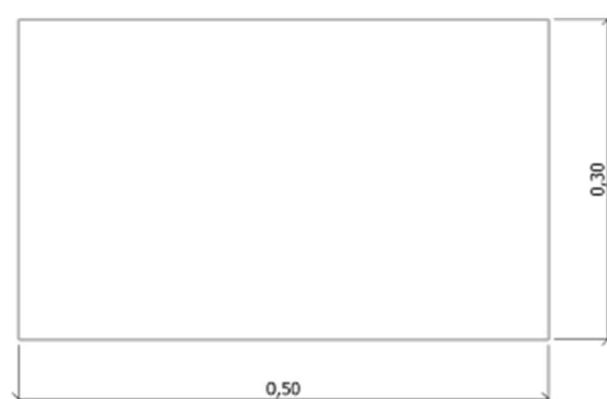
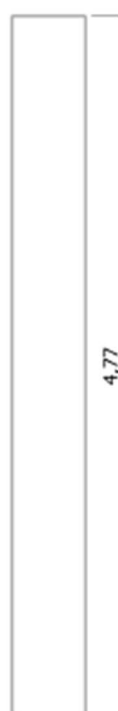
- nadproże stalowe 2I160, stal S235

POZ. 7.0. SŁUPY I TRZPIENIE ŻELBETOWE

Projektuje się słupy żelbetowe monolityczne, beton kl. C30/37, zbrojone stalą kl. C (np. B500SP) – zbrojenie główne i stali kl. A (np. RB500) – strzemiona

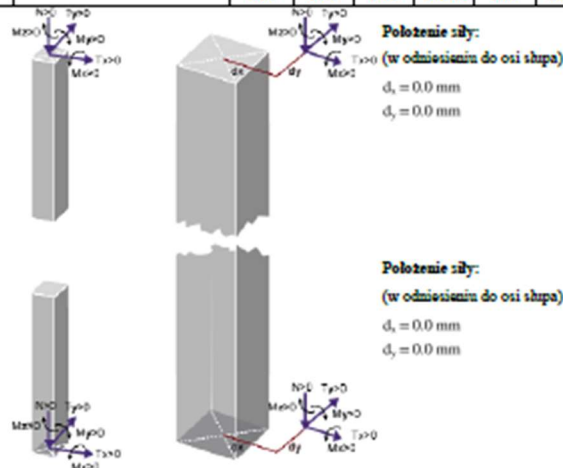
POZ. 7.1. SŁUPY $50 \times 30\text{cm}$

1 Geometria



Opis przypadków obciążenia								
ID	Typ	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	γ_{DGD}	γ_{DTR}	γ_{DGLP}	γ_{DGLM}
1	G	-	-	-	1.1	1.35	0.9	1

Siły wewnętrzne							
ID	Przypadek obciążenia	Poloż.	N	M_x	M_y	M_z	V_x
			(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)	(kN)
1	1 - G	Góra	62.8	0.00	0.00	0.00	-36.4
		Dół	80.3	0.00	-173.63	0.00	-36.4



Opis kombinacji								
ID	Kombinacja	Typ	Poloż.	N	M_x	M_y	M_z	T_x
				(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)	(kN)
101	1x[1 G]	SGN	Góra	62.8	0.00	0.00	0.00	-36.4
			Dół	80.3	0.00	-173.63	0.00	-36.4
102	1.35x[1 G]	SGN	Góra	84.8	0.00	0.00	0.00	-49.1
			Dół	108.5	0.00	-234.40	0.00	-49.1
103	1x[1 G]	SGU-CH	Góra	62.8	0.00	0.00	0.00	-36.4
			Dół	80.3	0.00	-173.63	0.00	-36.4
104	1x[1 G]	SGU-CZ	Góra	62.8	0.00	0.00	0.00	-36.4
			Dół	80.3	0.00	-173.63	0.00	-36.4
105	1x[1 G]	SGU-QS	Góra	62.8	0.00	0.00	0.00	-36.4
			Dół	80.3	0.00	-173.63	0.00	-36.4

Wytężenie dla kombinacji wymiarujących						
Komb	Typ obwiedni	N_x	M_y	M_z	Kątownik	Zweryfikowane
		(kN)	(kN·m)	(kN·m)		
102	$N_x \text{ Max}$	108.5	0.00	-234.40	270.00	Tak
101	$N_x \text{ Min}$	80.3	0.00	-173.63	270.00	Tak
101	$M_y \text{ Max}$	0.0	0.00	0.00	0.00	Tak
102	$M_y \text{ Min}$	108.5	0.00	-234.40	270.00	Tak
102	$M_z \text{ Max}$	108.5	0.00	-234.40	270.00	Tak
101	$M_z \text{ Min}$	80.3	0.00	-173.63	270.00	Tak
102	Obwiednia Y	108.5	0.00	-234.40	270.00	Tak
102	Obwiednia Z	108.5	0.00	-234.40	270.00	Tak

Rzeczywiste zbrojenie podłużne	
Polożenie	Zbrojenie

Strefa środkowa	$10 \times \phi 20$ (3142.00 mm ²), Długość = 4770.0 mm
-----------------	---

Rzeczywiste zbrojenie poprzeczne	
Położenie	Zbrojenie
Zestaw 1	$9 \times \phi 6$ / 100.0 mm
Zestaw 2	$25 \times \phi 6$ / 150.0 mm

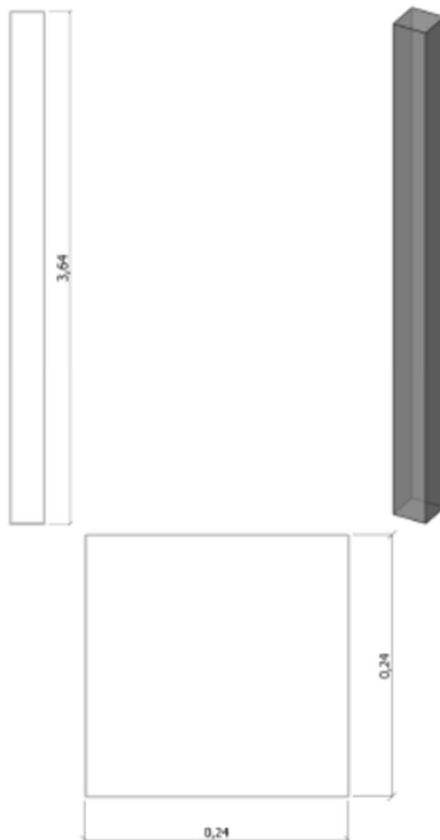
Przyjęto:

- przekrój 30x50cm – beton kl. C30/37

- zbrojenie główne $10\phi 20$ – stal kl. C (np. B500SP),
- strzemiona 4-cięte $\phi 6$ co 10/15cm – stal kl. A (np. RB500),

POZ. 7.2. TRZPIEŃ 24x24cm

1 Geometria



Przekrój poprzeczny słupa

$$a = 240.0 \text{ mm}$$

$$b = 240.0 \text{ mm}$$

Wysokość słupa

$$L = 3640.0 \text{ mm}$$

Wysokość belki

$$h' = 0.0 \text{ mm}$$

Długość wyboczeniowa i smukłość

Długość wyboczeniowa

$$L_{0,XOZ} = 3640.0 \text{ mm}$$

$$L_{0,YOZ} = 3640.0 \text{ mm}$$

Smukłość

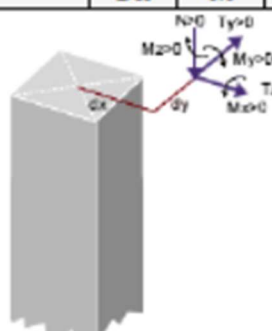
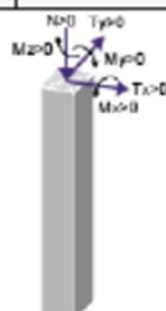
$$\lambda_{XOZ} = \frac{L_{0,XOZ}}{i_{XOZ}} = \frac{1.00 \times 3640.0 \text{ mm}}{69.3 \text{ mm}} = \frac{3640.0 \text{ mm}}{69.3 \text{ mm}} = 52.54$$

$$\lambda_{YOZ} = \frac{L_{0,YOZ}}{i_{YOZ}} = \frac{1.00 \times 3640.0 \text{ mm}}{69.3 \text{ mm}} = \frac{3640.0 \text{ mm}}{69.3 \text{ mm}} = 52.54$$

2 Obciążenia i kombinacje

Opis przypadków obciążenia								
ID	Tytuł	ψ_0	ψ_1	ψ_2	γ_{DQU}	γ_{STR}	$\gamma_{DQU,FE}$	$\gamma_{STR,FE}$
1	G	-	-	-	1.1	1.35	0.9	1
2	W	0.6	0.2	0	1.5	1.5	0	0

Siły wewnętrzne								
ID	Przypadek obciążenia	Poloż.	N	M_x	M_y	M_z	V_x	V_y
			(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)	(kN)	(kN)
1	1 - G	Góra	3.7	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
		Dół	8.8	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
2	2 - W	Góra	0.0	-2.34	0.00	0.00	0.0	6.0
		Dół	0.0	-37.39	0.00	0.00	0.0	13.3

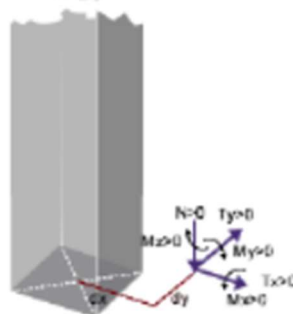
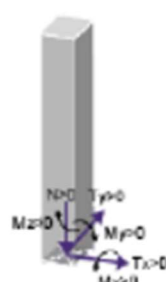


Położenie siły:

(w odniesieniu do osi słupa)

$$d_x = 0.0 \text{ mm}$$

$$d_y = 0.0 \text{ mm}$$



Położenie siły:

(w odniesieniu do osi słupa)

$$d_x = 0.0 \text{ mm}$$

$$d_y = 0.0 \text{ mm}$$

Opis kombinacji									
ID	Kombinacja	Typ	Poloż.	N	M _x	M _y	M _z	T _x	T _y
				(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN·m)	(kN)	(kN)
101	1x[1 G]	SGN	Góra	3.7	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
			Dół	8.8	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
102	1.35x[1 G]	SGN	Góra	5.0	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
			Dół	11.9	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
103	1x[1 G]+1.5x[2 V]	SGN	Góra	3.7	-3.51	0.00	0.00	0.0	9.0
			Dół	8.8	-56.09	0.00	0.00	0.0	19.9
104	1.35x[1 G]+1.5x[2 V]	SGN	Góra	5.0	-3.51	0.00	0.00	0.0	9.0
			Dół	11.9	-56.09	0.00	0.00	0.0	19.9
105	1x[1 G]	SGU-CH	Góra	3.7	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
			Dół	8.8	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
106	1x[1 G]+1x[2 V]	SGU-CH	Góra	3.7	-2.34	0.00	0.00	0.0	6.0
			Dół	8.8	-37.39	0.00	0.00	0.0	13.3
107	1x[1 G]	SGU-CZ	Góra	3.7	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
			Dół	8.8	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
108	1x[1 G]+0.2x[2 V]	SGU-CZ	Góra	3.7	-0.47	0.00	0.00	0.0	1.2
			Dół	8.8	-7.48	0.00	0.00	0.0	2.7
109	1x[1 G]	SGU-QS	Góra	3.7	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0
			Dół	8.8	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0

Wytężenie dla kombinacji wymiarujących						
Komb	Typ obwiedni	N _x	M _y	M _z	Kątownik	Zweryfikowane
		(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(°)	
102	N _x Max	11.9	0.00	0.00	0.00	Tak
101	N _x Min	8.8	0.00	0.00	0.00	Tak
103	M _y Max	8.8	-56.09	0.00	180.00	Tak
103	M _y Min	8.8	-56.09	0.00	180.00	Tak
101	M _z Max	0.0	0.00	0.00	0.00	Tak
104	M _z Min	11.9	-56.09	0.00	180.00	Tak
102	Obwiednia Y	11.9	0.00	0.00	0.00	Tak
104	Obwiednia Z	11.9	-56.09	0.00	180.00	Tak

Rzeczywiste zbrojenie podłużne	
Położenie	Zbrojenie
Strefa środkowa	8 × ø16 (1608.80 mm ²), Długość = 3640.0 mm

Rzeczywiste zbrojenie poprzeczne	
Położenie	Zbrojenie
Zestaw 1	10 × ø6 / 100.0 mm
Zestaw 2	17 × ø6 / 150.0 mm

Przyjęto:

- przekrój 24x50cm – beton kl. C30/37

- zbrojenie główne 8Φ16– stal kl. C (np. B500SP),
- strzemiona 4-cięte Φ6 co 10/15cm – stal kl. A (np. RB500),

POZ. 7.3. TRZPIEŃ 24x24cm

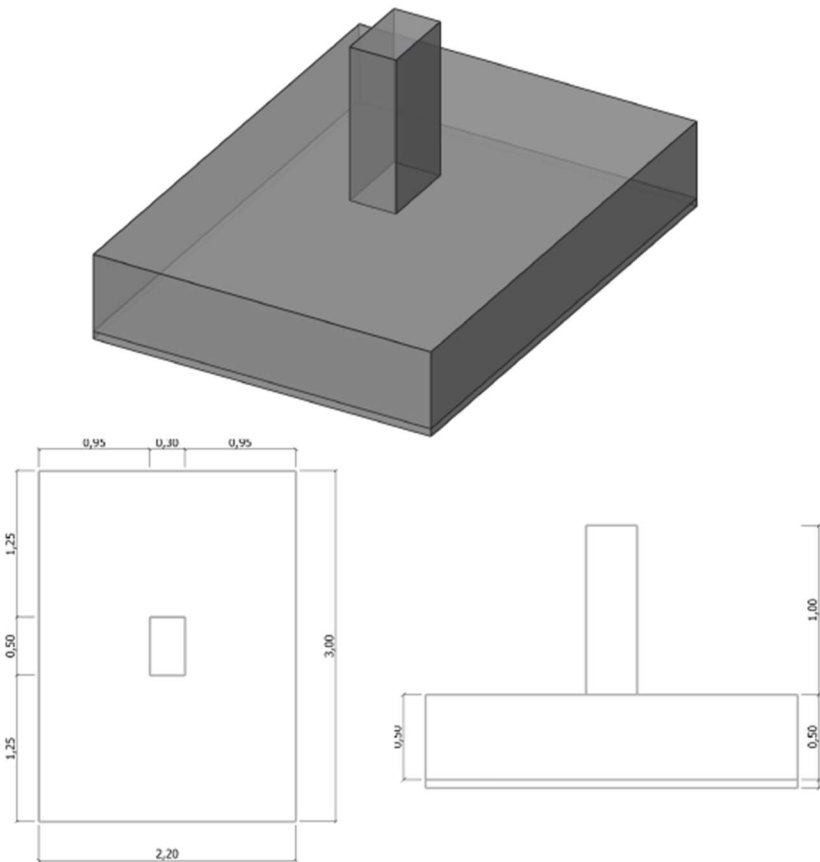
Przyjęto:

- przekrój 24x24cm – beton kl. C30/37
- zbrojenie podłużne 4Φ12– stal kl. C (np. B500SP),
- strzemiona 2-cięte Φ6 co 15cm – stal kl. A (np. RB500),

POZ. 8.0. FUNDAMENTY

POZ. 8.1. STOPA FUNDAMENTOWA POD SŁUP POZ. 7.1.

