

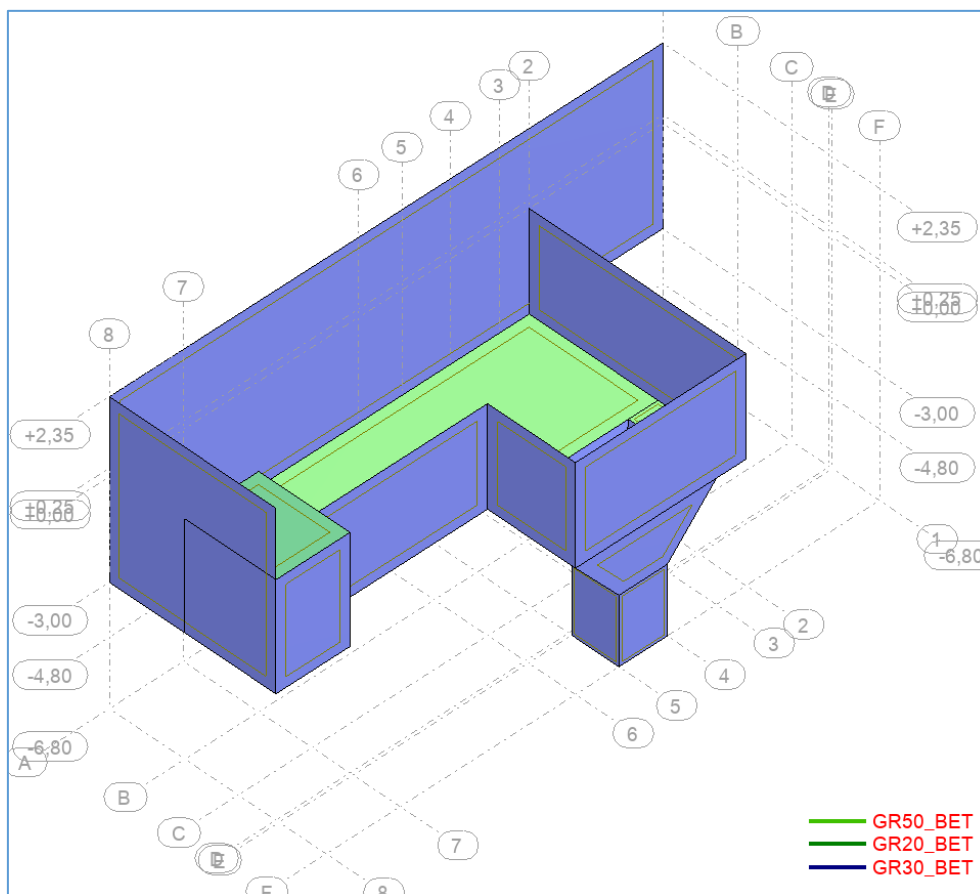
OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE KONSTRUKCJI ŻELBETOWEJ DLA OBIEKTÓW NR 17, 20, 27, 28, 29, 30, 31 W RAMACH ROZBUDOWY OCZYSZCZALNI W SULECHOWIE NA DZIAŁKACH NR 117/10, 117/11

A) OBIEKT NR 17 – WUKO

1 Model obliczeniowy konstrukcji

Model obliczeniowy konstrukcji stanowiska WUKO został stworzony w programie Autodesk Robot. Do obliczeń przyjęto posadowienie obiektu na podsypce z pospółki zagęszczonej $I_s=0,97$. Warstwę podsypki wykonano na gruncie rodzimym warstwy IIIB – głównie piasek średni. Przyjęto obsybkę gruntem rodzimym układanym warstwami w postaci warstwy IIIB – piasek średni.

Widok model obliczeniowego:



2 Zestawienie obciążeń

- Obciążenie naziomu:

Przyjęto obciążenie naziomu równe $10,00 \text{ kN/m}^2$

- Obciążenie parciem gruntu:

Współczynnik parcia gruntu

- parcie czynne

$$K_{agh} = K_{aph} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = 0,288$$

- parcie spoczynkowe

$$K_{ogh} = K_{oph} = 1 - \sin \varphi = 0,45$$

Zwiększone parcie czynne (parcie pośrednie e'a)

$$K'_{agh} = K'_{pph} = \mu K_{agh} + (1 - \mu) K_{ogh} = 0,385$$

Parcie gruntu od jego ciężaru własnego

- Na poziomie terenu

$$e'_{agh} = K'_{agh} \gamma z = 0,385 * \frac{18,50 \text{ kN}}{\text{m}^3} * 0 \text{ m} = 0 \text{ kN/m}^2$$

- Na dnie komory

$$e'_{agh1} = K'_{agh} \gamma z = 0,385 * \frac{18,50 \text{ kN}}{\text{m}^3} * 3,00 \text{ m} = 21,37 \text{ kN/m}^2$$

$$e'_{agh2} = K'_{agh} \gamma z = 0,385 * \frac{18,50 \text{ kN}}{\text{m}^3} * 6,80 \text{ m} = 48,43 \text{ kN/m}^2$$

Parcie gruntu od obciążenia naziomu

$$e'_{aph} = K'_{aph} q = 0,385 * 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}} = 3,85 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie płyty fundamentowej

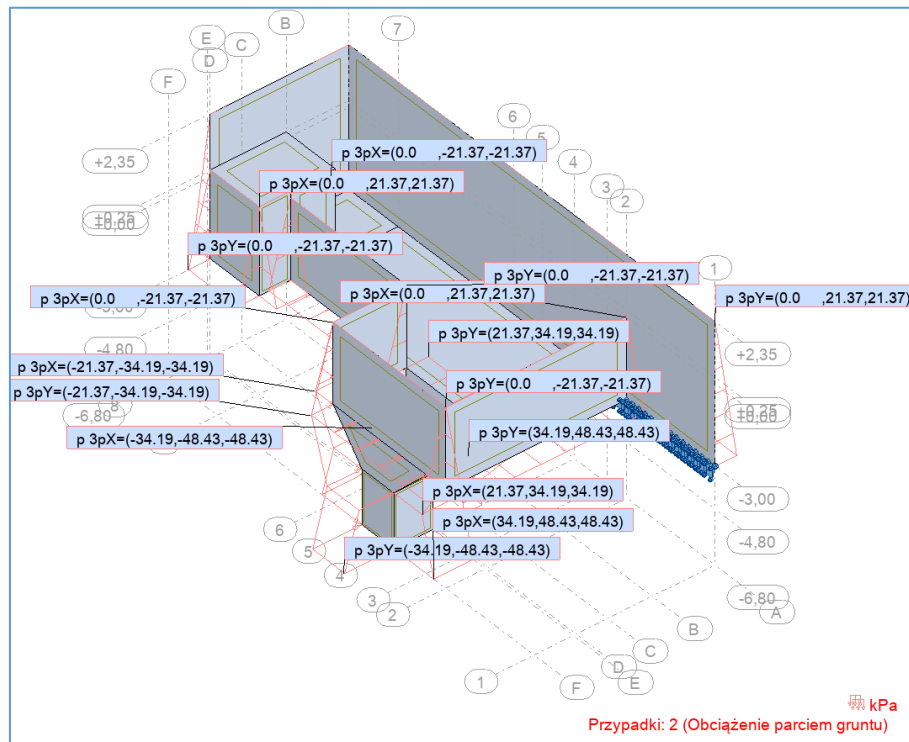
Przyjęto obciążenie 5 kN/m²

3 Obciążenia w modelu

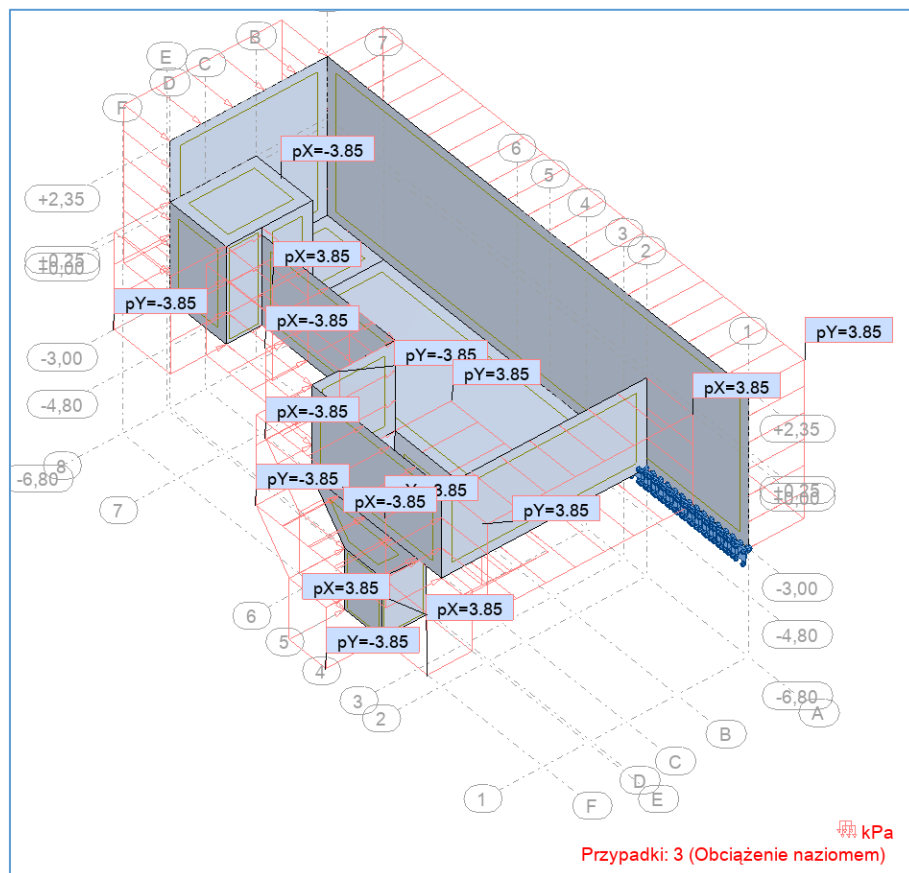
- Obciążenie ciężarem własnym

Obciążenie ciężarem własnym zostało automatycznie uwzględnione w modelu obliczeniowym.

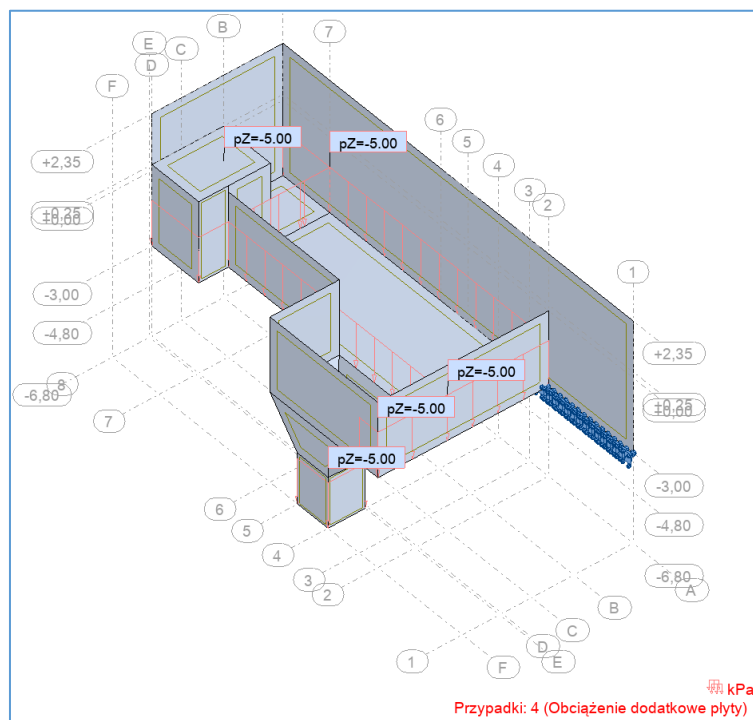
- Obciążenie parciem gruntu



- Obciążenie naziemem



- Obciążenie dodatkowe płyty

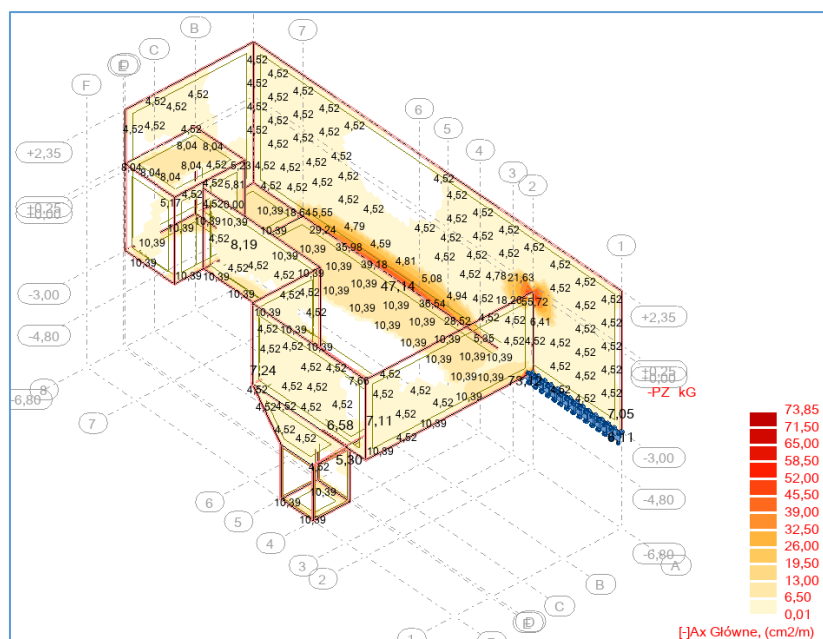


4 Kombinacje obciążeń

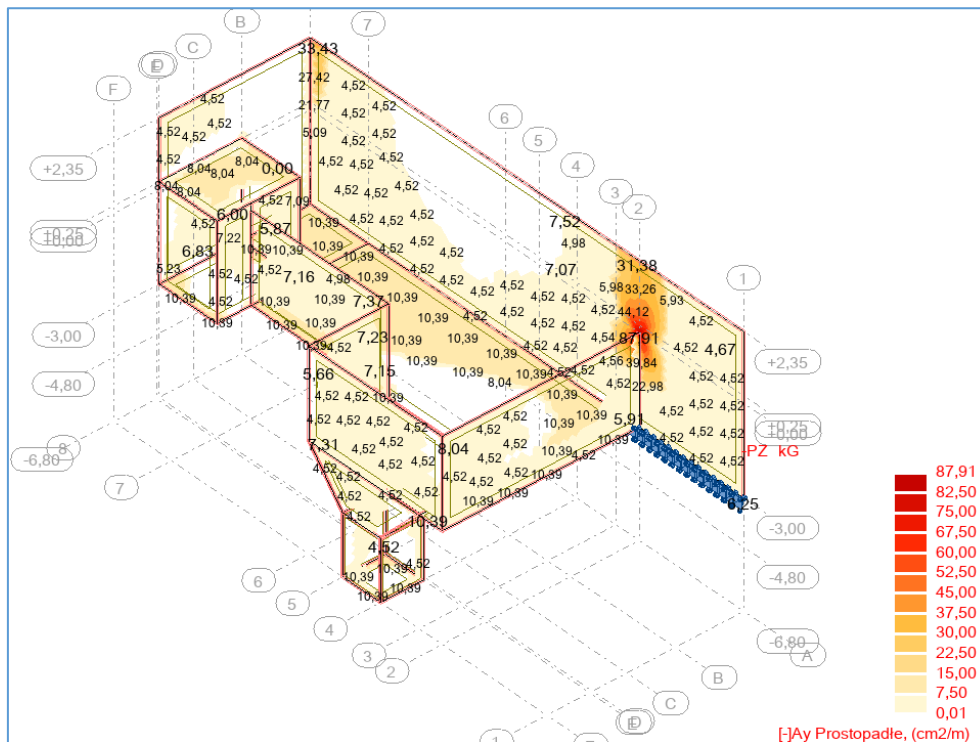
Kombinacja	Nazwa	Typ analizy	Typ kombin	Natura przypadku	Definicja
5 (K)	KOMB1	Kombinacja linio	SGN	Konstrukcyjne	$(1+2)*1.35+3*1.50$
6 (K)	KOMB2	Kombinacja linio	SGN	Konstrukcyjne	$(1+2+4)*1.35+3*1.50$
7 (K)	KOMB3	Kombinacja linio	SGU:Q	Konstrukcyjne	$(1+2+3)*1.00$
8 (K)	KOMB4	Kombinacja linio	SGU:Q	Konstrukcyjne	$(1+2+3+4)*1.00$

5 Mapy wymaganych powierzchni zbrojenia

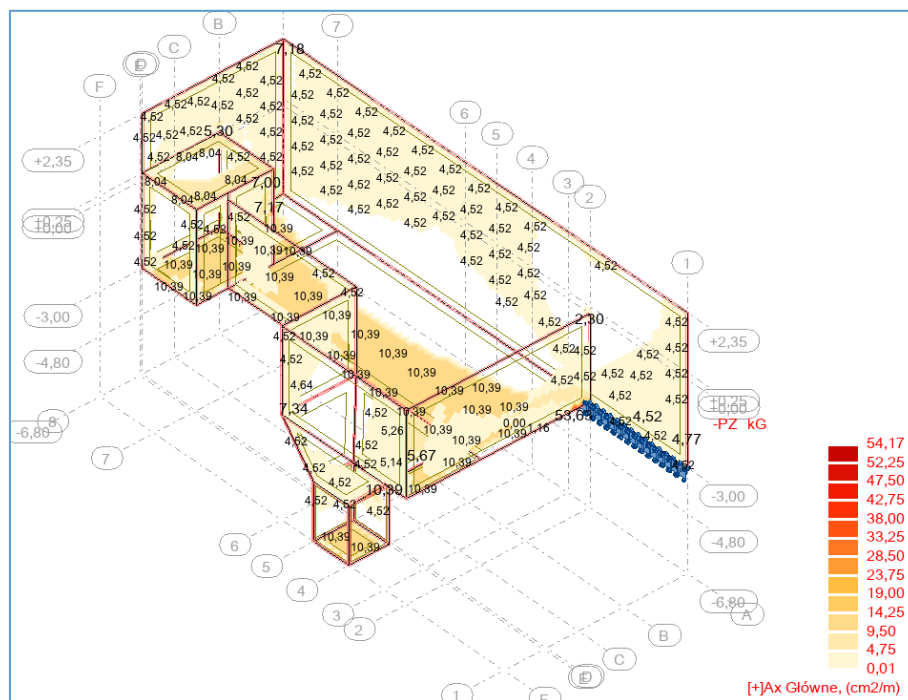
- Zbrojenie dolne płyty x-x i ściany pionowe zewnętrzne



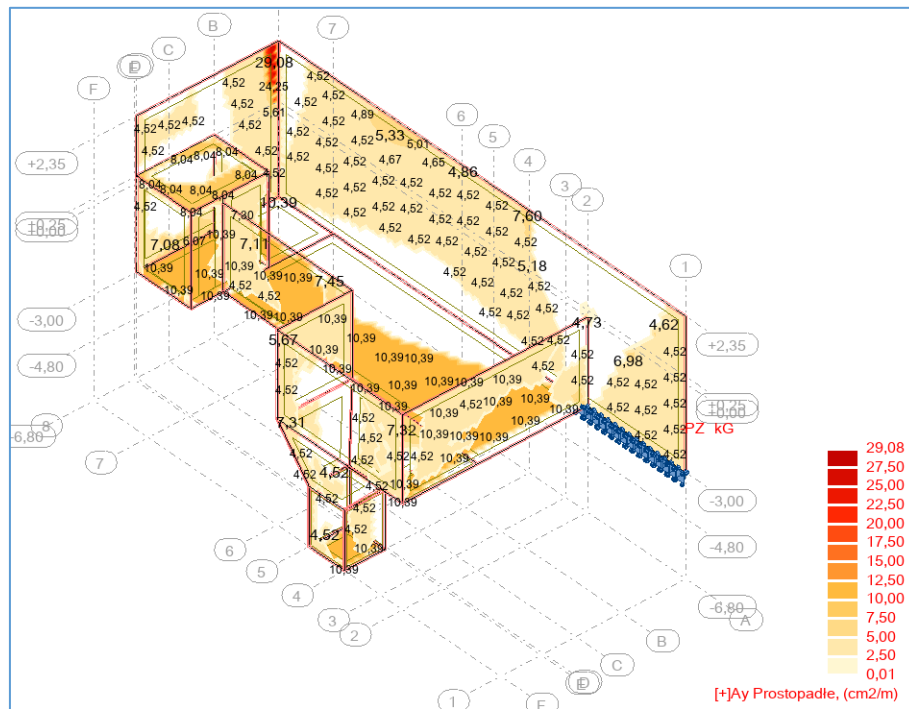
- Zbrojenie dolne płyty y-y i ściany poziome zewnętrzne



- Zbrojenie górne płyty x-x i ściany pionowe wewnętrzne



- Zbrojenie górne płyty y-y i ściany poziome wewnętrzne



B) OBIEKT NR 18/19 – ZBIORNIK RETENCYJNY / PRZEPOMPOWNIA

1 Model obliczeniowy konstrukcji

Model obliczeniowy konstrukcji zbiornika retencyjnego z przepompownią został stworzony w programie Autodesk Robot Structural Analysis Professional. Do obliczeń przyjęto posadowienie obiektu na podsypce z pospółki zagęszczonej do $I_s=0.98$. Warstwę podsypki wykonano na gruncie rodzimym warstwy IIIB – piaski średnie zgodnie z otworem nr 8. Przyjęto obsypkę gruntem rodzimym układanym warstwami w postaci warstwy IIIB – piasek średni.

Dodatkowo bezpośrednio pod płytą należy wykonać warstwę ślizgową z dwóch warstw folii budowlanej grubej zapobiegającej powstawaniu dużych, niekorzystnych naprężeń wywołanych skurczem oraz innymi zjawiskami reologicznymi betonu.

Wykonanie zbiornika należy etapować, nie dopuścić do możliwości skrępowania elementów co mogłoby doprowadzić do zarysowania i przekroczenia dopuszczalnych szerokości rozwarcia rys.

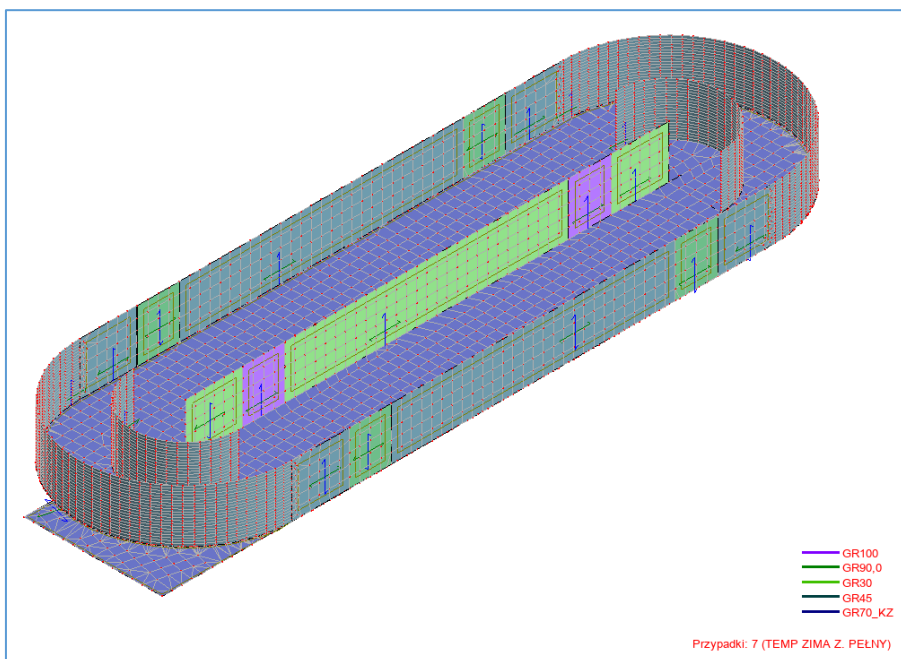
Wszystkie przerwy robocze, styki elementów np. ściana-płyta, uszczelniać za pomocą odpowiednich taśm, blach bentonitowych oraz innych systemowych rozwiązań uszczelniających, zgodnie z wytycznymi producenta.

Obliczenia wykonano na podstawie modelu globalnego oraz elementów wydzielonych w celu uproszczenia i przejrzystości całości obliczeń.

Założenia obliczeniowe:

- stal zbrojeniowa: A-IIIN (B500SP)
- beton: C35/45 W10 F150
- klasa ekspozycji: XA3 – środowisko agresywne chemicznie
- Otułna zbrojenia: 5cm

Widok modelu obliczeniowego:



2 Zestawienie obciążeń

- Obciążenie parciem ścieków:
 - W punkcie najwyższym

$$g_{w,0} = \frac{10,80kN}{m^3} * 0m = 0kN/m^2$$

- na dnie komory

$$g_{w,4.70} = \frac{10,80kN}{m^3} * 4,70m = 50,76kN/m^2$$

- Obciążenie naziomu:

Przyjęto obciążenie naziomu równe: $10,0kN/m^2$

- Obciążenie parciem gruntu:

Współczynnik parcia gruntu

- parcie czynne

$$K_{agh} = K_{aph} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = 0,288$$

- parcie spoczynkowe

$$K_{ogh} = K_{oph} = 1 - \sin \varphi = 0,447$$

Zwiększone parcie czynne (parcie pośrednie e'_a)

$$K'_{agh} = K'_{pph} = \mu K_{agh} + (1 - \mu) K_{ogh} = 0,367$$

Parcie gruntu od jego ciężaru własnego

- W poziomym terenie

$$e'_{agh} = K'_{agh} \gamma z = 0,367 * \frac{18,5kN}{m^3} * 0m = 0kN/m^2$$

- na dnie komory

$$e'_{agh} = K'_{agh} \gamma z = 0,367 * \frac{18,5kN}{m^3} * 4,10m = 27,84kN/m^2$$

Parcie gruntu od obciążenia naziomu

$$e'_{aph} = K'_{aph} q = 0,367 * 10 \frac{kN}{m} = 3,67kN/m^2$$

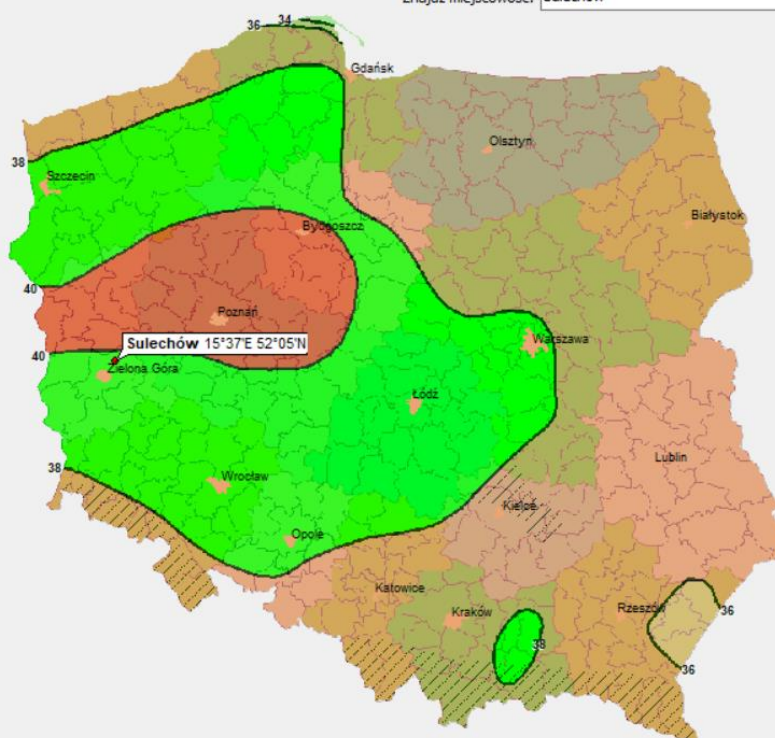
- obciążenie termiczne:

dan podstawowe:

- Temperatura montażowa zbiornika : $T_0 = 8^\circ C$
- Temperatura cieczy (ścieków): $T_c = 20^\circ C$
- Temperatura powietrza atmosf. w lecie: $T_L = 40^\circ C$
- Temperatura powietrza atmosf. w zimie: $T_Z = -28^\circ C$

Orientacyjna mapa rozkładu temperatury Tmax wg PN-EN 1991-1-5/NA

Znajdź miejscowość: Sulechów



○ Kombinacja K1 – lato, zbiornik pusty, nieobsypany

- Temperatura na zewnątrz zbiornika:

$$T_{zew} = 40^{\circ}C$$

- Temperatura w zbiorniku:

$$T_{wew} = 40^{\circ}C$$

- Różnica temperatur:

$$\Delta T = 40 - 40 = 0^{\circ}C$$

- Temperatura do równomiernego ogrzania:

$$T_{r,ogr} = \frac{T_{zew} + T_{wew}}{2} - T_0 = \frac{40 + 40}{2} - 8 = 32^{\circ}C$$

○ Kombinacja K2 – zima, zbiornik pusty, nieobsypany

- Temperatura na zewnątrz zbiornika:

$$T_{zew} = -28^{\circ}C$$

- Temperatura w zbiorniku:

$$T_{wew} = -28^{\circ}C$$

- Różnica temperatur:

$$\Delta T = -28 - (-28) = 0^{\circ}C$$

- Temperatura do równomiernego ochłodzenia:

$$T_{r,ochl} = \frac{T_{zew} + T_{wew}}{2} - T_0 = \frac{-28 + (-28)}{2} - 8 = -36^{\circ}C$$

○ Kombinacja K3 – lato, zbiornik pełny, obsypany

- Temperatura na zewnątrz zbiornika:

$$T_{zew} = 40^{\circ}C$$

- Temperatura w zbiorniku (temperatura cieczy):

$$T_{wew} = 20^{\circ}C$$

- Różnica temperatur:

$$\Delta T = T_{zew} - T_{wew} = 40 - 20 = 20^{\circ}C$$

- Temperatura do równomiernego ogrzania:

$$T_{r,ogr} = \frac{T_{zew} + T_{wew}}{2} - T_0 = \frac{40 + 20}{2} - 8 = 22^{\circ}C$$

- Kombinacja K4 – zima, zbiornik pełny, obsypany

- Temperatura na zewnątrz zbiornika:

$$T_{zew} = -28^{\circ}C$$

- Temperatura w zbiorniku (temperatura cieczy):

$$T_{wew} = 20^{\circ}C$$

- Różnica temperatur:

$$\Delta T = T_{zew} - T_{wew} = -28 - 20 = -48^{\circ}C$$

- Temperatura do równomiernego ochłodzenia:

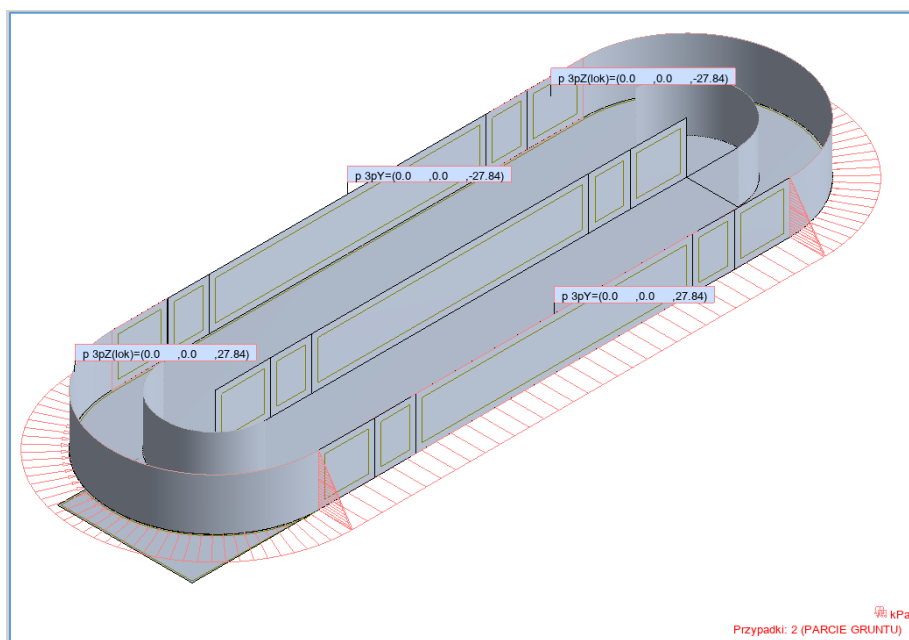
$$T_{r,ochł} = \frac{T_{zew} + T_{wew}}{2} - T_0 = \frac{-28 + 20}{2} - 8 = -12^{\circ}C$$

3 Obciążenia w modelu

- obciążenie ciężarem własnym (1. STA1)

Obciążenie ciężarem własnym zostało automatycznie uwzględnione w modelu obliczeniowym.