1 Geometria



Typ fundamentu: Stopa fundamentowa

Opis geometrii						Poziom (mm)		
Stopa (mm)			Element podpierany (mm)			Stopa		Trzon
Szerokość	Długość	Wysokość	Szerokość	Długość	Wysokość	Góra	Dół	Góra
2200.0	3000.0	500.0	300.0	500.0	1000.0	0.0	-500.0	1000.0

Położenie elementu podpieranego

- Lewo L = 950.0 mm
- Prawo M = 950.0 mm
- Tył P = 1250.0 mm
- Przód Q = 1250.0 mm

Podkład

- Typ podkładu: Chudy beton
- Grubość elementu 0.05 m Nie zablokowane

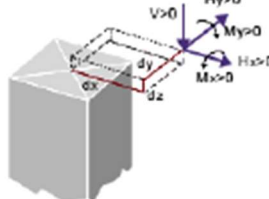
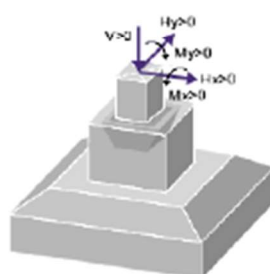
Parametry gruntu						
Warstwa gruntu	Głębokość	Warunek	Ciężar (kN/m ³)	Kąt tarcia wew.	Spójność (MPa)	Typ
	Min/Max (mm)					
1 - Piasek (średnio zwarty)	0.0 / -900.0	Z odpływem	19.00	36.00 °	0.00	Niespoisty
		Bez odpływu	19.00	0.00 °	0.00	
2 - Głina (piasek, pył i glina)	-900.0 / -	Z odpływem	19.00	26.00 °	0.02	Spoisty
		Bez odpływu	19.00	0.00 °	0.03	

Parametry gruntu					
Warstwa gruntu	Współczynnik Poissona	Moduł edometryczny	Moduł Younga	Moduł Menarda	α_{Menard}
1 - Piasek (średnio zwarty)	0.25	108.00	90.00	29.70	0.33
2 - Głina (piasek, pył i glina)	0.30	376.92	280.00	140.00	0.50

3 Obciążenia i kombinacje

Opis przypadków obciążenia								
ID	Tytuł	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	γ_{EQU}	γ_{STR}	γ_{EQU}^{Korz}	γ_{STR}^{Korz}
1	G	-	-	-	1.1	1.35	0.9	1

Obciążenia						
Obciążenie	Nazwa przypadku obciążenia	V	M _x	M _y	H _x	H _y
		(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN)	(kN)
1	1 - G	80.3	0.00	0.00	0.0	-131.1
Obciążenia na gruncie G	1 - G	0.0	-	-	-	-
Obciążenia na gruncie Q	2 - G	0.0	-	-	-	-



Miejsce przyłożenia sił:

$$dx = 0.00 \text{ m}$$

$$dy = 0.00 \text{ m}$$

$$dz = 0.00 \text{ m} \quad / \text{ górny poziom fundamentu}$$

6.2 Weryfikacja nośności

Z odpływem SGN

Kombinacja:	104: 1.35x[1 G]
Obciążenie pionowe	$V_d = 222.7 \text{ kN}$
Napężenie od nadkładu:	$q' = 0.01 \text{ MPa}$
Wartość obliczeniowa oporu gruntu (D.4) z EN 1997-1	$R_d = \frac{A' \cdot q_{ult,k}}{\gamma_{R,v}} = \frac{48518.74 \text{ cm}^2 \times 0.07 \text{ MPa}}{1.40} = 254.0 \text{ kN}$
Efektywne pole powierzchni (D.1) z EN 1997-1	$A' = (A - 2 \cdot c_x) \cdot (B - 2 \cdot c_y)$ $A' = (2200.0 \text{ mm} - 2 \times 0.0 \text{ mm}) \times (3000.0 \text{ mm} - 2 \times 397.3 \text{ mm})$ $A' = 48518.74 \text{ cm}^2$
Mimośród wzdłuż x	$e_x = \frac{M_y}{V_d} = \frac{0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}}{222.7 \text{ kN}} = 0.0 \text{ mm}$
Mimośród wzdłuż y	$e_y = \frac{M_x}{V_d} = \frac{88.47 \text{ kN} \cdot \text{m}}{222.7 \text{ kN}} = 397.3 \text{ mm}$

Obliczeniowa nośność gruntu (D.4) PN-EN 1997-1

Parametry gruntu

Efektywny kąt tarcia	$\varphi' = 36.00^\circ$
Efektywna spójność	$c' = 0.00 \text{ MPa}$
Efektywny ciężar objętościowy	$\gamma' = 1936.8 \text{ kg/m}^3$

Wpływ spójności

Współczynnik nośności	$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot(\varphi') = (37.75 - 1) \times \cot(36.00^\circ) = 50.59$
Współczynnik kształtu	$s_c = \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = \frac{1.59 \times 37.75 - 1}{37.75 - 1} = 1.60$
Współczynnik nachylenia podstawy	$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan(\varphi')} = 1.00 - \frac{1 - 1.00}{50.59 \times \tan(36.00^\circ)} = 1.00$
Współczynnik nachylenia obciążenia	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan(\varphi')} = 0.09 - \frac{1 - 0.09}{50.59 \times \tan(36.00^\circ)} = 0.07$

Obciążenie poziome w kierunku Y (L')

$$m_L = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} = \frac{2 + \frac{2205.4 \text{ mm}}{2200.0 \text{ mm}}}{1 + \frac{2205.4 \text{ mm}}{2200.0 \text{ mm}}} = 1.50$$

$$m = m_L = 1.50$$

Wpływ obciążenia naziomu

Współczynnik nośności	$N_q = e^{\pi \tan(\varphi')} \cdot \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2}\right)$ $N_q = e^{\pi \tan(36.00^\circ)} \times \tan^2\left(45^\circ + \frac{36.00^\circ}{2}\right) = 37.75$
Współczynnik kształtu	$s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \sin(\varphi') = 1 + \frac{2200.0 \text{ mm}}{2205.4 \text{ mm}} \times \sin(36.00^\circ) = 1.59$
Współczynnik nachylenia podstawy	$b_q = [1 - \alpha \cdot \tan(\varphi')]^2 = [1 - 0.00 \times \tan(36.00^\circ)]^2 = 1.00$

Współczynnik nachylenia obciążenia

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A' \cdot c' \cdot \cot(\varphi')}\right)^m$$
$$i_q = \left(1 - \frac{176.9 \text{ kN}}{222.7 \text{ kN} + 48518.74 \text{ cm}^2 \times 0.00 \text{ MPa} \times \cot(36.00^\circ)}\right)^{1.50} = 0.09$$

Wpływ kształtu

Współczynnik nośności

$$N_\gamma = 2(N_q - 1) \times \tan(\varphi') = 2(37.75 - 1) \times \tan(36.00^\circ) = 53.40$$

Współczynnik kształtu

$$s_\gamma = 1 - 0.3 \cdot \frac{B'}{L'} = 1 - 0.3 \times \frac{2200.0 \text{ mm}}{2205.4 \text{ mm}} = 0.70$$

Współczynnik nachylenia podstawy

$$b_\gamma = [1 - \alpha \cdot \tan(\varphi')]^2 = [1 - 0.00 \times \tan(36.00^\circ)]^2 = 1.00$$

Współczynnik nachylenia obciążenia

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A' \cdot c' \cdot \cot(\varphi')}\right)^{m+1}$$
$$i_\gamma = \left(1 - \frac{176.9 \text{ kN}}{222.7 \text{ kN} + 48518.74 \text{ cm}^2 \times 0.00 \text{ MPa} \times \cot(36.00^\circ)}\right)^{1.50+1}$$
$$i_\gamma = 0.02$$

Napężenie dopuszczalne

$$q_{ult,k} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma$$

$$q_{ult,k} = 0.00 \text{ MPa} \times 50.59 \times 1.00 \times 1.60 \times 0.07 +$$
$$+ 0.01 \text{ MPa} \times 37.75 \times 1.00 \times 1.59 \times 0.09 +$$
$$+ 0.51936.8 \text{ kg} \times 2200.0 \text{ mm} \times 53.40 \times 1.00 \times 0.70 \times 0.02$$

$$q_{ult,k} = 0.07 \text{ MPa}$$

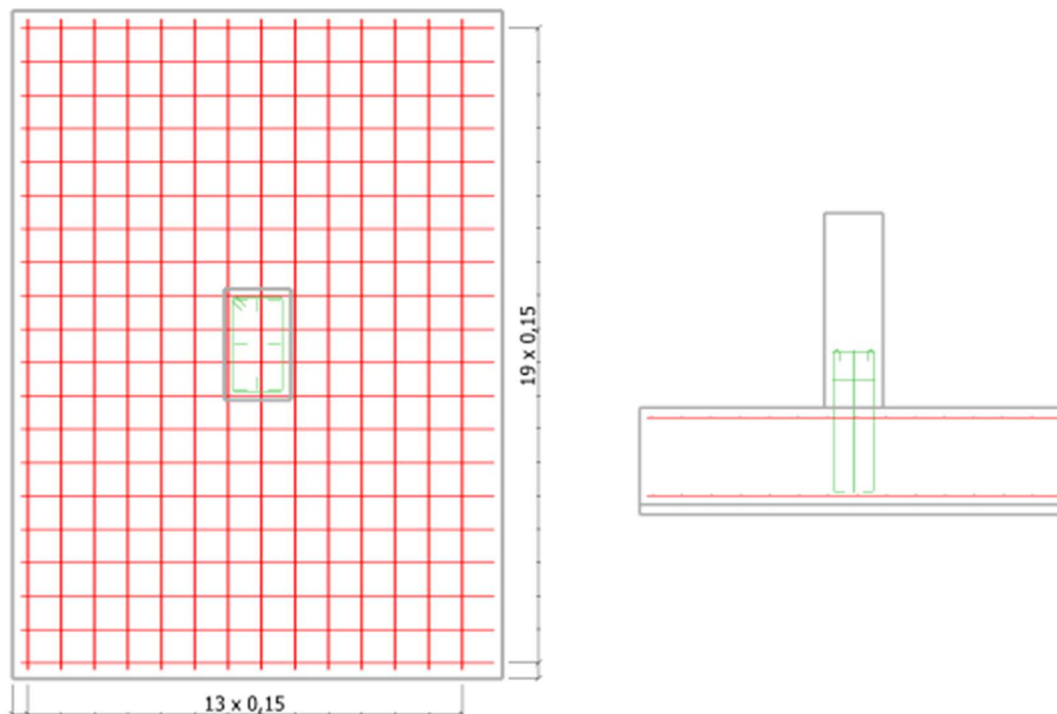
Nośność gruntu

$$V_d \leq R_d: 222.7 \text{ kN} \leq 254.0 \text{ kN}$$

(6.5.2.1) z EN 1997-1

(87.68%) Warunek spełniony

ZBROJENIE



Przyjęto:

- przekrój 300x220x50cm – beton kl. C30/37

- zbrojenie górą i dołem $\Phi 12$ co 15 cm w obu kierunkach – stal kl. C (np. B500SP),

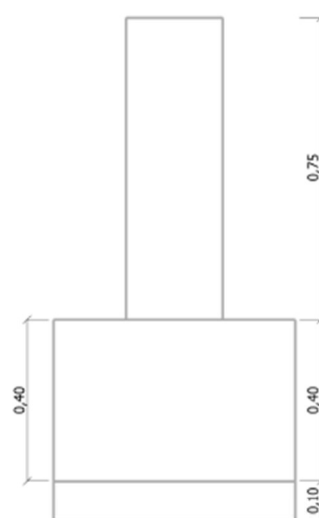
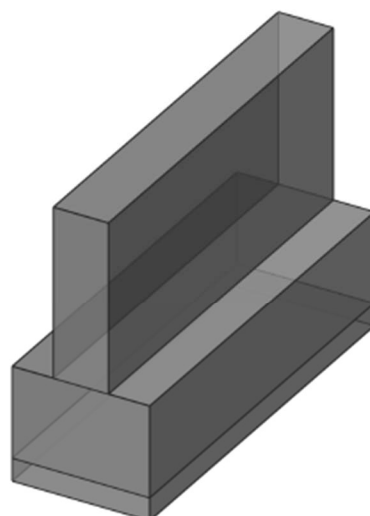
POZ. 8.2. ŁAWA FUNDAMENTOWA

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

- OBCIĄŻENIE OD PROJEKTOWANEGO PRZEKRYCIA W kN/m^2

Nazwa	Obc. charakterystyczne [kN/m^2]	Częściowy współczynnik bezpieczeństwa γ_f
OBC. OD DACHU		
Obc. stałe 5,400 kN/m^2 *4,69m/2	12,663	1,35 i 1,15
Obc. od śniegu 2,250 kN/m^2 *4,69m/2	5,276	1,50
OBC. OD ŚCIANY		
Wieniec żelbet. 24x30cm 0,24*0,30*25,0	1,80	1,35 i 1,15
Ściana z bloczków gazobetonowych gr. 24cm 0,24*2,70*9,0	5,83	
Styropian gr. 20cm 0,20*2,70*0,45	0,243	
Tynk obustronny 2*0,015*3,90*19,0	2,22	
Ściana fund. z bloczków betonowych gr. 24cm 0,24*0,75*23,00	4,14	
Styropian fund. gr. 15cm 0,15*1,20*0,45	0,081	
Suma:	14,31	

1 Geometria



Typ fundamentu: Ława fundamentowa

Opis geometrii						Poziom (mm)		
Ława (mm)			Ściana (mm)			Ława		Ściana
Szerokość	Długość	Wysokość	Szerokość	Wysokość	Mimośród	Góra	Dół	Góra
600.0	1700.0	400.0	240.0	750.0	0.0	-920.0	-1320.0	-170.0