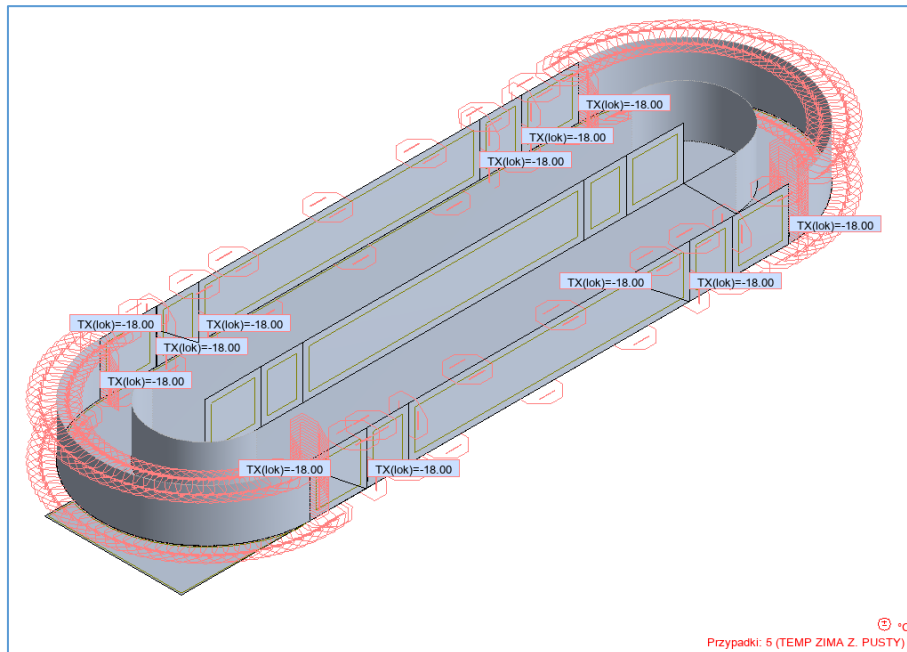
- obciążenie parciem gruntu (2. PARCIE GRUNTU)



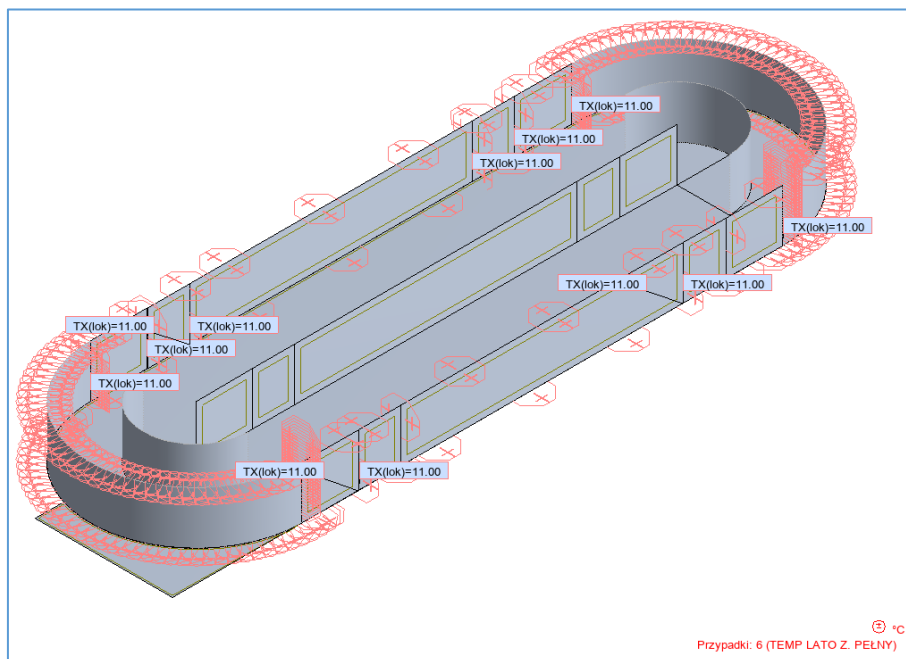
-
- 3D model of a curved wall structure with various pressure points labeled with coordinates (p 3pY=(0.0, 0.0, -3.67) and p 3pY=(0.0, 0.0, 3.67)).

-

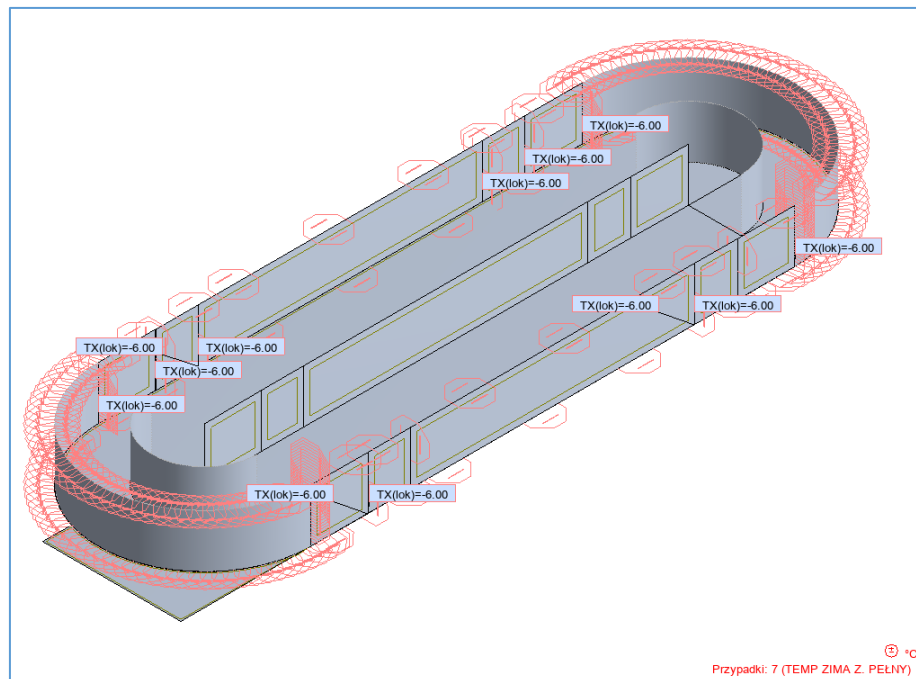
- obciążenie termiczne – temp. zimą zbiornik pusty, nieobsypany (4. TEMP ZIMA Z. PUSTY)



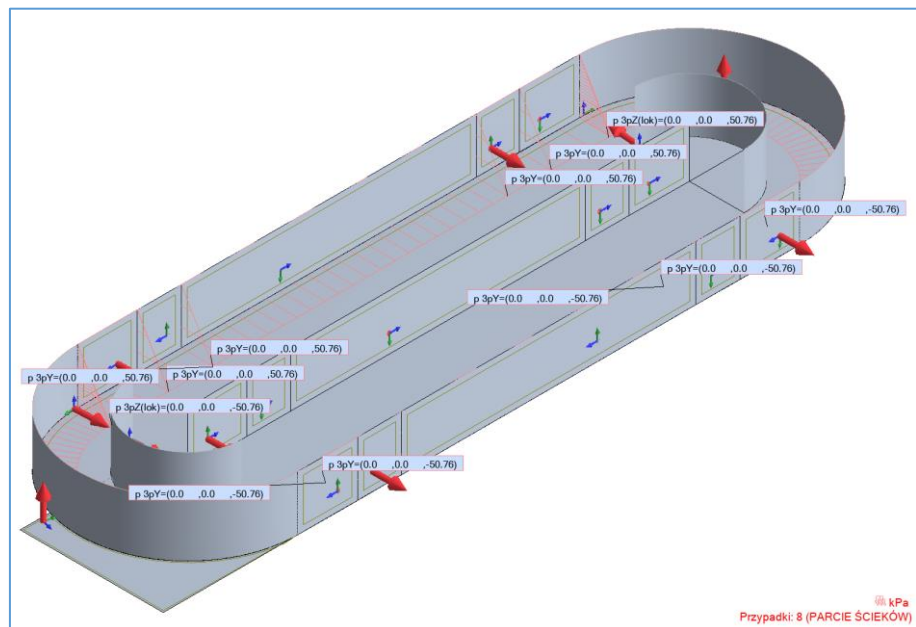
- obciążenie termiczne – temp. latem zbiornik pełny, obsypany (4. TEMP LATO Z. PEŁNY)



- obciążenie termiczne – temp. zimą zbiornik pełny, obsypany (4. TEMP ZIMA Z. PEŁNY)



- obciążenie parciem ścieków:



4 Wymiarowanie belek oraz podestu roboczego

4.1. Zestawienie obciążeń

Obciążenia belka pomostowa

L.p.	Opis oddziaływania	Wartość char. kN/m ²
1.	Obciążenie stałe - krata pomostowa - przyjęto 0,50kN/m ²	0,50
2.	Obciążenie technologiczne - przyjęto 2,00kN/m ²	2,00
Σ:		2,20

4.2. Wymiarowanie zbrojenia belki żelbetowej oraz płyty wspornikowej

Poz. Pw-01 Płyta wspornikowa grub. 20cm

Zestawienie obciążeń na 1mb płyty wspornikowej:

Płyta pomostowa

L.p.	Opis oddziaływania	Rodzaj oddziaływania	Wartość char. kN/m	ψ	γ _F	Wartość obl. kN/m
1.	Obciążenie ciężarem własnym płyty (25kN/m ² *0,20m)	stałe	5,00	--	1,35	6,75
2.	Obciążenie technologiczne (2,00kN/m ² *1,00m)	zmienne	2,00	1,00	1,50	3,00
3.	Obciążenie od krat pomostowych R=0,70 (0,50kN/m ² *0,70m*1,00m) - reakcja skupiona	stałe	0,35	--	1,35	0,47kN
4.	Obciążenie zmienne z krat pomostowych R=0,70 (2,00kN/m ² *0,70m*1,00m) - reakcja skupiona	zmienne	1,40	1,00	1,50	2,10kN
Σ:			-----			-----

Moment zginający od obciążeń działających na płycie:

$$M_{Ed} = \frac{9,75kN}{m} * 2,05m * \frac{2,05m}{2} + 2,57kN * 2,05m = 25,76kNm$$

SGN - Zginanie

DANE

Wymiary przekroju:

Typ przekroju prostokątny
Szerokość b = 1000 mm
Wysokość h = 200 mm

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C35/45** wg PN-EN 1992-1-1:2008
Maksymalny rozmiar kruszywa d_g = 16 mm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia z góry c_{nom} = 40 mm
Nominalna grubość otulenia z dołu c_{nom} = 40 mm
Nominalna grubość otulenia z lewej c_{nom} = 40 mm
Nominalna grubość otulenia z prawej c_{nom} = 40 mm

Zbrojenie podłużne:

Gatunek stali: **B500SP** wg PN-H-93220:2018-02 → f_{yk} = 500 MPa, 1,15 ≤ k ≤ 1,35,
ε_{uk} ≥ 8,0%

Zbrojenie górne:

Średnica = 12 mm
Liczba prętów = 7 szt.

Strzemiona:

Średnica $\varnothing_{sw} = 8 \text{ mm}$

Obciążenia:

Moment obliczeniowy $M_{Ed} = -25,76 \text{ kNm}$

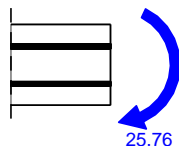
ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

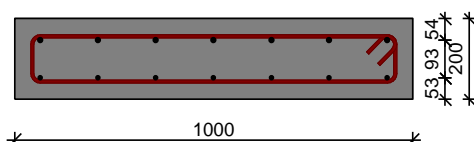
Sytuacja obliczeniowa: trwała

WYNIKI wg PN-EN 1992-1-1:

widok z boku:



przekrój:



Zginanie:

Zbrojenie górne potrzebne $A_{s1, req} = 4,16 \text{ cm}^2$. Przyjęto górą **7Ø12** o $A_{s1} = 7,92 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,54\%$)

Przyjęto dołem **7Ø10** o $A_{s2} = 5,50 \text{ cm}^2$

Nośność na zginanie

$M_{Rd} = 47,88 \text{ kNm}$

Warunek nośności na zginanie

$M_{Ed} = (-) 25,76 \text{ kNm} < M_{Rd} = 47,88 \text{ kNm}$

SGU - Zarysowanie

DANE

Wymiary przekroju:

Typ przekroju prostokątny

Szerokość $b = 1000 \text{ mm}$

Wysokość $h = 200 \text{ mm}$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C35/45** wg PN-EN 1992-1-1:2008

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia z góry $c_{nom} = 40 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia z dołu $c_{nom} = 40 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia z lewej $c_{nom} = 40 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia z prawej $c_{nom} = 40 \text{ mm}$

Zbrojenie podłużne:

Gatunek stali: **B500SP** wg PN-H-93220:2018-02 $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $1,15 \leq k \leq 1,35$,
 $\epsilon_{uk} \geq 8,0\%$

Strzemiona:

Średnica $\varnothing_s = 8 \text{ mm}$

Obciążenia:

Kombinacja SGU quasi-stała:

Moment charakterystyczny $M_{Ed} = -18,30 \text{ kNm}$

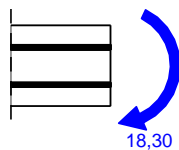
ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

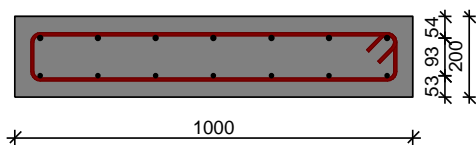
Graniczna szerokość rys $w_{max} = 0,3 \text{ mm}$

WYNIKI wg PN-EN 1992-1-1:

widok z boku:



przekrój:



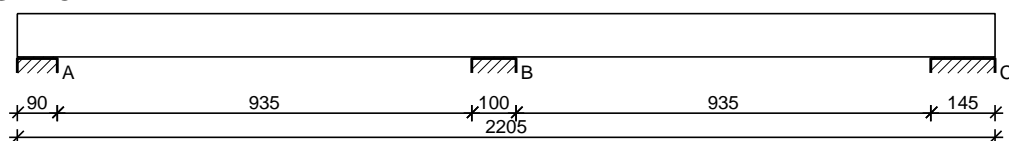
Zarysowanie:

Szerokość rys prostokątnych:

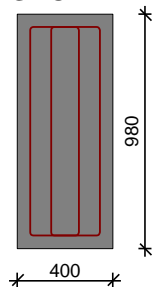
$$w_k = 0,271 \text{ mm} < w_{\max} = 0,3 \text{ mm} \quad (90,5\%)$$

Poz. B-01 Belka żelbetowa 40x98cm

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 40,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 98,0 \text{ cm}$

Rodzaj belki: monolityczna

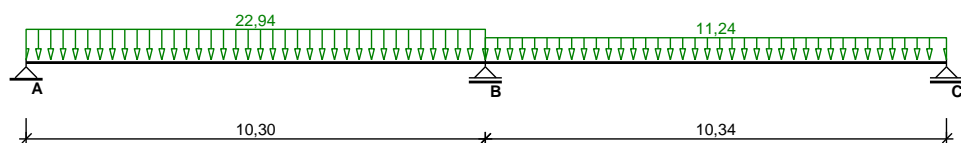
OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: **P1: Przypadek 1**

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Płyta żelbetowa - wspornikowa $R=1,80$ ($25\text{kN/m}^3 \cdot 0,20\text{m} \cdot 1,80\text{m}$) - przęsło A-B	9,00	1,30	--	11,70	przęsło A-B
2.	Krata pomostowa - ($0,50\text{kN/m}^2 \cdot 0,70\text{m}$)	0,35	1,30	--	0,45	cała belka
3.	Ciężar własny belki [$0,40\text{m} \cdot 0,98\text{m} \cdot 25,0\text{kN/m}^3$]	9,80	1,10	--	10,78	cała belka
Σ :		19,15	1,20		22,94	

Schemat statyczny belki

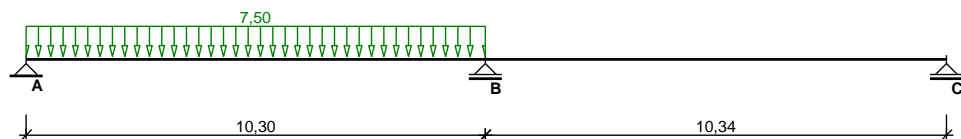


Przypadek: P2: Przypadek 2

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Obciążenie eksploatacyjne - przęsło A-B (2,00kN/m ² *2,50m)	5,00	1,50	--	7,50	przęsło A-B
Σ :		5,00	1,50		7,50	

Schemat statyczny belki

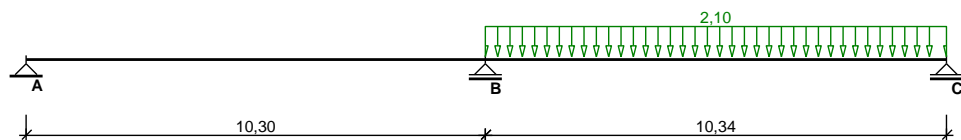


Przypadek: P3: Przypadek 3

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Obciążenie eksploatacyjne - przęsło B-C (2,00kN/m ² *0,70m)	1,40	1,50	--	2,10	przęsło B-C
Σ :		1,40	1,50		2,10	

Schemat statyczny belki



LISTA KOMBINACJI

Tablica kombinacji użytkownika:

nazwa kombinacji	składniki kombinacji
K1 Przypadek 1+Przypadek 2 :	1,0·P1+1,0·P2
K2 Przypadek 1+Przypadek 3 :	1,0·P1+1,0·P3
K3 Przypadek 1+Przypadek 2+Przypadek 3 :	1,0·P1+1,0·P2+1,0·P3

DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C35/45** → $f_{cd} = 23,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,47$ MPa, $E_{cm} = 34,0$ GPa
 Ciężar objętościowy $\rho = 25,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$
 Wilgotność środowiska $RH = 50\%$
 Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
 Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,73$

Zbrojenie główne:

Gatunek stali B500SP → klasa A-III, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$
 Średnica prętów górnych $\varnothing_g = 20 \text{ mm}$
 Średnica prętów dolnych $\varnothing_d = 20 \text{ mm}$

Strzemiona:

Gatunek stali B500SP → klasa A-III, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$
 Średnica strzemion $\varnothing_s = 8 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Gatunek stali B500SP → klasa A-III, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 435 \text{ MPa}$
 Średnica prętów $\varnothing = 12 \text{ mm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

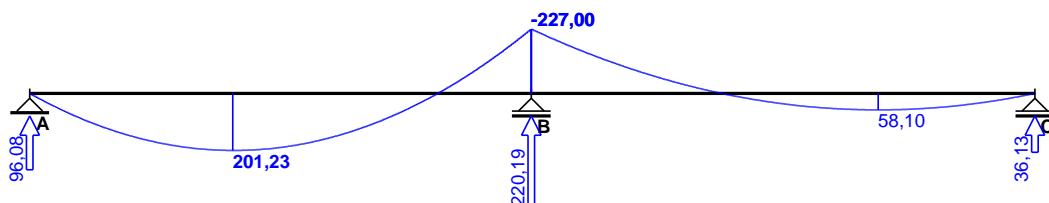
ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała
 Cotangens kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$
 Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
 Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$
 Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

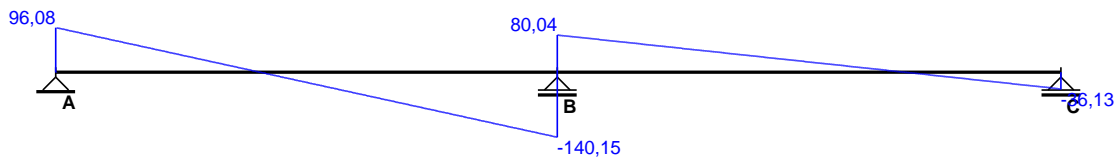
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek: **P1: Przypadek 1**

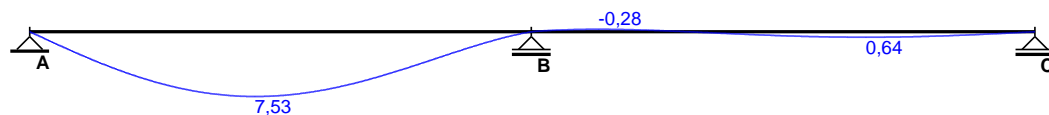
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

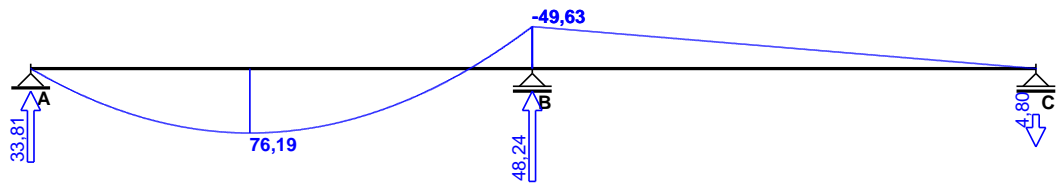


Ugięcia [mm]:

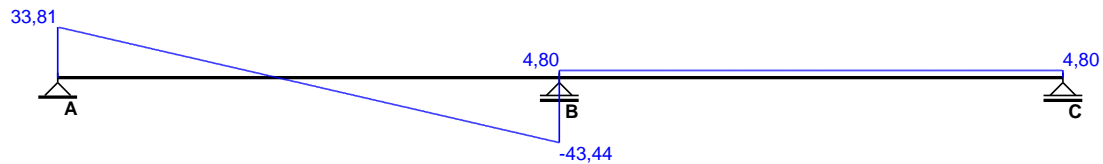


Przypadek: **P2: Przypadek 2**

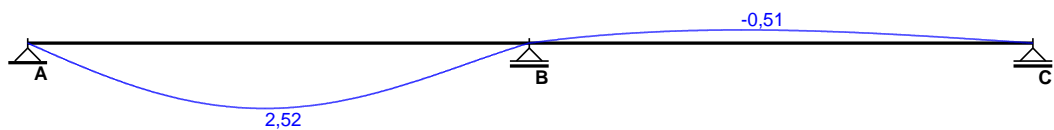
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

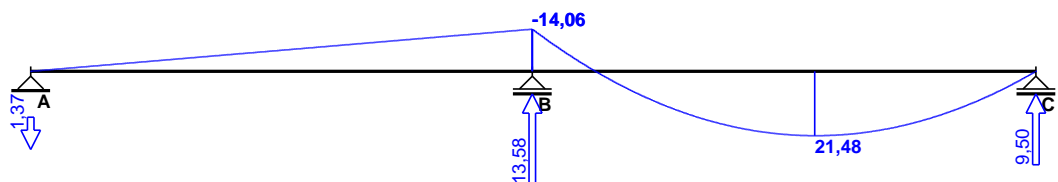


Ugięcia [mm]:

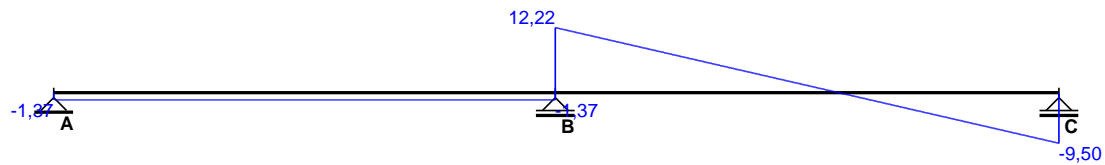


Przypadek: **P3: Przypadek 3**

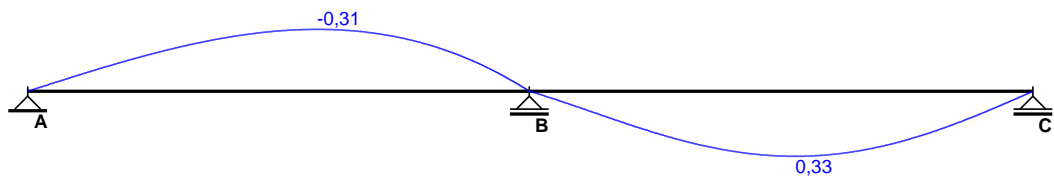
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

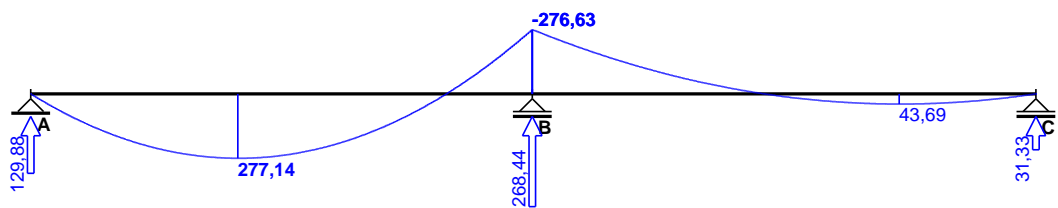


Ugięcia [mm]:

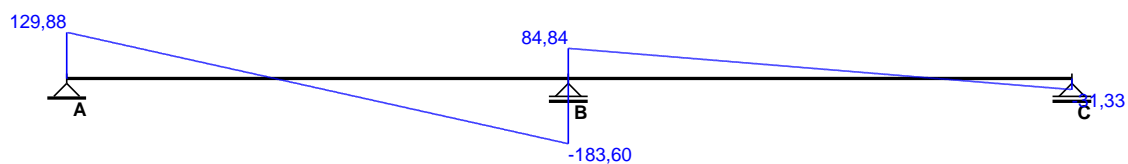


Kombinacja: **K1: 1,0·P1+1,0·P2**

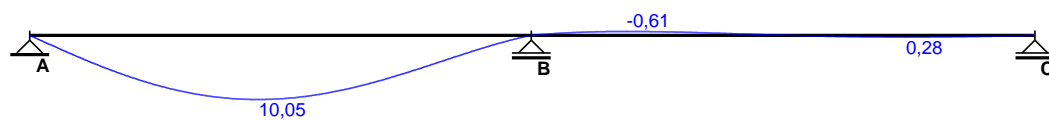
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

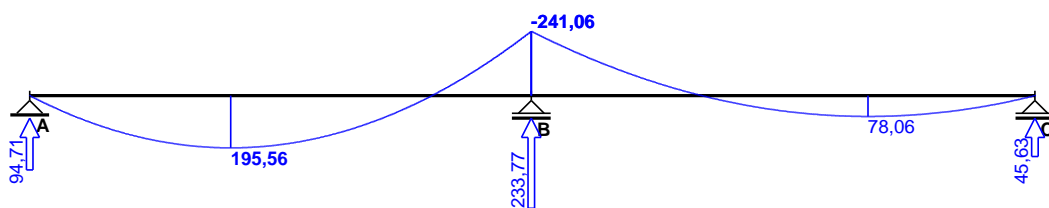


Ugięcia [mm]:

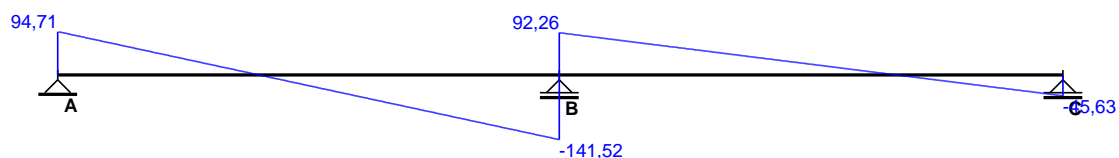


Kombinacja: K2: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P3$

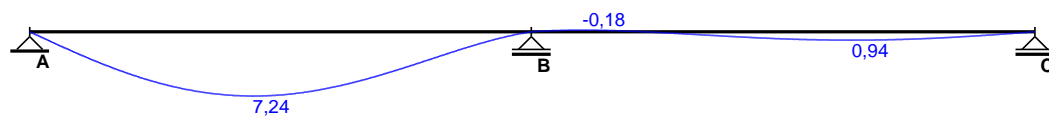
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

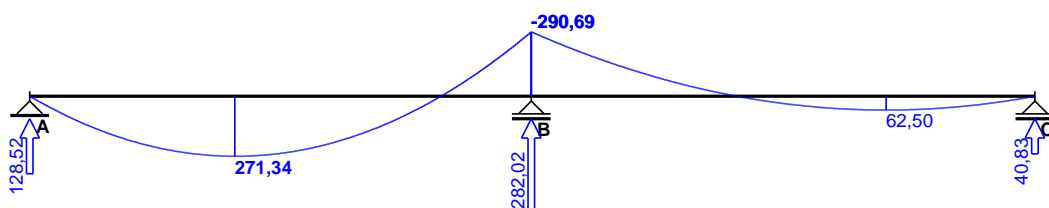


Ugięcia [mm]:

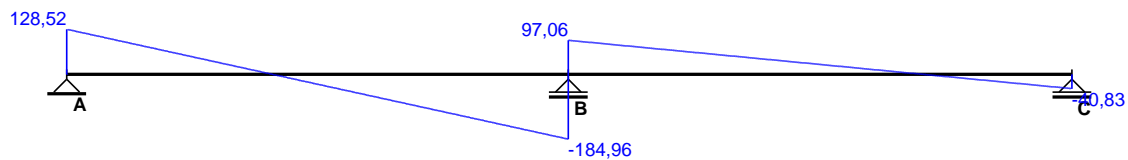


Kombinacja: K3: $1,0 \cdot P1 + 1,0 \cdot P2 + 1,0 \cdot P3$

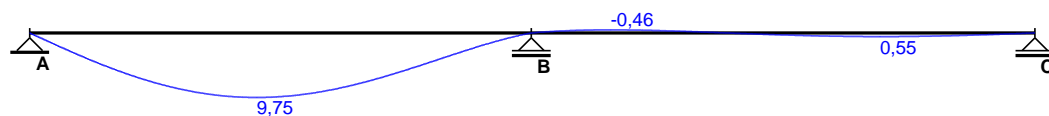
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

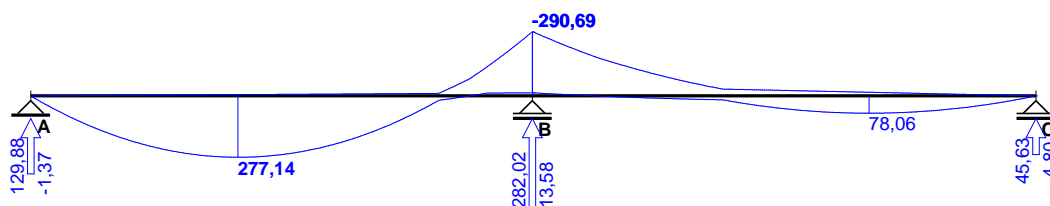


Ugięcia [mm]:

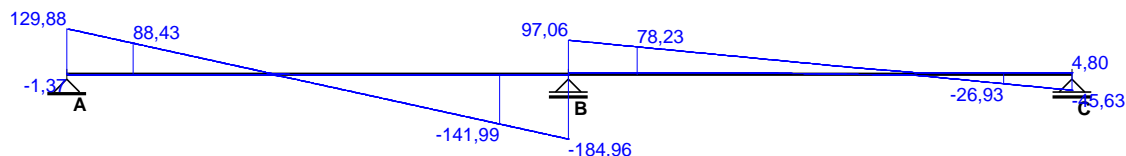


Obwiednia sił wewnętrznych

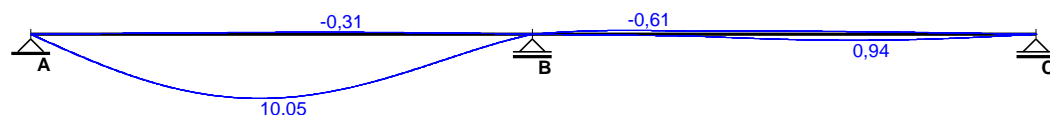
Momenty zginające [kNm]:



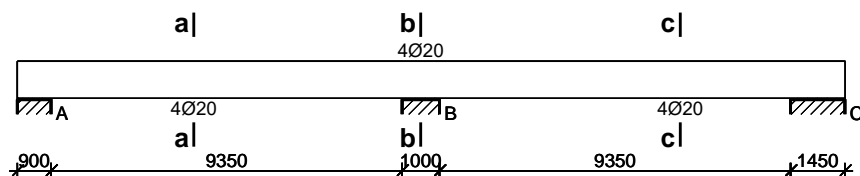
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 277,14 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem **4Ø20** o $A_s = 12,57 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,34\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 277,14 \text{ kNm} < M_{Rd} = 482,29 \text{ kNm}$ (57,5%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-) 141,99 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czterociętymi Ø8 co 200 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-) 141,99 \text{ kN} < V_{Rd1} = 250,52 \text{ kN}$ (56,7%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 216,49 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 216,49 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,155 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (51,8%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 10,05 \text{ mm} < a_{lim} = 10300/250 = 41,20 \text{ mm}$
(24,4%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 135,32 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

Podpora B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)290,69 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie górą **4Ø20** o $A_s = 12,57 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,34\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)290,69 \text{ kNm} < M_{Rd} = 482,29 \text{ kNm}$ (60,3%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny $M_{Sk} = (-)237,15 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = (-)237,15 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,193 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (64,4%)

Przęsło B - C:

Zginanie: (przekrój c-c)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 78,06 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem $4\text{Ø}20$ o $A_s = 12,57 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,34\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 78,06 \text{ kNm} < M_{Rd} = 482,29 \text{ kNm}$ (16,2%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 78,23 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czterociętymi $\text{Ø}8$ co 200 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 78,23 \text{ kN} < V_{Rd1} = 250,52 \text{ kN}$ (31,2%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 69,19 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 69,19 \text{ kNm}$

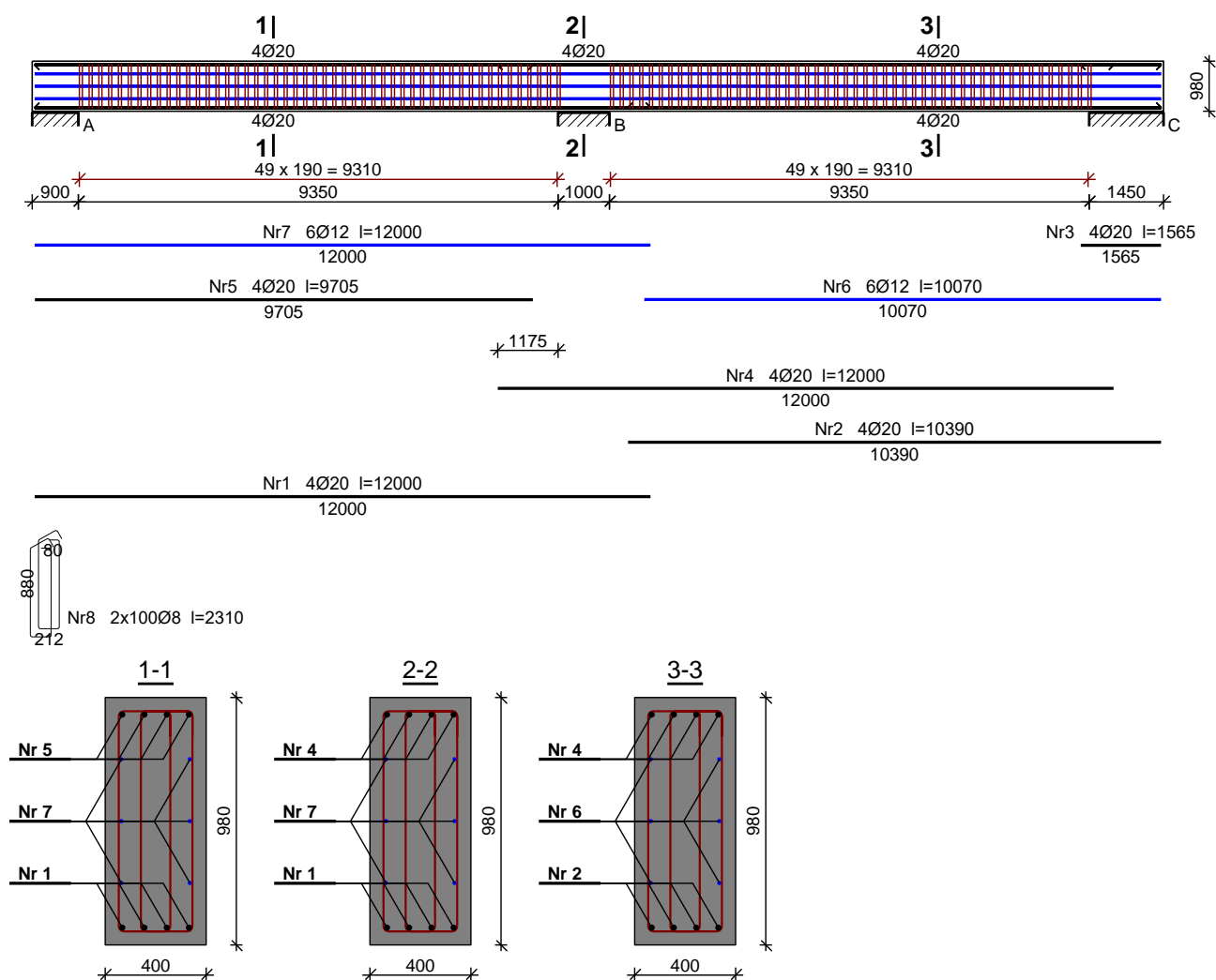
Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Sk}$)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 0,94 \text{ mm} < a_{lim} = 10340/250 = 41,36 \text{ mm}$ (2,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 76,87 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

SZKIC ZBROJENIA



Weryfikacja belki na skręcanie:

- Belka żelbetowa wykonana z betonu C35/45 – zbrojona stalą A-IIIN (B500SP) o przekroju 400x980mm.
- Zbrojona na zginanie prętami 6#20 ($A_{sl} = 12,57 \text{ cm}^2$)

- Otulenie zbrojenia $c = 50\text{mm}$; otulenie osiowe $a_l = 50 + 20/2 = 60\text{mm}$
- efektywna wysokość przekroju $d = 980 - 60 = 920\text{mm}$
- Ramię sił wewnętrznych do obliczeń ścinania $z = 0,9 * 920 = 828\text{mm}$

Przekrój krytyczny belki jest poddany działaniu sił:

- moment skręcający: $T_{Ed} = 25 * 9,35 = 233,75\text{kNm}$,
- siła poprzeczna: $V_{Ed} = 185\text{kN}$.

Dane materiałowe: Beton C35/45

- $f_{ck} = 35\text{MPa}$
- $f_{cd} = 25\text{MPa}$
- $f_{ctm} = 3,20\text{MPa}$
- $f_{ctd} = 0,7 * 3,20 / 1,40 = 1,60\text{MPa}$

Stal zbrojeniowa: A-IIIIN (B500SP):

- $f_{yk} = 500\text{MPa}$
- $f_{yd} = 435\text{MPa}$

Przekrój zastępczy i grubość efektywna ścianki

- powierzchnia pola przekroju: $A = 40 * 98 = 3920\text{cm}^2$
- obwód przekroju: $u = 2 * (40 + 98) = 276\text{cm}$
- efektywna grubość ścianki: $t_{ef} = 3920 / 276 = 140\text{mm}$

Parametry przekroju zastępczego:

- $A_k = (40 - 14) * (98 - 14) = 2184\text{cm}^2$
- $u_k = 2 * (400 + 980 - 2 * 140) = 2200\text{mm}$

Naprężenia ścinające

- od siły poprzecznej:

$$v_{V,Ed} = \frac{185}{40 * 82,8} * 10^1 = 0,56\text{MPa}$$

- od momentu skracającego:

$$v_{T,Ed} = \frac{25}{2 * 2184 * 14} * 10^3 = 0,41\text{MPa}$$

Nośność na ścinanie

Współczynnik redukcji naprężeń:

$$v_1 = 0,516$$

Współczynnik ściskanego krzyżulca betonowego $\alpha_{cw} = 1,00$

Kąt nachylenia krzyżulca betonowego – przyjęto $26,7^\circ$

Nośność na ścinanie przy skręcaniu:

$$T_{Rd,max} = 2 * 0,516 * 1 * 25 * 2184 * 14 * \sin 26,7 * \cos 26,7 * 10^{-3} = 316,65\text{kNm}$$

Nośność na ścinanie przez siłę poprzeczną:

$$v_{Rd,max} = \frac{1,0 * 0,516 * 25}{2,0 + 0,5} = 5,16 MPa$$

$$V_{Rd,max} = 5,16 * 40 * 82,8 * 10^{-1} = 1708,99 kN$$

Warunek wytrzymałości krzyżulca betonowego:

$$\frac{233,75}{316,65} + \frac{185}{1708,99} = 0,85 < 1,00$$

Warunek został spełniony, przekrój betonowy jest odpowiedni

Sprawdzenie wytrzymałości samego betonu na skręcanie i ścinanie

Nośność przekroju na skręcanie bez zbrojenia na skręcanie:

$$T_{Rd,c} = 2 * 2184 * 14 * 1,60 * 10^{-3} = 97,84 kNm$$

Nośność przekroju na ścinanie

- $C_{Rd,c} = 0,129$
- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{920}} < 2,00 = 1,47$
- $v_{min} = 0,035 * 1,47^{\frac{3}{2}} * 35^{\frac{1}{2}} = 0,370 MPa$
- $q_l = \min\left(\frac{12,57}{92 * 40}; 0,02\right) = 0,003$

Nośność na ścinanie przekroju zbrojonego podłużnie na zginanie

$$v_{Rd,c} = \max\left(0,129 * 1,47 * (100 * 0,003 * 35)^{\frac{1}{3}}; 0,370\right) = 0,42 MPa$$

$$V_{Rd,c} = 0,42 * 92 * 40 * 10^{-1} = 154,56 kN$$

Warunek nośności przekroju nie zbrojonego na skręcanie

$$\frac{233,75}{97,84} + \frac{185}{154,56} = 3,59 > 1,00$$

Warunek nie jest spełniony należy zbroić przekrój na ścinanie i skręcanie

Zbrojenie poprzeczne na skręcanie

Wymagane poprzeczne zbrojenie na skręcanie (jedno ramię strzemiona) na długości jednostkowej belki

$$\left(\frac{A_{sw,T}}{s_{l,t}}\right) = \frac{233,75}{2 * 2184 * 435 * 2,00} * 10^5 = \frac{6,15 mm^2}{mm}$$

Przyjęto strzemiona #8 zamknięte (4-cięte) o przekroju jednego ramienia $A_{sw,l} = 2 * 5,00 mm^2 = 10 mm^2$

Rozstaw strzemion na skręcanie

$$s_{l,T} = \min\left(\frac{2200}{8}; 400; 600\right) = 275 mm$$

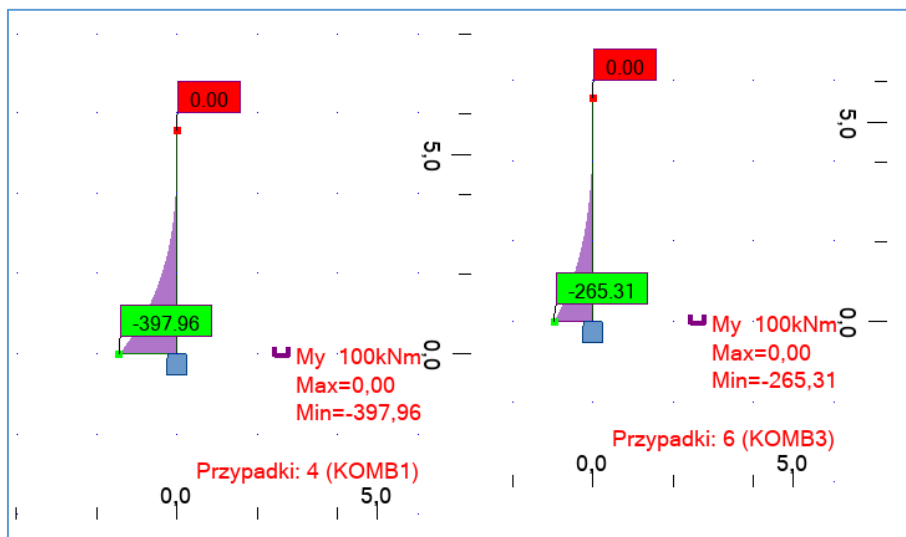
Zastosowani strzemiona w rzostawie co ok. 200mm. Warunek został spełniony.

4.3. Wymiarowanie zbrojenia ścian żelbetowych

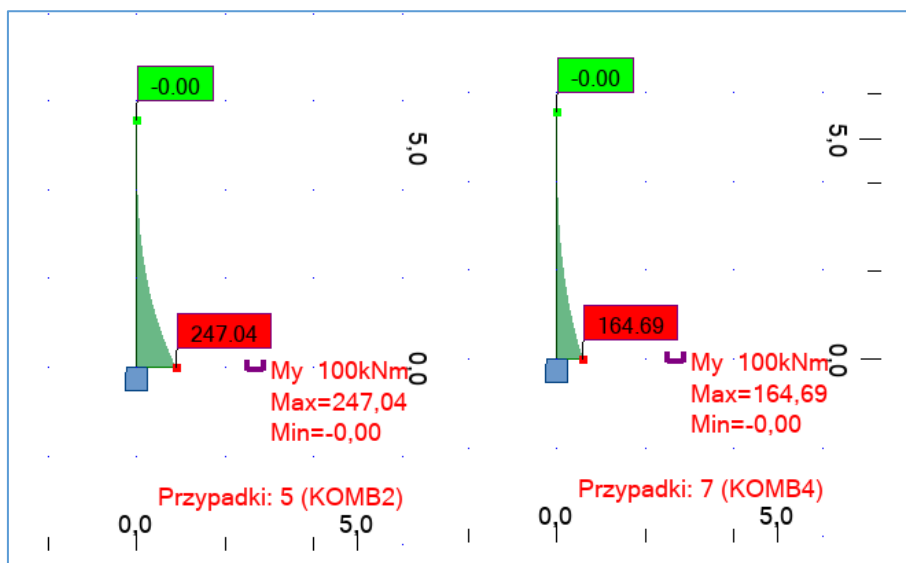
- ściany żelbetowe zbiornika grub. 45cm

Weryfikacja zbrojenia pionowego:

- moment zginający w miejscu utwierdzenia ściany z płytą zbiornika:
 - moment zginający od parcia gruntu (lewy – SGN / prawy – SGU):



- moment zginający od parcia ścieków (lewy – SGN / prawy – SGU):



Weryfikację obliczeniową przeprowadzono dla przypadku parcia ścieków na ściany zbiornika, kombinacja bardziej niekorzystna. Zbrojenie przyjęto symetrycznie po obu stronach zbiornika:

SGN - Zginanie

DANE

Wymiary przekroju:

Typ przekroju prostokątny
Szerokość $b = 1000 \text{ mm}$
Wysokość $h = 450 \text{ mm}$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C35/45** wg PN-EN 1992-1-1:2008

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia z góry $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia z dołu $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia z lewej $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia z prawej $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Zbrojenie podłużne:

Gatunek stali: **B500SP** wg PN-H-93220:2018-02 $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $1,15 \leq k \leq 1,35$,
 $\epsilon_{uk} \geq 8,0\%$

Zbrojenie dolne:

Średnica $= 20 \text{ mm}$

Liczba prętów $= 10 \text{ szt.}$

Strzemiona:

Średnica $\varnothing_{sw} = 8 \text{ mm}$

Obciążenia:

Moment obliczeniowy $M_{Ed} = 397,96 \text{ kNm}$

ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)

Sytuacja obliczeniowa: trwała

WYNIKI wg PN-EN 1992-1-1:

Zginanie:

Przyjęto górą **10Ø20** o $A_{s2} = 31,42 \text{ cm}^2$

Zbrojenie dolne potrzebne $A_{s1,req} = 25,43 \text{ cm}^2$. Przyjęto dołem **10Ø20** o $A_{s1} = 31,42 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,82\%$)

Nośność na zginanie

$M_{Rd} = 484,46 \text{ kNm}$

Warunek nośności na zginanie

$M_{Ed} = 397,96 \text{ kNm} < M_{Rd} = 484,46 \text{ kNm}$ (82,1%)

SGU - Zarysowanie

DANE

Wymiary przekroju:

Typ przekroju prostokątny

Szerokość $b = 1000 \text{ mm}$

Wysokość $h = 450 \text{ mm}$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C35/45** wg PN-EN 1992-1-1:2008

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia z góry $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia z dołu $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia z lewej $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia z prawej $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

Zbrojenie podłużne:

Gatunek stali: **B500SP** wg PN-H-93220:2018-02 $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $1,15 \leq k \leq 1,35$,
 $\epsilon_{uk} \geq 8,0\%$

Strzemiona:

Średnica $\varnothing_s = 8 \text{ mm}$

Obciążenia:

Kombinacja SGU quasi-stała:

Moment charakterystyczny $M_{Ed} = 265,31 \text{ kNm}$

ZAŁOŻENIA:

Załącznik krajowy: PN-EN (Polska)
Graniczna szerokość rys $w_{\max} = 0,3 \text{ mm}$

WYNIKI wg PN-EN 1992-1-1:

Zarysowanie:

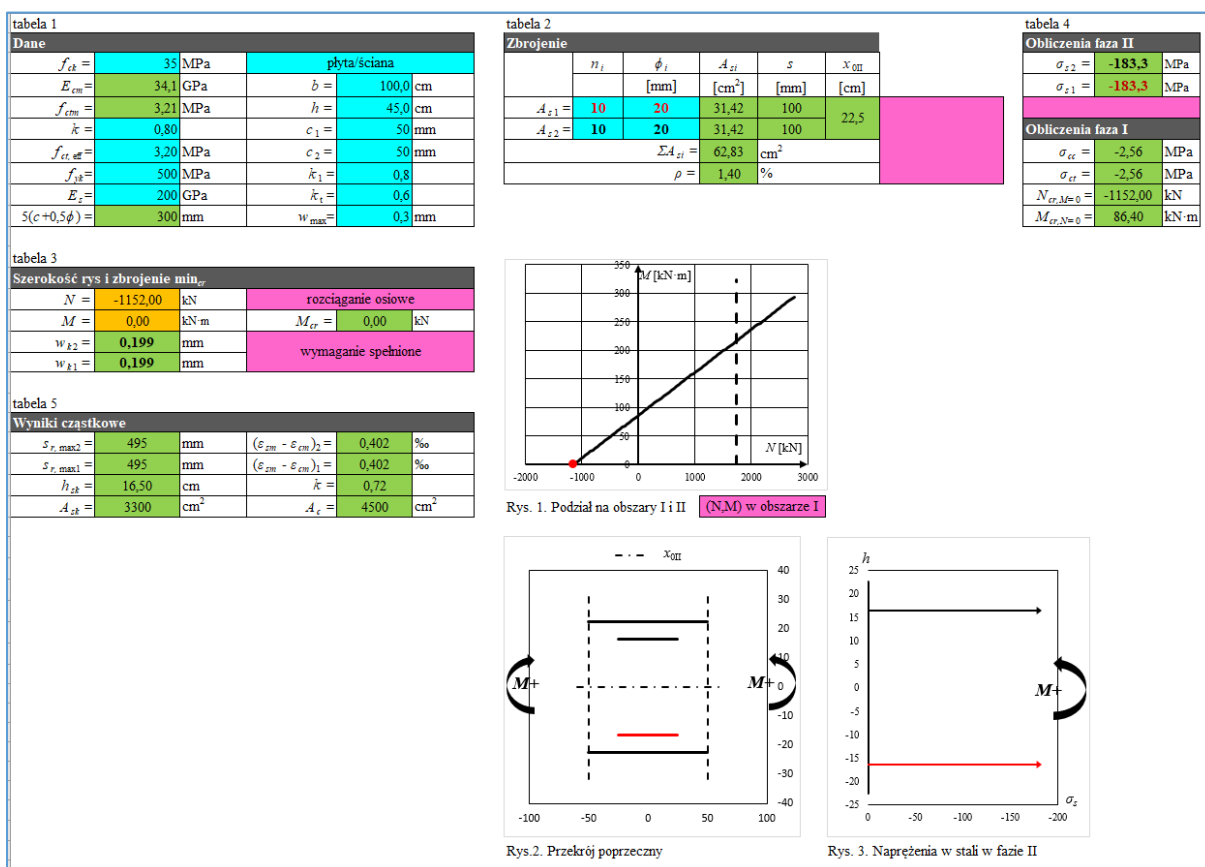
Szerokość rys prostokątnych:

$$w_k = 0,212 \text{ mm} < w_{\max} = 0,3 \text{ mm} \quad (70,7\%)$$

SGN – Obliczenie zbrojenia poziomego:

Siła rozciągająca wywołana skurczem betonu oraz naprężeniami własnymi w elemencie żelbetowym:

$$N_{Ed} = f_{ctm} * k * A_c = 3,20 \text{ MPa} * 0,80 * 0,45 \text{ m}^2 = -1152 \text{ kN}$$



Przyjęto zbrojenie ścian:

- zbrojenie pionowe: #20 co 20cm z dozbrojeniem do połowy wysokości ściany do #20 co 10cm
- zbrojenie poziome (do połowy wysokości licząc od góry): #16 co 10cm
- zbrojenie poziome (od połowy do dna zbiornika): # 20 co 10cm

Należy zwrócić szczególną uwagę na kolejność betonowania zbiornika, nie należy dopuścić do skrupowania elementów żelbetowych (ścian) które mogłyby wywołać niekorzystne naprężenia rozciągające powodujące przekroczenie dopuszczalnego zarysowania. Dodatkowo w miejscu przerw roboczych należy stosować odpowiednie taśmy uszczelniające bentonitowe w celu zapobiegnięcia przedostawania się ścieków do gruntu.

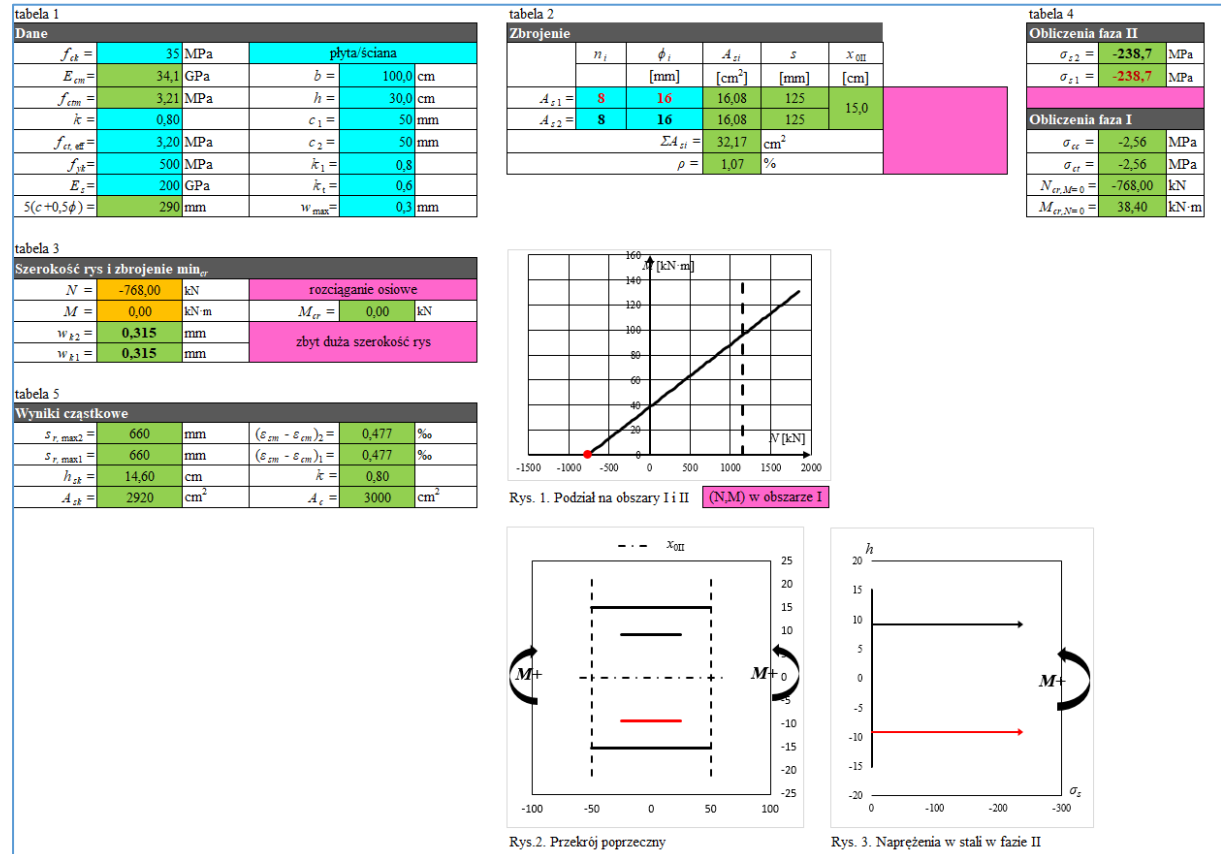
• ściany żelbetowe zbiornika grub. 30cm

Nie weryfikowano zbrojenia pionowego ścian, nie ma możliwości nierównomiernego obciążenia parciem ścieków na ściany zbiornika, które mogłoby wywoływać powstawanie momentów zginających. Przyjęto zbrojenie konstrukcyjne zgodnie z dalszą częścią opracowania:

SGN – Obliczenie zbrojenia poziomego:

Siła rozciągająca wywołana skurczem betonu oraz naprężeniami własnymi w elemencie żelbetowym:

$$N_{Ed} = f_{ctm} * k * A_c = 3,20 \text{ MPa} * 0,80 * 0,30 \text{ m}^2 = -768 \text{ kN}$$



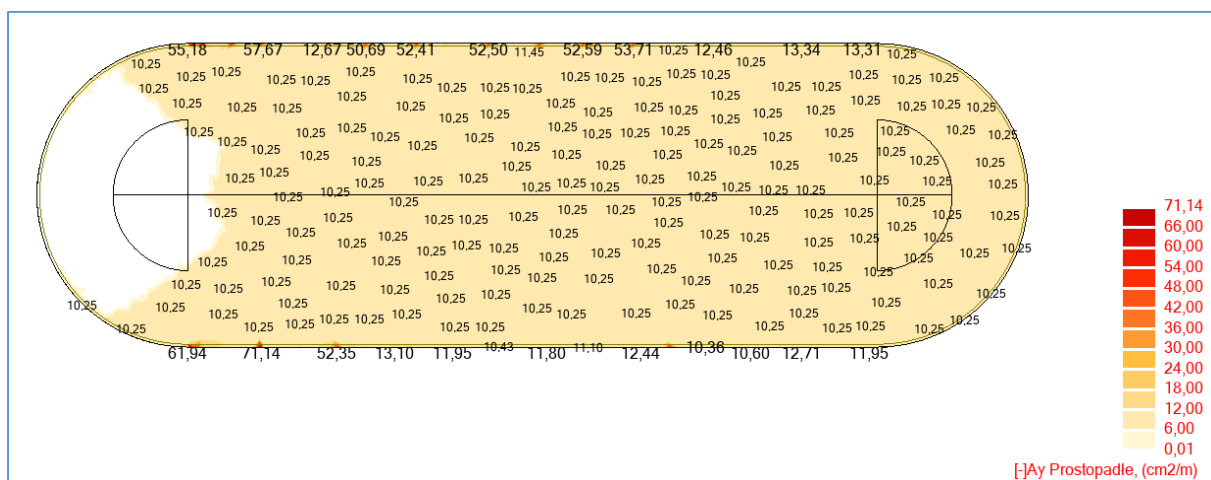
Przyjęto zbrojenie:

- zbrojenie pionowe: #16 co 20cm z dozbrojeniem do połowy wysokości licząc od dna zbiornika do # 16 co 10cm
- zbrojenie poziome (do połowy wysokości licząc od góry zbiornika): #16 co 18cm
- zbrojenie poziome (od połowy wysokości do dna zbiornika): #16 co 12cm

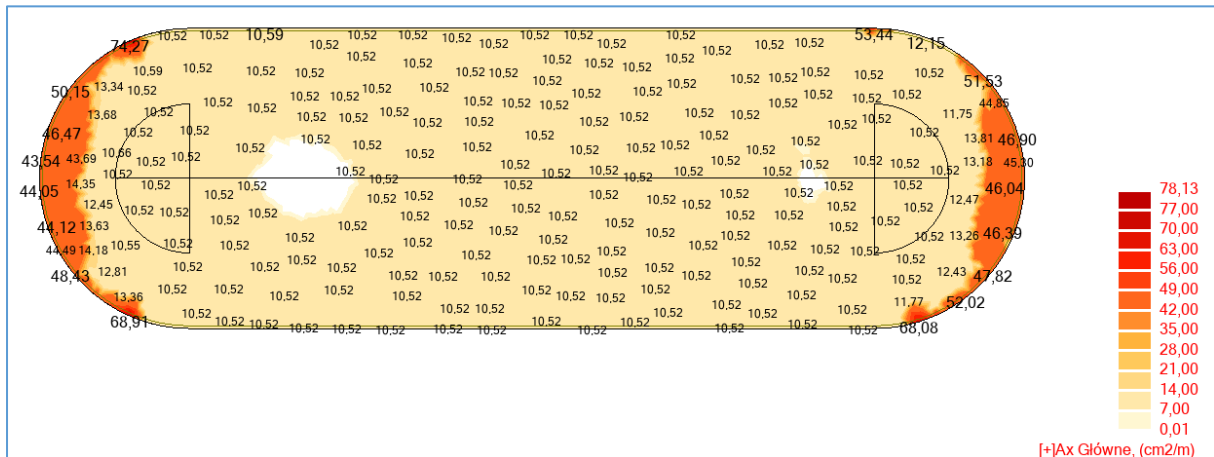
• ściany żelbetowe pomieszczenia przepompowni grub.: 35cm

Przyjęto zbrojenie ścian jako konstrukcyjne:

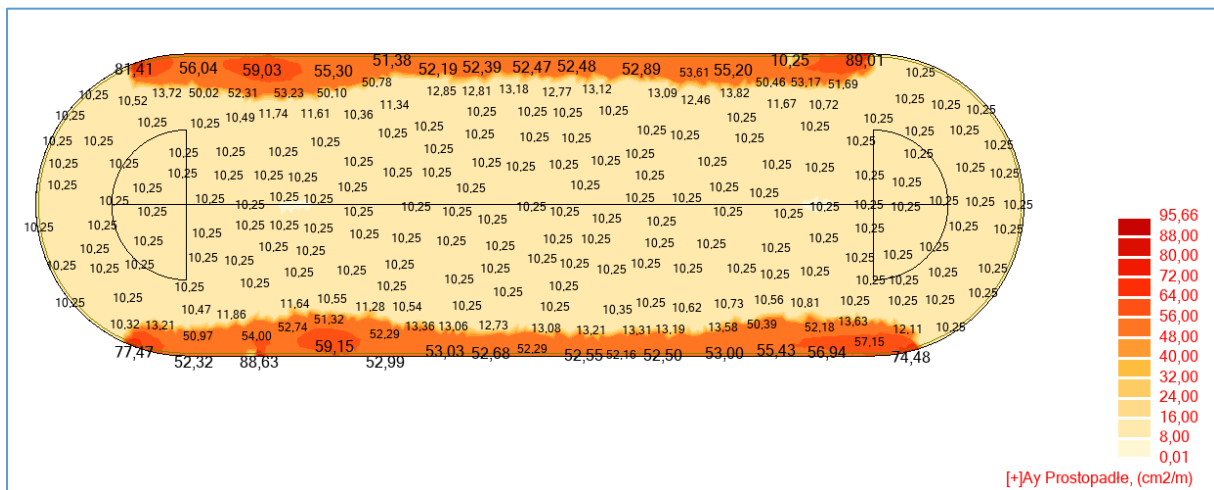
- zbrojenie pionowe: #16 co 20cm z dozbrojeniem do połowy wysokości do # 16 co 10cm
- zbrojenie poziome: #12 co 15cm



- zbrojenie górne w kierunku x-x (poziomo):



- zbrojenie górne w kierunku y-y (pionowo):

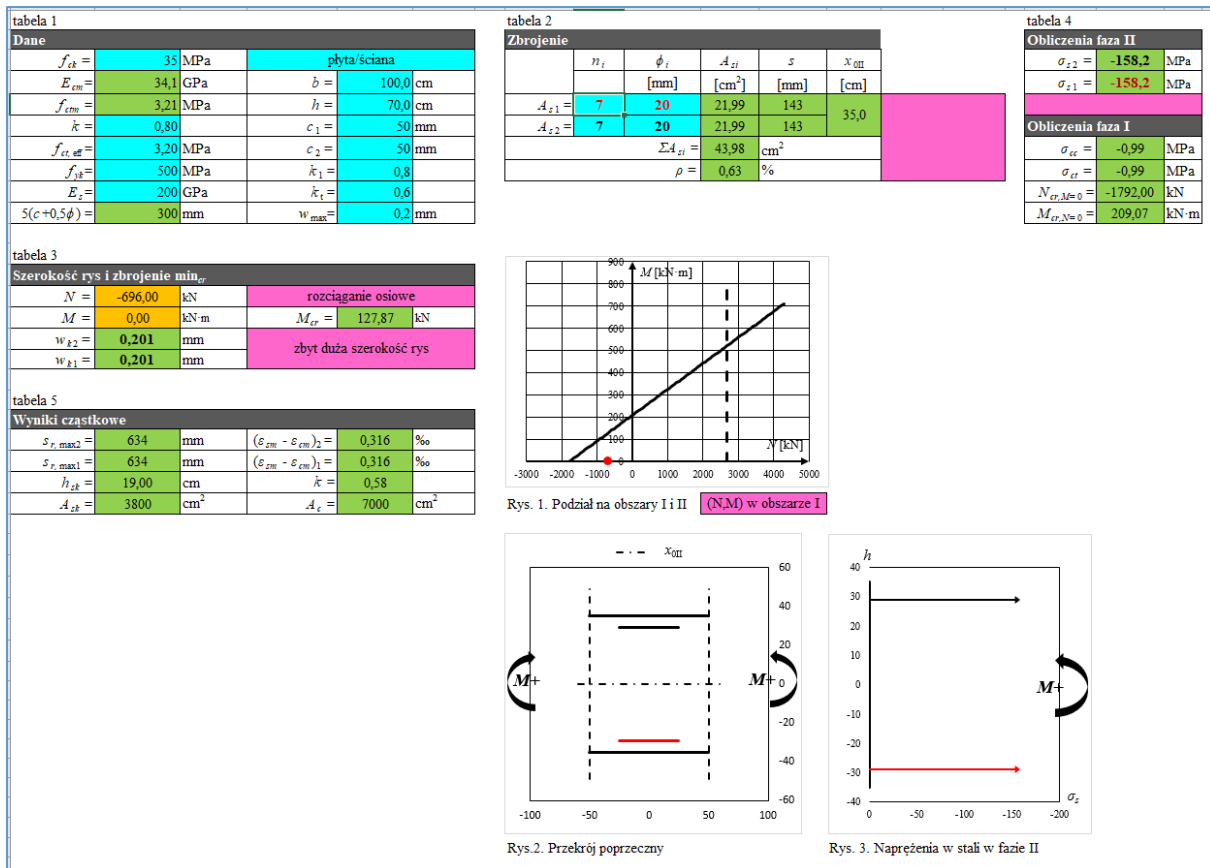


Weryfikacja zbrojenia ze względu na skurcz betonu oraz naprężenia własne w elemencie żelbetowy:

Siła rozciągająca wywołana skurczem betonu oraz naprężeniami własnymi w elemencie żelbetowym:

$$N_{Ed} = f_{ctm} * k * A_c = 3,20 \text{ MPa} * 0,80 * 0,70 \text{ m}^2 = -1392 \text{ kN}$$

Siłę pomniejszono ze względu na zastosowanie warstwy ślizgowej oraz etapowanie zbrojenia płyty fundamentowej, przyjęto 50% siły rozciągającej.



Przyjęto zbrojenie płyty:

- zbrojenie dolne siatka podstawowa w obu kierunkach: #20 co 15cm z lokalnymi dozbrojeniami w miejscach oparcia podestów roboczych do #20 / 16 co 7,50cm
- zbrojenie pośrednie (siatka środkowa) w obu kierunkach: #12 co 15cm
- zbrojenie górne siatka podstawowa #20 co 15cm z lokalnym dozbrojeniem przy ścianach do #20 co 7,50cm

Weryfikacja odporu sprężystego podłoża pod płytą fundamentową:



Nośność podłoża gruntowego została zapewniona. Maksymalne naprężenie pod płytą fundamentową zbiornika równe ok. 82,17kPa jest mniejsze od naprężenia dopuszczalnego (dla piasków) równego ok. 250-300kPa.