Podkład

Typ podkładu:

Chudy beton

Grubość elementu

0.10 m Nie zablokowane

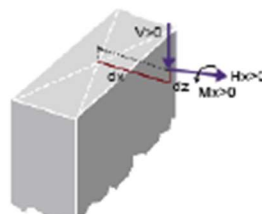
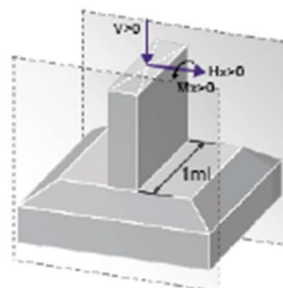
Parametry gruntu						
Warstwa gruntu	Głębokość	Warunek	Ciężar (kN/m ³)	Kąt tarcia wew.	Spójność (MPa)	Typ
	Min/Max (mm)					
1 - Głina (piasek, pył i glina)	0.0 / -2000.0	Z odpływem	19.00	26.00 °	0.02	Spoisty
		Bez odpływu	19.00	0.00 °	0.03	
2 - Głina (piasek, pył i glina)	-2000.0 / -	Z odpływem	19.00	26.00 °	0.02	Spoisty
		Bez odpływu	19.00	0.00 °	0.03	

Parametry gruntu					
Warstwa gruntu	Współczynnik Poissona	Moduł edometryczny	Moduł Younga	Moduł Menarda	α_{Menard}
1 - Głina (piasek, pył i glina)	0.30	376.92	280.00	140.00	0.50
2 - Głina (piasek, pył i glina)	0.30	376.92	280.00	140.00	0.50

3 Obciążenia i kombinacje

Opis przypadków obciążenia								
ID	Tytuł	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	γ_{EQU}	γ_{STR}	γ_{EQU}^{Korz}	γ_{STR}^{Korz}
1	G	-	-	-	1.1	1.35	0.9	1
2	G	-	-	-	1.1	1.35	0.9	1
3	Q	0.7	0.5	0.3	1.5	1.5	0	0

Obciążenia				
Obciążenie przypadek	Nazwa przypadku obciążenia	V	M_y (/m)	H_x (/m)
		(kN/m)	(kN/m)	(kN/m)
1	0 - Q		0.00	0.0
1	0 - G		0.00	0.0
1	0 - G		0.00	0.0
1	1 - G	17.1	0.00	0.0
2	2 - G	14.0	0.00	0.0
3	3 - Q	5.0	0.00	0.0
Obciążenia na gruncie G		1 - G	0.0	-
Obciążenia na gruncie Q		3 - Q	0.0	-



Miejsce przyłożenia sił:

$$dx = 0.00 \text{ m}$$

$$dy = 0.00 \text{ m}$$

$$dz = 0.00 \text{ m} \quad / \text{ górny poziom fundamentu}$$

V jest wartością obliczeniową efektywnego obciążenia pionowego działającego prostopadle do podstawy fundamentu (ciężar własny fundamentu + zdefiniowane obciążenie pionowe).

Kombinacje obciążeń (brak warstwy wody)					
ID	Kombinacja	Typ	V (/mb)	M _y (/lm)	H _x (/lm)
			(kN)	(kN · m)	(kN)
101	0.9x[1 G]+0.9x[2 G]	SGN	42.9	0.00	0.0
102	0.9x[1 G]+1.1x[2 G]	SGN	45.7	0.00	0.0
103	1.1x[1 G]+0.9x[2 G]	SGN	49.6	0.00	0.0
104	1.1x[1 G]+1.1x[2 G]	SGN	52.4	0.00	0.0
105	0.9x[1 G]+0.9x[2 G]+1.5x[3 Q]	SGN	50.4	0.00	0.0
106	0.9x[1 G]+1.1x[2 G]+1.5x[3 Q]	SGN	53.2	0.00	0.0
107	1.1x[1 G]+0.9x[2 G]+1.5x[3 Q]	SGN	57.1	0.00	0.0
108	1.1x[1 G]+1.1x[2 G]+1.5x[3 Q]	SGN	59.9	0.00	0.0
109	1x[1 G]+1x[2 G]	SGN	47.7	0.00	0.0
110	1x[1 G]+1.35x[2 G]	SGN	52.6	0.00	0.0
111	1.35x[1 G]+1x[2 G]	SGN	59.5	0.00	0.0
112	1.35x[1 G]+1.35x[2 G]	SGN	64.4	0.00	0.0
113	1x[1 G]+1x[2 G]+1.5x[3 Q]	SGN	55.2	0.00	0.0
114	1x[1 G]+1.35x[2 G]+1.5x[3 Q]	SGN	60.1	0.00	0.0
115	1.35x[1 G]+1x[2 G]+1.5x[3 Q]	SGN	67.0	0.00	0.0
116	1.35x[1 G]+1.35x[2 G]+1.5x[3 Q]	SGN	71.9	0.00	0.0
117	1.1x[1 G]+1.1x[2 G]	SGN	52.4	0.00	0.0
118	1.1x[1 G]+1.35x[2 G]	SGN	55.9	0.00	0.0
119	1.35x[1 G]+1.1x[2 G]	SGN	60.9	0.00	0.0
120	1.1x[1 G]+1.1x[2 G]+1.5x[3 Q]	SGN	59.9	0.00	0.0
121	1.1x[1 G]+1.35x[2 G]+1.5x[3 Q]	SGN	63.4	0.00	0.0
122	1.35x[1 G]+1.1x[2 G]+1.5x[3 Q]	SGN	68.4	0.00	0.0
123	1x[1 G]+1x[2 G]	SGU-CH	47.7	0.00	0.0
124	1x[1 G]+1x[2 G]+1x[3 Q]	SGU-CH	52.7	0.00	0.0
125	1x[1 G]+1x[2 G]	SGU-CZ	47.7	0.00	0.0
126	1x[1 G]+1x[2 G]+0.5x[3 Q]	SGU-CZ	50.2	0.00	0.0
127	1x[1 G]+1x[2 G]	SGU-QS	47.7	0.00	0.0
128	1x[1 G]+1x[2 G]+0.3x[3 Q]	SGU-QS	49.2	0.00	0.0

4 Założenia globalne

Obliczenia według EN1990 / EN 1991 / EN1992-1-1

4.1 Lokalizacja

Lokalizacja	Polska
Typ elementu	Ława fundamentowa
Nr elementu	
Położenie	Fundament nr 1 Poziom nr 1
Rysunek	-
Poziom	-0.92 m
Współrzędne	X = 0.00 m; Y = 0.00 m; Z = 0.00 m

4.2 Jednostki

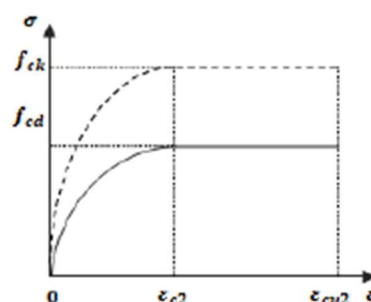
Długości	mm
Sily	kN
Momenty	kN·m
Napężenia	MPa (N/mm ²)
Kąty	°
Powierzchnie zbrojenia	mm ²
Szerokość rozwarcia rys	mm

Długości powiązane są z jednostką "Mała długość" z ustawień programu.

4.3 Materiały

Beton (EN1992-1-1 / 3.1)

Klasa betonu: C25/30



$$f_{ck} = 25.00 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1.00 \times \frac{25.00 \text{ MPa}}{1.40} = 17.86 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{c2} = 2.00\text{‰}$$

$$\epsilon_{cu2} = 3.50\text{‰}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8.00 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 25.00 \text{ MPa} + 8.00 \text{ MPa} = 33.00 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot (f_{ck})^{2/3}$$

$$f_{ctm} = 0.30 \times (25.00 \text{ MPa})^{2/3} = 2.56 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 22000.00 \text{ MPa} \cdot \left[\frac{f_{cm}}{10} \right]^{0.3}$$

$$E_{cm} = 22000.00 \text{ MPa} \cdot \left[\frac{33.00 \text{ MPa}}{10} \right]^{0.3}$$

$$E_{cm} = 31475.81 \text{ MPa}$$

$$\rho_c = 2500.00$$

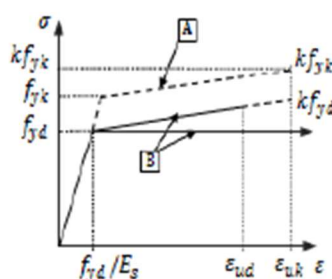
$$\text{SGN: } \gamma_c = 1.40$$

$$\text{SGN-A: } \gamma_c = 1.20$$

$$\text{SGN-S: } \gamma_c = 1.20$$

Stal (EN 1992-1-1 / §3.2 / Załącznik C)

Gatunek stali: B500A



$$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.00 \text{ MPa}}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{tk} = 25.00\text{‰}$$

$$\epsilon_{ud} = 0.9\epsilon_{tk} = 0.9 \times 25.00 = 22.50\text{‰}$$

$$E_s = 200000.00 \text{ MPa}$$

Klasa ciągliwości: A

Wykres z poziomą gałęzią

$$k = 1.05$$

$$\text{SGN: } \gamma_s = 1.15$$

$$\text{SGN-A: } \gamma_s = 1.00$$

$$\text{SGN-S: } \gamma_s = 1.00$$

4.4 Otulina

Klasa ekspozycji	XC2	(§4.2)
Klasa konstrukcji	S4	(Tabela 4.3)
Otulina		(§4.4.1)

Nominalna otulina betonu (mm)			Wartości minimalne (mm)	
Górna	Dolna	Boczna	c_{nom}	$c_{min,b}$
40.0	50.0	40.0	35.0	0.0

Otulina minimalna dla trwałości	$c_{min,ABT} = 25.0$ mm	(§4.4.1.2 (5))
Tolerancja wykonania	$\Delta c_{dev} = 10.0$ mm	(§4.4.1.1 2(P))
Tolerancja bezpieczeństwa	$\Delta c_{acc} = 0.0$ mm	(§4.4.1.2 (6))
Redukcja dla stali nierdzewnej	$\Delta c_{dE,s} = 0.0$ mm	(§4.4.1.2 (7))
Redukcja dla dodatkowego zabezpieczenia	$\Delta c_{dE,add} = 0.0$ mm	(§4.4.1.2 (8))

5 Założenia projektowe

Globalne założenia projektowe

Obciążenie gruntem i obciążenia powierzchniowe są uwzględnione przy obliczaniu zbrojenia w fundamencie.

Ciężar własny fundamentu jest uwzględniony w obliczeniach zbrojenia.

Metoda wyznaczania zbrojenia przy braku momentu zginającego: Metoda wspornikowa.

W obliczeniach nie uwzględniono warunków sejsmicznych.

Dokładność obliczeń powierzchni zbrojenia wynosi 10.00 mm²

Ciężar własny trzonu nie został uwzględniony.

Podjęcie obliczeniowe 2

Założenia dotyczące nośności podłoża

Prostokątny rozkład naprężeń pod fundamentem (Meyerhof, EN 1997 - Załącznik D).

Wartość charakterystyczna nośności podłoża gruntowego jest obliczana.

Współczynniki nachylenia obciążenia zostały uwzględnione.

Rodzaj podłoża gruntowego: Grunt spoisty (lub mieszany).

Nachylenie podstawy: 0.00 °

Weryfikacja nośności podłoża w warunkach SGU nie została przeprowadzona.

Założenia dotyczące poślizgu

Typ: Element wykonany na budowie

Kąt tarcia między gruntem i fundamentem: $\delta = 1 \varphi$

Założenia dotyczące mimośrodów obciążenia

Powierzchnia ściskana pod fundamentem musi wynosić co najmniej:

7 % całkowitej powierzchni podstawy w kombinacji SGN podstawowej/wyjątkowej/sejsmicznej.

50 % całkowitej powierzchni podstawy w kombinacji SGU charakterystycznej.

67 % całkowitej powierzchni podstawy w kombinacji SGU quasi-stałej/częstej.

Współczynniki częściowe dla parametrów gruntu

Parametry gruntu	Symbol	M1
Kąt tarcia wewnętrznego *	$\gamma_{\phi'}$	1,00
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1,00
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	γ_{ca}	1,00
Wytrzymałość na ścisk. jednoosiowe	γ_{qb}	1,00
Ciężar objętościowy	γ_{γ}	1,00
Opór tarcia (sejsmika)	γ_M	1,25

* Współczynnik do $\tan \phi'$

Współczynniki częściowe

Wytrzymałość	Symbol	R2
Nośność (SGN)	γ_{Rv}	1,40
Nośność (SGU)	$\gamma_{Rv,SLS}$	3,00
Poślizg (SGN)	γ_{Rb}	1,10

6 Weryfikacja nośności

6.1 Założenia dotyczące nośności

Prostokątny rozkład naprężeń pod fundamentem (Meyerhof, EN 1997 - Załącznik D).

Wartość charakterystyczna nośności podłoża gruntowego jest obliczana.

Współczynniki nachylenia obciążenia są uwzględnione.

Nachylenie podstawy: 0.00 °.

Zachowanie podłoża nośnego: Grunt spoisty (lub mieszany).