C) OBIEKT NR 20 – KOMORA DEFOSFATACJI

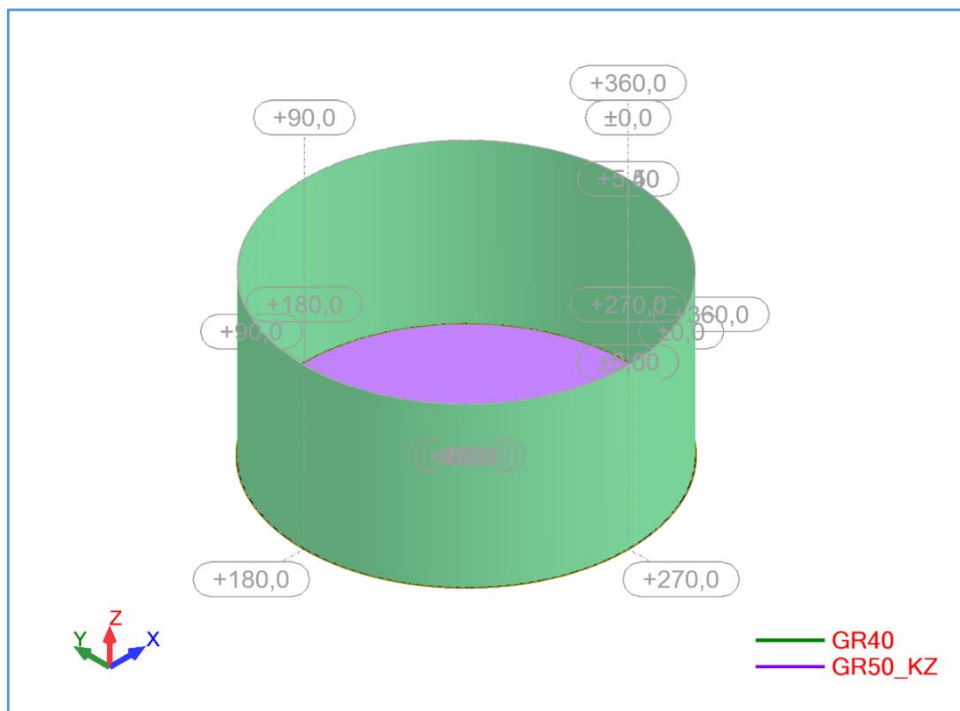
5 Model obliczeniowy konstrukcji

Model obliczeniowy konstrukcji komory defosfatacji został stworzony w programie Autodesk Robot Structural Analysis Professional. Do obliczeń przyjęto posadowienie obiektu na podsypce z pospółki zagęszczonej do $I_s=0.96$. Warstwę podsypki wykonano na gruncie rodzimym warstwy IIIB – piaski średnie zgodnie z otworem nr 8. Przyjęto obsypkę gruntem rodzimym układanym warstwami w postaci warstwy IIIB – piasek średni.

Założenia obliczeniowe:

- stal zbrojeniowa: A-IIIN (B500SP)
- beton: C35/45
- klasa ekspozycji: XA3 – środowisko agresywne chemicznie
- Otulina zbrojenia: 5cm

Widok modelu obliczeniowego:



6 Zestawienie obciążeń

- Obciążenie parciem ścieków:
 - W punkcie najwyższym

$$g_{w,0} = \frac{10,80kN}{m^3} * 0m = 0kN/m^2$$

- na dnie komory

$$g_{w,4.70} = \frac{10,80kN}{m^3} * 5,10m = 55,08kN/m^2$$

- Obciążenie naziomu:

Przyjęto obciążenie naziomu równe: $10,0 \text{ kN/m}^2$

- Obciążenie parciem gruntu:

Współczynnik parcia gruntu

- parcie czynne

$$K_{agh} = K_{aph} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = 0,288$$

- parcie spoczynkowe

$$K_{ogh} = K_{oph} = 1 - \sin \varphi = 0,447$$

Zwiększone parcie czynne (parcie pośrednie e'_a)

$$K'_{agh} = K'_{pph} = \mu K_{agh} + (1 - \mu) K_{ogh} = 0,367$$

Parcie gruntu od jego ciężaru własnego

- W poziomym terenie

$$e'_{agh} = K'_{agh} \gamma z = 0,367 * \frac{18,5 \text{ kN}}{\text{m}^3} * 0 \text{ m} = 0 \text{ kN/m}^2$$

- na dnie komory

$$e'_{agh} = K'_{agh} \gamma z = 0,367 * \frac{18,5 \text{ kN}}{\text{m}^3} * 4,30 \text{ m} = 29,20 \text{ kN/m}^2$$

Parcie gruntu od obciążenia naziomu

$$e'_{aph} = K'_{aph} q = 0,367 * 10 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 3,67 \text{ kN/m}^2$$

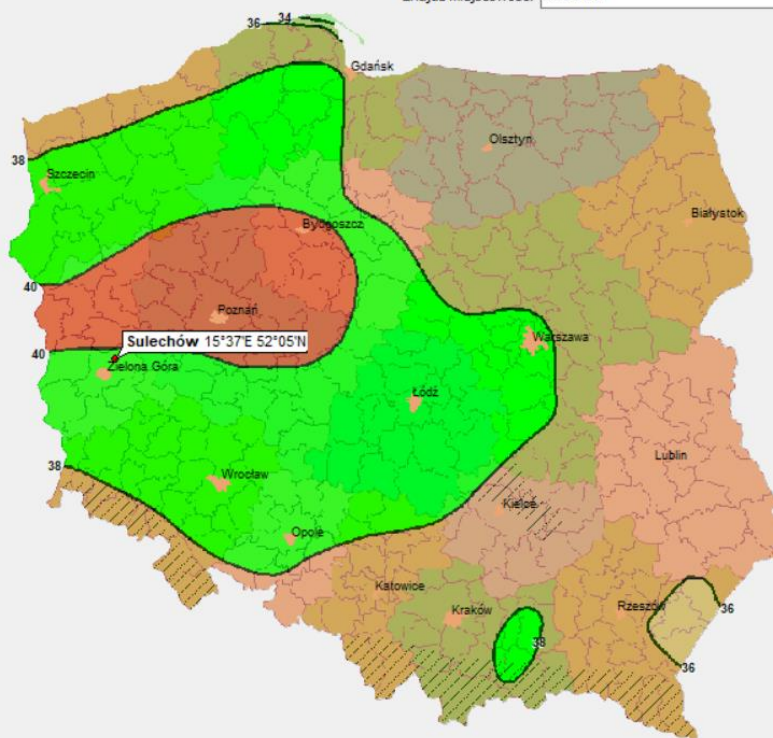
- obciążenie termiczne:

dan podstawowe:

- temperatura montażowa zbiornika : $T_0 = 8^\circ \text{C}$
- Temperatura cieczy (ścieków): $T_c = 20^\circ \text{C}$
- Temperatura powietrza atmosf. w lecie: $T_L = 40^\circ \text{C}$
- Temperatura powietrza atmosf. w zimie: $T_Z = -28^\circ \text{C}$

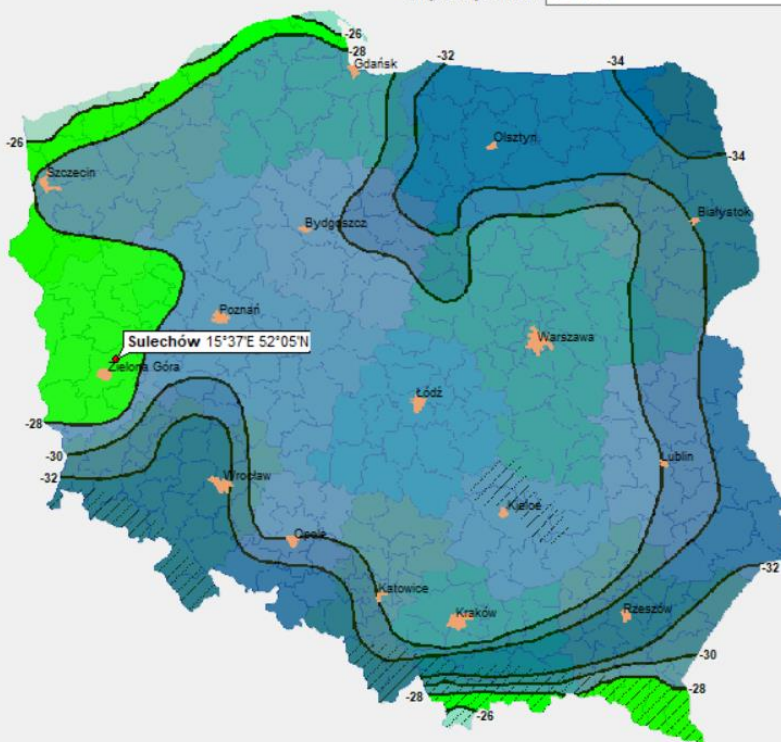
Orientacyjna mapa rozkładu temperatury Tmax wg PN-EN 1991-1-5/NA

Znajdź miejscowość: Sulechów



Orientacyjna mapa rozkładu temperatury Tmin wg PN-EN 1991-1-5/NA

Znajdź miejscowość: Sulechów



○ Kombinacja K1 – lato, zbiornik pusty, nieobsypany

- Temperatura na zewnątrz zbiornika:

$$T_{zew} = 40^{\circ}C$$

- Temperatura w zbiorniku:

$$T_{wew} = 40^{\circ}C$$

- Różnica temperatur:

$$\Delta T = 40 - 40 = 0^{\circ}C$$

- Temperatura do równomiernego ogrzania:

$$T_{r,ogr} = \frac{T_{zew} + T_{wew}}{2} - T_0 = \frac{40 + 40}{2} - 8 = 32^{\circ}C$$

○ Kombinacja K2 – zima, zbiornik pusty, nieobsypany

- Temperatura na zewnątrz zbiornika:

$$T_{zew} = -28^{\circ}C$$

- Temperatura w zbiorniku:

$$T_{wew} = -28^{\circ}C$$

- Różnica temperatur:

$$\Delta T = -28 - (-28) = 0^{\circ}C$$

- Temperatura do równomiernego ochłodzenia:

$$T_{r,ochl} = \frac{T_{zew} + T_{wew}}{2} - T_0 = \frac{-28 + (-28)}{2} - 8 = -36^{\circ}C$$

○ Kombinacja K3 – lato, zbiornik pełny, obsypany

- Temperatura na zewnątrz zbiornika:

$$T_{zew} = 40^{\circ}C$$

- Temperatura w zbiorniku (temperatura cieczy):

$$T_{wew} = 20^{\circ}C$$

- Różnica temperatur:

$$\Delta T = T_{zew} - T_{wew} = 40 - 20 = 20^{\circ}C$$

- Temperatura do równomiernego ogrzania:

$$T_{r,ogr} = \frac{T_{zew} + T_{wew}}{2} - T_0 = \frac{40 + 20}{2} - 8 = 22^{\circ}C$$

- Kombinacja K4 – zima, zbiornik pełny, obsypany

- Temperatura na zewnątrz zbiornika:

$$T_{zew} = -28^{\circ}C$$

- Temperatura w zbiorniku (temperatura cieczy):

$$T_{wew} = 20^{\circ}C$$

- Różnica temperatur:

$$\Delta T = T_{zew} - T_{wew} = -28 - 20 = -48^{\circ}C$$

- Temperatura do równomiernego ochłodzenia:

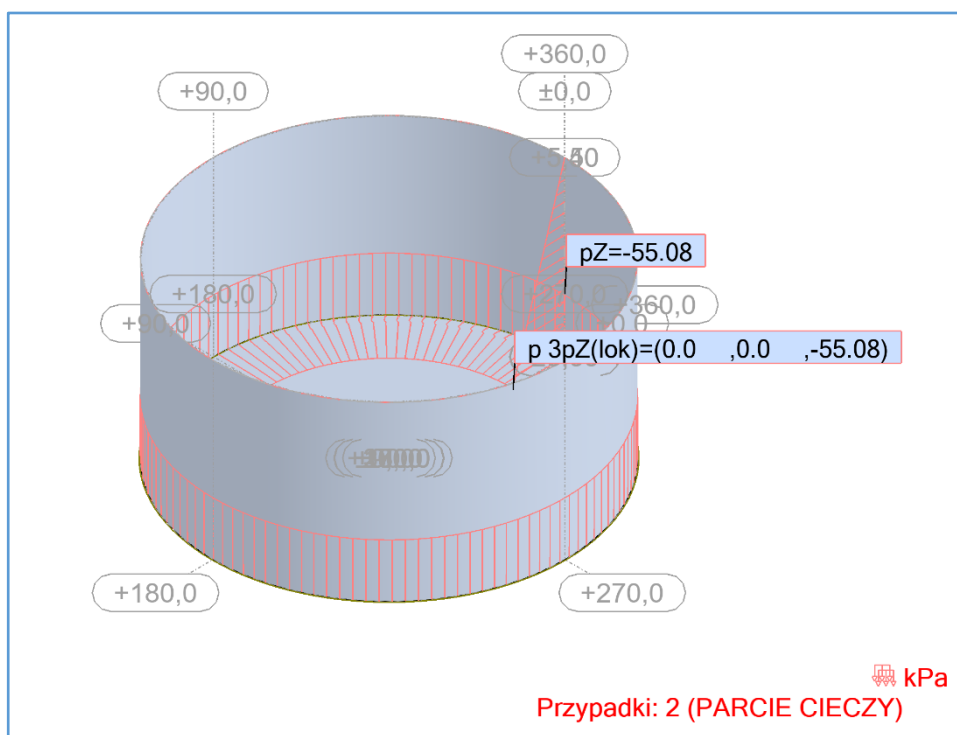
$$T_{r,ochł} = \frac{T_{zew} + T_{wew}}{2} - T_0 = \frac{-28 + 20}{2} - 8 = -12^{\circ}C$$

7 Obciążenia w modelu

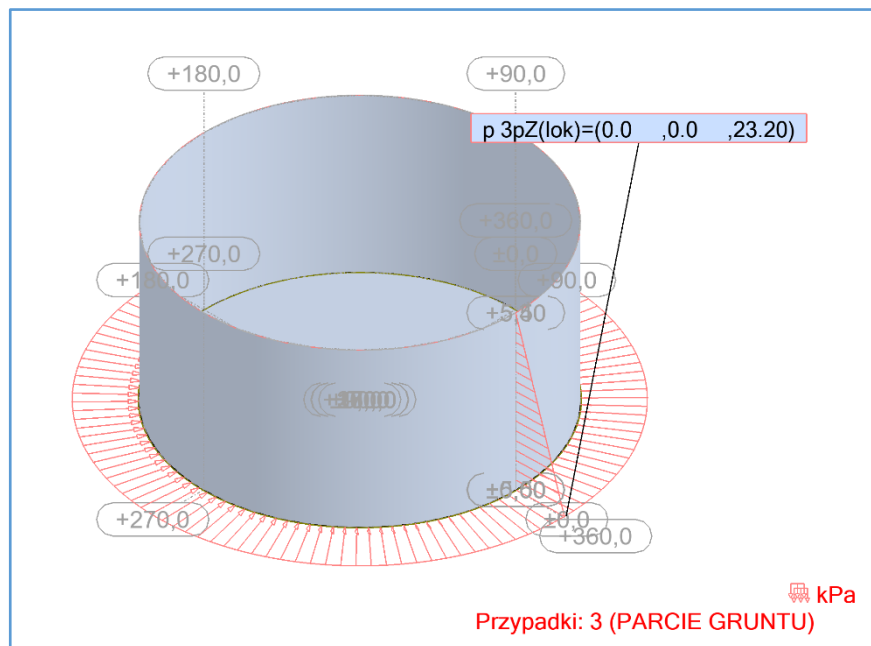
- obciążenie ciężarem własnym (1. STA1)

Obciążenie ciężarem własnym zostało automatycznie uwzględnione w modelu obliczeniowym.

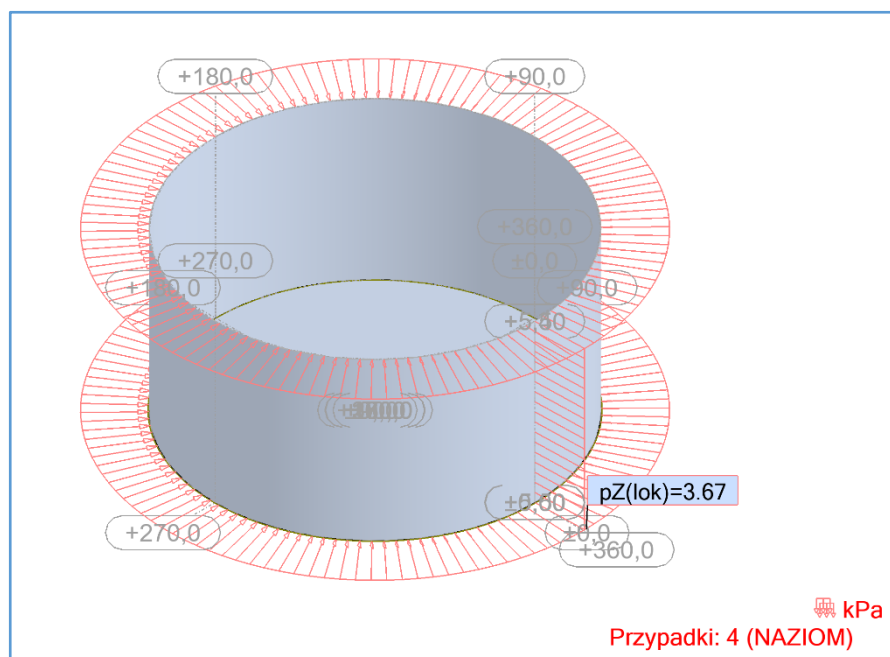
- Obciążenie parciem cieczy (2. PARCIE CIECZY)



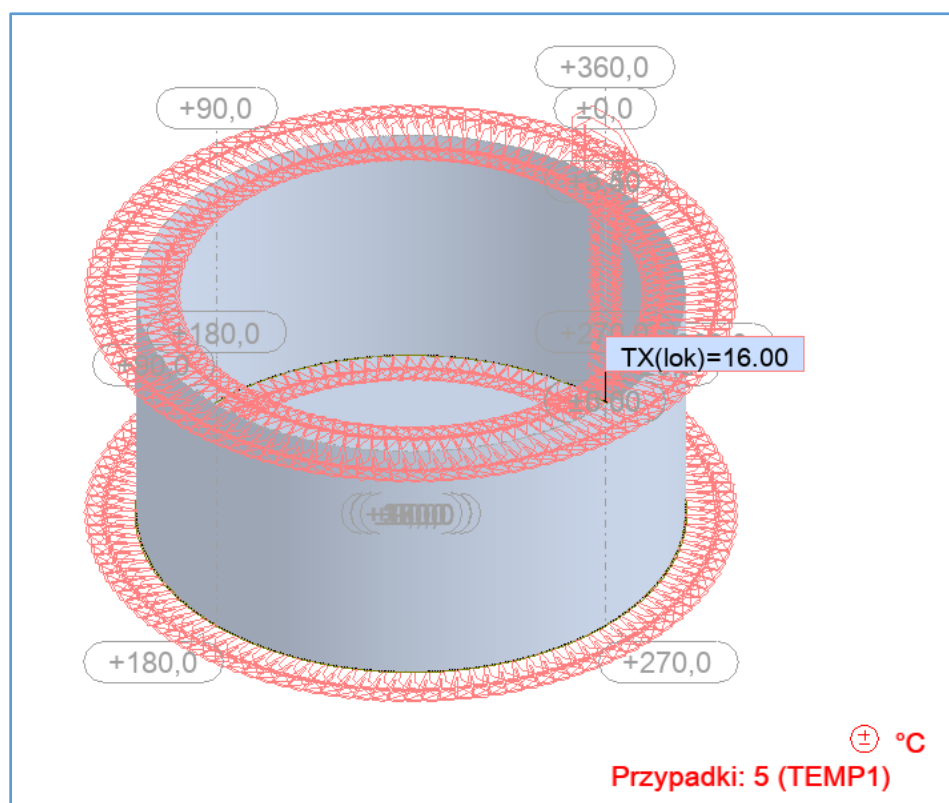
- Obciążenie parciem gruntu (3. PARCIE GRUNTU)



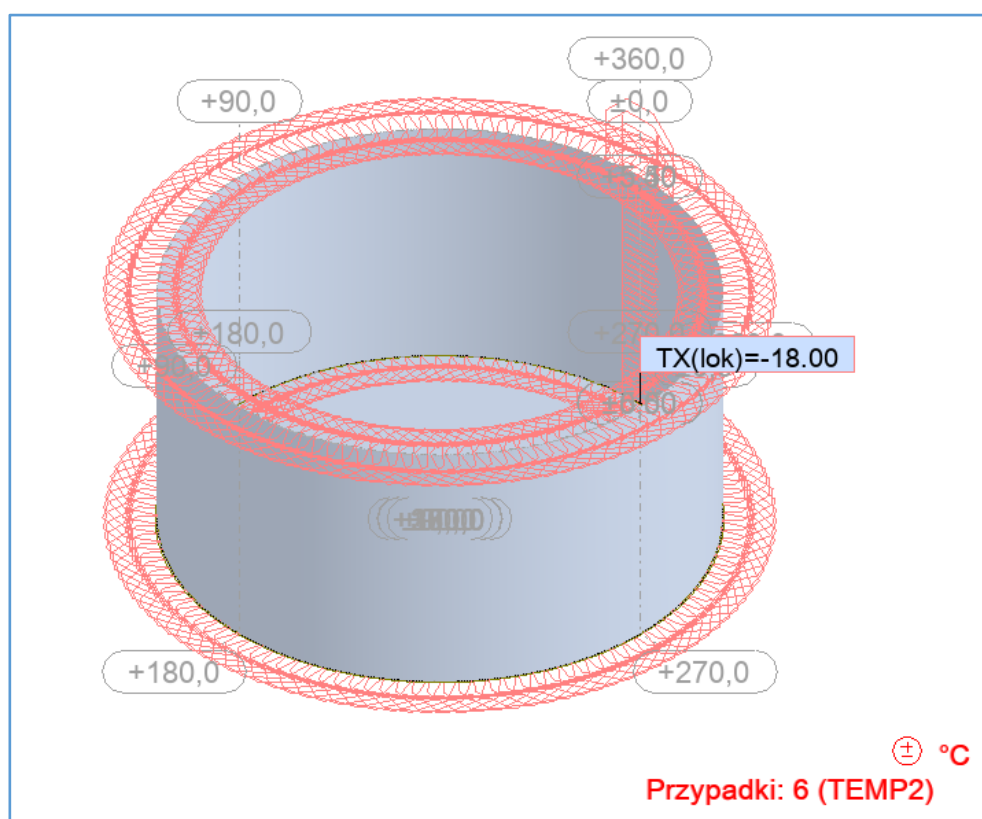
- Obciążenie naziomem (4. NAZIOM)



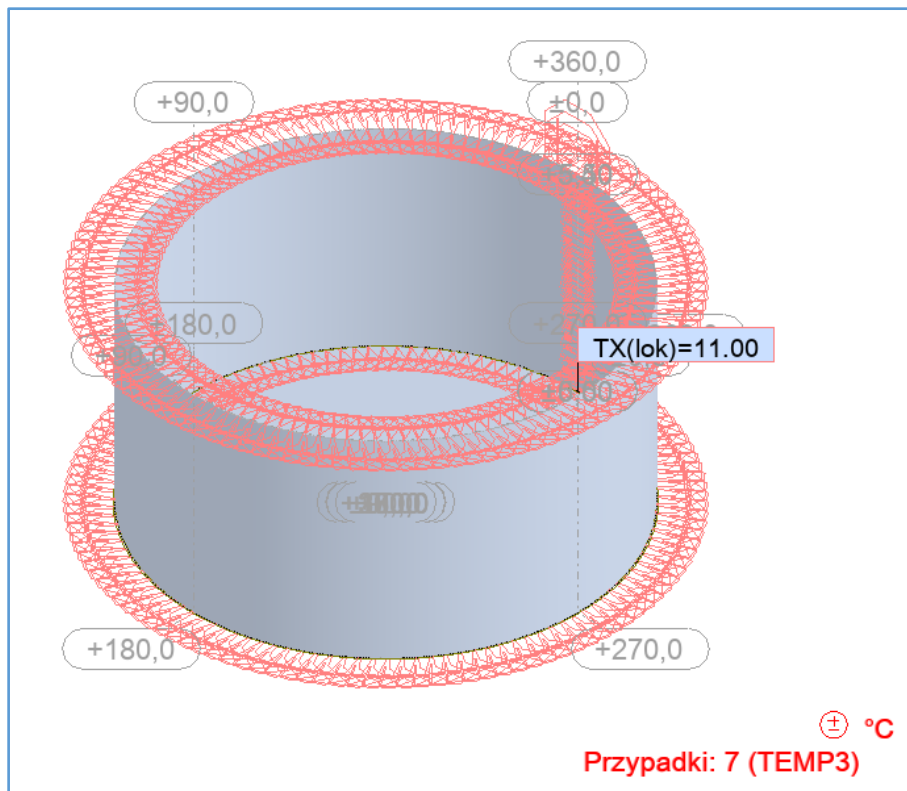
- obciążenie termiczne KOMB1 (5. TEMP1)



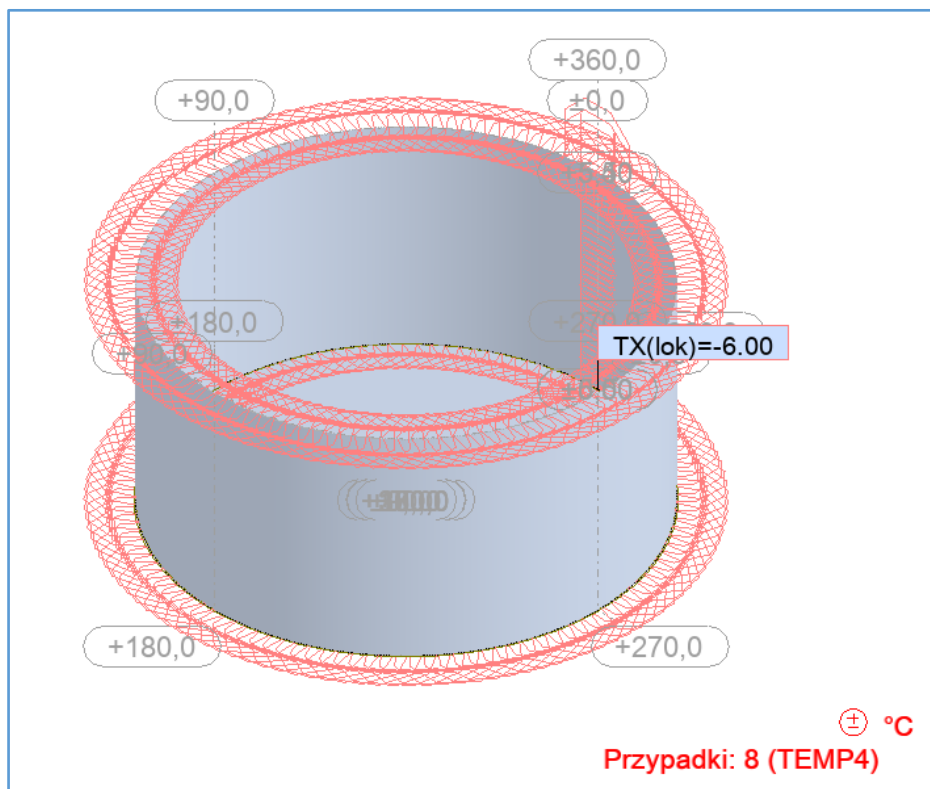
- obciążenie termiczne KOMB2 (6. TEMP2)



- obciążenie termiczne KOMB3 (7. TEMP3)



- obciążenie termiczne KOMB4 (8. TEMP4)

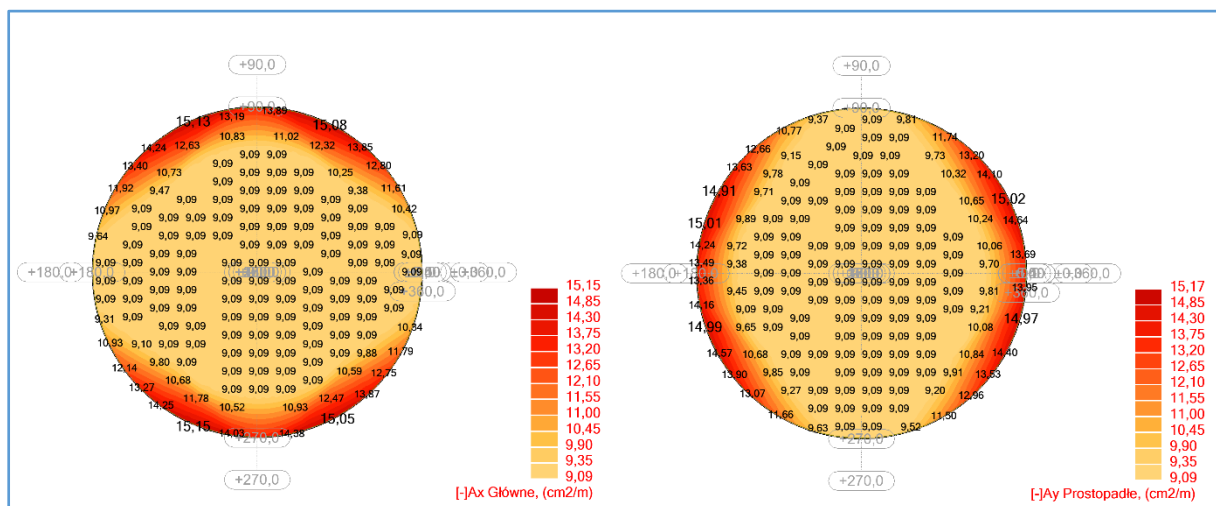


8 Kombinacje obciążeń

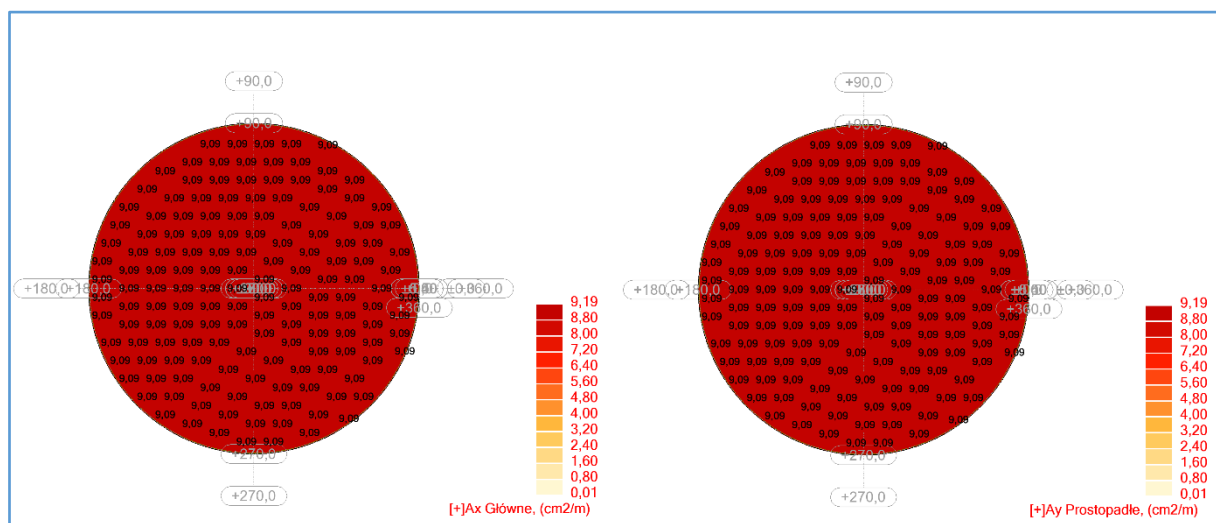
Kombinacja	Nazwa	Typ analizy	Typ kombi	Natura przypadku	Definicja
9 (K)	SGN1	Kombinacja liniowa	SGN	Konstrukcyjn	$1*1.35+2*1.20$
10 (K)	SGN2	Kombinacja liniowa	SGN	Konstrukcyjn	$1*1.35+(3+4)*1.50$
11 (K)	SGN3	Kombinacja liniowa	SGN	Konstrukcyjn	$1*1.35+5*1.50$
12 (K)	SGN4	Kombinacja liniowa	SGN	Konstrukcyjn	$1*1.35+6*1.50$
13 (K)	SGN5	Kombinacja liniowa	SGN	Konstrukcyjn	$1*1.35+2*1.20+7*1.00$
14 (K)	SGN6	Kombinacja liniowa	SGN	Konstrukcyjn	$1*1.35+(3+4)*1.50+8*1.00$
15 (K)	SGU1	Kombinacja liniowa	SGU:Q	Konstrukcyjn	$(1+2)*1.00$
16 (K)	SGU2	Kombinacja liniowa	SGU:Q	Konstrukcyjn	$(1+3+4)*1.00$
17 (K)	SGU3	Kombinacja liniowa	SGU:Q	Konstrukcyjn	$(1+5)*1.00$
18 (K)	SGU4	Kombinacja liniowa	SGU:Q	Konstrukcyjn	$(1+6)*1.00$
19 (K)	SGU5	Kombinacja liniowa	SGU:Q	Konstrukcyjn	$(1+2+7)*1.00$
20 (K)	SGU6	Kombinacja liniowa	SGU:Q	Konstrukcyjn	$(1+3+4+8)*1.00$

9 Zbrojenie płyty fundamentowej

- zbrojenie dolne w kierunku x-x i y-y



- zbrojenie górne w kierunku x-x i y-y

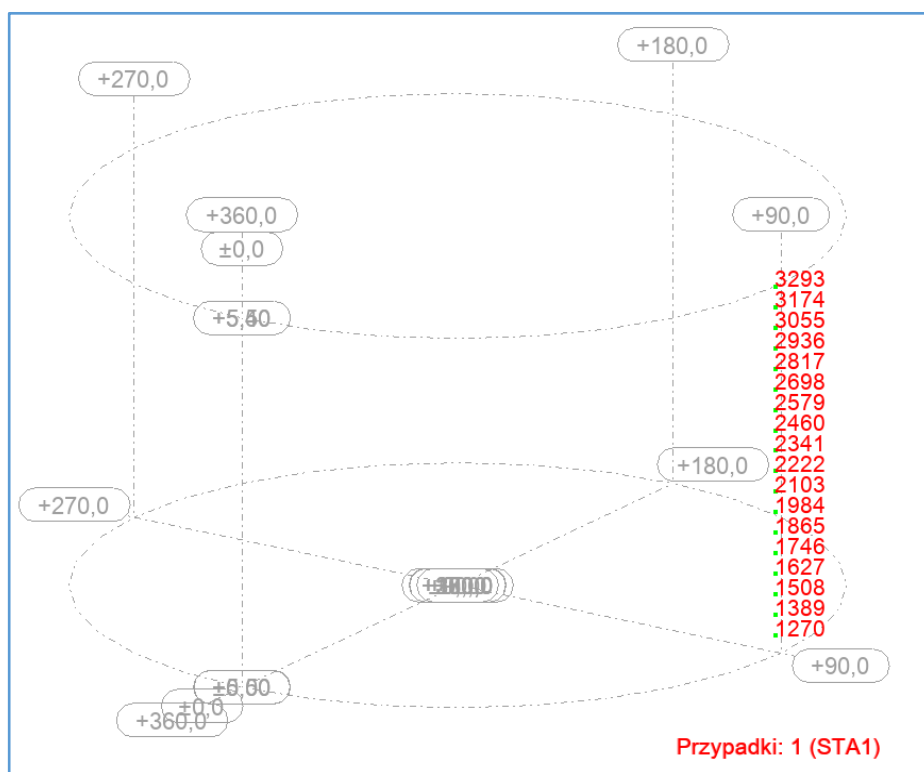


10 Zbrojenie ścian zbiornika

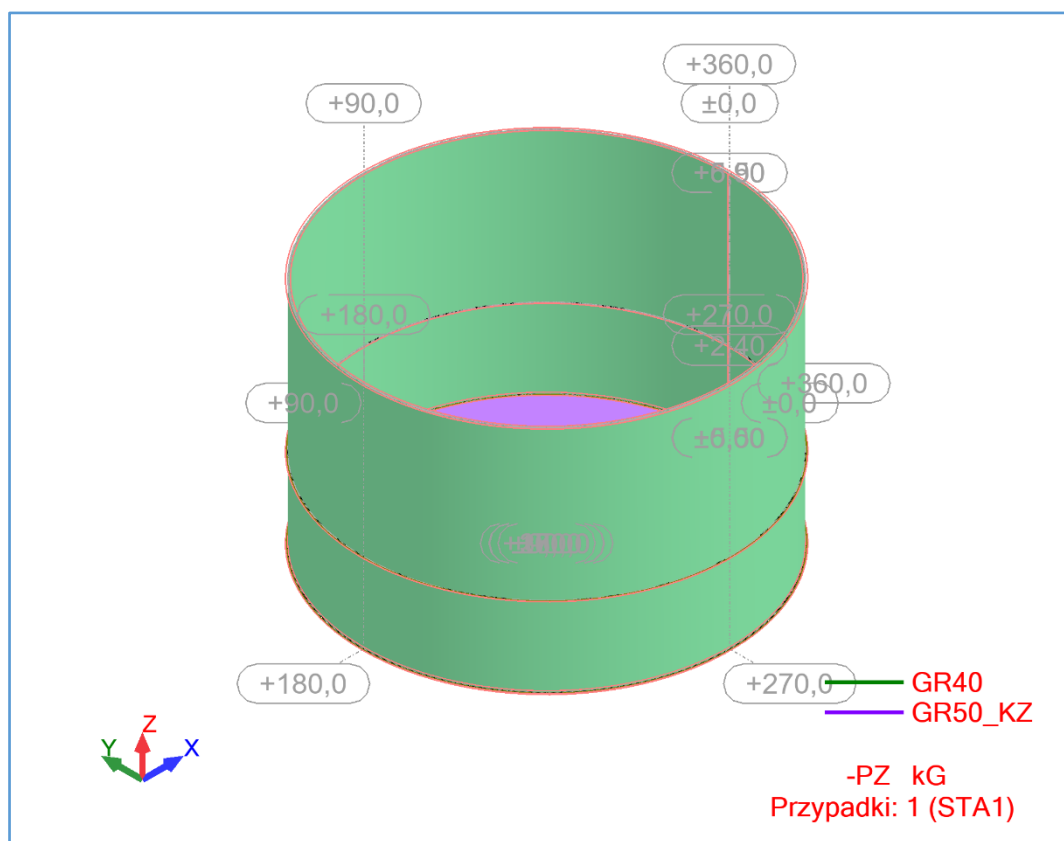
Zestawienie sił wewnętrznych działających na ściany zbiornika:

Poziom z	Węzły	Siły południkowe		Momenty południkowe		Siły równoleżnikowe		Momenty równoleżnikowe	
m	---	kN/m		kN*m/m		kN/m		kN*m/m	
0,00 - 2,70m	3293/3174/3055/2936/2817/2698/2579/2460/2341	33,16		4,69		202,86		23,48	
2,70 - 5,40m	2222/2103/1984/1865/1746/1627/1508/1389/1270	66,07		21,85		2729,25		109,14	

Panel/Węzeł/Przypadek	MXx (kNm/m)	MYy (kNm/m)	NXX (kN/m)	NYy (kN/m)	Panel/Węzeł/Przypadek	MXx (kNm/m)	MYy (kNm/m)	NXX (kN/m)	NYy (kN/m)
2/ 2341/ 12 (K)	23,48>>	4,69	-33,16	-160,00	2/ 1627/ 12 (K)	88,66>>	17,72	-61,27	943,31
2/ 2341/ 11 (K)	-14,18<<	-2,84	-30,96	185,17	2/ 1508/ 11 (K)	-109,14<<	-21,85	-52,55	-985,94
2/ 2341/ 12 (K)	23,48	4,69>>	-33,16	-160,00	2/ 1627/ 12 (K)	88,66	17,72>>	-61,27	943,31
2/ 2341/ 11 (K)	-14,18	-2,84<<	-30,96	185,17	2/ 1508/ 11 (K)	-109,14	-21,85<<	-52,55	-985,94
2/ 3293/ 6	0,02	0,00	2,00>>	27,36	2/ 1627/ 5	-60,50	-12,10	3,83>>	-465,47
2/ 2341/ 12 (K)	23,48	4,69	-33,16<<	-160,00	2/ 1389/ 12 (K)	34,92	6,97	-66,07<<	2064,14
2/ 2341/ 9 (K)	1,68	0,33	-31,89	202,86>>	2/ 1270/ 12 (K)	-37,79	-7,57	-65,85	2729,25>>
2/ 2341/ 12 (K)	23,48	4,69	-33,16	-160,00<<	2/ 1270/ 11 (K)	-60,55	-12,12	-63,11	-2275,60<<
3/ 0/ 1	***>>	***	***	***	3/ 0/ 1	***>>	***	***	***
3/ 0/ 1	***<<	***	***	***	3/ 0/ 1	***<<	***	***	***
3/ 0/ 1	***	***>>	***	***	3/ 0/ 1	***	***>>	***	***
3/ 0/ 1	***	***<<	***	***	3/ 0/ 1	***	***<<	***	***
3/ 0/ 1	***	***	***>>	***	3/ 0/ 1	***	***>>	***	***
3/ 0/ 1	***	***	***<<	***	3/ 0/ 1	***	***<<	***	***
3/ 0/ 1	***	***	***>>	***	3/ 0/ 1	***	***>>	***	***
3/ 0/ 1	***	***	***<<	***	3/ 0/ 1	***	***<<	***	***



**WERYFIKACJA ŚCIAN ZBIORNIKA – PATRZ – ZAŁĄCZNIK 1 DO OBLICZEŃ
STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH**



2 Zestawienie obciążeń

- Obciążenie parciem ścieków:
 - W punkcie najwyższym

$$g_{w,0} = \frac{10,80kN}{m^3} * 0m = 0kN/m^2$$

- W poziomie terenu

$$g_{w,0} = \frac{10,80kN}{m^3} * 4,5m = 48,60kN/m^2$$

- na dnie komory

$$g_{w,4.70} = \frac{10,80kN}{m^3} * 6,9m = 74,52kN/m^2$$

- Obciążenie naziomu:

Przyjęto obciążenie naziomu równe: $10,0kN/m^2$

- Obciążenie parciem gruntu:

Współczynnik parcia gruntu

- parcie czynne

$$K_{agh} = K_{aph} = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) = 0,288$$

- parcie spoczynkowe

$$K_{0gh} = K_{0ph} = 1 - \sin \varphi = 0,447$$

Zwiększone parcie czynne (parcie pośrednie e'_a)

$$K'_{agh} = K'_{pph} = \mu K_{agh} + (1 - \mu) K_{0gh} = 0,367$$

Parcie gruntu od jego ciężaru własnego

- W poziomie terenu

$$e'_{agh} = K'_{agh} \gamma z = 0,367 * \frac{18,5kN}{m^3} * 0m = 0kN/m^2$$

- na dnie komory

$$e'_{agh} = K'_{agh} \gamma z = 0,367 * \frac{18,5kN}{m^3} * 2,30m = 15,62kN/m^2$$

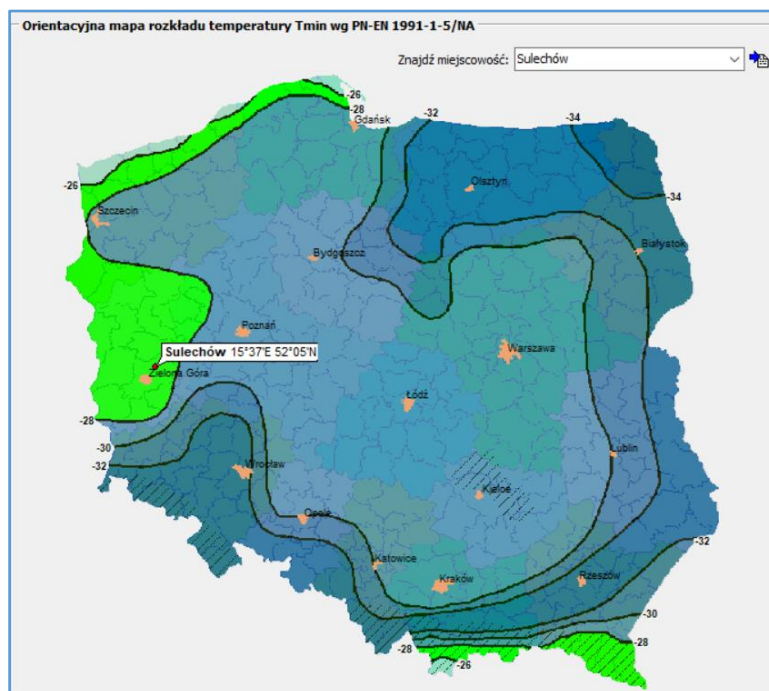
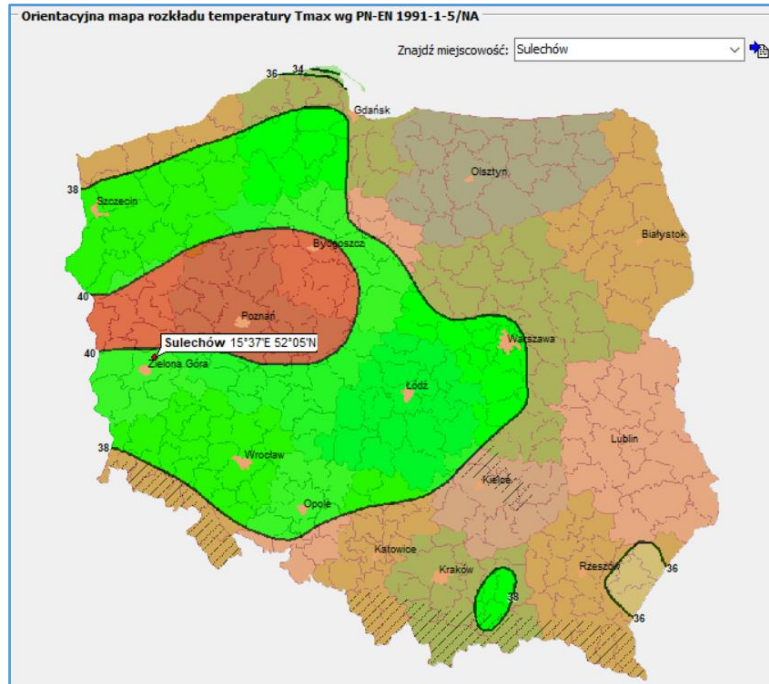
Parcie gruntu od obciążenia naziomu

$$e'_{aph} = K'_{aph} q = 0,367 * 10 \frac{kN}{m} = 3,67kN/m^2$$

- obciążenie termiczne:

dane podstawowe:

- temperatura montażowa zbiornika : $T_0 = 8^{\circ}\text{C}$
- Temperatura cieczy (ścieków): $T_c = 20^{\circ}\text{C}$
- Temperatura powietrza atmosf. w lecie: $T_L = 40^{\circ}\text{C}$
- Temperatura powietrza atmosf. w zimie: $T_Z = -28^{\circ}\text{C}$



○ Kombinacja K1 – lato, zbiornik pusty, nieobsypany

- Temperatura na zewnątrz zbiornika:

$$T_{zew} = 40^{\circ}C$$

- Temperatura w zbiorniku:

$$T_{wew} = 40^{\circ}C$$

- Różnica temperatur:

$$\Delta T = 40 - 40 = 0^{\circ}C$$

- Temperatura do równomiernego ogrzania:

$$T_{r,ogr} = \frac{T_{zew} + T_{wew}}{2} - T_0 = \frac{40 + 40}{2} - 8 = 32^{\circ}C$$

○ Kombinacja K2 – zima, zbiornik pusty, nieobsypany

- Temperatura na zewnątrz zbiornika:

$$T_{zew} = -28^{\circ}C$$

- Temperatura w zbiorniku:

$$T_{wew} = -28^{\circ}C$$

- Różnica temperatur:

$$\Delta T = -28 - (-28) = 0^{\circ}C$$

- Temperatura do równomiernego ochłodzenia:

$$T_{r,ochl} = \frac{T_{zew} + T_{wew}}{2} - T_0 = \frac{-28 + (-28)}{2} - 8 = -36^{\circ}C$$

○ Kombinacja K3 – lato, zbiornik pełny, obsypany

- Temperatura na zewnątrz zbiornika:

$$T_{zew} = 40^{\circ}C$$

- Temperatura w zbiorniku (temperatura cieczy):

$$T_{wew} = 20^{\circ}C$$

- Różnica temperatur:

$$\Delta T = T_{zew} - T_{wew} = 40 - 20 = 20^{\circ}C$$

- Temperatura do równomiernego ogrzania:

$$T_{r,ogr} = \frac{T_{zew} + T_{wew}}{2} - T_0 = \frac{40 + 20}{2} - 8 = 22^{\circ}C$$

○ Kombinacja K4 – zima, zbiornik pełny, obsypany

- Temperatura na zewnątrz zbiornika:

$$T_{zew} = -28^{\circ}C$$

- Temperatura w zbiorniku (temperatura cieczy):

$$T_{wew} = 20^{\circ}C$$

- Różnica temperatur:

$$\Delta T = T_{zew} - T_{wew} = -28 - 20 = -48^{\circ}C$$

- Temperatura do równomiernego ochłodzenia:

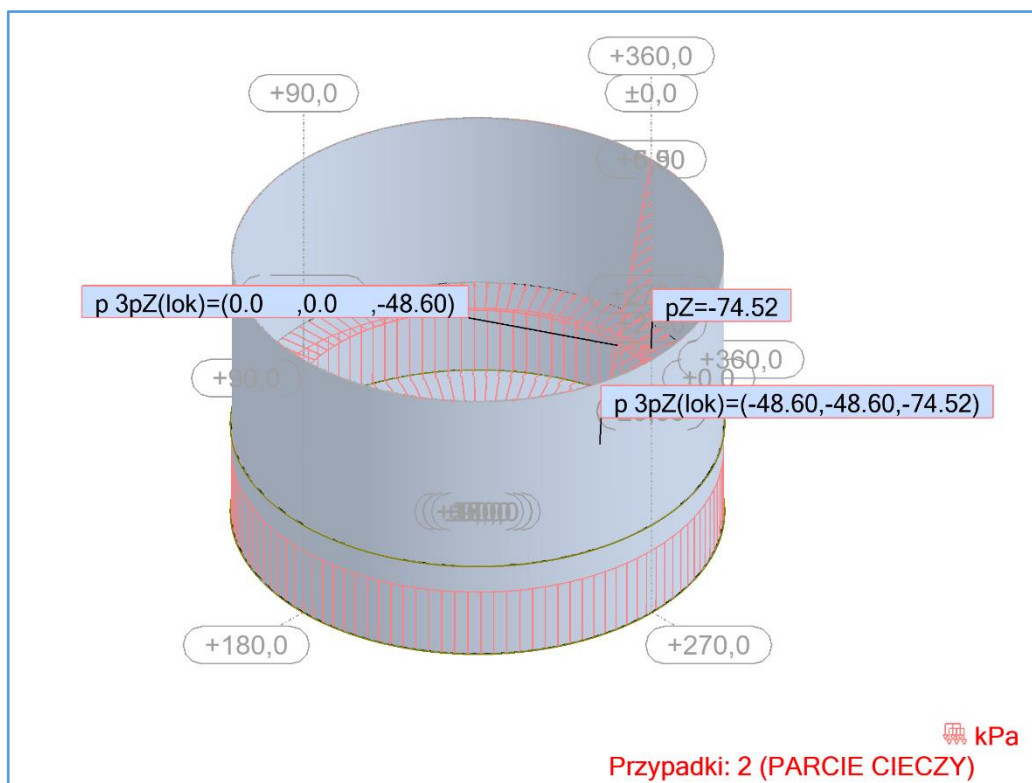
$$T_{r,ochł} = \frac{T_{zew} + T_{wew}}{2} - T_0 = \frac{-28 + 20}{2} - 8 = -12^{\circ}C$$

3 Obciążenia w modelu

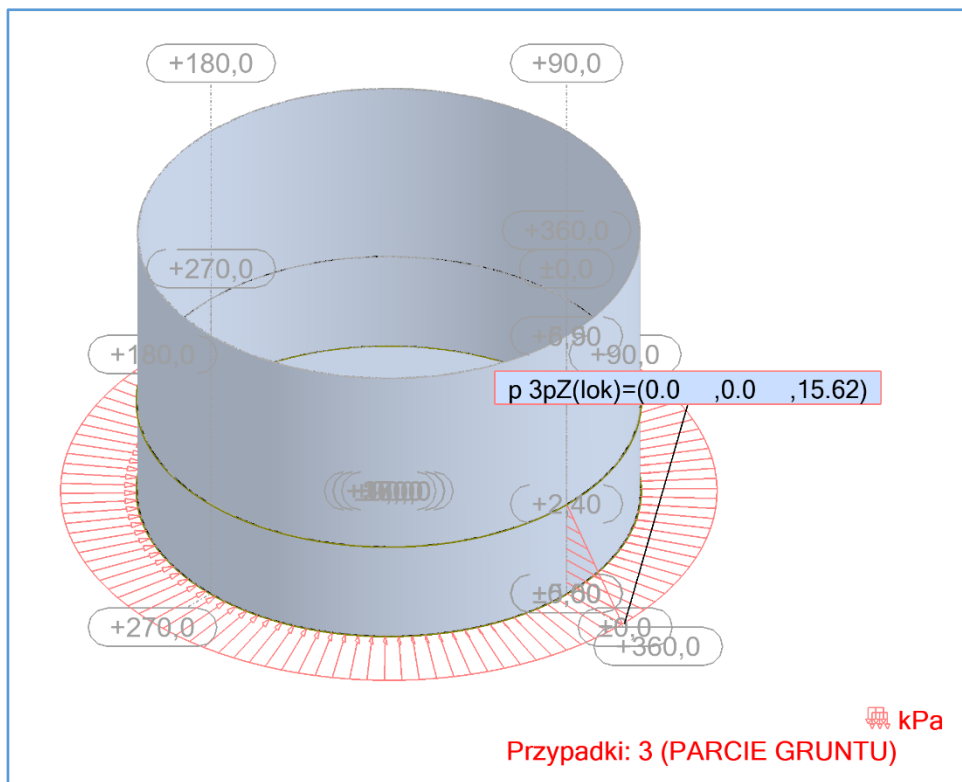
- obciążenie ciężarem własnym (1. STA1)

Obciążenie ciężarem własnym zostało automatycznie uwzględnione w modelu obliczeniowym.

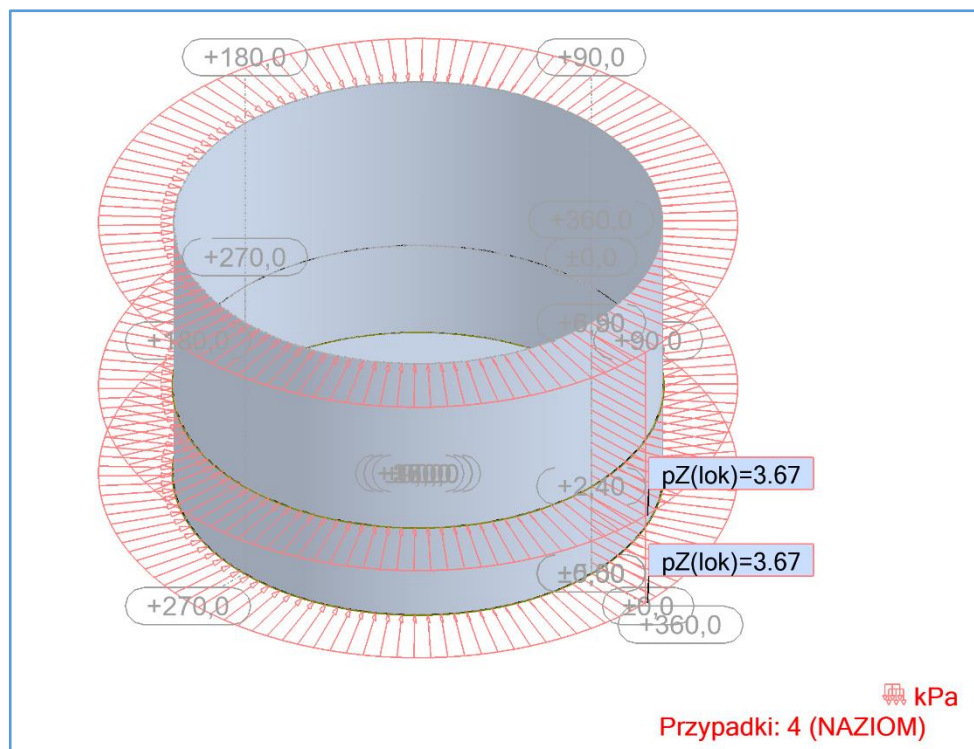
- Obciążenie parciem cieczy (2. PARCIE CIECZY)



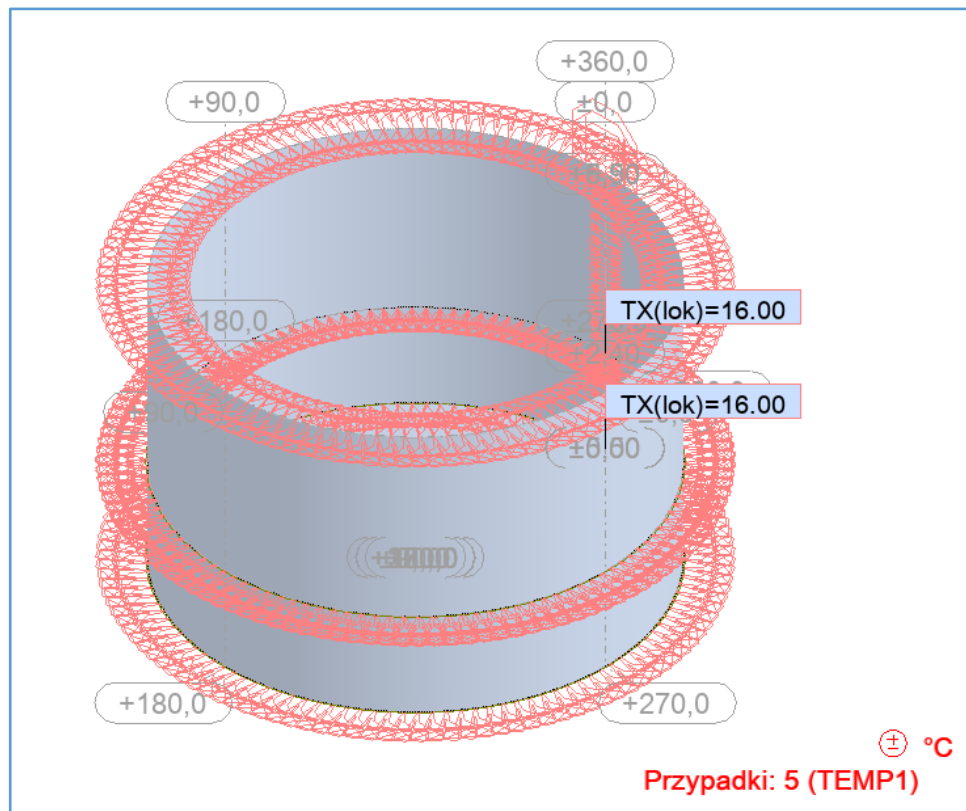
- Obciążenie parciem gruntu (3. PARCIE GRUNTU)



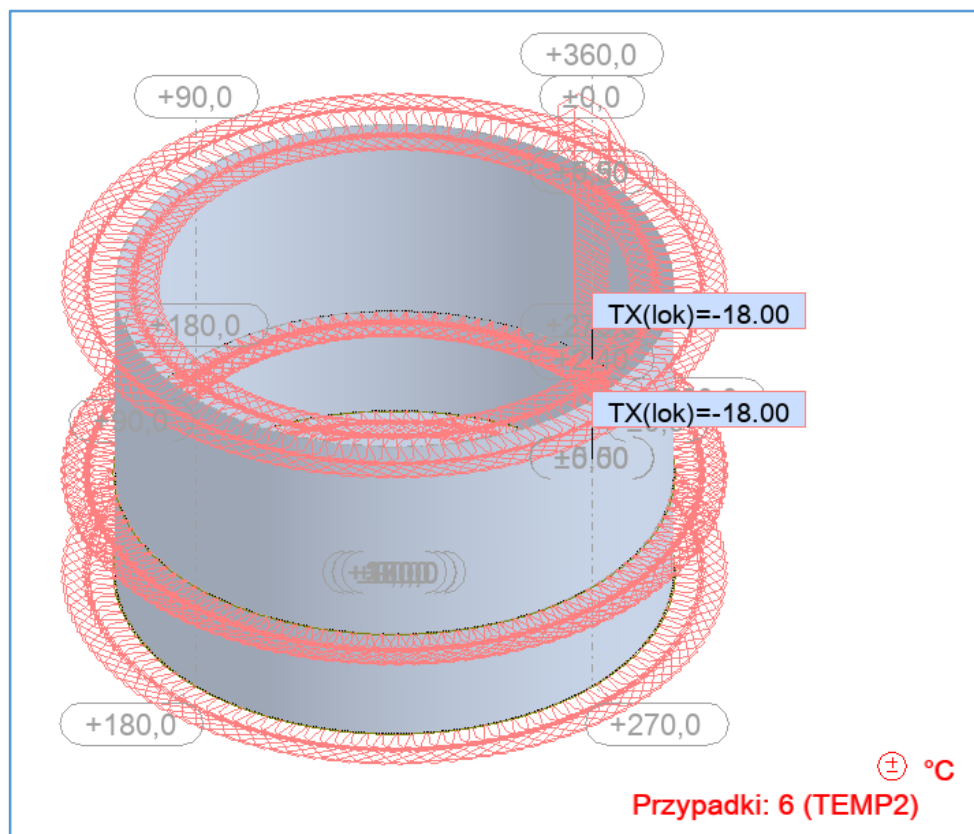
- Obciążenie naziomem (4. NAZIOM)



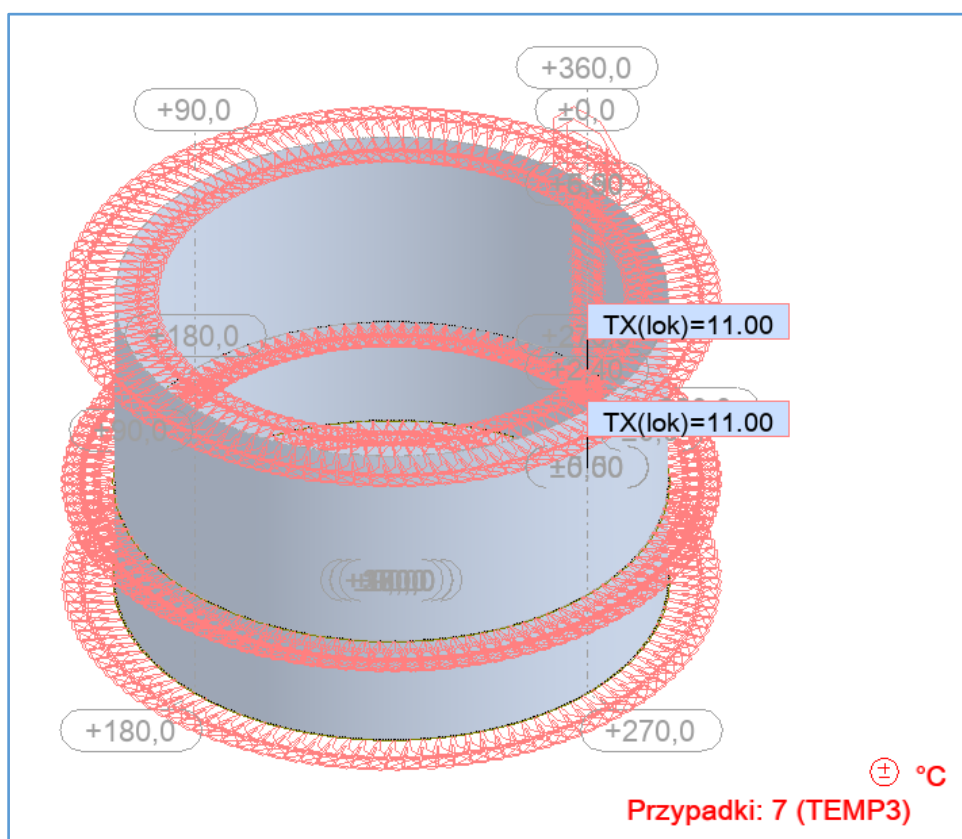
- obciążenie termiczne KOMB1 (5. TEMP1)



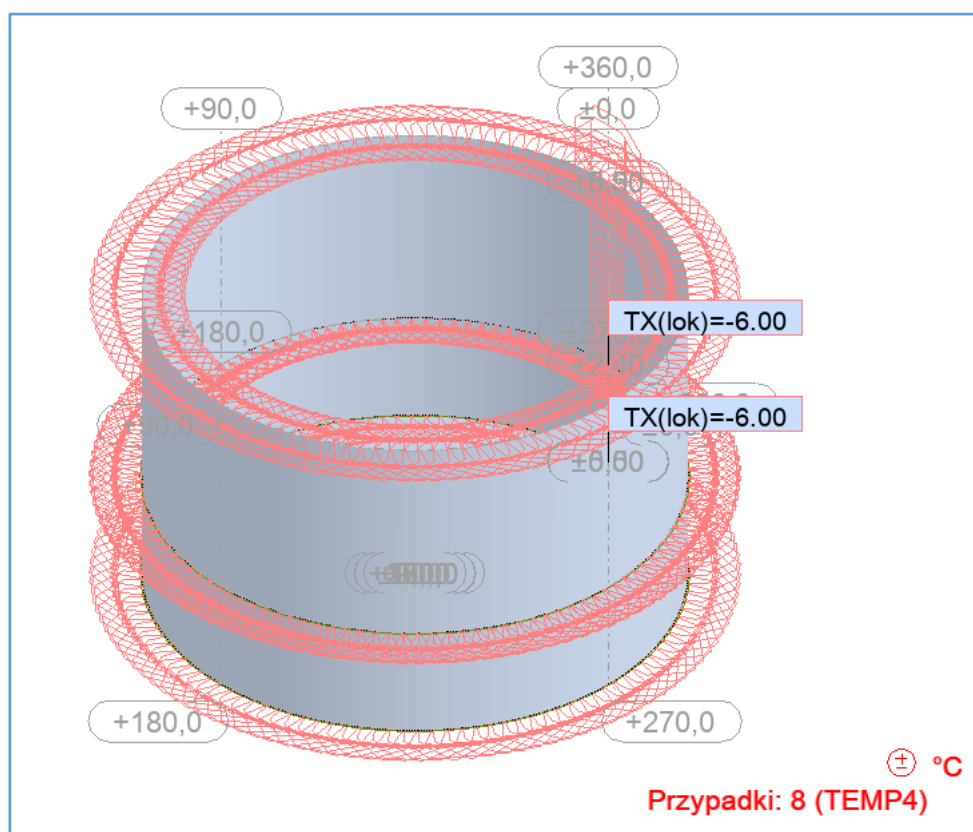
- obciążenie termiczne KOMB2 (6. TEMP2)



- obciążenie termiczne KOMB3 (7. TEMP3)



- obciążenie termiczne KOMB4 (8. TEMP4)