Rozkład naprężeń pod fundamentem: Prostokątny (EC7 Załącznik D)

6.2 Weryfikacja nośności

Z odpływem SGN

Kombinacja: 116: 1.35x[1 G]+1.35x[2 G]+1.5x[3 Q]

Obciążenie pionowe $V_d = 71.9 \text{ kN/(lm)}$

Naprężenie od nadkładu: $q' = 0.03 \text{ MPa}$

Wartość obliczeniowa oporu gruntu
(D.4) z EN 1997-1 $R_d = \frac{A' \cdot q_{ult,k}}{\gamma_{Rv}} = \frac{6000.00 \text{ cm}^2 \times 0.83 \text{ MPa}}{1.40} = 353.7 \text{ kN/(lm)}$

Efektywne pole powierzchni
(D.1) z EN 1997-1 $A' = (A - 2 \cdot |e_x|) = (600.0 \text{ mm} - 2 \times |0.0 \text{ mm}|) = 6000.00 \text{ cm}^2 \text{ (lm)}$

Mimośród wzdłuż x $e_x = \frac{M_y}{V_d} = \frac{0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}}{71.9 \text{ kN}} = 0.0 \text{ mm}$

Mimośród wzdłuż y $e_y = \frac{M_x}{V_d} = \frac{0.00 \text{ kN}\cdot\text{m}}{71.9 \text{ kN}} = 0.0 \text{ mm}$

Obliczeniowa nośność gruntu (D.4) PN-EN 1997-1

Parametry gruntu

Efektywny kąt tarcia $\phi' = 26.00^\circ$

Efektywna spójność $c' = 0.02 \text{ MPa}$

Efektywny ciężar objętościowy $\gamma' = 1936.8 \text{ kg/m}^3$

Wpływ spójności

Współczynnik nośności $N_c = (N_q - 1) \cdot \cot(\phi') = (11.85 - 1) \times \cot(26.00^\circ) = 22.25$

Współczynnik kształtu	$s_c = 1.00$
Współczynnik nachylenia podstawy	$b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan(\varphi')} = 1.00 - \frac{1 - 1.00}{22.25 \times \tan(26.00^\circ)} = 1.00$
Współczynnik nachylenia obciążenia	$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan(\varphi')} = 1.00 - \frac{1 - 1.00}{22.25 \times \tan(26.00^\circ)} = 1.00$
Wpływ obciążenia naziomu	
Współczynnik nośności	$N_q = c^{\frac{\tan(\varphi')}{1 + \tan(\varphi')}} \cdot \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2}\right)$ $N_q = c^{\frac{\tan(26.00^\circ)}{1 + \tan(26.00^\circ)}} \cdot \tan^2\left(45^\circ + \frac{26.00^\circ}{2}\right) = 11.85$
Współczynnik kształtu	$s_q = 1.00$
Współczynnik nachylenia podstawy	$b_q = [1 - \alpha \cdot \tan(\varphi')]^2 = [1 - 0.00 \times \tan(26.00^\circ)]^2 = 1.00$
Współczynnik nachylenia obciążenia	$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A' \cdot c' \cdot \cot(\varphi')}\right)^m$ $i_q = \left(1 - \frac{0.0 \text{ kN}}{71.9 \text{ kN} + 6000.00 \text{ cm}^2 \times 0.02 \text{ MPa} \times \cot(26.00^\circ)}\right)^{0.00} = 1.00$
Wpływ kształtu	
Współczynnik nośności	$N_r = 2(N_q - 1) \times \tan(\varphi') = 2(11.85 - 1) \times \tan(26.00^\circ) = 10.59$
Współczynnik kształtu	$s_r = 1.00$
Współczynnik nachylenia podstawy	$b_r = [1 - \alpha \cdot \tan(\varphi')]^2 = [1 - 0.00 \times \tan(26.00^\circ)]^2 = 1.00$
Współczynnik nachylenia obciążenia	$i_r = \left(1 - \frac{H}{V + A' \cdot c' \cdot \cot(\varphi')}\right)^{m+1}$ $i_r = \left(1 - \frac{0.0 \text{ kN}}{71.9 \text{ kN} + 6000.00 \text{ cm}^2 \times 0.02 \text{ MPa} \times \cot(26.00^\circ)}\right)^{0.00+1}$ $i_r = 1.00$
Naprężenie dopuszczalne	$q_{alk} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_r \cdot b_r \cdot s_r \cdot i_r$ $q_{alk} = 0.02 \text{ MPa} \times 22.25 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.00 +$ $+ 0.03 \text{ MPa} \times 11.85 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.00 +$ $+ 0.51936.8 \text{ kg} \times 600.0 \text{ mm} \times 10.59 \times 1.00 \times 1.00 \times 1.00$ $q_{alk} = 0.83 \text{ MPa}$
Nośność gruntu	$V_d \leq R_d: 71.9 \text{ kN (1m)} \leq 353.7 \text{ kN (1m)}$
(6.5.2.1) z EN 1997-1	(20.32%) Warunek spełniony

Bez odpływu SGN

Brak kombinacji SGN dla warunków bez odpływu.

7 Mimośród obciążenia

7.1 Weryfikacja powierzchni ściskanej

Kombinacja SGN	101: 0.9x[1 G]+0.9x[2 G]
Weryfikacja powierzchni ściskanej	$\frac{A_c}{A} = 100.00 \% \geq 6.67 \%$ <p>7.00 % (OK)</p>
Kombinacja SGU QS	127: 1x[1 G]+1x[2 G]
Weryfikacja powierzchni ściskanej	$\frac{A_c}{A} = 100.00 \% \geq 66.67 \%$ <p>67.00 % (OK)</p>

Kombinacja SGU CHR	123: 1x[1 G]+1x[2 G]
Weryfikacja powierzchni ściskanej	$\frac{A_c}{A} = 100.00 \% \geq 50.00 \%$ 50.00 % (OK)
Kombinacja SGU CZ	125: 1x[1 G]+1x[2 G]
Weryfikacja powierzchni ściskanej	$\frac{A_c}{A} = 100.00 \% \geq 66.67 \%$ 67.00 % (OK)

7.2 Uproszczona weryfikacja mimośrodów

7.2.1 Weryfikacja mimośrodu EN 1997-1

Brak mimośrodu wzdłuż osi X i Y

8 Weryfikacja poślizgu

Brak sił poziomych - nie jest wymagana weryfikacja przesunięcia

9 Weryfikacja obrotu

Brak kombinacji SGU-EQU.

10 Weryfikacja osiadania

Weryfikacja osiadania wykonana jest zgodnie z postanowieniami punktu 6.6.1 i załącznika F z normy EN 1997-1-1.

Kombinacja obciążenia 124: 1x[1 G]+1x[2 G]+1x[3 Q]

Osiadanie graniczne $s_{lim} = 50.0 \text{ mm}$

Charakterystyczne obciążenie pionowe $V = 52.7 \text{ kN}$

Nr.	Z_t	Z_b	h_i	M_i	σ_{bq}	σ_{lim}
	(m)	(m)	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
1	0.00	-0.30	0.30	376.92	0.03	0.01
2	-0.30	-0.58	0.28	376.92	0.03	0.01
3	-0.58	-0.88	0.30	376.92	0.04	0.01
4	-0.88	-1.18	0.30	376.92	0.04	0.01

Nr.	Położenie	I_c	σ_p	σ_s	σ_i	Δs_i
			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)
1	Środek	0,95	0.08	0.03	0.06	0.0
	Dolna	0,79	0.07	0.02	0.05	
2	Środek	0,61	0.05	0.02	0.04	0.0
	Dolna	0,47	0.04	0.01	0.03	
3	Środek	0,35	0.03	0.01	0.02	0.0

Nr.	Położenie	I_c	σ_p	σ_s	σ_i	Δs_i
			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)
4	Dolna	0,27	0.02	0.01	0.02	0.0
	Środek	0,21	0.02	0.01	0.01	
	Dolna	0,17	0.02	0.00	0.01	
Ogółem						0.1 mm

Napężenie w podstawie fundamentu $q_0 = \frac{V}{(0.87L) \times (0.87B)} = \frac{52.7}{1.00 \times 0.60} = 0.09 \text{ MPa}$

Osiadania każdej warstwy $\Delta s_i = h_i \times \frac{\sigma_{mi}}{M_i}$

Napężenie w warstwie $\sigma_{mi} = \sigma_{up} - \sigma_{ms} \geq 0$
 $\sigma_{up} = q_0 \cdot I_c$

$$I_c = \frac{2}{\pi} \cdot \left[\frac{m \cdot n \cdot (1 + m^2 + 2n^2)}{(1 + n^2) \cdot (m^2 + n^2) \cdot \sqrt{m^2 + n^2} + 1} + \sin^{-1} \frac{m}{\sqrt{m^2 + n^2} \cdot \sqrt{1 + n^2}} \right]$$

$$m = \frac{L}{B} = 1.67$$

$$n = \frac{z}{0.5B}$$

Napężenie od gruntu istniejącego w wykopie przed jego wykonaniem $q_{os} = \sum (\gamma_i \times h_i)$
 $\sigma_{ms} = q_{os} \cdot I_c$

Całkowite osiadanie $s = \sum (\Delta s_i) = 0.1 \text{ mm}$

Weryfikacja osiadania $s = 0.1 \text{ mm} < S_{max} = 50.0 \text{ mm}$

0.20 % (OK)

Weryfikacja §6.6.2(16) normy PN-EN 1997-1

Bez odpływu SGU

Stosunek nośności do obciążenia pionowego $\frac{R_d}{V_d} = \frac{165.1 \text{ kN}}{52.7 \text{ kN}} = 3.13$

6.6.2(16) normy PN-EN 1997-1

$$\frac{R_d}{V_d} \geq 2$$

Warunek spełniony

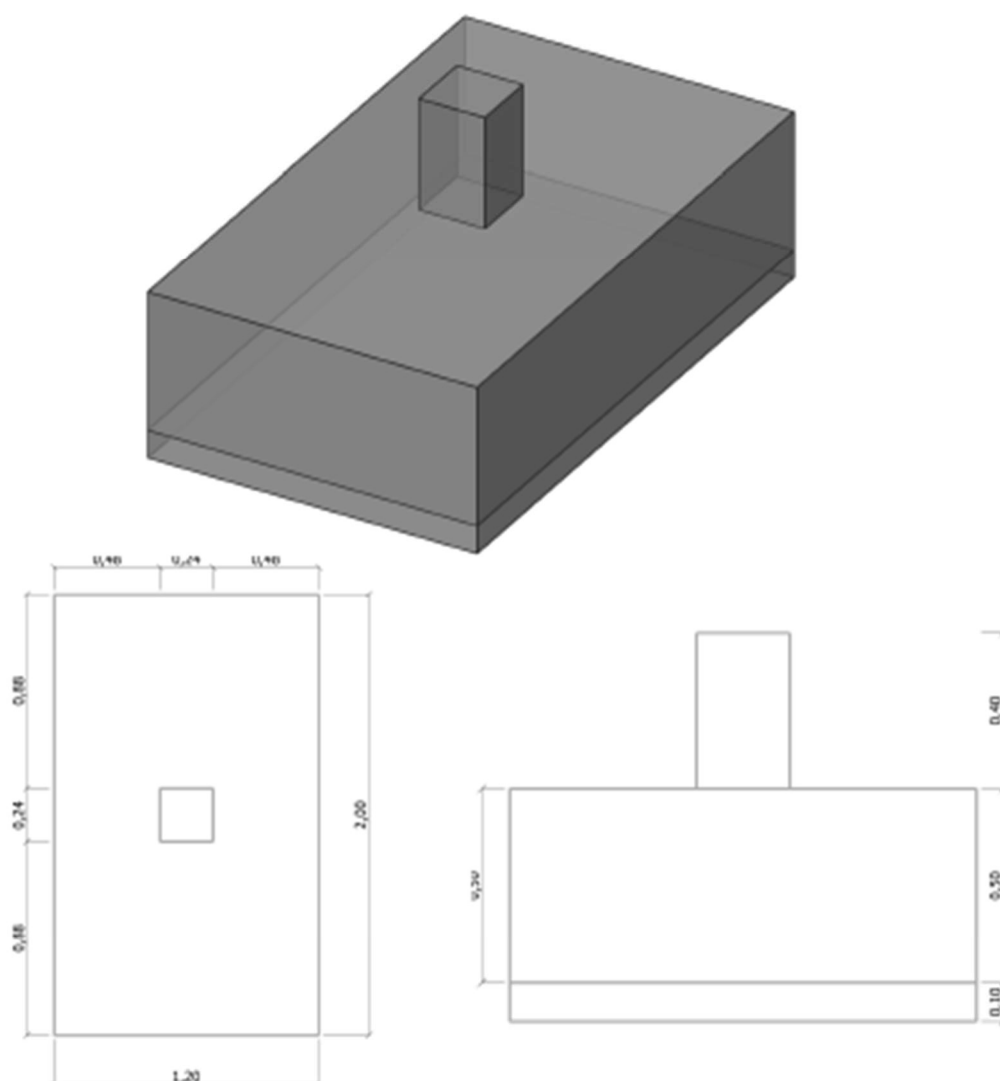
Przyjęto:

- przekrój 60x50cm – beton kl. C30/37

- zbrojenie podłużne 4Φ12– stal kl. C (np. B500SP),
- strzemiona 2-cięte Φ6 co 25cm – stal kl. A (np. RB500),

POZ. 8.3. STOPA FUNDAMENTOWA POD TRZPIENIE W ŚCIANIE SZCZYTOWEJ

1 Geometria



Typ fundamentu: Stopa fundamentowa

Opis geometrii						Poziom (mm)		
Stopa (mm)			Element podpierany (mm)			Stopa		Trzon
Szerokość	Długość	Wysokość	Szerokość	Długość	Wysokość	Góra	Dół	Góra
1200.0	2000.0	500.0	240.0	240.0	400.0	-700.0	-1200.0	-300.0

Położenie elementu podpieranego

Lewo L = 480.0 mm

Prawo M = 480.0 mm

Tył P = 880.0 mm

Przód Q = 880.0 mm

Podkład

Typ podkładu: Chudy beton

Grubość elementu 0.10 m Nie zablokowane

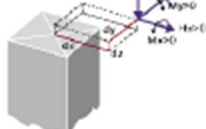
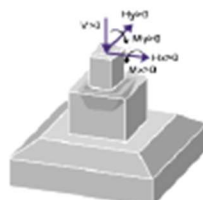
Parametry gruntu						
Warstwa gruntu	Głębokość	Warunek	Ciężar (kN/m ³)	Kąt tarcia wew.	Spójność (MPa)	Typ
	Min/Max (mm)					
1 - Piasek (luźny, zaokrąglony)	0.0 / -300.0	Z odpływem	19.00	36.00 °	0.00	Niespoisty
		Bez odpływu	19.00	0.00 °	0.00	
2 - Głina (piasek, pył i glina)	-300.0 / -	Z odpływem	19.00	26.00 °	0.02	Spoisty
		Bez odpływu	19.00	0.00 °	0.03	

Parametry gruntu					
Warstwa gruntu	Współczynnik Poissona	Moduł edometryczny	Moduł Younga	Moduł Menarda	α_{Menard}
1 - Piasek (luźny, zaokrąglony)	0.25	72.00	60.00	19.80	0.33
2 - Głina (piasek, pył i glina)	0.30	376.92	280.00	140.00	0.50

3 Obciążenia i kombinacje

Opis przypadków obciążenia								
ID	Tytuł	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	γ_{EQU}	γ_{STR}	γ_{EQU} Korz	γ_{STR} Korz
1	G	-	-	-	1.1	1.35	0.9	1
2	W	0.6	0.2	0	1.5	1.5	0	0

Obciążenia						
Obciążenie	Nazwa przypadku obciążenia	V	M_x	M_y	H_x	H_y
		(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN)	(kN)
1	1 - G	29.6	0.00	0.00	0.0	0.0
2	2 - W	0.0	-32.53	0.00	0.0	6.9
Obciążenia na gruncie G	1 - G	0.0	-	-	-	-
Obciążenia na gruncie Q	2 - W	0.0	-	-	-	-