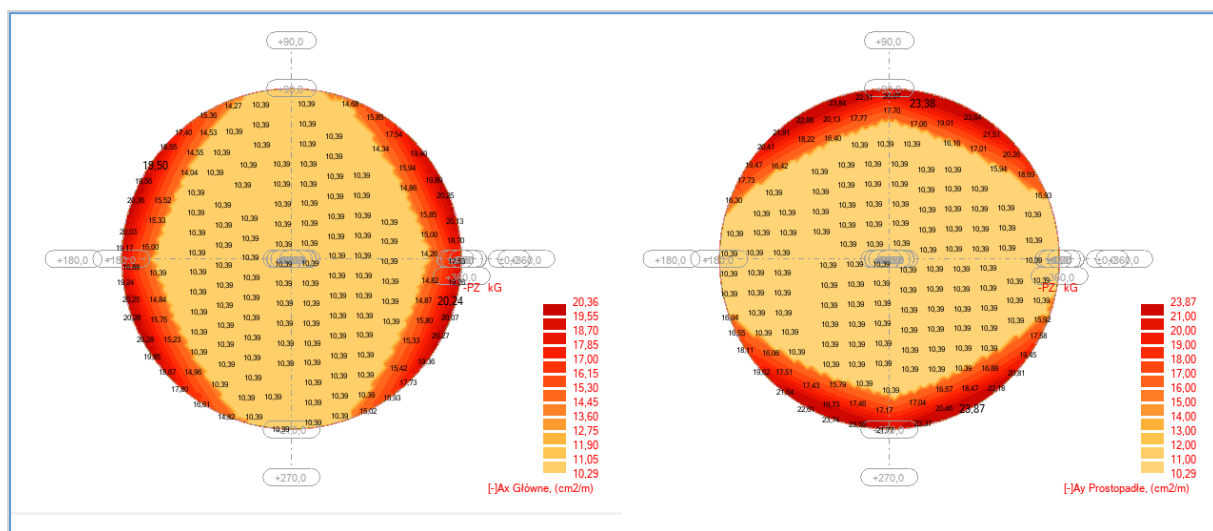


4 Kombinacje obciążeń

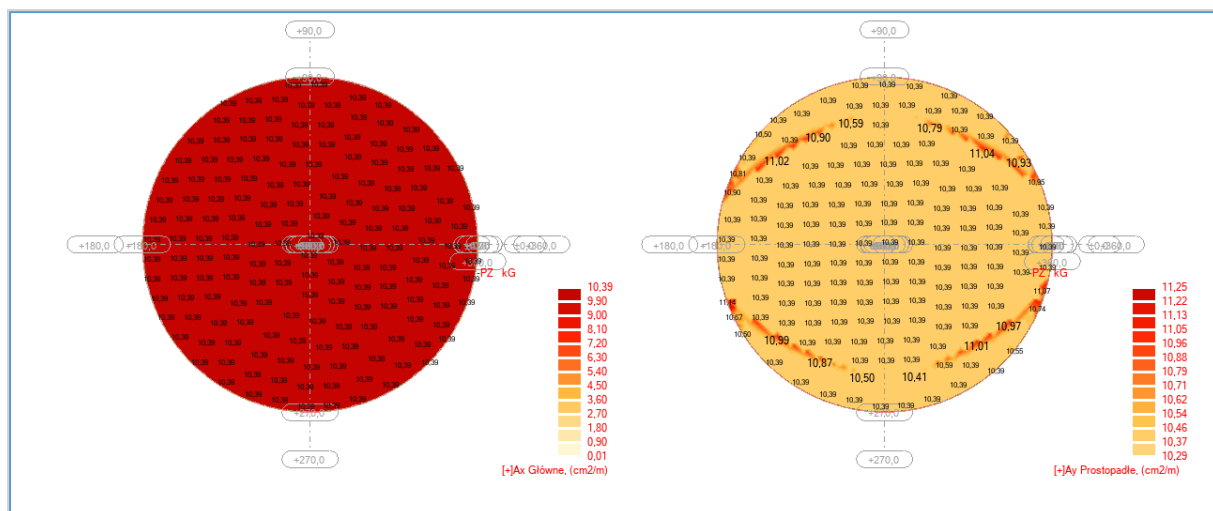
Kombinacja	Nazwa	Typ analizy	Typ kombi	Natura przypadku	Definicja
9 (K)	SGN1	Kombinacja liniowa	SGN	Konstrukcyjn	$1*1.35+2*1.20$
10 (K)	SGN2	Kombinacja liniowa	SGN	Konstrukcyjn	$1*1.35+(3+4)*1.50$
11 (K)	SGN3	Kombinacja liniowa	SGN	Konstrukcyjn	$1*1.35+5*1.50$
12 (K)	SGN4	Kombinacja liniowa	SGN	Konstrukcyjn	$1*1.35+6*1.50$
13 (K)	SGN5	Kombinacja liniowa	SGN	Konstrukcyjn	$1*1.35+2*1.20+7*1.00$
14 (K)	SGN6	Kombinacja liniowa	SGN	Konstrukcyjn	$1*1.35+(3+4)*1.50+8*1.00$
15 (K)	SGU1	Kombinacja liniowa	SGU:Q	Konstrukcyjn	$(1+2)*1.00$
16 (K)	SGU2	Kombinacja liniowa	SGU:Q	Konstrukcyjn	$(1+3+4)*1.00$
17 (K)	SGU3	Kombinacja liniowa	SGU:Q	Konstrukcyjn	$(1+5)*1.00$
18 (K)	SGU4	Kombinacja liniowa	SGU:Q	Konstrukcyjn	$(1+6)*1.00$
19 (K)	SGU5	Kombinacja liniowa	SGU:Q	Konstrukcyjn	$(1+2+7)*1.00$
20 (K)	SGU6	Kombinacja liniowa	SGU:Q	Konstrukcyjn	$(1+3+4+8)*1.00$

5 Zbrojenie płyty fundamentowej

- zbrojenie dolne w kierunku x-x i y-y



- zbrojenie górne w kierunku x-x i y-y

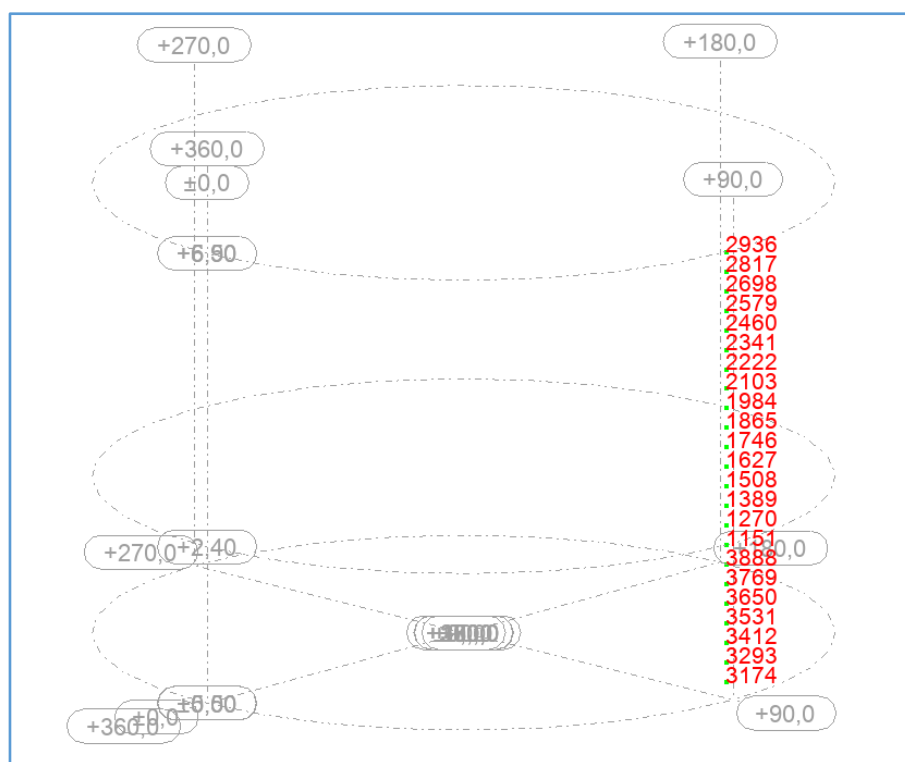


6 Zbrojenie ścian zbiornika

Zestawienie sił wewnętrznych działających na ściany zbiornika:

Poziom z	Węzły	Sily południkowe	Momenty południkowe	Sily równoleżnikowe	Momenty równoleżnikowe
m	---	kN/m	kN*m/m	kN/m	kN*m/m
0,00 - 2,40m	2936/ 2817/ 2698/ 2579/ 2460/ 2341/ 2222/ 2103	28,07	0,82	145,58	4,12
2,40 - 4,50m	1984/ 1865/ 1746/ 1627/ 1508/ 1389/ 1270/	57,77	7,2	372,98	36,07
4,50 - 6,90m	1151/ 3888/ 3769/ 3650/ 3531/ 3412/ 3293/ 3174	85,3	23,26	2751,11	116,22

Panel/Węzeł/Przypadek	MXx (kNm/m)	MYy (kNm/m)	NXX (kN/m)	NYy (kN/m)	Panel/Węzeł/Przypadek	MXx (kNm/m)	MYy (kNm/m)	NXX (kN/m)	NYy (kN/m)	Panel/Węzeł/Przypadek	MXx (kNm/m)	MYy (kNm/m)	NXX (kN/m)	NYy (kN/m)
3/ 0/ 1	***>>	***	***	***	3/ 0/ 1	***<<	***	***	***	3/ 0/ 1	***>>	***	***	***
3/ 0/ 1	***<<	***	***	***	3/ 0/ 1	***>>	***	***	***	3/ 0/ 1	***<<	***	***	***
3/ 0/ 1	***	***>>	***	***	3/ 0/ 1	***	***<<	***	***	3/ 0/ 1	***	***>>	***	***
3/ 0/ 1	***	***<<	***	***	3/ 0/ 1	***	***>>	***	***	3/ 0/ 1	***	***<<	***	***
3/ 0/ 1	***	***	***>>	***	3/ 0/ 1	***	***	***<<	***	3/ 0/ 1	***	***	***>>	***
3/ 0/ 1	***	***	***<<	***	3/ 0/ 1	***	***	***>>	***	3/ 0/ 1	***	***	***<<	***
3/ 0/ 1	***	***	***	***>>	3/ 0/ 1	***	***	***	***<<	3/ 0/ 1	***	***	***	***>>
3/ 0/ 1	***	***	***	***<<	3/ 0/ 1	***	***	***	***>>	3/ 0/ 1	***	***	***	***<<
4/ 0/ 1	***>>	***	***	***	4/ 0/ 1	***<<	***	***	***	4/ 3650/ 12 (K)	86,29>>	17,24	-76,93	582,16
4/ 0/ 1	***<<	***	***	***	4/ 0/ 1	***>>	***	***	***	4/ 3412/ 11 (K)	-116,22<<	-23,26	-71,97	-937,00
4/ 0/ 1	***	***>>	***	***	4/ 0/ 1	***	***<<	***	***	4/ 3650/ 12 (K)	86,29	17,24>>	-76,93	582,16
4/ 0/ 1	***	***<<	***	***	4/ 0/ 1	***	***>>	***	***	4/ 3412/ 11 (K)	-116,22	-23,26<<	-71,97	-937,00
4/ 0/ 1	***	***	***>>	***	4/ 0/ 1	***	***	***<<	***	4/ 1151/ 5	-27,33	-5,47	6,05>>	77,09
4/ 0/ 1	***	***	***<<	***	4/ 0/ 1	***	***	***>>	***	4/ 1293/ 12 (K)	25,27	5,04	85,30<<	2103,18
4/ 0/ 1	***	***	***	***>>	4/ 0/ 1	***	***	***	***<<	4/ 3174/ 12 (K)	-51,47	-10,30	-54,86	2101,13>>
4/ 0/ 1	***	***	***	***<<	4/ 0/ 1	***	***	***	***>>	4/ 3174/ 11 (K)	-75,68	-15,15	-82,02	2251,25<<
5/ 2103/ 11 (K)	4,12>>	0,82	-28,07	21,66	5/ 1270/ 12 (K)	36,67>>	7,20	-57,77	-120,85	5/ 1151/ 12 (K)	49,87>>	9,96	-50,04	-47,70
5/ 2103/ 12 (K)	-3,03<<	-0,61	-27,61	-42,12	5/ 1270/ 11 (K)	-23,22<<	-4,65	-54,24	201,62	5/ 1151/ 11 (K)	-37,01<<	-7,41	-58,83	189,49
5/ 2103/ 11 (K)	4,12	0,82>>	-28,07	21,66	5/ 1270/ 12 (K)	-36,67	7,20>>	-57,77	-120,85	5/ 1151/ 12 (K)	49,87	9,96>>	-50,04	-47,70
5/ 2103/ 12 (K)	-3,03	-0,61<<	-27,61	-42,12	5/ 1270/ 11 (K)	-23,22	-4,65<<	-54,24	201,62	5/ 1151/ 11 (K)	-37,01	-7,41<<	-58,83	189,49
5/ 2936/ 6	0,82	0,00	0,28>>	13,68	5/ 1270/ 5	-18,60	-3,72	1,11>>	101,17	5/ 1151/ 6	30,66	6,13	3,10>>	-83,71
5/ 2103/ 11 (K)	4,12	0,82	28,07<<	21,66	5/ 1270/ 12 (K)	36,67	7,20	57,77<<	-120,85	5/ 1151/ 11 (K)	-37,01	-7,41	-58,83<<	189,49
5/ 2103/ 12 (K)	1,30	0,25	-27,89	145,58>>	5/ 1270/ 9 (K)	0,57	0,11	-55,66	372,98>>	5/ 1151/ 9 (K)	-2,22	-0,45	-53,03	417,33>>
5/ 2103/ 12 (K)	-3,03	-0,61	-27,61	-42,12<<	5/ 1508/ 12 (K)	14,54	2,90	-48,50	-149,90<<	5/ 1151/ 6	30,66	6,13	3,10	-83,71<<

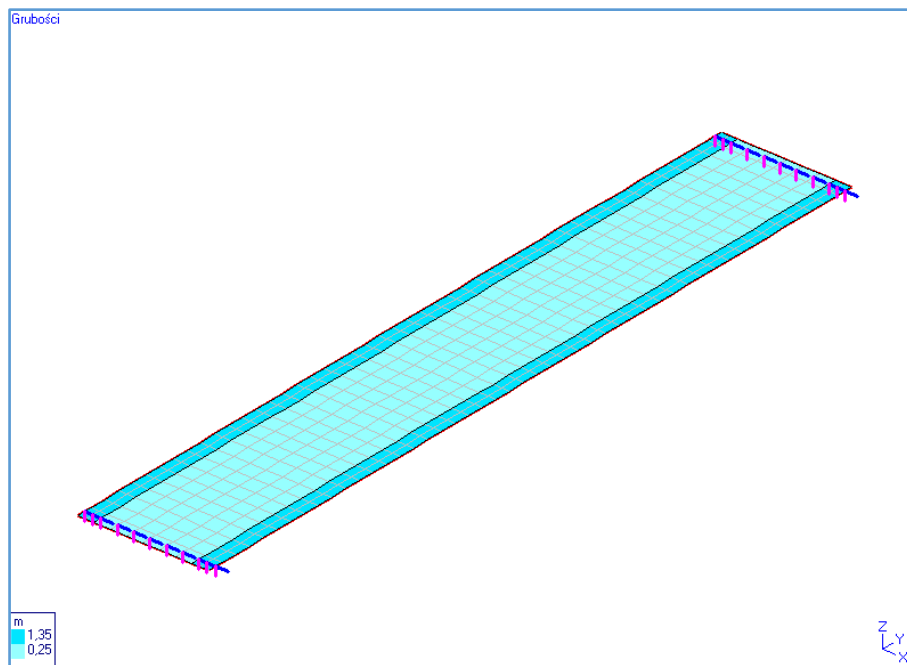


**WERYFIKACJA ŚCIAN ZBIORNIKA – PATRZ – ZAŁĄCZNIK 2 DO OBLICZEŃ
STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH**

7 Model obliczeniowy płyty pomostu obiektu 27

Model obliczeniowy konstrukcji pomostu zbiornika zagęszczacz osadu został stworzony w programie ABC Płyta.

Widok modelu obliczeniowego:

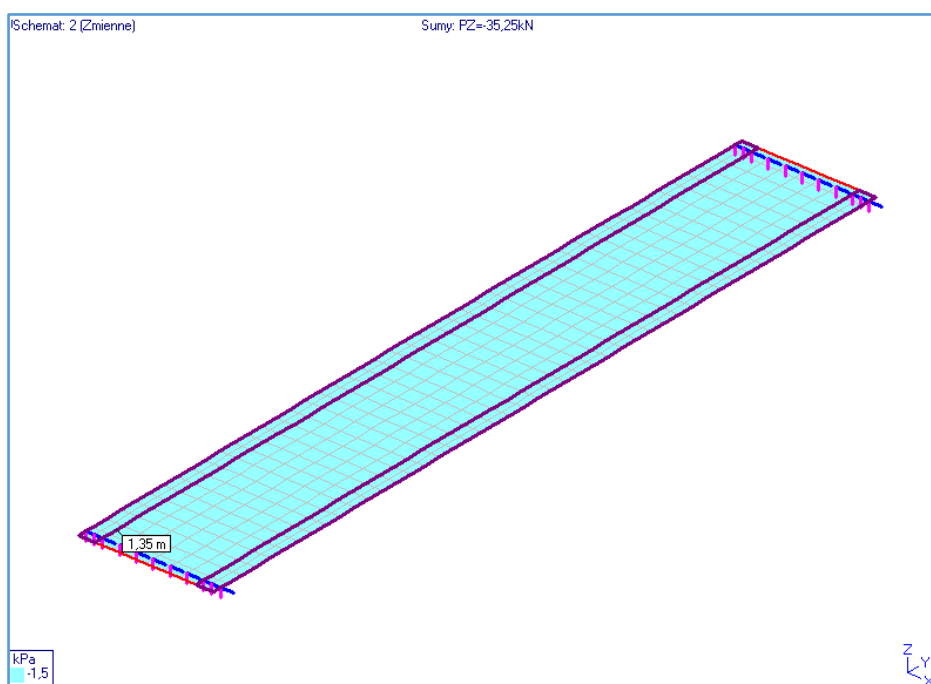


8 Obciążenia w modelu

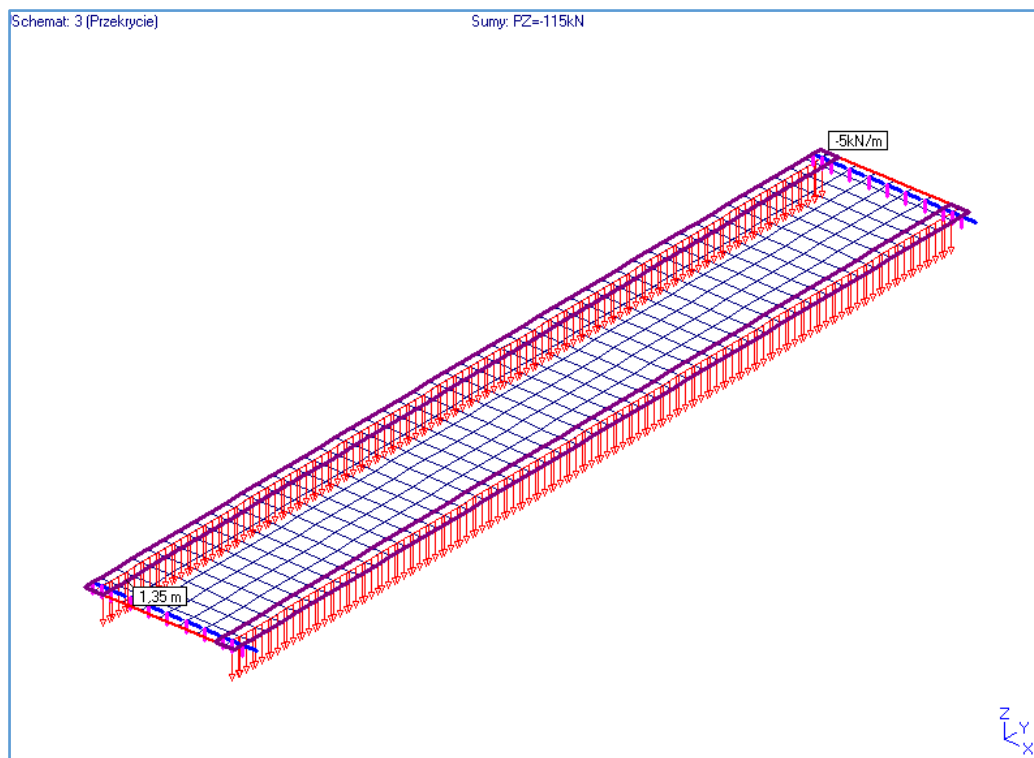
- obciążenie ciężarem własnym

Obciążenie ciężarem własnym zostało automatycznie uwzględnione w modelu obliczeniowym.

- Obciążenie eksploatacyjne

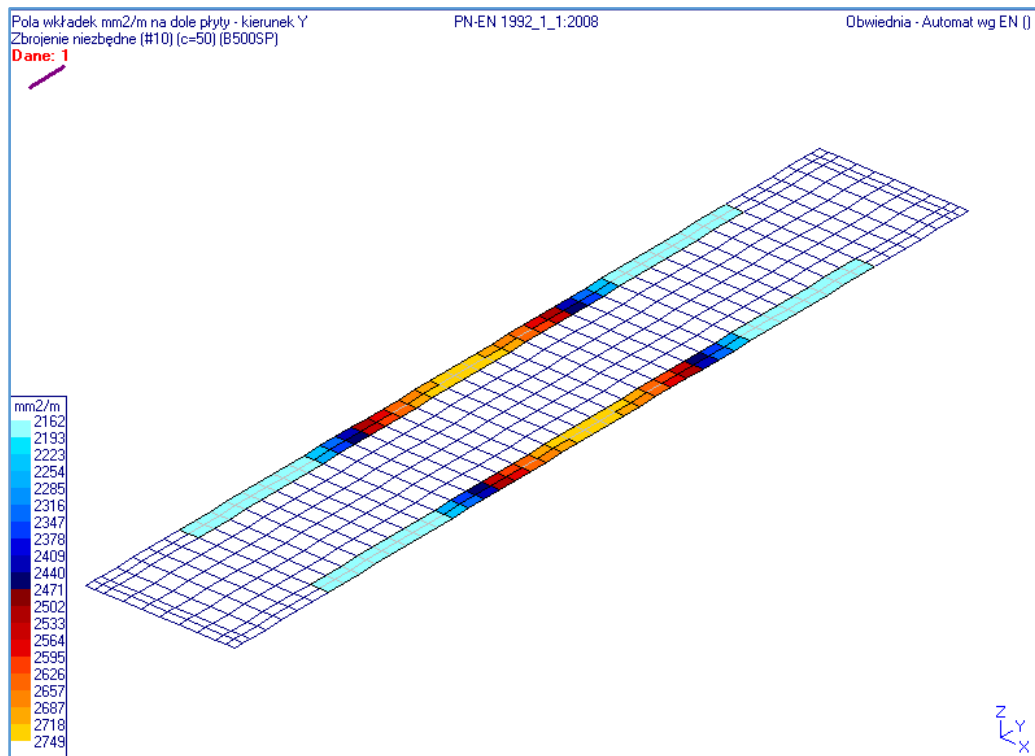


- Obciążenie od przekrycia

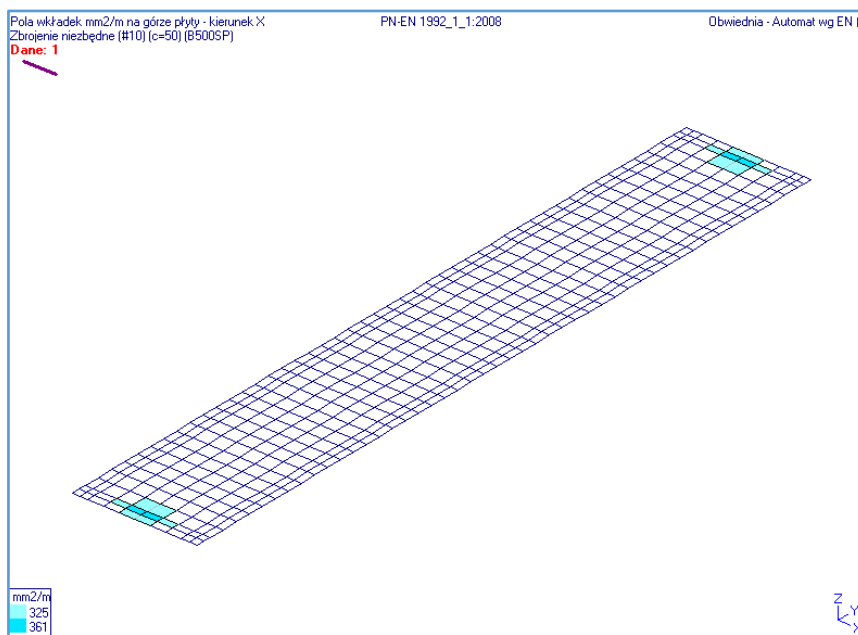


9 Mapy wymaganych powierzchni zbrojenia pomostu

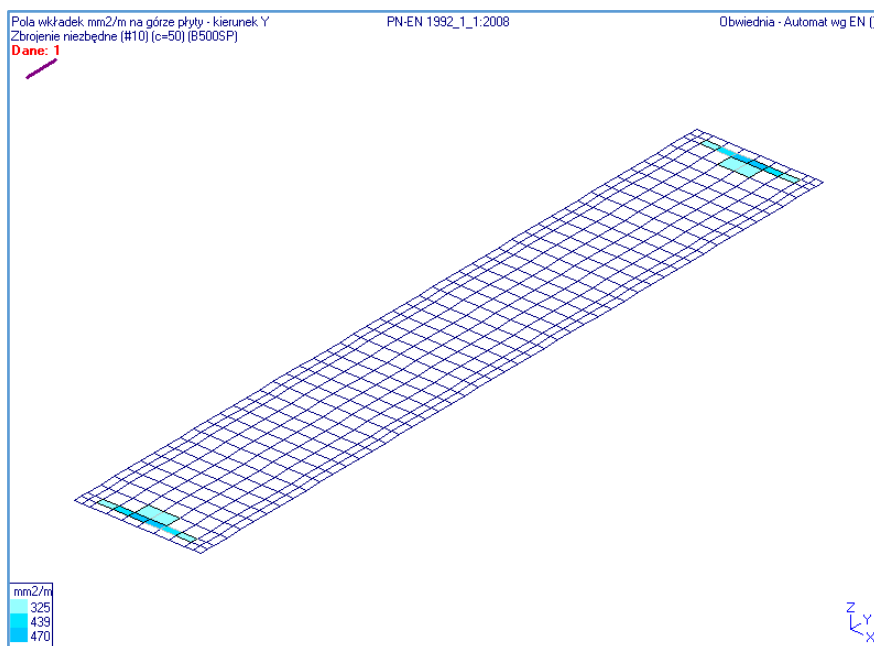
- Zbrojenie dolne Y



○ Zbrojenie górne X



○ Zbrojenie górne Y



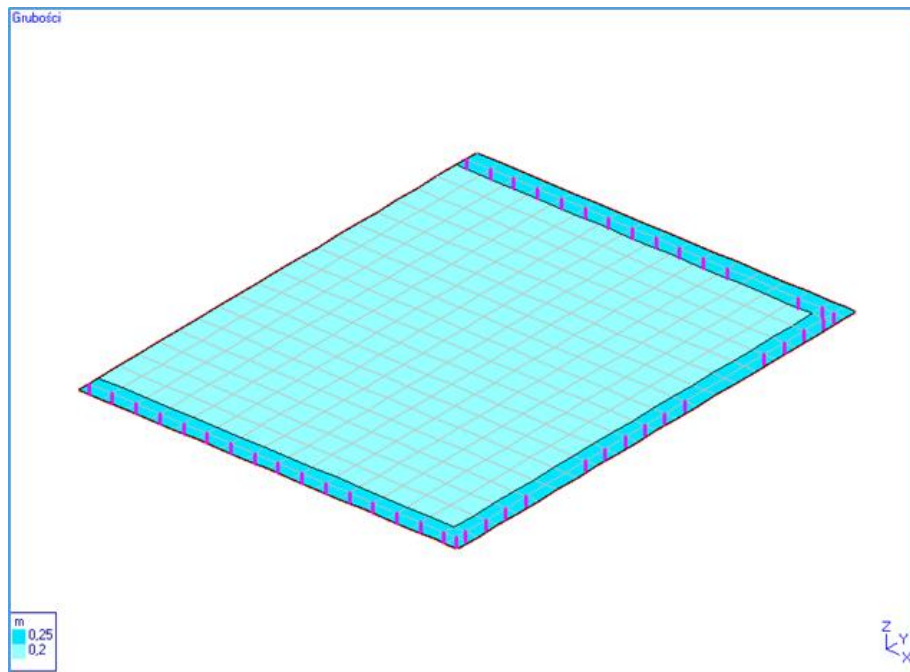
Przyjęto zbrojenie płyty:

- Zbrojenie dolne i górne płyty w kierunku X: #10 co 15cm
- Zbrojenie dolne i górne płyty w kierunku Y: #10 co 20cm i #12 co 20cm przy podporach
- Zbrojenie dolne belki: 3#20+ 2#20
- Zbrojenie górne belki: 2#16
- Zbrojenie poprzeczne belki: #8 co 25cm

10 Model obliczeniowy płyty stropodachu pomieszczenia pomp - obiekt 27.1

Model obliczeniowy konstrukcji pomostu zbiornika zagęszczacz osadu został stworzony w programie ABC Płyta.

Widok modelu obliczeniowego:

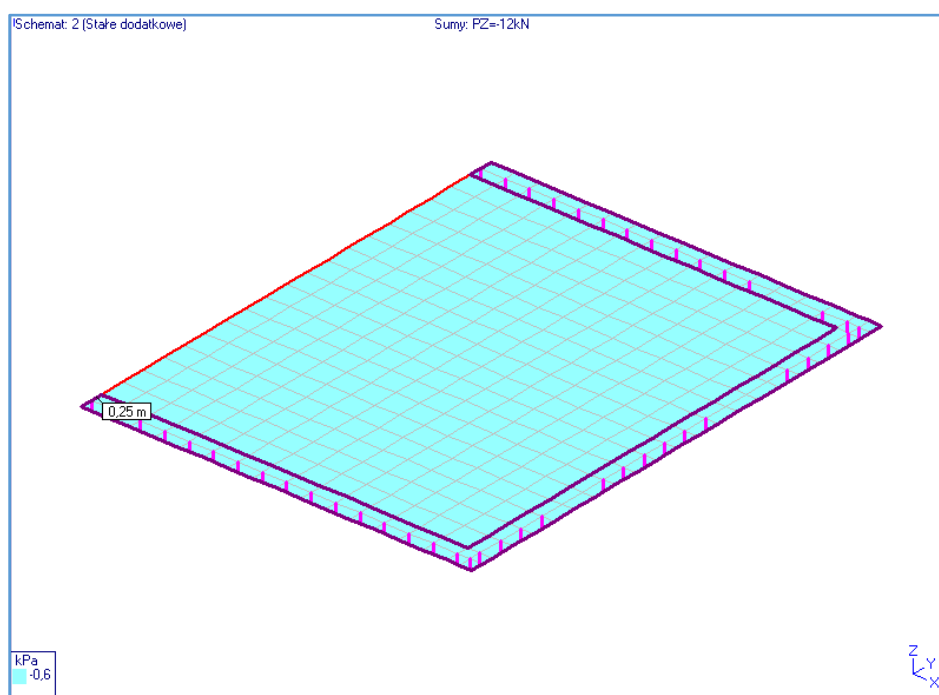


11 Obciążenia w modelu

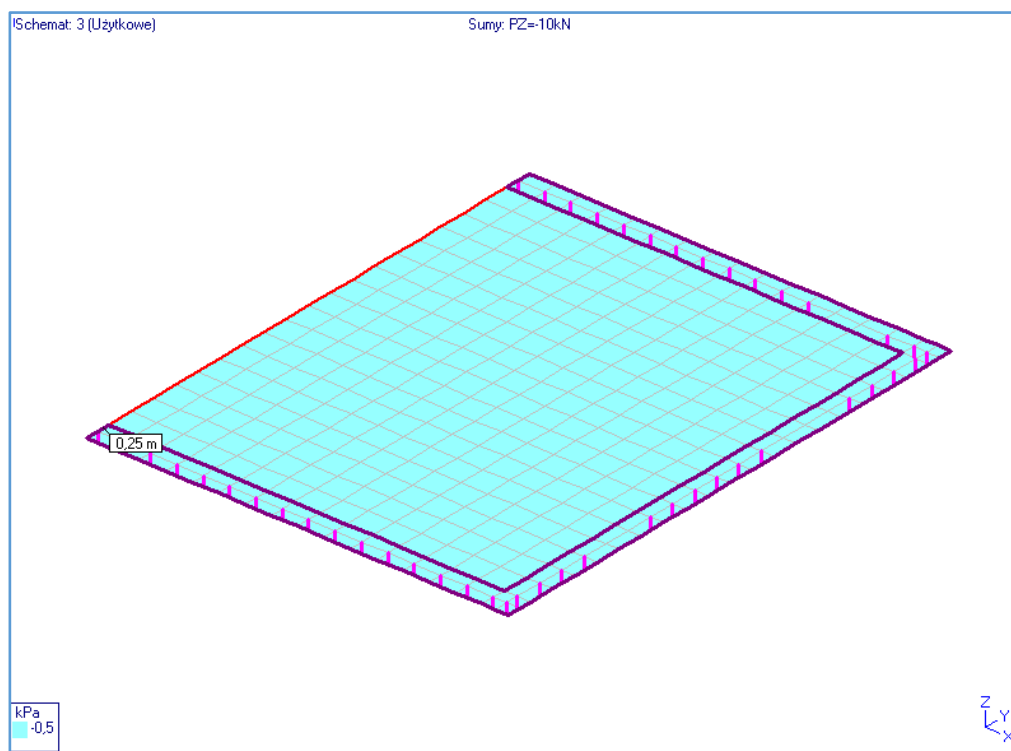
- obciążenie ciężarem własnym

Obciążenie ciężarem własnym zostało automatycznie uwzględnione w modelu obliczeniowym.