Miejsce przyłożenia sił:

$$dx = 0.00 \text{ m}$$

$$dy = 0.00 \text{ m}$$

$$dz = 0.00 \text{ m} \quad / \text{ górny poziom fundamentu}$$

Kombinacje obciążeń (brak warstwy wody)							
ID	Kombinacja	Typ	V	M _x	M _y	H _x	H _y
			(kN)	(kN·m)	(kN·m)	(kN)	(kN)
101	0.9x[1 G]	SGN	81.7	0.00	0.00	0.0	0.0
102	1.1x[1 G]	SGN	99.8	0.00	0.00	0.0	0.0
103	0.9x[1 G]+1.5x[2 V]	SGN	81.7	-53.96	0.00	0.0	10.3
104	1.1x[1 G]+1.5x[2 V]	SGN	99.8	-53.96	0.00	0.0	10.3
105	1x[1 G]	SGN	90.7	0.00	0.00	0.0	0.0
106	1.35x[1 G]	SGN	122.5	0.00	0.00	0.0	0.0
107	1x[1 G]+1.5x[2 V]	SGN	90.7	-53.96	0.00	0.0	10.3
108	1.35x[1 G]+1.5x[2 V]	SGN	122.5	-53.96	0.00	0.0	10.3
109	1.1x[1 G]	SGN	99.8	0.00	0.00	0.0	0.0
110	1.1x[1 G]+1.5x[2 V]	SGN	99.8	-53.96	0.00	0.0	10.3
111	1x[1 G]	SGU-CH	90.7	0.00	0.00	0.0	0.0
112	1x[1 G]+1x[2 V]	SGU-CH	90.7	-35.98	0.00	0.0	6.9
113	1x[1 G]	SGU-CZ	90.7	0.00	0.00	0.0	0.0
114	1x[1 G]+0.2x[2 V]	SGU-CZ	90.7	-7.20	0.00	0.0	1.4
115	1x[1 G]	SGU-QS	90.7	0.00	0.00	0.0	0.0

4 Założenia globalne

Obliczenia według EN1990 / EN 1991 / EN1992-1-1

4.1 Lokalizacja

Lokalizacja	Polska
Typ elementu	Stopa fundamentowa
Nr elementu	
Położenie	Fundament nr 1 Poziom nr 1
Rysunek	-
Poziom	-0.70 m
Współrzędne	X = 0.00 m; Y = 0.00 m; Z = 0.00 m

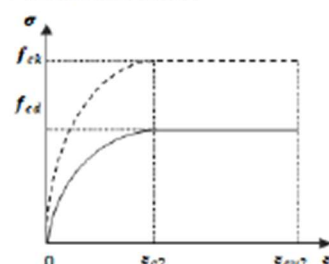
4.2 Jednostki

Długości	mm
Siły	kN
Momenty	kN·m
Napężenia	MPa (N/mm ²)
Kąty	°
Powierzchnie zbrojenia	mm ²
Szerokość rozwarcia rys	mm
Długości powiązane są z jednostką "Mała długość" z ustawień programu.	

4.3 Materiały

Beton (EN1992-1-1 / 3.1)

Klasa betonu: C25/30



$$f_{ck} = 25.00 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} = \alpha_{sc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 1.00 \times \frac{25.00 \text{ MPa}}{1.40} = 17.86 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{ck} = 2.00\text{‰}$$

$$\epsilon_{cu2} = 3.50\text{‰}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8.00 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 25.00 \text{ MPa} + 8.00 \text{ MPa} = 33.00 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} = 0.30 \cdot (f_{ck})^{2/3}$$

$$f_{cm} = 0.30 \times (25.00 \text{ MPa})^{2/3} = 2.56 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 22000.00 \text{ MPa} \cdot \left[\frac{f_{cm}}{10} \right]^{10.3}$$

$$E_{cm} = 22000.00 \text{ MPa} \cdot \left[\frac{33.00 \text{ MPa}}{10} \right]^{10.3}$$

$$E_{cm} = 31475.81 \text{ MPa}$$

$$\rho_c = 2500.00$$

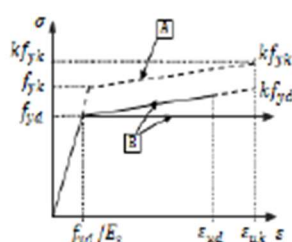
$$\text{SGN: } \gamma_c = 1.40$$

$$\text{SGN-A: } \gamma_c = 1.20$$

$$\text{SGN-S: } \gamma_c = 1.20$$

Stal (EN 1992-1-1 / §3.2 / Załącznik C)

Gatunek stali: B500A



$$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500.00 \text{ MPa}}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

$$\epsilon_{yk} = 25.00\text{‰}$$

$$\epsilon_{uk} = 0.9 \epsilon_{yk} = 0.9 \times 25.00 = 22.50\text{‰}$$

$$E_s = 200000.00 \text{ MPa}$$

Klasa ciągliwości: A

Wykres z poziomą gałęzią

$$k = 1.05$$

$$\text{SGN: } \gamma_s = 1.15$$

$$\text{SGN-A: } \gamma_s = 1.00$$

$$\text{SGN-S: } \gamma_s = 1.00$$

4.4 Otulina

Klasa ekspozycji

XC2

(§4.2)

Klasa konstrukcji

S4

(Tabela 4.3)

Otulina

(§4.4.1)

Nominalna otulina betonu (mm)			Wartości minimalne (mm)	
Górna	Dolna	Boczna	c_{nom}	$c_{min,b}$
40.0	75.0	40.0	35.0	0.0
Otulina minimalna dla trwałości			$c_{res,dur} = 25.0 \text{ mm}$	(§4.4.1.2 (5))
Tolerancja wykonania			$\Delta c_{dur} = 10.0 \text{ mm}$	(§4.4.1.1 2(P))
Tolerancja bezpieczeństwa			$\Delta c_{dur,s} = 0.0 \text{ mm}$	(§4.4.1.2 (6))
Redukcja dla stali nierdzewnej			$\Delta c_{dur,st} = 0.0 \text{ mm}$	(§4.4.1.2 (7))
Redukcja dla dodatkowego zabezpieczenia			$\Delta c_{dur,skf} = 0.0 \text{ mm}$	(§4.4.1.2 (8))

5 Założenia projektowe

Globalne założenia projektowe

Obciążenie gruntem i obciążenia powierzchniowe nie są uwzględnione przy obliczaniu zbrojenia w fundamencie.

Ciężar własny fundamentu jest uwzględniony w obliczeniach zbrojenia.

Metoda wyznaczania zbrojenia przy braku momentu zginającego: Metoda wspornikowa.

W obliczeniach nie uwzględniono warunków sejsmicznych.

Dokładność obliczeń powierzchni zbrojenia wynosi 10.00 mm².

Ciężar własny trzonu nie został uwzględniony.

Podejście obliczeniowe 2

Założenia dotyczące nośności podłoża

Prostokątny rozkład naprężeń pod fundamentem (Meyerhof, EN 1997 - Załącznik D).

Wartość charakterystyczna nośności podłoża gruntowego jest obliczana.

Współczynniki nachylenia obciążenia zostały uwzględnione.

Rodzaj podłoża gruntowego: Grunt niespoisty.

Nachylenie podstawy: 0.00 °

Weryfikacja nośności podłoża w warunkach SGU nie została przeprowadzona.

Założenia dotyczące poślizgu

Typ: Element wykonany na budowie

Kąt tarcia między gruntem i fundamentem: $\delta = 1 \phi'$

Założenia dotyczące mimośrodów obciążenia

Powierzchnia ściskana pod fundamentem musi wynosić co najmniej:

7 % całkowitej powierzchni podstawy w kombinacji SGN podstawowej/wyjątkowej/sejsmicznej.

50 % całkowitej powierzchni podstawy w kombinacji SGU charakterystycznej.

67 % całkowitej powierzchni podstawy w kombinacji SGU quasi-stalej/częstej.

Współczynniki częściowe dla parametrów gruntu

Parametry gruntu	Symbol	M1
Kąt tarcia wewnętrznego *	$\gamma_{\phi'}$	1,00
Spójność efektywna	$\gamma_{c'}$	1,00
Wytrzymałość na ścinanie bez odpływu	γ_{cs}	1,00
Wytrzymałość na ścisk. jednoosiowe	γ_{qs}	1,00
Ciężar objętościowy	γ_y	1,00
Opór tarcia (sejsmika)	γ_M	1,25
* Współczynnik do $\tan \phi'$		

Współczynniki częściowe

Wytrzymałość	Symbol	R2
Nośność (SGN)	γ_{Rv}	1,40
Nośność (SGU)	$\gamma_{Rv,SLs}$	3,00
Poślizg (SGN)	γ_{Rb}	1,10

6 Weryfikacja nośności

6.1 Założenia dotyczące nośności

Prostokątny rozkład naprężeń pod fundamentem (Meyerhof, EN 1997 - Załącznik D).

Wartość charakterystyczna nośności podłoża gruntowego jest obliczana.

Współczynniki nachylenia obciążenia są uwzględnione.

Nachylenie podstawy: 0.00 °.
 Zachowanie podłoża nośnego: Grunt niespoisty.
 Rozkład naprężenia pod fundamentem: Prostokątny (EC7 Załącznik D)

6.2 Weryfikacja nośności

Z odplywem SGN

Kombinacja:	107: 1x[1 G]+1.5x[2 V]
Obciążenie pionowe	$V_d = 90.7 \text{ kN}$
Naprężenie od nadkładu:	$q' = 0.02 \text{ MPa}$
Wartość obliczeniowa oporu gruntu (D.4) z EN 1997-1	$R_d = \frac{A' \cdot q_{0.0.1}}{\gamma_{R,s}} = \frac{9727.77 \text{ cm}^2 \times 0.89 \text{ MPa}}{1.40} = 621.8 \text{ kN}$
Efektywne pole powierzchni (D.1) z EN 1997-1	$A' = (A - 2 \cdot e_x) \cdot (B - 2 \cdot e_y)$ $A' = (1200.0 \text{ mm} - 2 \cdot 0.0 \text{ mm}) \cdot (2000.0 \text{ mm} - 2 \cdot -594.7 \text{ mm})$ $A' = 9727.77 \text{ cm}^2$
Mimośród wzdłuż x	$e_x = \frac{M_y}{V_d} = \frac{0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}}{90.7 \text{ kN}} = 0.0 \text{ mm}$
Mimośród wzdłuż y	$e_y = \frac{M_x}{V_d} = \frac{-53.96 \text{ kN} \cdot \text{m}}{90.7 \text{ kN}} = -594.7 \text{ mm}$

Obliczeniowa nośność gruntu (D.4) PN-EN 1997-1

Parametry gruntu

Efektywny kąt tarcia	$\varphi' = 26.00^\circ$
Efektywna spójność	$c' = 0.02 \text{ MPa}$
Efektywny ciężar objętościowy	$\gamma' = 1936.8 \text{ kg/m}^3$

Wpływ spójności

Współczynnik nośności $N_c = (N_q - 1) \cdot \cot(\varphi') = (11.85 - 1) \cdot \cot(26.00^\circ) = 22.25$

Współczynnik kształtu $s_c = \frac{s_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = \frac{1.30 \cdot 11.85 - 1}{11.85 - 1} = 1.32$

Współczynnik nachylenia podstawy $b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \cdot \tan(\varphi')} = 1.00 - \frac{1 - 1.00}{22.25 \cdot \tan(26.00^\circ)} = 1.00$

Współczynnik nachylenia obciążenia $i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan(\varphi')} = 0.88 - \frac{1 - 0.88}{22.25 \cdot \tan(26.00^\circ)} = 0.87$

Obciążenie poziome w kierunku Y (L')

$$m_L = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} = \frac{2 + \frac{1200.0 \text{ mm}}{810.6 \text{ mm}}}{1 + \frac{1200.0 \text{ mm}}{810.6 \text{ mm}}} = 1.40$$

$$m = m_L = 1.40$$

Wpływ obciążenia naziomu

Współczynnik nośności $N_q = c^{\frac{\tan(\varphi')}{2}} \cdot \tan^2\left(45^\circ + \frac{\varphi'}{2}\right)$
 $N_q = c^{\frac{\tan(26.00^\circ)}{2}} \cdot \tan^2\left(45^\circ + \frac{26.00^\circ}{2}\right) = 11.85$

Współczynnik kształtu $s_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \sin(\varphi') = 1 + \frac{810.6 \text{ mm}}{1200.0 \text{ mm}} \cdot \sin(26.00^\circ) = 1.30$

Współczynnik nachylenia podstawy $b_q = [1 - \alpha \cdot \tan(\varphi')]^2 = [1 - 0.00 \cdot \tan(26.00^\circ)]^2 = 1.00$

Współczynnik nachylenia obciążenia

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A' \cdot c' \cdot \cot(\varphi')} \right)^m$$

$$i_q = \left(1 - \frac{10.3 \text{ kN}}{90.7 \text{ kN} + 9727.77 \text{ cm}^2 \times 0.02 \text{ MPa} \times \cot(26.00^\circ)} \right)^{1.60} = 0.88$$

Wpływ kształtu

Współczynnik nośności

$$N_r = 2(N_q - 1) \times \tan(\varphi') = 2(11.85 - 1) \times \tan(26.00^\circ) = 10.59$$

Współczynnik kształtu

$$s_r = 1 - 0.3 \cdot \frac{B'}{L'} = 1 - 0.3 \times \frac{810.6 \text{ mm}}{1200.0 \text{ mm}} = 0.80$$

Współczynnik nachylenia podstawy

$$b_r = [1 - \alpha \cdot \tan(\varphi')]^2 = [1 - 0.00 \times \tan(26.00^\circ)]^2 = 1.00$$

Współczynnik nachylenia obciążenia

$$i_r = \left(1 - \frac{H}{V + A' \cdot c' \cdot \cot(\varphi')} \right)^{m+1}$$

$$i_r = \left(1 - \frac{10.3 \text{ kN}}{90.7 \text{ kN} + 9727.77 \text{ cm}^2 \times 0.02 \text{ MPa} \times \cot(26.00^\circ)} \right)^{1.60+1}$$

$$i_r = 0.81$$

Naprężenie dopuszczalne

$$q_{ultk} = c' \cdot N_c \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q' \cdot N_q \cdot b_q \cdot s_q \cdot i_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_r \cdot b_r \cdot s_r \cdot i_r$$

$$q_{ultk} = 0.02 \text{ MPa} \times 22.25 \times 1.00 \times 1.32 \times 0.87 +$$

$$+ 0.02 \text{ MPa} \times 11.85 \times 1.00 \times 1.30 \times 0.88 +$$

$$+ 0.51936.8 \text{ kg} \times 810.6 \text{ mm} \times 10.59 \times 1.00 \times 0.80 \times 0.81$$

$$q_{ultk} = 0.89 \text{ MPa}$$

Nośność gruntu

$$V_d \leq R_d: 90.7 \text{ kN} \leq 621.8 \text{ kN}$$

(6.5.2.1) z EN 1997-1

(14.59%) Warunek spełniony

Bez odpływu SGN

Brak kombinacji SGN dla warunków bez odpływu.

7 Mimośród obciążenia

7.1 Weryfikacja powierzchni ściskanej

Kombinacja SGN

$$103: 0.9x[1 \text{ G}]+1.5x[2 \text{ V}]$$

Weryfikacja powierzchni ściskanej

$$\frac{A_c}{A} = 33.92 \% \geq 6.67 \%$$

20.63 % (OK)

Kombinacja SGU QS

$$115: 1x[1 \text{ G}]$$

Weryfikacja powierzchni ściskanej

$$\frac{A_c}{A} = 100.00 \% \geq 66.67 \%$$

67.00 % (OK)

Kombinacja SGU CHR

$$112: 1x[1 \text{ G}]+1x[2 \text{ V}]$$

Weryfikacja powierzchni ściskanej

$$\frac{A_c}{A} = 60.35 \% \geq 50.00 \%$$

82.84 % (OK)

Kombinacja SGU CZ

$$114: 1x[1 \text{ G}]+0.2x[2 \text{ V}]$$

Weryfikacja powierzchni ściskanej

$$\frac{A_c}{A} = 92.07 \% \geq 66.67 \%$$

72.77 % (OK)

7.2 Uproszczona weryfikacja mimośrodów

7.2.1 Weryfikacja ze szczeliną (elipsa)

Kombinacja SGN

103: 0.9x[1 G]+1.5x[2 V]

Weryfikacja mimośrodów

(6.5.4) z EN 1997-1

$$\left(\frac{e_x}{A}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{B}\right)^2 < \frac{1}{9.00} : \left(\frac{0.0 \text{ mm}}{1200.0 \text{ mm}}\right)^2 + \left(\frac{-660.8 \text{ mm}}{2000.0 \text{ mm}}\right)^2 < \frac{1}{9.00}$$

98.23 % (OK)

Kombinacja SGU CHR

112: 1x[1 G]+1x[2 V]

Weryfikacja mimośrodów

(6.5.4) z EN 1997-1

$$\left(\frac{e_x}{A}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{B}\right)^2 < \frac{1}{9.00} : \left(\frac{0.0 \text{ mm}}{1200.0 \text{ mm}}\right)^2 + \left(\frac{-396.5 \text{ mm}}{2000.0 \text{ mm}}\right)^2 < \frac{1}{9.00}$$

35.36 % (OK)

Kombinacja SGU CZ

114: 1x[1 G]+0.2x[2 V]

Weryfikacja mimośrodów

(6.5.4) z EN 1997-1

$$\left(\frac{e_x}{A}\right)^2 + \left(\frac{e_y}{B}\right)^2 < \frac{1}{9.00} : \left(\frac{0.0 \text{ mm}}{1200.0 \text{ mm}}\right)^2 + \left(\frac{-79.3 \text{ mm}}{2000.0 \text{ mm}}\right)^2 < \frac{1}{9.00}$$

1.41 % (OK)

8 Weryfikacja poślizgu

Element wykonany na budowie

Kąt tarcia między gruntem i fundamentem: $\delta = 1 \phi'$

Podłoże gruntowe: Grunt niespoisty

8.1 Weryfikacja poślizgu w SGN

Komb.	Warunek	Warstwa	H_d	$R_{h,d}$	V_d	WYTEŻ.
			(kN)	(kN)	(kN)	
107	Z odpływem	Brak	10.3	40.2	90.7	25.69 %

Warunki z odpływem

Kombinacja:

107: 1x[1 G]+1.5x[2 V]

Obciążenie poziome

$$H_d = \sqrt{H_x^2 + H_y^2} = \sqrt{(0.0 \text{ kN})^2 + (10.3 \text{ kN})^2} = 10.3 \text{ kN}$$

Obciążenie pionowe

$$V_d = 90.7 \text{ kN}$$

Nośność na przesunięcie

EN 1997-1, (6.5.3)

$$R_d = \frac{V_d \cdot \tan(\delta_k)}{\gamma_{RA} \cdot \gamma_{\phi}} = \frac{90.7 \text{ kN} \cdot \tan(26.00^\circ)}{1.10 \times 1.00} = 40.2 \text{ kN}$$

Weryfikacja poślizgu

$$H_d \leq R_d: 10.3 \text{ kN} \leq 40.2 \text{ kN}$$

Wytężenie

25.69 % (OK)

9 Weryfikacja obrotu

Kierunek Y:

Kombinacja obciążenia

103: 0.9x[1 G]+1.5x[2 V]

Moment stabilizujący

$$M_{st} = 81.67 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Moment krytyczny

$$M_{dest} = -53.96 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Wytężenie dla obrotu

$$\left| \frac{M_{st}}{M_{dest}} \right| = 1.51 \geq 1.50$$

99.11 % (OK)

Weryfikacja osiadania $s = 0,0 \text{ mm} < S_{\text{max}} = 50,0 \text{ mm}$
0.06 % (OK)

Weryfikacja §6.6.2(16) normy PN-EN 1997-1

Bez odpływu SGU

Stosunek nośności do obciążenia pionowego $\frac{R_d}{V_d} = \frac{769,7 \text{ kN}}{90,7 \text{ kN}} = 8,48$
 6.6.2(16) normy PN-EN 1997-1

$$\frac{R_d}{V_d} \geq 2$$

Warunek spełniony

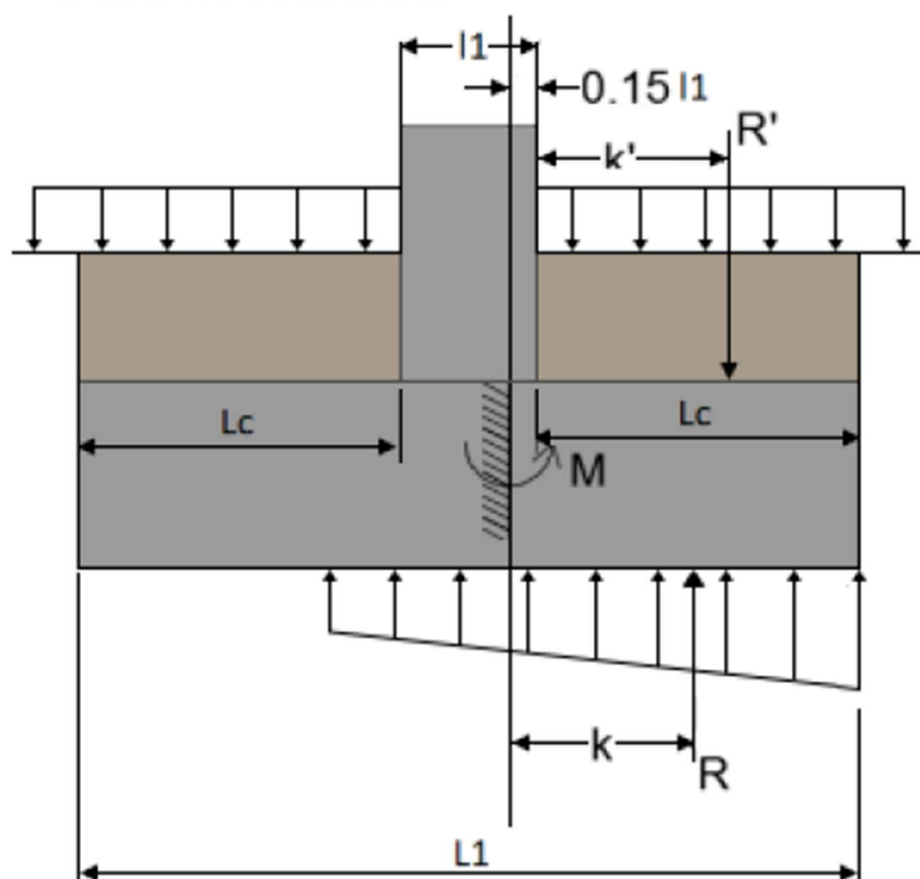
11 Zbrojenie podłużne

Obciążenie gruntem i obciążenia powierzchniowe nie są uwzględnione przy obliczaniu zbrojenia w fundamencie.

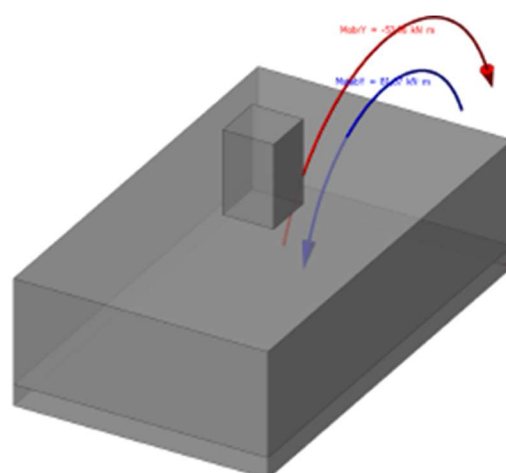
11.1 Obliczenia zbrojenia fundamentu

Momenty zginające używane do wyznaczenia zbrojenia podłużnego podstawy są obliczane w przekroju krytycznym, czyli $0,15 \cdot l_1$ wewnątrz podpieranego elementu, gdzie l_1 jest szerokością elementu podpieranego w bieżącym kierunku.

Obliczenia są wykonywane dwukrotnie, po lewej i po prawej stronie przekroju krytycznego. W tym rozdziale zostaną przeprowadzone szczegółowe obliczenia, dla której strony otrzymano maksymalny moment zginający (po lewej lub po prawej stronie).



- Obliczeniowy moment zginający w przekroju krytycznym, $M_{Ed} = M - M' = R \cdot k - R' \cdot k'$
- R jest wypadkową bryły naprężeń



10 Weryfikacja osiadania

Weryfikacja osiadania wykonana jest zgodnie z postanowieniami punktu 6.6.1 i załącznika F z normy EN 1997-1-1.

Kombinacja obciążenia 114: 1x[1 G]+0.2x[2 V]

Osiadanie graniczne $s_{max} = 50.0 \text{ mm}$

Charakterystyczne obciążenie pionowe $V = 90.7 \text{ kN}$

Nr.	Z_t	Z_b	h_i	M_i	σ_{bq}	σ_{lim}
	(m)	(m)	(m)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
1	0.00	-0.50	0.50	376.92	0.02	0.00
2	-0.50	-1.00	0.50	376.92	0.03	0.01

Nr.	Położenie	I_c	σ_p	σ_s	σ_i	Δs_i
			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)
1	Środek	0.97	0.04	0.02	0.01	0.0
	Dolna	0.85	0.03	0.02	0.01	
2	Środek	0.69	0.03	0.02	0.01	0.0
	Dolna	0.54	0.02	0.01	0.01	
Ogółem						0.0 mm

Napężenie w podstawie fundamentu $q_0 = \frac{V}{(0.87L) \times (0.87B)} = \frac{90.7}{2.00 \times 1.20} = 0.04 \text{ MPa}$

Osiadania każdej warstwy

$$\Delta s_i = h_i \times \frac{\sigma_{mi}}{M_i}$$

Napężenie w warstwie

$$\sigma_{mi} = \sigma_{np} - \sigma_{ms} \geq 0$$

$$\sigma_{np} = q_0 \cdot I_c$$

$$I_c = \frac{2}{\pi} \left[\frac{m \cdot n \cdot (1 + m^2 + 2n^2)}{(1 + n^2) \cdot (m^2 + n^2) \cdot \sqrt{m^2 + n^2} + 1} + \sin^{-1} \frac{m}{\sqrt{m^2 + n^2} \cdot \sqrt{1 + n^2}} \right]$$

$$m = \frac{L}{B} = 1.67$$

$$n = \frac{z}{0.5B}$$

Napężenie od gruntu istniejącego w wykopie przed jego wykonaniem

$$q_{os} = \sum (\gamma_i \cdot h_i)$$

$$\sigma_{ms} = q_{os} \cdot I_c$$

Całkowite osiadanie

$$s = \sum (\Delta s_i) = 0.0 \text{ mm}$$

Kombinacja obciążeń SGN	107: 1x[1 G]+1.5x[2 V]
Metoda wspornikowa.	
Rezultat krytyczny otrzymano w	Lewo
Długość wspornika	$L_c = 880.0 \text{ mm}$
Siła wypadkowa od ciężaru własnego fundamentu, ciężaru gruntu i obciążenia na powierzchni	$R' = q \cdot L_c \cdot L_2 = 0.01 \text{ MPa} \times 880.0 \text{ mm} \times 1200.0 \text{ mm} = 12.9 \text{ kN}$
Moment od ciężaru własnego fundamentu, ciężaru gruntu i obciążenia na powierzchni	$M' = -R' \cdot k' = -12.9 \text{ kN} \times 916.0 \text{ mm} = -11.86 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Długość przyłożenia parcia gruntu	$L' = \text{Min}(L_c - 2e; L_d)$ $L' = \text{Min}(2000.0 \text{ mm} - 2 \times -914.2 \text{ mm} ; 2000.0 \text{ mm}) = 171.5 \text{ mm}$
Odpór gruntu	$p = \frac{V_{Ed}}{L' \cdot L_2} = \frac{59.0 \text{ kN}}{171.5 \text{ mm} \times 1200.0 \text{ mm}} = 0.29 \text{ MPa}$ $R = V_{Ed} = 59.0 \text{ kN}$
Siła wypadkowa od gruntu	
Moment zginający od gruntu	$M = R \cdot k = 59.0 \text{ kN} \times 830.2 \text{ mm} = 49.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment wymiarujący	$M_{Ed} = M + M' = 49.01 \text{ kN} \cdot \text{m} + (-11.86 \text{ kN} \cdot \text{m})$ $M_{Ed} = 37.14 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment zredukowany	$\mu = \frac{ M_{Ed} }{L_2 \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$ $\mu = \frac{ 37.14 \text{ kN} \cdot \text{m} }{1200.0 \text{ mm} \times (425.0 \text{ mm})^2 \times 17.86 \text{ MPa}} = 9.60 \text{ ‰}$ $z = 0.5d \cdot (1 + \sqrt{1 - 2\mu})$ $z = 0.5 \times 425.0 \text{ mm} \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \times 9.60 \text{ ‰}}) = 423.0 \text{ mm}$
Zbrojenie teoretyczne	$A_{srd} = \frac{ M_{Ed} }{z \cdot f_{yd}} = \frac{ 37.14 \text{ kN} \cdot \text{m} }{423.0 \text{ mm} \times 434.78 \text{ MPa}} \geq A_{min} = 680.23 \text{ mm}^2 \rightarrow$ $\rightarrow A_{srd} = 680.23 \text{ mm}^2$
Minimalne zbrojenie	$A_{min} = 1.33 \text{ ‰} \cdot L_2 \cdot d = 1.33 \text{ ‰} \times 1200.0 \text{ mm} \times 425.0 \text{ mm}$ $A_{min} = 680.23 \text{ mm}^2$
Zbrojenie	$A_{srd} = 680.23 \text{ mm}^2$
Zbrojenie rzeczywiste	$A_{prov} = 904.80 \text{ mm}^2$ 8 × ø12 (Rozstaw = 150.0 mm)