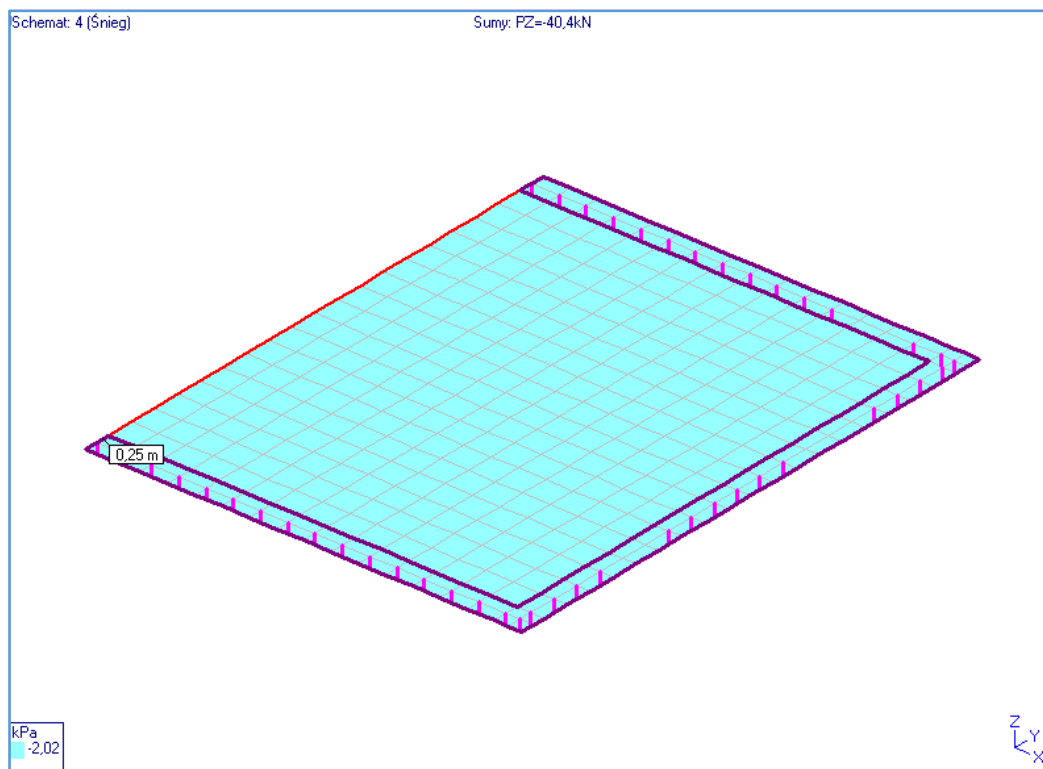
- Obciążenie stałe dodatkowe



- Obciążenie eksploatacyjne

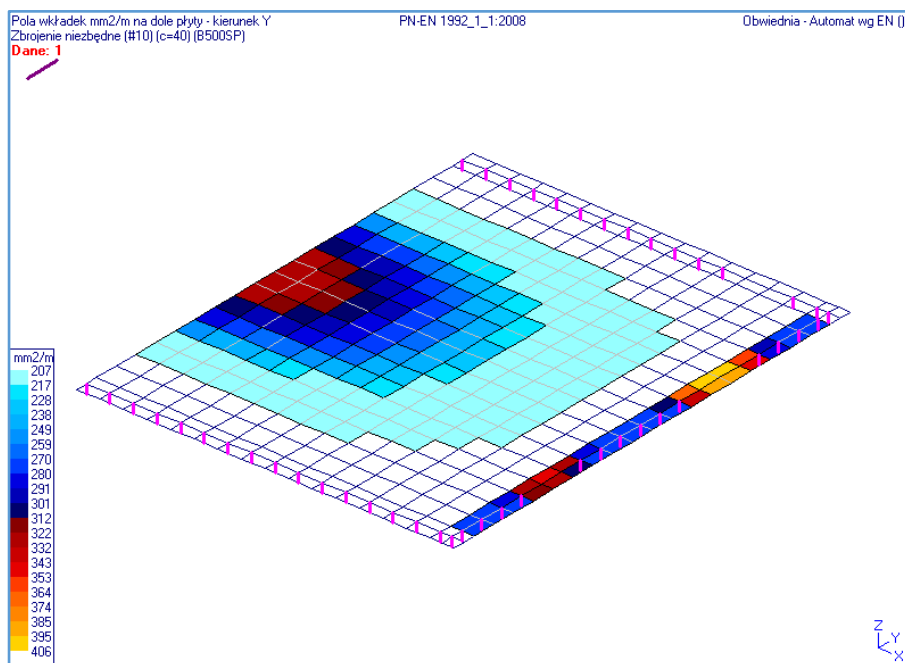


- Obciążenie śniegiem

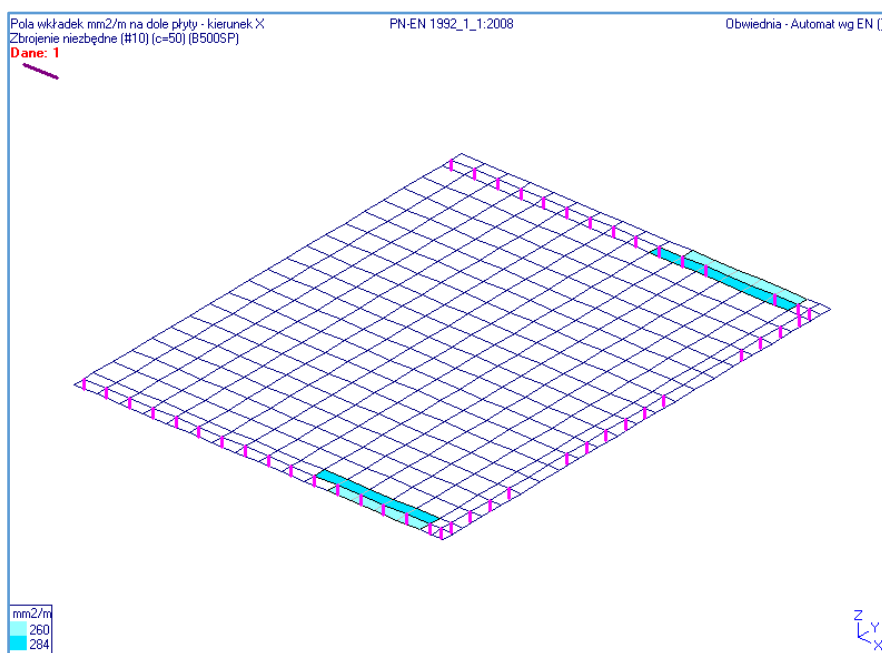


12 Mapy wymaganych powierzchni zbrojenia pomostu

○ Zbrojenie dolne Y



○ Zbrojenie dolne X



Przyjęto zbrojenie płyty:

- Zbrojenie dolne krzyżowo: #10 co 15cm
- Zbrojenie górne krzyżowo: #10 co 15cm

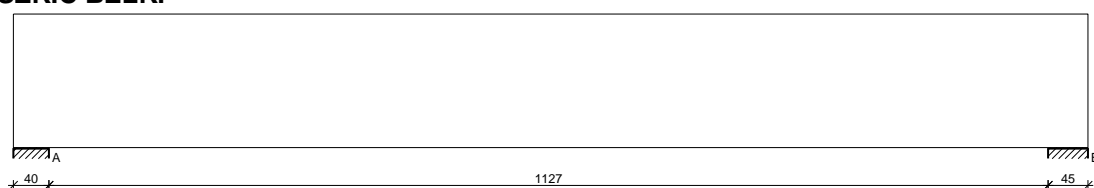
E) OBIEKTY: NR 28.1 – STAWCJA ODWADNIANIA OSADU, NR 28.2 – STACJA STABILIZACJI OSADU, NR 29 – WIATA MAGAZYNOWA PRODUKTU, NR 30 – MULDA PRZYJĘCIOWA OSADU, NR 31– WIATA AWARYJNEGO ZRZUTU OSADU

1 Belki żelbetowe

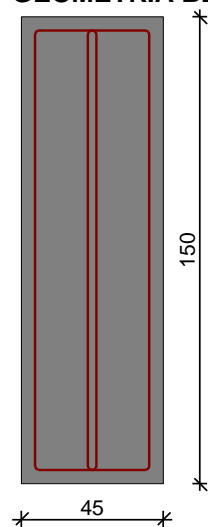
Model obliczeniowy konstrukcji belek żelbetowych został stworzony w programie Belka żelbetowa pakietu Specbud. Obciążenia głównych belek odczytano z modelu obliczeniowego konstrukcji stalowej dachu stworzonego w programie Autodesk Robot Structural Analysis Professional – obciążenia to reakcje podporowe kratownic dla najbardziej niekorzystnej kombinacji.

Poz.B-01 Belka żelbetowa 45x150cm

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 45,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 150,0 \text{ cm}$

Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: **P1: stałe**

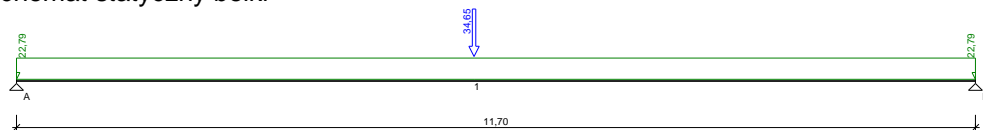
Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.		0,00	1,00	--	0,00	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,45m·1,50m·25,0kN/m ³]	16,88	1,35	--	22,79	cała belka
Σ:		16,88	1,35		22,79	

Zestawienie sił skupionych [kN]:

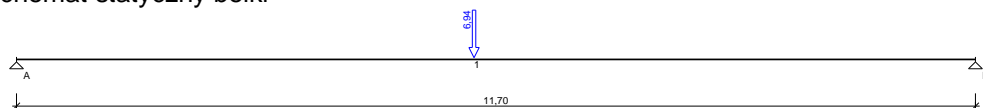
Lp	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Reakcja z kratownicy w osi 6	30,13	5,38	1,15	--	34,65

Schemat statyczny belki

Przypadek: **P2: wiatr**Zestawienie sił skupionych [kN]:

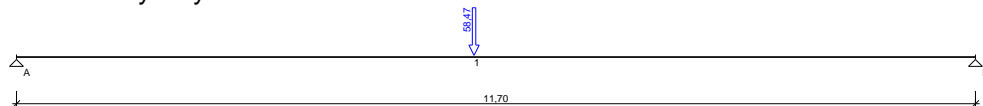
Lp	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Reakcja z kratownicy w osi 6	7,71	5,38	0,90	--	6,94

Schemat statyczny belki

Przypadek: **P3: śnieg**Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Reakcja z kratownicy w osi 6	38,98	5,38	1,50	--	58,47

Schemat statyczny belki

**DANE MATERIAŁOWE**Parametry betonu:Klasa betonu: **C35/45 (B45)** → $f_{cd} = 23,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,47$ MPa, $E_{cm} = 34,0$ GPaCiężar objętościowy $\rho = 25,0$ kN/m³Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 1,94$ Zbrojenie główne:Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPaŚrednica prętów górnych $\phi_g = 16$ mmŚrednica prętów dolnych $\phi_d = 20$ mmStrzemiona:Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPaŚrednica strzemion $\phi_s = 8$ mmZbrojenie montażowe:

Klasa stali A-IIIN (RB500W)

Średnica prętów $\phi = 12$ mmOtulenie:Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 40$ mm

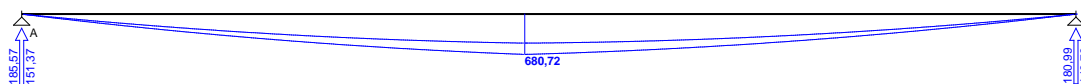
ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała
Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,2 \text{ mm}$
Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$
Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

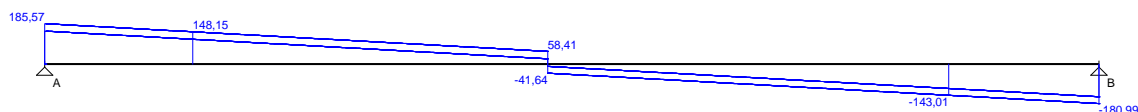
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

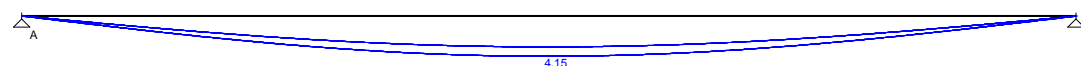
Momenty zginające [kNm]:



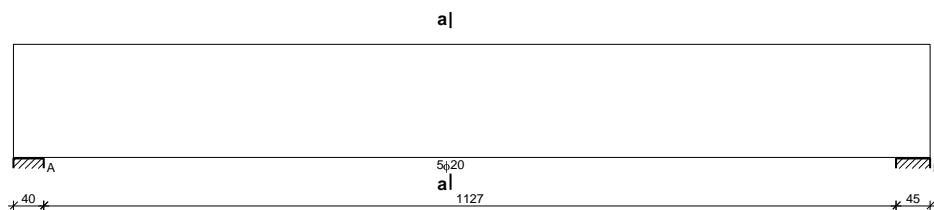
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 680,72 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem $5\phi 20$ o $A_s = 15,71 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,24\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 680,72 \text{ kNm} < M_{Rd} = 930,61 \text{ kNm}$ (73,1%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 148,15 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czteroczętymi $\phi 8$ co 400 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 148,15 \text{ kN} < V_{Rd1} = 431,98 \text{ kN}$ (34,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 512,12 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 512,12 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Sk}$)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 4,15 \text{ mm} < a_{lim} = 11695/250 = 46,78 \text{ mm}$ (8,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 135,50 \text{ kN}$

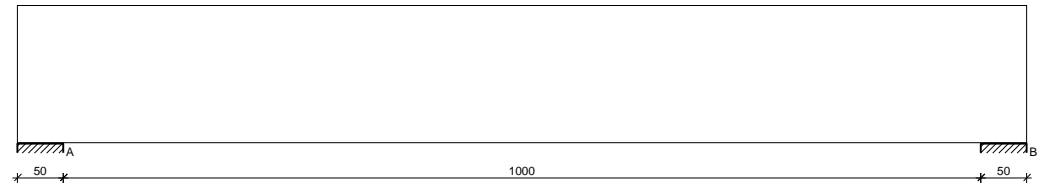
Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

Przyjęto zbrojenie belki:

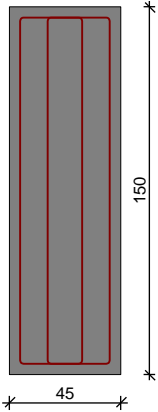
- Zbrojenie podłużne dolne: 5#20
- Zbrojenie podłużne górne: 4#16
- Zbrojenie poprzeczne: 2#8 co 20/40cm

Poz.B-02 Belka żelbetowa 45x150cm

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:
Typ przekroju: prostokątny
Szerokość przekroju $b_w = 45,0$ cm
Wysokość przekroju $h = 150,0$ cm
Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: **P1: stałe**

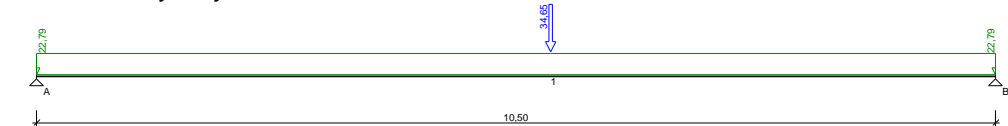
Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.		0,00	1,00	--	0,00	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,45m·1,50m·25,0kN/m3]	16,88	1,35	--	22,79	cała belka
Σ :		16,88	1,35		22,79	

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Reakcja z kratownicy w osi 6	30,13	5,38	1,15	--	34,65

Schemat statyczny belki

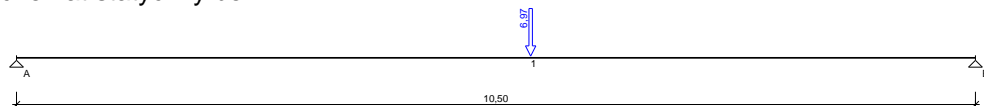


Przypadek: **P2: wiatr**

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Reakcja z kratownicy w osi 6	7,74	5,38	0,90	--	6,97

Schemat statyczny belki

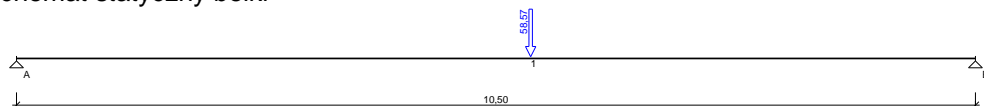


Przypadek: **P3: śnieg**

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Reakcja z kratownicy w osi 6	39,05	5,38	1,50	--	58,57

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C35/45 (B45)** $\rightarrow f_{cd} = 23,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,47$ MPa, $E_{cm} = 34,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 1,94$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów górnych $\phi_g = 16$ mm

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 20$ mm

Strzemiona:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica strzemion $\phi_s = 8$ mm

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**)

Średnica prętów $\phi = 12$ mm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 40$ mm

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

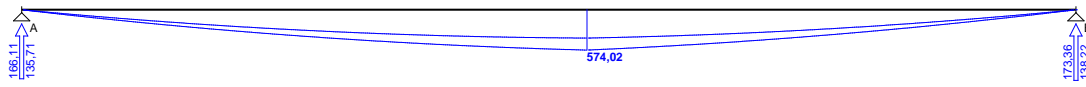
Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

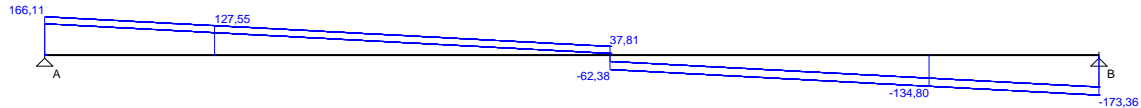
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

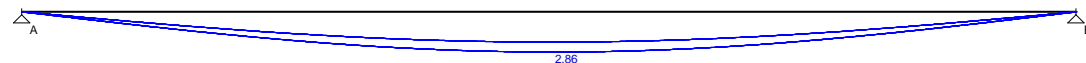
Momenty zginające [kNm]:



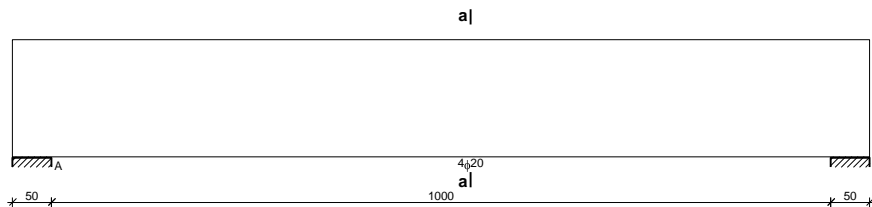
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 574,02 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne dolne (war. konstrukcyjny) $A_{s1} = 10,80 \text{ cm}^2$. Przyjęto **4#20** o $A_s = 12,57 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,19\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 574,02 \text{ kNm} < M_{Rd} = 747,80 \text{ kNm}$ (76,8%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)134,80 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czterociętymi $\phi 8$ co 400 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)134,80 \text{ kN} < V_{Rd1} = 425,53 \text{ kN}$ (31,7%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 432,27 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 432,27 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostokątnych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Sk}$)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 2,86 \text{ mm} < a_{lim} = 10500/250 = 42,00 \text{ mm}$ (6,8%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 125,64 \text{ kN}$

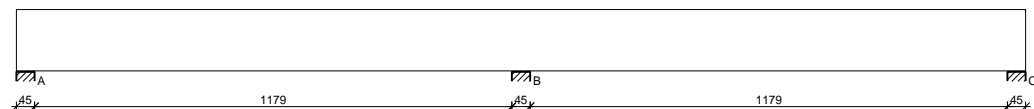
Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

Przyjęto zbrojenie belki:

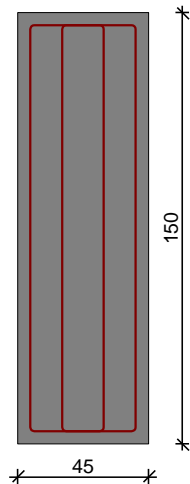
- Zbrojenie podłużne dolne: 4#20
- Zbrojenie podłużne górne: 4#16
- Zbrojenie poprzeczne: 2#8 co 20/40cm

Poz.B-03 Belka żelbetowa 45x150cm

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 45,0$ cm

Wysokość przekroju $h = 150,0$ cm

Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Przypadek: **P1: stałe**

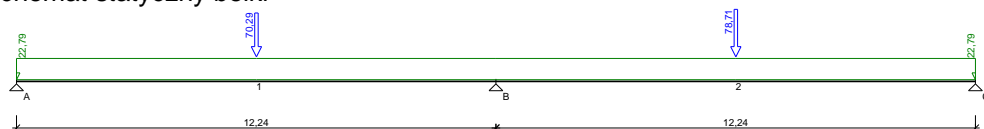
Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.		0,00	1,00	--	0,00	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,45m·1,50m·25,0kN/m ³]	16,88	1,35	--	22,79	cała belka
Σ :		16,88	1,35		22,79	

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Reakcja z kratownicy w osi 6	61,12	5,90	1,15	--	70,29
2.	Reakcja z kratownicy w osi 8	68,44	18,14	1,15	--	78,71

Schemat statyczny belki

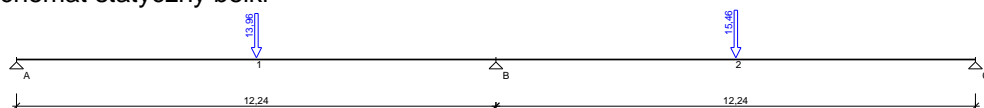


Przypadek: **P2: wiatr**

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Reakcja z kratownicy w osi 6	15,51	5,90	0,90	--	13,96
2.	Reakcja z kratownicy w osi 8	17,18	18,14	0,90	--	15,46

Schemat statyczny belki

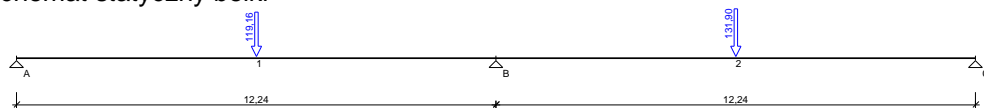


Przypadek: **P3: śnieg**

Zestawienie sił skupionych [kN]:

Lp	Opis obciążenia	F_k	x [m]	γ_f	k_d	F_d
1.	Reakcja z kratownicy w osi 6	79,44	5,90	1,50	--	119,16
2.	Reakcja z kratownicy w osi 8	87,93	18,14	1,50	--	131,90

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C35/45 (B45)** $\rightarrow f_{cd} = 23,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,47$ MPa, $E_{cm} = 34,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 1,94$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów górnych $\phi_g = 25$ mm

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 20$ mm

Strzemiona:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica strzemion $\phi_s = 8$ mm

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**)

Średnica prętów $\phi = 12$ mm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 40$ mm

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

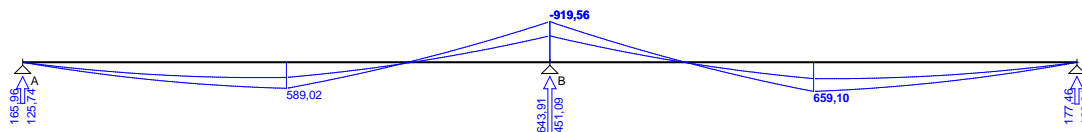
Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

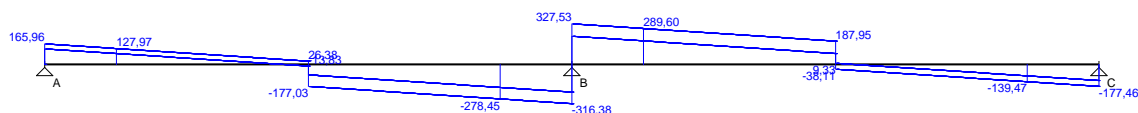
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

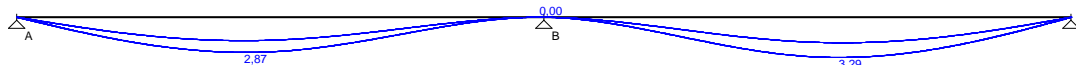
Momenty zginające [kNm]:



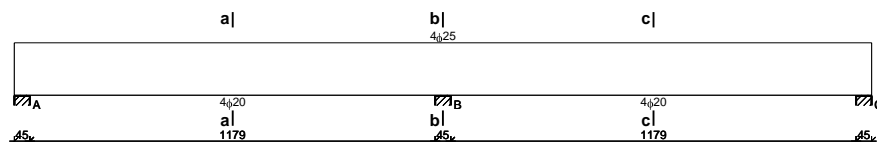
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój **a-a**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 589,02 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne dolne (war. konstrukcyjny) $A_{s1} = 10,80 \text{ cm}^2$. Przyjęto **4φ20** o $A_s = 12,57 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,19\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 589,02 \text{ kNm} < M_{Rd} = 747,80 \text{ kNm}$ (78,8%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)278,45 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czterociętymi $\phi 8$ co 400 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)278,45 \text{ kN} < V_{Rd1} = 429,27 \text{ kN}$ (64,9%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 446,23 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 446,23 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Sk}$)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 2,87 \text{ mm} < a_{lim} = 12240/250 = 48,96 \text{ mm}$ (5,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 234,33 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

Podpora B:

Zginanie: (przekrój **b-b**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)919,56 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne $A_{s1} = 15,55 \text{ cm}^2$. Przyjęto **4φ25** o $A_s = 19,63 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,30\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)919,56 \text{ kNm} < M_{Rd} = 1154,73 \text{ kNm}$ (79,6%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny $M_{Sk} = (-)694,35 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = (-)694,35 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,219 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (73,1%)

Przęsło B - C:

Zginanie: (przekrój **c-c**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 659,10 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne dolne $A_{s1} = 11,05 \text{ cm}^2$. Przyjęto **4φ20** o $A_s = 12,57 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,19\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 659,10 \text{ kNm} < M_{Rd} = 747,80 \text{ kNm}$ (88,1%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 289,60 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami czterociętymi $\phi 8$ co 400 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 289,60 \text{ kN} < V_{Rd1} = 429,27 \text{ kN}$ (67,5%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 500,29 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 500,29 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: rysy nie wyznaczono ($M_{cr} > M_{Sk}$)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 3,29 \text{ mm} < a_{lim} = 12240/250 = 48,96 \text{ mm}$ (6,7%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 242,94 \text{ kN}$

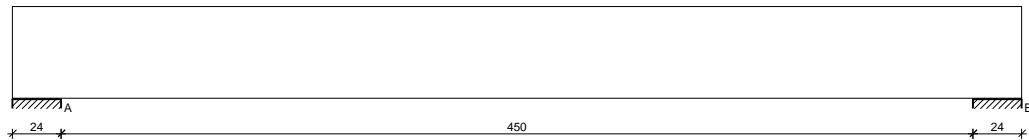
Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

Przyjęto zbrojenie belki:

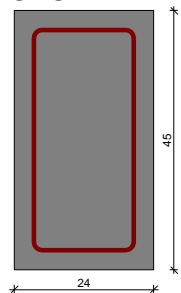
- Zbrojenie podłużne dolne : 4#20
- Zbrojenie podłużne górne w przęsłach: 4#20
- Zbrojenie podłużne górne nad podporą: 4#25
- Zbrojenie poprzeczne: 2#8 co 20/40cm

Poz.B-04 Belka żelbetowa 24x45cm

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 24,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 45,0 \text{ cm}$

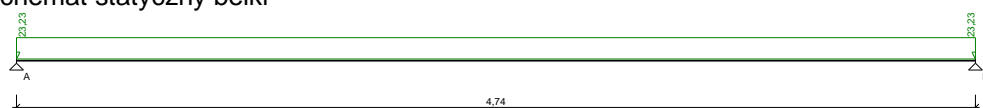
Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Cegła wapienno-piaskowa (silikat), drażona grub. 0,24 m i szer. 2,50 m [18,0kN/m ³ · 0,24m · 2,50m]	10,80	1,35	--	14,58	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,24m · 0,45m · 25,0kN/m ³]	2,70	1,35	--	3,65	cała belka
3.	Styropian grub. 0,12 m i szer. 2,50 m [0,45kN/m ³ · 0,12m · 2,50m]	0,14	1,35	--	0,19	cała belka
4.	Warstwa gipsowa bez piasku grub. 0,02 m i szer. 2,50 m [12,0kN/m ³ · 0,02m · 2,50m]	0,60	1,35	--	0,81	cała belka
5.	Rozłożone obciążenie z płatwi dachowych	2,86	1,40	--	4,00	cała belka
Σ:		17,10	1,36		23,23	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C35/45** (B45) → $f_{cd} = 23,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,47$ MPa, $E_{cm} = 34,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Wilgotność środowiska RH = 50%

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,17$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów górnych $\phi_g = 12$ mm

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 16$ mm

Strzemiona:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica strzemion $\phi_s = 8$ mm

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**)

Średnica prętów $\phi = 12$ mm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 30$ mm

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

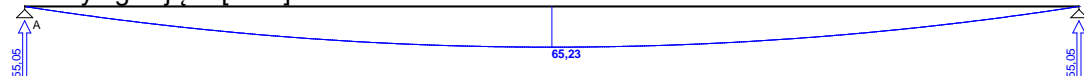
Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

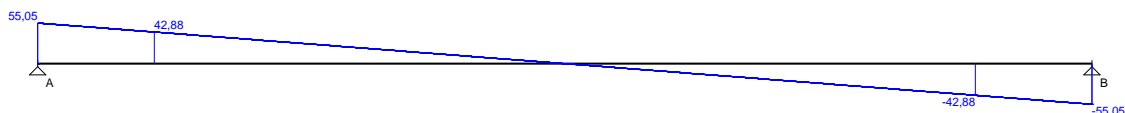
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

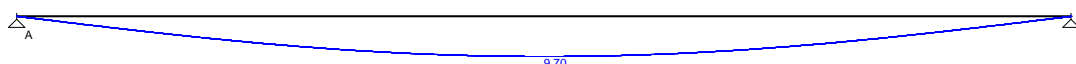
Momenty zginające [kNm]:



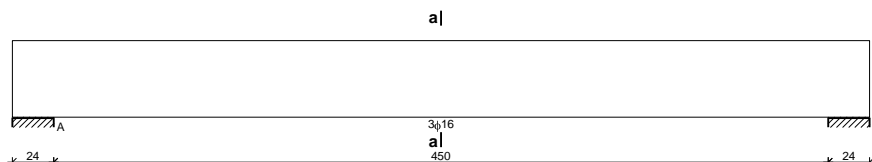
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 65,23 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne dolne $A_{s1} = 3,99 \text{ cm}^2$. Przyjęto $3\phi 16$ o $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,62\%$)
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 65,23 \text{ kNm} < M_{Rd} = 96,62 \text{ kNm}$ (67,5%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 42,88 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 8$ co 300 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 42,88 \text{ kN} < V_{Rd1} = 86,25 \text{ kN}$ (49,7%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 48,02 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 48,02 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,185 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (61,7%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 9,70 \text{ mm} < a_{lim} = 4740/200 = 23,70 \text{ mm}$ (40,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 38,47 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

Przyjęto zbrojenie belki:

- Zbrojenie podłużne dolne : $3\#16$
- Zbrojenie podłużne górne: $2\#12$
- Zbrojenie poprzeczne: $\#8$ co 15/30cm

Poz.B-05 Belka żelbetowa 24x24cm

Przyjęto zbrojenie belki:

- Zbrojenie podłużne dolne : $2\#12$
- Zbrojenie podłużne górne: $2\#12$
- Zbrojenie poprzeczne: $\#8$ co 15cm

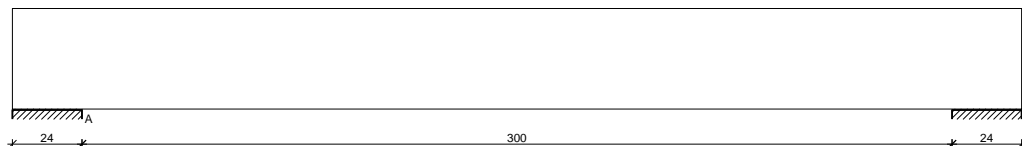
Poz.B-06 Belka żelbetowa 24x29cm

Przyjęto zbrojenie belki:

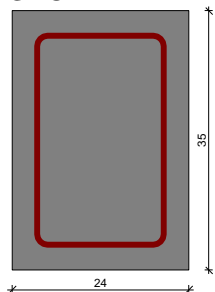
- Zbrojenie podłużne dolne : 2#12
- Zbrojenie podłużne górne: 2#12
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 15cm

Poz.B-07 Belka żelbetowa 24x35cm

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 24,0$ cm

Wysokość przekroju $h = 35,0$ cm

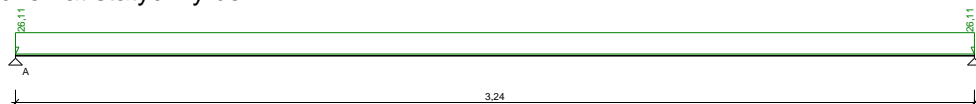
Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Cegła wapienno-piaskowa (silikat), drążona grub. 0,24 m i szer.2,80 m [18,0kN/m ³ ·0,24m·2,80m]	12,10	1,35	--	16,34	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,24m·0,35m·25,0kN/m ³]	2,10	1,35	--	2,84	cała belka
3.	Styropian grub. 0,12 m i szer.2,80 m [0,45kN/m ³ ·0,12m·2,80m]	0,15	1,35	--	0,20	cała belka
4.	Warstwa gipsowa bez piasku grub. 0,02 m i szer.2,0,80 m [12,0kN/m ³ ·0,02m·2,0,80m]	4,99	1,35	--	6,74	cała belka
Σ :		19,34	1,35		26,11	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C35/45** (B45) $\rightarrow f_{cd} = 23,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,47 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 34,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 2,20$

Zbrojenie główne:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych $\phi_g = 12 \text{ mm}$

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 16 \text{ mm}$

Strzemiona:

Klasa stali A-IIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica strzemion $\phi_s = 8 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali A-IIIN (RB500W)

Średnica prętów $\phi = 12 \text{ mm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 30 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

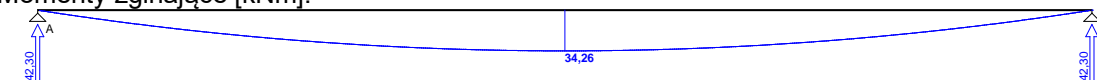
Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

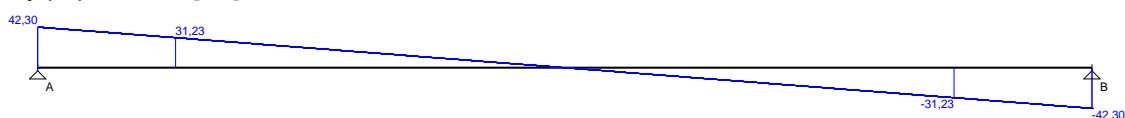
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Obwiednia sił wewnętrznych

Momenty zginające [kNm]:



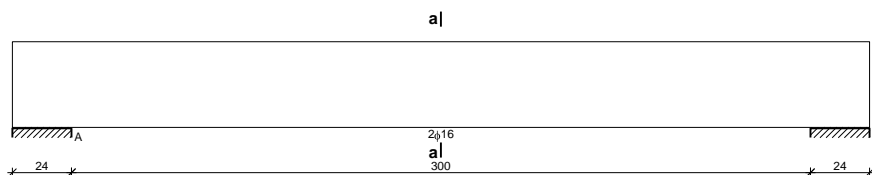
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 34,26 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne dolne $A_{s1} = 2,78 \text{ cm}^2$. Przyjęto $2\phi 16$ o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,55\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 34,26 \text{ kNm} < M_{Rd} = 48,80 \text{ kNm}$ (70,2%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)31,23 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 8$ co 220 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)31,23 \text{ kN} < V_{Rd1} = 68,95 \text{ kN}$ (45,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 25,38 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 25,38 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,205 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (68,4%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 5,91 \text{ mm} < a_{lim} = 3240/200 = 16,20 \text{ mm}$ (36,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 29,01 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

Przyjęto zbrojenie belki:

- Zbrojenie podłużne dolne : 2#16
- Zbrojenie podłużne górne: 2#12
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 20cm

Poz.B-08 Belka żelbetowa 24x24cm

Przyjęto zbrojenie belki:

- Zbrojenie podłużne dolne : 2#12
- Zbrojenie podłużne górne: 2#12
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 15cm

Poz.B-09 Belka żelbetowa 24x24cm

Przyjęto zbrojenie belki:

- Zbrojenie podłużne dolne : 2#12
- Zbrojenie podłużne górne: 2#12
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 15cm

2 Słupy i rdzenie żelbetowe

Model obliczeniowy konstrukcji słupów żelbetowych został stworzony w programie Autodesk Robot Structural Analysis Professional. Belka żelbetowa pakietu Specbud. Obciążenia słupów głównych odczytano z modeli obliczeniowych konstrukcji stalowych poszczególnych dachów stworzonych w programie Autodesk Robot Structural Analysis Professional.