Wzdłuż kierunku Y, strona górna

Kombinacja obciążeń SGN	108: 1.35x[1 G]+1.5x[2 V]
Metoda wspornikowa.	
Rezultat krytyczny otrzymano w	Lewo
Długość wspornika	$L_c = 880.0 \text{ mm}$
Sila wypadkowa od ciężaru własnego fundamentu, ciężaru gruntu i obciążenia na powierzchni	$R' = q \cdot L_c \cdot L_2 = 0.02 \text{ MPa} \times 880.0 \text{ mm} \times 1200.0 \text{ mm} = 17.5 \text{ kN}$
Moment od ciężaru własnego fundamentu, ciężaru gruntu i obciążenia na powierzchni	$M' = -R' \cdot k' = -17.5 \text{ kN} \times 916.0 \text{ mm} = -16.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Długość przyłożenia parcia gruntu	$L' = \text{Min}(L_d - 2e; L_i)$ $L' = \text{Min}(2000.0 \text{ mm} - 2 \times -677.2 \text{ mm} ; 2000.0 \text{ mm}) = 645.6 \text{ mm}$
Odpór gruntu	$p = \frac{V_{Ed}}{L' \cdot L_2} = \frac{79.7 \text{ kN}}{645.6 \text{ mm} \times 1200.0 \text{ mm}} = 0.10 \text{ MPa}$
Sila wypadkowa od gruntu	$R = V_{Ed} = 0.0 \text{ kN}$
Moment zginający od gruntu	$M = R \cdot k = 0.0 \text{ kN} \times 0.0 \text{ mm} = 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment wymiarujący	$M_{Ed} = M + M' = 0.00 \text{ kN} \cdot \text{m} + (-16.01 \text{ kN} \cdot \text{m})$ $M_{Ed} = -16.01 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Moment zredukowany	$\mu = \frac{ M_{Ed} }{L_2 \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$ $\mu = \frac{ -16.01 \text{ kN} \cdot \text{m} }{1200.0 \text{ mm} \times (460.0 \text{ mm})^2 \times 17.86 \text{ MPa}} = 3.53 \text{ ‰}$ $z = 0.5d \cdot (1 + \sqrt{1 - 2\mu})$ $z = 0.5 \times 460.0 \text{ mm} \cdot (1 + \sqrt{1 - 2 \times 3.53 \text{ ‰}}) = 459.2 \text{ mm}$
Zbrojenie teoretyczne	$A_{srd} = \frac{ M_{Ed} }{z \cdot f_{yd}} = \frac{ -16.01 \text{ kN} \cdot \text{m} }{459.2 \text{ mm} \times 434.78 \text{ MPa}} \geq A_{min} = 736.25 \text{ mm}^2 \rightarrow$ $\rightarrow A_{srd} = 736.25 \text{ mm}^2$
Minimalne zbrojenie	$A_{min} = 1.33 \text{ ‰} \cdot L_2 \cdot d = 1.33 \text{ ‰} \times 1200.0 \text{ mm} \times 460.0 \text{ mm}$ $A_{min} = 736.25 \text{ mm}^2$
Zbrojenie	$A_{srd} = 736.25 \text{ mm}^2$
Zbrojenie rzeczywiste	$A_{prov} = 904.80 \text{ mm}^2$ 8 × ø12 (Rozstaw = 150.0 mm)

• k jest ramieniem dźwigni dla R (między R a przekrojem krytycznym, w którym obliczany jest moment)

• R' jest wypadkową ciężaru własnego fundamentu, obciążenia gruntem i naziomu

• k' jest ramieniem dźwigni dla R' (między R' a przekrojem krytycznym, w którym obliczany jest moment)

Uwaga: Gdy rozkład naprężeń pod podstawą jest prostokątny, moment zginający (M) oblicza się jako $pl^2/2$, gdzie l jest długością wspornika (odległość między przekrojem krytycznym a krawędzią podstawy). W przeciwnym razie, dla rozkładu naprężeń innego niż prostokątny, moment zginający obliczany jest jako $R \cdot k$.

• Lc jest wspornikową długością fundamentu

• L1 to szerokość fundamentu wzdłuż bieżącego kierunku (X/Y)

• L2 to szerokość fundamentu prostopadła do bieżącego kierunku (X/Y)

Wzdłuż kierunku X, strona dolna

Kombinacja obciążeń SGN 106: 1.35x[1 G]

Metoda kratownicowa.

$$\delta = \frac{d}{2} - \sqrt{\frac{d^2}{4} - \frac{L_1 \cdot l_1}{16} + \frac{l_1^2}{16}} \geq 0$$

$$\delta = \frac{425.0 \text{ mm}}{2} - \sqrt{\frac{(425.0 \text{ mm})^2}{4} - \frac{1200.0 \text{ mm} \times 240.0 \text{ mm}}{16} + \frac{(240.0 \text{ mm})^2}{16}}$$

$$\delta = 37.1 \text{ mm}$$

Zbrojenie teoretyczne

$$A_{reqd} = \frac{2N_{Ed} \cdot \delta}{l_1 \cdot f_{yd}}$$

$$A_{reqd} = \frac{2 \times 79.7 \text{ kN} \times 37.1 \text{ mm}}{240.0 \text{ mm} \times 434.78 \text{ MPa}}$$

$$A_{reqd} \geq A_{min} = 1133.71 \text{ mm}^2 \rightarrow A_{reqd} = 1133.71 \text{ mm}^2$$

Minimalne zbrojenie

$$A_{min} = 1.33 \text{ ‰} \cdot L_2 \cdot d = 1.33 \text{ ‰} \times 2000.0 \text{ mm} \times 425.0 \text{ mm}$$

$$A_{min} = 1133.71 \text{ mm}^2$$

Zbrojenie

$$A_{reqd} = 1133.71 \text{ mm}^2$$

Zbrojenie rzeczywiste

$$A_{prov} = 1470.30 \text{ mm}^2 \quad 13 \times \phi 12 \text{ (Rozstaw} = 150.0 \text{ mm)}$$

Wzdłuż kierunku X, strona górna

Zbrojenie rzeczywiste $A_{prov} = 1470.30 \text{ mm}^2 \quad 13 \times \phi 12 \text{ (Rozstaw} = 150.0 \text{ mm)}$

Wzdłuż kierunku Y, strona dolna

Przyjęto:

- przekrój 120x50cm – beton kl. C30/37

- zbrojenie podłużne 4Φ12– stal kl. C (np. B500SP),
- zbrojenie główne dołem Φ12 co 15cm w obu kierunkach– stal kl. C (np. B500SP),
- strzemiona 2-cięte Φ6 co 25cm – stal kl. A (np. RB500),

POZ. 9. 0. ZADASZENIE NAD WEJŚCIEM

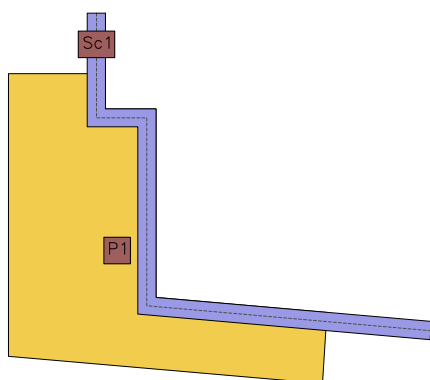
Projektuje się zadaszenie nad wejściem żelbetowe gr. 12cm, pokryte papą termozgrzewalną.

4 1. Dane konstrukcji

1.1. Dane płyt

Symbol	Grubość	Pole powierzchni	Poziom pł. środk.	Materiał
1	120mm	9,17m ²	0,00m	B25

1.2. Model konstrukcyjny



1.4. Grupy obciążeń

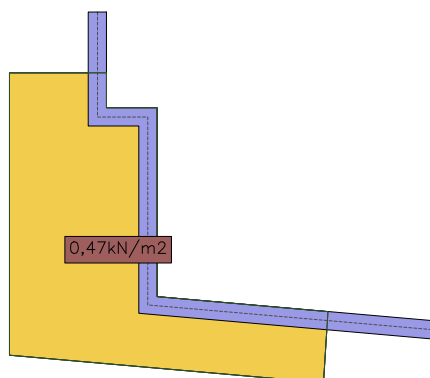
Symbol	Nazwa	Rodzaj	Znaczenie	γ_{f1}	γ_{f2}	Ψ_d
c.w.	ciężar własny	stałe		1,1	1,0	1,0
A	Stałe	stałe		1,35	1,0	1,0
B	Obc. śniegiem	zmienne	1	1,5		1,0

1.5. Lista obciążeń

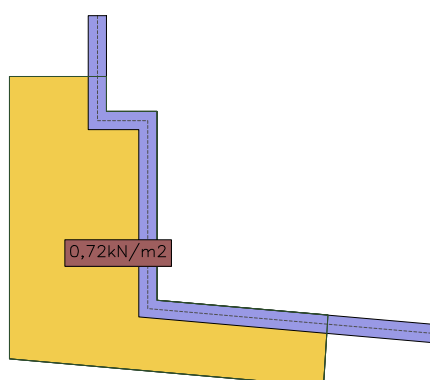
Lp.	Grupa	Rodzaj	γ_{f1}	γ_{f2}	Wartość obc.	Współrzędne
1	A	cała płyta	1,35	1,0	0,47kN/m ²	płyta 1
2	B	cała płyta	1,5	1,0	0,72kN/m ²	płyta 1

1.6. Schematy obciążeń dla poszczególnych grup

Grupa A



Grupa B

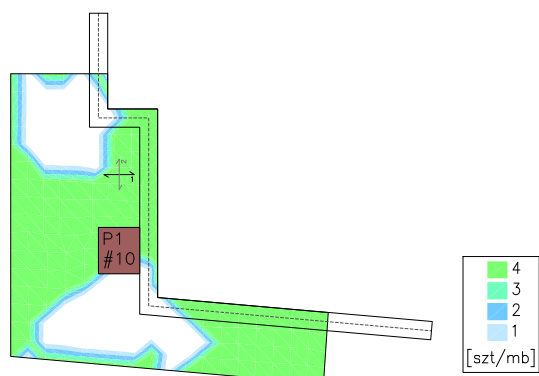


5 2. Wymiarowanie (wg PN-B-03264:2002)

2.1. Zbrojenie obliczone w płytach

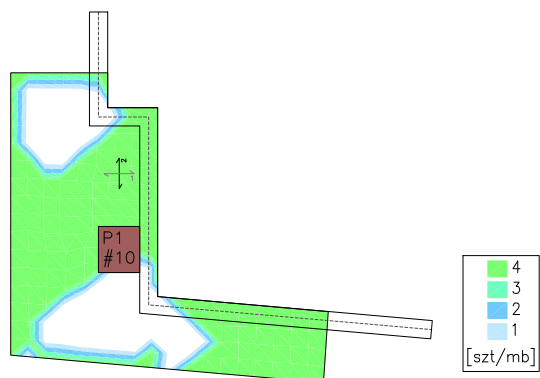
Zbrojenie dolne - kierunek 1 [szt/mb]

Skala rys. 1:100



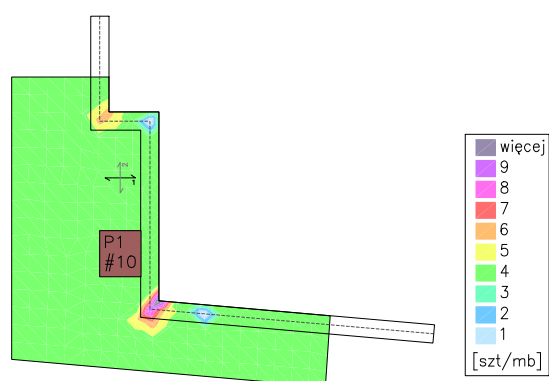
Zbrojenie dolne - kierunek 2 [szt/mb]

Skala rys. 1:100



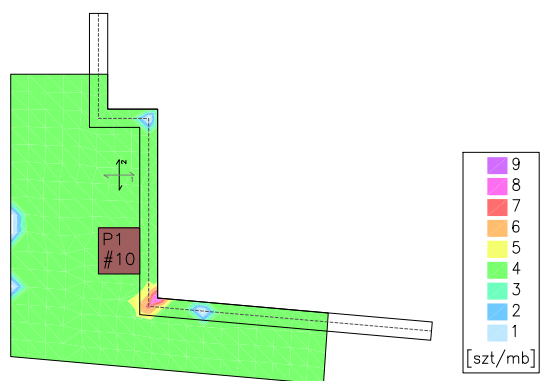
Zbrojenie górne - kierunek 1 [szt/mb]

Skala rys. 1:100



Zbrojenie górne - kierunek 2 [szt/mb]

Skala rys. 1:100



2.2. Zbrojenie zadane w płytach

Zbrojenie dolne

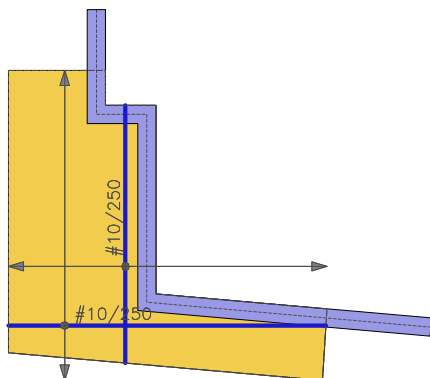
Symbol	Stal	Pręty na kier.1	Pręty na kier.2	Otulina	Kąt	Pole pow.
1	A-IIIIN	#10/250	#10/250	20mm	0,00°	9,17m ²

Zbrojenie górne

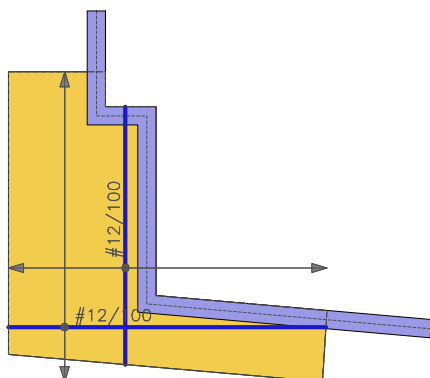
Symbol	Stal	Pręty na kier.1	Pręty na kier.2	Otulina	Kąt	Pole pow.
2	A-IIIIN	#12/100	#12/100	20mm	0,00°	9,17m ²

2.3. Schemat rozmieszczenia zbrojenia zadanego w płytach

Zbrojenie dolne



Zbrojenie górne



Przyjęto:

- grubość 12cm – beton kl. C30/37

- zbrojenie dolne $\Phi 12$ co 25 cm w obu kierunkach– stal kl. C (np. B500SP),
- zbrojenie górne $\Phi 12$ co 10cm w obu kierunkach– stal kl. C (np. B500SP),

POZ. 10.0. PODKONSTRUKCJA POD CENTRALE WENTYLACYJNE

Projektuje się podkonstrukcja stalowa z profilu głównego HEA140 (stal S235) oraz belek RK80x80x4. Belki skręcane do profilu głównego śrubą M12, kl.5,8. Belki główne osadzić i betonować razem z wieńcem. Szczegóły w części rysunkowej.

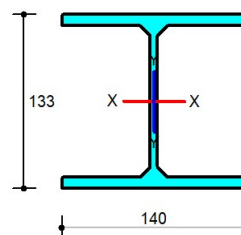
Pręt nr 0 - Element stalowy [PN-90/B-03200]

Informacje o elemencie

Nazwa/Opis: element nr 0 (belka) - Brak opisu elementu.

Węzły: 0 (x=5.800m, y=5.800m); 1 (x=11.560m, y=5.800m)

Profil: Profil nr 1 (St3S)



Wyniki dla elementu

Całkowite wyężenie elementu: 40%

Naprężenia: 20 %

Stateczność lokalna: 0 %

Rozciąganie: 0 %

Ściskanie: 0 %

Zginanie: 28 %

Zginanie ze ściskaniem: 0 %

Zginanie ze ścinaniem: 20 %

Ścinanie: 3 %

Środek pod obciążeniem skupionym: 7 %

Środek w złożonym stanie naprężenia: 0 %

Smukłość: 0 %

Ugięcia: 40 %

Wyniki w punktach charakterystycznych

Nr	Rzędna	Obwiedni a	Warunek	Wyężenie
0	0.000	min Mx	Środek pod obciążeniem skupionym	1.2 %
1	0.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
2	0.000	min Ty	Środek pod obciążeniem skupionym	1.2 %
3	0.000	max N	Środek pod obciążeniem skupionym	1.2 %
4	0.000	max Ty	Środek pod obciążeniem skupionym	4.5 %
5	0.000	min N	Środek pod obciążeniem skupionym	4.5 %
6	0.000	max Mx	Środek pod obciążeniem skupionym	4.5 %
7	0.250	min Mx	Zginanie	3.2 %
8	0.250	ext U	Ugięcia	27.7 %
9	0.250	min Ty	Zginanie	3.2 %
10	0.250	max N	Zginanie	3.2 %
11	0.250	max Ty	Zginanie	15.1 %
12	0.250	min N	Zginanie	15.1 %
13	0.250	max Mx	Zginanie	15.1 %

14	0.500	min Mx	Zginanie	4.2 %
15	0.500	ext U	Ugięcia	39.9 %
16	0.500	min Ty	Zginanie	4.2 %
17	0.500	max N	Zginanie	4.2 %
18	0.500	max Ty	Zginanie	28.2 %
19	0.500	min N	Zginanie	28.2 %
20	0.500	max Mx	Zginanie	28.2 %
21	0.500	min Mx	Zginanie	4.2 %
22	0.500	ext U	Ugięcia	39.9 %
23	0.500	min Ty	Zginanie	28.2 %
24	0.500	max N	Zginanie	28.2 %
25	0.500	max Ty	Zginanie	4.2 %
26	0.500	min N	Zginanie	4.2 %
27	0.500	max Mx	Zginanie	28.2 %
28	0.750	min Mx	Zginanie	3.2 %
29	0.750	ext U	Ugięcia	27.7 %
30	0.750	min Ty	Zginanie	15.1 %
31	0.750	max N	Zginanie	15.1 %
32	0.750	max Ty	Zginanie	3.2 %
33	0.750	min N	Zginanie	3.2 %
34	0.750	max Mx	Zginanie	15.1 %
35	1.000	min Mx	Środek pod obciążeniem skupionym	1.2 %
36	1.000	ext U	Ugięcia	0.0 %
37	1.000	min Ty	Środek pod obciążeniem skupionym	4.5 %
38	1.000	max N	Środek pod obciążeniem skupionym	4.5 %
39	1.000	max Ty	Środek pod obciążeniem skupionym	1.2 %
40	1.000	min N	Środek pod obciążeniem skupionym	1.2 %
41	1.000	max Mx	Środek pod obciążeniem skupionym	4.5 %

Wyniki szczegółowe

Naprężenia (19.9 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=2.88m$; Kombinacja: $\max Mx (+0,+1,+2,)$

Warunek nośności (4.1.2, Tablica 5):

$$\sigma_{et} = \left| \frac{\bar{\sigma}}{\psi_{ot}} + \Delta\sigma \right| = \left| \frac{0.0}{1.000} + 42.9 \right| = |42.9\text{MPa}| < 215.0\text{MPa} = f_d$$

$$\tau_{e,y} = \left| \frac{\tau_y}{\psi_{ov,y}} \right| = \left| \frac{-3.1}{1.000} \right| = |-3.1\text{MPa}| < 124.7\text{MPa} = 0.58 \cdot f_d$$

$$\tau_{e,x} = \left| \frac{\tau_x}{\psi_{ov,x}} \right| = \left| \frac{-0.0}{1.000} \right| = |-0.0\text{MPa}| < 124.7\text{MPa} = 0.58 \cdot f_d$$

$$\sqrt{\sigma_e^2 + 3\tau_e^2} = \sqrt{42.9^2 + 3 \cdot 0.0^2} = 42.9\text{MPa} < 215.0\text{MPa} = f_d$$

Długość wyboczeniowa

Współczynniki długości wyboczeniowej przyjęto na podstawie załącznika Z1:

– w pł. układu: $\kappa_1 = 1.000$ $\kappa_2 = 1.000$ $\kappa_v = 0.000 \rightarrow \mu_x = 1.000$ oraz $l_{o,x} = 5.8m$

– w pł. układu: $\kappa_1 = 1.000$ $\kappa_2 = 1.000$ $\kappa_v = 0.000 \rightarrow \mu_y = 1.000$ oraz $l_{o,y} = 5.8m$

Wyboczenie skrętne: $\mu_\omega = 1.000$ oraz $l_{o,\omega} = 5.8m$

Siły krytyczne

$$N_{cr,x} = \frac{\pi^2 E I_x}{(\mu_x l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 205000.0\text{MPa} \cdot 1033.1\text{cm}^4}{(1.000 \cdot 5.8m)^2} = 630.0\text{kN}$$

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(\mu_y l)^2} = \frac{\pi^2 \cdot 205000.0 \text{ MPa} \cdot 389.3 \text{ cm}^4}{(1.000 \cdot 5.8 \text{ m})^2} = 237.4 \text{ kN}$$

$$N_{cr,z} = \frac{1}{i_s^2} \left[\frac{\pi^2 E I_{\omega}}{(\mu_{\omega} l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,z} = \frac{1}{6.7^2} \left[\frac{\pi^2 205000.0 \text{ MPa} \cdot 15063.7 \text{ cm}^6}{(1.000 \cdot 5.8 \text{ m})^2} + 78846.2 \text{ MPa} \cdot 7.7 \text{ cm}^4 \right] = 1551.8 \text{ kN}$$

$$N_{cr,yz} = \frac{(N_y + N_z) - \sqrt{(N_y + N_z)^2 - 4 N_y N_z (1 - \mu_y^2 / i_s^2)}}{2(1 - \mu_y^2 / i_s^2)} = \frac{(N_y + N_z) - \sqrt{R}}{2(1 - \mu_y^2 / i_s^2)}$$

$$R = (237.4 + 1551.8)^2 - 4 \cdot 237.4 \cdot 1551.8 (1 - 1.000 \cdot 0.0^2 / 6.729^2) = 1727603.4 \text{ kN}$$

$$N_{cr,yz} = \frac{(237.4 + 1551.8) - \sqrt{1727603.4}}{2(1 - 1.000 \cdot 0.0^2 / 6.729^2)} = 237.4 \text{ kN}$$

Moment krytyczny

Moment krytyczny został wyliczony zgodnie z zał. 1 do PN-90/B-03200 (Z1-9).

Wsp. długości wyboczeniowej: $\mu_{y,Mcr} = 1.00$, $\mu_{\omega,Mcr} = 1.00$ (tylko do obliczeń M_{cr})

Współczynniki ze względu na podparcie i obciążenie: $A_1 = 0.61$, $A_2 = 0.53$, $B = 1.14$

Współrzędna przyłożonego obciążenia względem środka ciężkości: $a_0 = 6.65 \text{ cm}$

Współrzędna środka ścinania: $y_s = 0.00 \text{ cm}$

$$b_y = y_s - 0.5 r_x = 0.00 + 0.5 \cdot 0.00 = 0.00 \text{ cm}$$

$$A_0 = A_1 b_y + A_2 (y_s - a_0) = 0.61 \cdot 0.00 + 0.53 \cdot (0.00 - 6.65) = -3.525$$

$$N_{cr,y} = \pi^2 E I_y / (\mu_{y,Mcr} L)^2 = \pi^2 20500.0 \cdot 389.3 / (1.00 \cdot 576.0)^2 = 237.42 \text{ kN}$$

$$N_{cr,x} = \frac{1}{i_s^2} \left[\frac{\pi^2 E I_{\omega}}{(\mu_{\omega,Mcr} l)^2} + G J_T \right]$$

$$N_{cr,x} = \frac{1}{6.73^2} \left[\frac{\pi^2 20500.0 \cdot 15063.7}{(1.00 \cdot 576.0)^2} + 7884.6 \cdot 7.7 \right] = 1551.80 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = A_0 N_{cr,y} \sqrt{\left((A_0 N_{cr,y})^2 + B^2 i_s^2 N_{cr,y} N_{cr,x} \right)}$$

$$M_{cr} = 1e - 2 \cdot -3.525 \cdot 237.42 \sqrt{((-3.525 \cdot 237.42)^2 + 1.14^2 6.73^2 237.42 \cdot 1551.80)} = 38.94 \text{ kNm}$$

Ścinanie (3.3 %)

Przekrój: $x/L=1.000$, $L=5.76 \text{ m}$; Kombinacja: max $M_x (+0, +1, +2,)$

$$\text{Przekrój czynny przy ścinaniu: } A_{v,y} = 6.4 \text{ cm}^2 \quad A_{v,x} = 22.9 \text{ cm}^2$$

Warunek nośności przy ścinaniu:

$$V_{R,y} = 0.58 A_{v,y} f_d = 0.58 \cdot 6.4 \cdot 215.0 = 79.6 \text{ kN} > 2.7 \text{ kN}$$

$$V_{R,x} = 0.58 A_{v,x} f_d = 0.58 \cdot 22.9 \cdot 215.0 = 285.1 \text{ kN} > 0.0 \text{ kN}$$

Zginanie (28.2 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=2.88 \text{ m}$; Kombinacja: max $M_x (+0, +1, +2,)$

Nośność obliczeniowa przekroju:

$$M_{R,x} = \alpha_p W_x f_d = 1.0 \cdot 155.4 \text{ cm}^3 \cdot 215.0 \text{ MPa} = 33.4 \text{ kNm}$$

$$M_{R,y} = \alpha_p W_y f_d = 1.0 \cdot 55.6 \text{ cm}^3 \cdot 215.0 \text{ MPa} = 12.0 \text{ kNm}$$

$$\text{Wsp. zwiczenia: } \lambda_L = \min \left[1.15 \sqrt{\frac{M_R}{M_{cr}}}, 3.0 \right] = \min \left[1.15 \sqrt{\frac{33.4}{38.94}}, 3.0 \right] = 1.065 \rightarrow \text{Tab. 11} \rightarrow \phi_L(\lambda_L) = 0.708$$

Nośność elementu zginanego lub zginanego i rozciąganego (4.5.6):

$$\frac{N_t}{N_{Rt}} + \frac{M_x}{\phi_L M_{Rx}} + \frac{M_y}{M_{Ry}} = \frac{0.0}{675.4} + \frac{6.7}{0.708 \cdot 33.4} + \frac{0.0}{12.0} = 0.28 < 1.0$$

Środek pod obciążeniem skupionym (6.6 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=2.88 \text{ m}$; Kombinacja: max $M_x (+0, +1, +2,)$

$$k_c = \min \left[\frac{c_0}{t_w}, \left(15 + 25 \frac{c_0}{h_w} \right) \sqrt{\frac{t_f}{t_w} \frac{215}{f_d}} \right] = \min \left[\frac{50.0}{5.5}, \left(15 + 25 \frac{50.0}{116.0} \right) \sqrt{\frac{8.5}{5.5} \frac{215}{215.0}} \right] = 9.091$$

$$k_c \leq 20 \sqrt{\frac{215}{f_d}} = 20.000 \text{ (siła może zmienić położenie)}$$

Grubość środka: $t_w = 5.5 \text{ mm}$

Nośność obliczeniowa środka:

$$P_{Rc} = k_c t_w^2 f_d = 9.091 \cdot (5.5 \text{ mm})^2 \cdot 215.0 \text{ MPa} = 59.1 \text{ kN} > 3.9 \text{ kN}$$

Ugięcia (39.9 %)

Przekrój: $x/L=0.500$, $L=2.88m$; Kombinacja: ext U (0,1,2,)

Przemieszczenie w kierunku Y-Y (płaszczyzna układu): $u_y = |6.6|mm < 16.5mm = u_{y,lim}$.

Przem. w kierunku X-X (prostopadle do pł. układu): $u_x = |0.0|mm < 16.5mm = u_{x,lim}$.