Poz.S-01 Słup żelbetowy 45x45cm

- Współczynnik pełzania betonu : $\varphi_p = 2,14$
- OUT : Klasa cementu : N
- Klasa środowiska : XD1
- Klasa konstrukcji : S4

2.1 Charakterystyki materiałów:

• Beton	: C35/45	$f_{ck} = 35,00$ (MPa)
ciężar objętościowy	: 2501,36 (kG/m ³)	
Średnica kruszywa	: 16,0 (mm)	
• Zbrojenie podłużne:	: A-IIIN (B500SP)	$f_{yk} = 500,00$ (MPa)
Klasa ciągliwości	: C	
• Zbrojenie poprzeczne:	: A-IIIN (B500SP)	$f_{yk} = 500,00$ (MPa)

2.2 Geometria:

2.2.1	Prostokąt	45,0 x 45,0 (cm)
2.2.2	Wysokość: L	= 9,55 (m)
2.2.3	Grubość płyty	= 0,00 (m)
2.2.4	Wysokość belki	= 0,00 (m)
2.2.5	Otulina zbrojenia	= 6,0 (cm)

2.3 Opcje obliczeniowe:

• Obliczenia wg normy	: PN-EN 1992-1-1:2008/A1:2015-03/Ap2:2016-10
• Dyspozycje sejsmiczne	: brak wymagań
• Słup prefabrykowany	: nie
• Prewymiarowanie	: nie
• Uwzględnienie smukłości	: tak
• Ściskanie	: ze zginaniem
• Strzemiona	: do płyty
• Klasa odporności ogniowej	: brak wymagań

2.4 Obciążenia:

Przypadek	Natura	Grupa	γ_f	N	My(s)	My(i)	Mz(s)	Mz(i)
			(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
G1	stałe(Konstrukcyjne)	1	1,35	85,69	0,00	0,00	0,00	0,00
OBL.SLS1	obl.SGU(QPR)	1	1,00	85,69	0,00	0,00	0,00	0,00

γ_f - współczynnik obciążenia

2.5 Wyniki obliczeniowe:

Współczynniki bezpieczeństwa $R_d/E_d = 1,58 > 1.0$

2.5.1 Analiza SGN/SW

Kombinacja wymiarująca: 1.35G1 (A)

Typ kombinacji: SGN

Siły przekrojowe:

Nsd = 115,68 (kN)

Msd_y = 0,00 (kN*m)

Msd_z = 0,00 (kN*m)

Siły wymiarujące:

węzeł górny

N = 115,68 (kN)

N*etot_z = 72,56 (kN*m) N*etot_y = 68,88 (kN*m)

Mimośród:

początkowy

imperfekcji

I rzędu ($e_0 + e_i$)

II rzędu

minimalny

całkowity

	e_z (My/N)	e_y (Mz/N)
e0:	0,0 (cm)	0,0 (cm)
ei:	3,2 (cm)	0,0 (cm)
e0Ed:	3,2 (cm)	0,0 (cm)
e2:	59,5 (cm)	59,5 (cm)
eEdmin:	2,0 (cm)	2,0 (cm)
eEd:	62,7 (cm)	59,5 (cm)

2.5.1.1. Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

2.5.1.1.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwna

L (m)	Lo (m)	λ	λ_{lim}	
9,55	19,10	147,03	77,53	Słup smukły

2.5.1.1.2 Analiza wyboczenia

$$M_A = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

$$M_B = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł górny), uwzględnienie wpływu smukłości

$$M_0 = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

$$e_a = \theta_1 \cdot l_0 / 2 = 3,2 \text{ (cm)}$$

$$\theta_1 = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0,00$$

$$\theta_0 = 0,01$$

$$\alpha_h = 0,67$$

$$\alpha_m = (0,5(1+1/m))^{0.5} = 1,00$$

$$m = 1,00$$

Metoda nominalnej krzywizny

$$M_2 = N \cdot e_2 = 68,88 \text{ (kN*m)}$$

$$e_2 = l_0^2 / c \cdot (1/r) = 59,5 \text{ (cm)}$$

$$c = 8,00$$

$$(1/r) = K_r \cdot K_\phi \cdot (1/r_0) = 0,01$$

$$K_r = 1,00$$

$$K_\phi = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef} = 1,00$$

$$\beta = 0.35 + f_{ck} / 200 - \lambda / 150 = -0,46$$

$$\varphi_{ef} = 1,59$$

$$1/r_0 = (f_{yd} / E_s) / (0.45 \cdot d) = 0,01$$

$$d = 37,0 \text{ (cm)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ (MPa)}$$

(5.35)

$$M_{Edmin} = 2,31 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Ed} = \max(M_{Edmin}, M_0 + M_2) = 72,56 \text{ (kN*m)}$$

2.5.1.2. Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

2.5.1.2.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwna

L (m)	Lo (m)	λ	λ_{lim}	
9,55	19,10	147,03	77,53	Słup smukły

2.5.1.2.2 Analiza wyboczenia

$$M_A = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

$$M_B = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł górny), uwzględnienie wpływu smukłości

$$M_0 = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

$$e_a = 0,0 \text{ (cm)}$$

Metoda nominalnej krzywizny

$$M_2 = N \cdot e_2 = 68,88 \text{ (kN*m)}$$

$$e_2 = l_0^2 / c \cdot (1/r) = 59,5 \text{ (cm)}$$

$$c = 8,00$$

$$(1/r) = K_r \cdot K_\phi \cdot (1/r_0) = 0,01$$

$$K_r = 1,00$$

$$K_\phi = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef} = 1,00$$

$$\beta = 0.35 + f_{ck} / 200 - \lambda / 150 = -0,46$$

$$\varphi_{ef} = 1,59$$

$$1/r_0 = (f_{yd} / E_s) / (0.45 \cdot d) = 0,01$$

$$d = 37,0 \text{ (cm)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

(5.35)

$$f_{yd} = 434,78 \text{ (MPa)}$$

$$M_{Edmin} = 2,31 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Ed} = \max(M_{Edmin}, M_{0Ed} + M_2) = 68,88 \text{ (kN*m)}$$

2.5.2 Zbrojenie:

rzeczywista powierzchnia

$$A_{sr} = 12,57 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Stopień zbrojenia:

$$\rho = 0,62 \%$$

2.6 Zbrojenie:

Pręty główne (A-IIIN (B500SP)):

- 4 $\phi 20$

Zbrojenie poprzeczne: (A-IIIN (B500SP)):

strzemiona: 25 $\phi 8$

$$l = 1,42 \text{ (m)}$$

Przyjęto zbrojenie słupa:

- Zbrojenie podłużne: 8#20 (po 3 na krawędzi)
- Zbrojenie poprzeczne: 2#8 co 10/20cm

Poz.S-02 Słup żelbetowy 45x45cm

- Współczynnik pełzania betonu : $\varphi_p = 2,14$
- OUT: : Klasa cementu : N
- Klasa środowiska : XD1
- Klasa konstrukcji : S4

2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : C35/45 $f_{ck} = 35,00 \text{ (MPa)}$
- ciężar objętościowy : 2501,36 (kG/m³)
- Średnica kruszywa : 16,0 (mm)
- Zbrojenie podłużne: A-IIIN (B500SP) $f_{yk} = 500,00 \text{ (MPa)}$
- Klasa ciągliwości : C
- Zbrojenie poprzeczne: A-IIIN (B500SP) $f_{yk} = 500,00 \text{ (MPa)}$

2.2 Geometria:

- 2.2.1 Prostokąt 45,0 x 45,0 (cm)
- 2.2.2 Wysokość: L = 11,05 (m)
- 2.2.3 Grubość płyty = 0,00 (m)
- 2.2.4 Wysokość belki = 0,00 (m)
- 2.2.5 Otulina zbrojenia = 6,0 (cm)

2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008/A1:2015-03/Ap2:2016-10
- Dyspozycje sejsmiczne : brak wymagań
- Słup prefabrykowany : nie
- Prewymiarowanie : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Ściskanie : ze zginaniem
- Strzemiona : do płyty
- Klasa odporności ogniowej : brak wymagań

2.4 Obciążenia:

Przypadek Natura	Grupa	γ_f	N (kN)	My(s) (kN*m)	My(i) (kN*m)	Mz(s) (kN*m)	Mz(i) (kN*m)
G1 stałe(Konstrukcyjne)	1	1,35	156,07	0,00	0,00	0,00	0,00
OBL.SLS1 obl.SGU(QPR)	1	1,00	156,07	0,00	0,00	0,00	0,00

γ_f - współczynnik obciążenia

2.5 Wyniki obliczeniowe:

Współczynniki bezpieczeństwa $R_d/E_d = 1,06 > 1.0$

2.5.1 Analiza SGN/SW

Kombinacja wymiarująca: 1.35G1 (B)

Typ kombinacji: SGN

Siły przekrojowe:

$N_{sd} = 210,69$ (kN) $M_{sdy} = 0,00$ (kN*m) $M_{sdz} = 0,00$ (kN*m)

Siły wymiarujące:

węzeł dolny

$N = 210,69$ (kN) $N^*_{etotz} = 35,03$ (kN*m) $N^*_{etoty} = 132,15$ (kN*m)

Mimośród:

początkowy

imperfekcji

I rzędu ($e_0 + e_i$)

II rzędu

minimalny

całkowity

e_0 :

e_i :

e_0Ed :

e_2 :

e_{Edmin} :

e_{Ed} :

e_z (My/N)

0,0 (cm)

0,0 (cm)

0,0 (cm)

16,6 (cm)

2,0 (cm)

16,6 (cm)

e_y (Mz/N)

0,0 (cm)

3,2 (cm)

3,2 (cm)

59,5 (cm)

2,0 (cm)

62,7 (cm)

2.5.1.1. Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

2.5.1.1.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwna

L (m)	Lo (m)	λ	λ_{lim}	
5,00	10,00	76,98	57,45	Słup smukły

2.5.1.1.2 Analiza wyboczenia

$M_A = 0,00$ (kN*m) $M_B = 0,00$ (kN*m)

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł dolny), uwzględnienie wpływu smukłości

$M_0 = 0,00$ (kN*m)

$e_a = 0,0$ (cm)

Metoda nominalnej krzywizny

$M_2 = N * e_2 = 35,03$ (kN*m)

$e_2 = l_0^2 / c * (1/r) = 16,6$ (cm)

$c = 8,00$

$(1/r) = K_r * K_\phi * (1/r_0) = 0,01$

$K_r = 1,00$

$K_\phi = 1 + \beta * \varphi_{ef} = 1,02$

$\beta = 0.35 + f_{ck}/200 - \lambda/150 = 0,01$

$\varphi_{ef} = 1,59$

$1/r_0 = (f_{yd}/E_s)/(0.45*d) = 0,01$

$d = 37,0$ (cm)

$E_s = 200000,00$ (MPa)

$f_{yd} = 434,78$ (MPa)

(5.35)

$M_{Edmin} = 4,21$ (kN*m)

$M_{Ed} = \max(M_{Edmin}, M_0Ed + M_2) = 35,03$ (kN*m)

2.5.1.2. Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

2.5.1.2.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	λ	λ_{lim}	
9,55	19,10	147,03	57,45	Słup smukły

2.5.1.2.2 Analiza wyboczenia

$$M_A = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad M_B = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł dolny), uwzględnienie wpływu smukłości

$$M_0 = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

$$e_a = \theta_1 \cdot l_0 / 2 = 3,2 \text{ (cm)}$$

$$\theta_1 = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0,00$$

$$\theta_0 = 0,01$$

$$\alpha_h = 0,67$$

$$\alpha_m = (0,5(1+1/m))^{0.5} = 1,00$$

$$m = 1,00$$

Metoda nominalnej krzywizny

$$M_2 = N \cdot e_2 = 125,45 \text{ (kN*m)}$$

$$e_2 = l_0^2 / c \cdot (1/r) = 59,5 \text{ (cm)}$$

$$c = 8,00$$

$$(1/r) = K_r \cdot K_\phi \cdot (1/r_0) = 0,01$$

$$K_r = 1,00$$

$$K_\phi = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef} = 1,00$$

$$\beta = 0.35 + f_{ck}/200 - \lambda/150 = -0,46$$

$$\varphi_{ef} = 1,59$$

$$1/r_0 = (f_{yd}/E_s)/(0.45 \cdot d) = 0,01$$

$$d = 37,0 \text{ (cm)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ (MPa)}$$

(5.35)

$$M_{Edmin} = 4,21 \text{ (kN*m)}$$

$$M_{Ed} = \max(M_{Edmin}, M_0 + M_2) = 132,15 \text{ (kN*m)}$$

2.5.2 Zbrojenie:

rzeczywista powierzchnia

$$A_{sr} = 12,57 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Stopień zbrojenia:

$$\rho = 0,62 \%$$

2.6 Zbrojenie:

Pręty główne (A-IIIN (B500SP)):

- 4 $\phi 20$

Zbrojenie poprzeczne: (A-IIIN (B500SP)):

strzemiona: 29 $\phi 8$ $l = 1,42 \text{ (m)}$

Przyjęto zbrojenie słupa:

- Zbrojenie podłużne: 10#20 (po 4 wzdłuż osi D)
- Zbrojenie poprzeczne: 2#8 co 10/20cm

Poz.S-03 Słup żelbetowy 30x30cm

- Współczynnik pełzania betonu : $\varphi_p = 2,28$
- OUT: : Klasa cementu : N
- Klasa środowiska : XD1
- Klasa konstrukcji : S4

2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : C35/45 $f_{ck} = 35,00$ (MPa)
ciężar objętościowy : 2501,36 (kG/m³)
Średnica kruszywa : 16,0 (mm)
- Zbrojenie podłużne: : A-IIIN (B500SP) $f_{yk} = 500,00$ (MPa)
Klasa ciągliwości : C
- Zbrojenie poprzeczne: : A-IIIN (B500SP) $f_{yk} = 500,00$ (MPa)

2.2 Geometria:

- 2.2.1 Prostokąt 30,0 x 30,0 (cm)
- 2.2.2 Wysokość: L = 5,88 (m)
- 2.2.3 Grubość płyty = 0,00 (m)
- 2.2.4 Wysokość belki = 0,00 (m)
- 2.2.5 Otulina zbrojenia = 5,0 (cm)

2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008/A1:2015-03/Ap2:2016-10
- Dyspozycje sejsmiczne : brak wymagań
- Słup prefabrykowany : nie
- Prewymiarowanie : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Ściskanie : ze zginaniem
- Strzemiona : do płyty
- Klasa odporności ogniowej : brak wymagań

2.4 Obciążenia:

Przypadek	Natura	Grupa	γ_f	N	My(s)	My(i)	Mz(s)	Mz(i)
				(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
G1	stałe(Niekonstrukcyjne)	1	1,35	39,13	0,00	0,00	0,00	0,00

γ_f - współczynnik obciążenia

2.5 Wyniki obliczeniowe:

Współczynniki bezpieczeństwa $R_d/E_d = 2,05 > 1.0$

2.5.1 Analiza SGN/SW

Kombinacja wymiarująca: 1.35G1 (B)

Typ kombinacji: SGN

Siły przekrojowe:

Nsd = 52,83 (kN) Msdy = 0,00 (kN*m) Msdz = 0,00 (kN*m)

Siły wymiarujące:

węzeł dolny

N = 52,83 (kN) N*etotz = 20,30 (kN*m) N*etoty = 19,02 (kN*m)

Mimośród:

ez (My/N) ey (Mz/N)

początkowy	e0:	0,0 (cm)	0,0 (cm)
imperfekcji	ei:	2,4 (cm)	0,0 (cm)
I rzędu (e0 + ei)	e0Ed:	2,4 (cm)	0,0 (cm)
II rzędu	e2:	36,0 (cm)	36,0 (cm)
minimalny	eEdmin:	2,0 (cm)	2,0 (cm)
całkowity	eEd:	38,4 (cm)	36,0 (cm)

2.5.1.1. Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

2.5.1.1.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	λ	λ_{lim}	Słup smukły
5,88	11,76	135,79	78,22	

2.5.1.1.2 Analiza wyboczenia

$$MA = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad MB = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł dolny), uwzględnienie wpływu smukłości

$$M0 = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

$$ea = \theta1 * lo / 2 = 2,4 \text{ (cm)}$$

$$\theta1 = \theta0 * \alpha h * \alpha m = 0,00$$

$$\theta0 = 0,01$$

$$\alpha h = 0,82$$

$$\alpha m = (0,5(1+1/m))^{0.5} = 1,00$$

$$m = 1,00$$

Metoda nominalnej krzywizny

$$M2 = N * e2 = 19,02 \text{ (kN*m)}$$

$$e2 = lo^2 / c * (1/r) = 36,0 \text{ (cm)}$$

$$c = 8,00$$

$$(1/r) = Kr * K\phi * (1/r0) = 0,02$$

$$Kr = 1,00$$

$$K\phi = 1 + \beta * \varphi_{ef} = 1,00$$

$$\beta = 0.35 + f_{ck} / 200 - \lambda / 150 = -0,38$$

$$\varphi_{ef} = 1,69$$

$$1/r0 = (f_{yd} / E_s) / (0.45 * d) = 0,02$$

$$d = 23,2 \text{ (cm)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ (MPa)}$$

(5.35)

$$ME_{dmin} = 1,06 \text{ (kN*m)}$$

$$ME_d = \max(ME_{dmin}, M0Ed + M2) = 20,30 \text{ (kN*m)}$$

2.5.1.2. Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

2.5.1.2.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	λ	λ_{lim}	Słup smukły
5,88	11,76	135,79	78,22	

2.5.1.2.2 Analiza wyboczenia

$$MA = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad MB = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł dolny), uwzględnienie wpływu smukłości

$$M0 = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

$$ea = 0,0 \text{ (cm)}$$

Metoda nominalnej krzywizny

$$M2 = N * e2 = 19,02 \text{ (kN*m)}$$

$$e2 = lo^2 / c * (1/r) = 36,0 \text{ (cm)}$$

$$c = 8,00$$

$$(1/r) = Kr * K\phi * (1/r0) = 0,02$$

$$Kr = 1,00$$

$$K\phi = 1 + \beta * \varphi_{ef} = 1,00$$

$$\begin{aligned}
 \beta &= 0.35 + f_{ck}/200 - \lambda/150 = -0,38 \\
 \varphi_{ef} &= 1,69 \\
 1/r_0 &= (f_{yd}/E_s)/(0.45 \cdot d) = 0,02 \\
 d &= 23,2 \text{ (cm)} \\
 E_s &= 200000,00 \text{ (MPa)} \\
 f_{yd} &= 434,78 \text{ (MPa)}
 \end{aligned}
 \tag{5.35}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Edmin} &= 1,06 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \\
 M_{Ed} &= \max(M_{Edmin}, M_{0Ed} + M_2) = 19,02 \text{ (kN}\cdot\text{m)}
 \end{aligned}$$

2.5.2 Zbrojenie:

rzeczywista powierzchnia $A_{sr} = 8,04 \text{ (cm}^2\text{)}$
 Stopień zbrojenia: $\rho = 0,89 \%$

2.6 Zbrojenie:

Pręty główne (A-IIIN (B500SP)):

- 4 $\phi 16$

Zbrojenie poprzeczne: (A-IIIN (B500SP)):

strzemiona: 22 $\phi 8$ $l = 0,90 \text{ (m)}$

Przyjęto zbrojenie słupa:

- Zbrojenie podłużne: 4#16
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 10/20cm

Poz.S-04 Słup żelbetowy 24x24cm

- Współczynnik pełzania betonu : $\varphi_p = 2,36$
- OUT: : Klasa cementu : N
- Klasa środowiska : XD1
- Klasa konstrukcji : S4

2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : C35/45 $f_{ck} = 35,00 \text{ (MPa)}$
 ciężar objętościowy : 2501,36 (kG/m³)
 Średnica kruszywa : 16,0 (mm)
- Zbrojenie podłużne: : A-IIIN (B500SP) $f_{yk} = 500,00 \text{ (MPa)}$
 Klasa ciągliwości : C
- Zbrojenie poprzeczne: : A-IIIN (B500SP) $f_{yk} = 500,00 \text{ (MPa)}$

2.2 Geometria:

2.2.1 Prostokąt 24,0 x 24,0 (cm)
 2.2.2 Wysokość: L = 5,28 (m)
 2.2.3 Grubość płyty = 0,00 (m)
 2.2.4 Wysokość belki = 0,00 (m)
 2.2.5 Otulina zbrojenia = 5,0 (cm)

2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008/A1:2015-03/Ap2:2016-10
- Dyspozycje sejsmiczne : brak wymagań
- Słup prefabrykowany : nie
- Prewymiarowanie : nie

- Uwzględnienie smukłości : tak
- Ściskanie : ze zginaniem
- Strzemiona : do płyty
- Klasa odporności ogniowej : brak wymagań

2.4 Obciążenia:

Przypadek	Natura	Grupa	γ_f	N (kN)	My(s) (kN*m)	My(i) (kN*m)	Mz(s) (kN*m)	Mz(i) (kN*m)
G1	stałe(Konstrukcyjne)	1	1,35	27,54	0,00	0,00	0,00	0,00

γ_f - współczynnik obciążenia

2.5 Wyniki obliczeniowe:

Współczynniki bezpieczeństwa $R_d/E_d = 1,55 > 1.0$

2.5.1 Analiza SGN/SW

Kombinacja wymiarująca: 1.35G1 (A)

Typ kombinacji: SGN

Siły przekrojowe:

$N_{sd} = 37,18$ (kN) $M_{sdy} = 0,00$ (kN*m) $M_{sdz} = 0,00$ (kN*m)

Siły wymiarujące:

węzeł górny

$N = 37,18$ (kN) $N^*_{etotz} = 15,41$ (kN*m) $N^*_{etoty} = 14,56$ (kN*m)

Mimośród:

		e_z (My/N)	e_y (Mz/N)
początkowy	e_0 :	0,0 (cm)	0,0 (cm)
imperfekcji	e_i :	2,3 (cm)	0,0 (cm)
I rzędu ($e_0 + e_i$)	e_{0Ed} :	2,3 (cm)	0,0 (cm)
II rzędu	e_2 :	39,2 (cm)	39,2 (cm)
minimalny	e_{dmin} :	2,0 (cm)	2,0 (cm)
całkowity	e_{Ed} :	41,4 (cm)	39,2 (cm)

2.5.1.1. Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

2.5.1.1.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	L_0 (m)	λ	λ_{lim}	
5,28	10,56	152,42	78,68	Słup smukły

2.5.1.1.2 Analiza wyboczenia

$M_A = 0,00$ (kN*m) $M_B = 0,00$ (kN*m)

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł górny), uwzględnienie wpływu smukłości

$M_0 = 0,00$ (kN*m)

$e_a = \theta_1 \cdot l_0 / 2 = 2,3$ (cm)

$\theta_1 = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = 0,00$

$\theta_0 = 0,01$

$\alpha_h = 0,87$

$\alpha_m = (0,5(1+1/m))^{0.5} = 1,00$

$m = 1,00$

Metoda nominalnej krzywizny

$M_2 = N \cdot e_2 = 14,56$ (kN*m)

$e_2 = l_0^2 / c \cdot (1/r) = 39,2$ (cm)

$c = 8,00$

$(1/r) = K_r \cdot K_\phi \cdot (1/r_0) = 0,03$

$K_r = 1,00$

$K_\phi = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef} = 1,00$

$$\begin{aligned}
\beta &= 0.35 + f_{ck}/200 - \lambda/150 = -0,49 \\
\varphi_{ef} &= 1,75 \\
1/r_0 &= (f_{yd}/E_s)/(0.45 \cdot d) = 0,03 \\
d &= 17,2 \text{ (cm)} \\
E_s &= 200000,00 \text{ (MPa)} \\
f_{yd} &= 434,78 \text{ (MPa)}
\end{aligned}
\tag{5.35}$$

$$\begin{aligned}
M_{Edmin} &= 0,74 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \\
M_{Ed} &= \max(M_{Edmin}, M_{0Ed} + M_2) = 15,41 \text{ (kN}\cdot\text{m)}
\end{aligned}$$

2.5.1.2. Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

2.5.1.2.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwna

L (m)	Lo (m)	λ	λ_{lim}	Stup smukły
5,28	10,56	152,42	78,68	

2.5.1.2.2 Analiza wyboczenia

$M_A = 0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$ $M_B = 0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$
 Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł górny), uwzględnienie wpływu smukłości
 $M_0 = 0,00 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$
 $e_a = 0,0 \text{ (cm)}$

Metoda nominalnej krzywizny

$$\begin{aligned}
M_2 &= N \cdot e_2 = 14,56 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \\
e_2 &= l_0^2 / c \cdot (1/r) = 39,2 \text{ (cm)} \\
c &= 8,00 \\
(1/r) &= K_r \cdot K_\phi \cdot (1/r_0) = 0,03 \\
K_r &= 1,00 \\
K_\phi &= 1 + \beta \cdot \varphi_{ef} = 1,00 \\
\beta &= 0.35 + f_{ck}/200 - \lambda/150 = -0,49 \\
\varphi_{ef} &= 1,75 \\
1/r_0 &= (f_{yd}/E_s)/(0.45 \cdot d) = 0,03 \\
d &= 17,2 \text{ (cm)} \\
E_s &= 200000,00 \text{ (MPa)} \\
f_{yd} &= 434,78 \text{ (MPa)}
\end{aligned}
\tag{5.35}$$

$$\begin{aligned}
M_{Edmin} &= 0,74 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \\
M_{Ed} &= \max(M_{Edmin}, M_{0Ed} + M_2) = 14,56 \text{ (kN}\cdot\text{m)}
\end{aligned}$$

2.5.2 Zbrojenie:

rzeczywista powierzchnia $A_{sr} = 8,04 \text{ (cm}^2\text{)}$
 Stopień zbrojenia: $\rho = 1,40 \%$

2.6 Zbrojenie:

Pręty główne (A-IIIN (B500SP)):

- 4 $\phi 16$

Zbrojenie poprzeczne: (A-IIIN (B500SP)):

strzemiona: 25 $\phi 8$ $l = 0,66 \text{ (m)}$

Przyjęto zbrojenie słupa:

- Zbrojenie podłużne: 4#16
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 10/20cm

Poz.S-05 Słup żelbetowy 45x75cm

- Współczynnik pełzania betonu : $\varphi_p = 2,07$
- OUT: : Klasa cementu : N
- Klasa środowiska : XD1
- Klasa konstrukcji : S4

2.1 Charakterystyki materiałów:

- Beton : C35/45 $f_{ck} = 35,00$ (MPa)
ciężar objętościowy : 2501,36 (kG/m³)
Średnica kruszywa : 16,0 (mm)
- Zbrojenie podłużne: : A-IIIN (B500SP) $f_{yk} = 500,00$ (MPa)
Klasa ciągliwości : C
- Zbrojenie poprzeczne: : A-IIIN (B500SP) $f_{yk} = 500,00$ (MPa)

2.2 Geometria:

- 2.2.1 Prostokąt 75,0 x 45,0 (cm)
- 2.2.2 Wysokość: L = 11,05 (m)
- 2.2.3 Grubość płyty = 0,00 (m)
- 2.2.4 Wysokość belki = 0,00 (m)
- 2.2.5 Otulina zbrojenia = 6,0 (cm)

2.3 Opcje obliczeniowe:

- Obliczenia wg normy : PN-EN 1992-1-1:2008/A1:2015-03/Ap2:2016-10
- Dyspozycje sejsmiczne : brak wymagań
- Słup prefabrykowany : nie
- Prewymiarowanie : nie
- Uwzględnienie smukłości : tak
- Ściskanie : ze zginaniem
- Strzemiona : do płyty
- Klasa odporności ogniowej : brak wymagań

2.4 Obciążenia:

Przypadek	Natura	Grupa	γ_f	N	My(s)	My(i)	Mz(s)	Mz(i)
				(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)
G1	stałe(Konstrukcyjne)	1	1,35	476,97	0,00	0,00	0,00	0,00
G2	obl.SGU(QPR)	1	1,00	476,97	0,00	0,00	0,00	0,00

γ_f - współczynnik obciążenia

2.5 Wyniki obliczeniowe:

Współczynniki bezpieczeństwa $R_d/E_d = 1,78 > 1.0$

2.5.1 Analiza SGN/SW

Kombinacja wymiarująca: 1.35G1 (A)

Typ kombinacji: SGN

Siły przekrojowe:

Nsd = 643,91 (kN) Msdy = 0,00 (kN*m) Msdz = 0,00 (kN*m)

Siły wymiarujące:

węzeł górny

N = 643,91 (kN) N*etotz = 128,72 (kN*m) N*etoty = 332,70 (kN*m)

Mimośród:

ez (My/N) ey (Mz/N)

początkowy	e0:	0,0 (cm)	0,0 (cm)
imperfekcji	ei:	0,0 (cm)	3,7 (cm)
I rzędu (e0 + ei)	e0Ed:	0,0 (cm)	3,7 (cm)
II rzędu	e2:	20,0 (cm)	48,0 (cm)
minimalny	eEdmin:	2,0 (cm)	2,5 (cm)
całkowity	eEd:	20,0 (cm)	51,7 (cm)

2.5.1.1. Analiza szczegółowa-Kierunek Y:

2.5.1.1.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	λ	λ_{lim}	
11,05	11,05	85,06	44,26	Słup smukły

2.5.1.1.2 Analiza wyboczenia

$$MA = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad MB = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł górny), uwzględnienie wpływu smukłości

$$M0 = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

$$ea = 0,0 \text{ (cm)}$$

Metoda nominalnej krzywizny

$$M2 = N * e2 = 128,72 \text{ (kN*m)}$$

$$e2 = lo^2 / c * (1/r) = 20,0 \text{ (cm)}$$

$$c = 8,00$$

$$(1/r) = Kr * K\phi * (1/r0) = 0,01$$

$$Kr = 1,00$$

$$K\phi = 1 + \beta * \varphi_{ef} = 1,00$$

$$\beta = 0.35 + f_{ck}/200 - \lambda/150 = -0,04$$

$$\varphi_{ef} = 1,54$$

$$1/r0 = (f_{yd}/E_s)/(0.45*d) = 0,01$$

$$d = 36,9 \text{ (cm)}$$

$$E_s = 200000,00 \text{ (MPa)}$$

$$f_{yd} = 434,78 \text{ (MPa)}$$

(5.35)

$$ME_{dmin} = 12,88 \text{ (kN*m)}$$

$$ME_d = \max(ME_{dmin}, M0Ed + M2) = 128,72 \text{ (kN*m)}$$

2.5.1.2. Analiza szczegółowa-Kierunek Z:

2.5.1.2.1 Analiza smukłości

Konstrukcja przesuwana

L (m)	Lo (m)	λ	λ_{lim}	
11,05	22,10	102,08	44,26	Słup smukły

2.5.1.2.2 Analiza wyboczenia

$$MA = 0,00 \text{ (kN*m)} \quad MB = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

Przypadek: przekrój na końcu słupa (węzeł górny), uwzględnienie wpływu smukłości

$$M0 = 0,00 \text{ (kN*m)}$$

$$ea = \theta1 * lo/2 = 3,7 \text{ (cm)}$$

$$\theta1 = \theta0 * \alpha h * \alpha m = 0,00$$

$$\theta0 = 0,01$$

$$\alpha h = 0,67$$

$$\alpha m = (0,5(1+1/m))^{0.5} = 1,00$$

$$m = 1,00$$

Metoda nominalnej krzywizny

$$M2 = N * e2 = 308,98 \text{ (kN*m)}$$

$$e2 = lo^2 / c * (1/r) = 48,0 \text{ (cm)}$$

$$c = 8,00$$

$$(1/r) = Kr * K\phi * (1/r0) = 0,01$$

$$Kr = 1,00$$

$$K\phi = 1 + \beta * \varphi_{ef} = 1,00$$

$$\begin{aligned}
 \beta &= 0.35 + f_{ck}/200 - \lambda/150 = -0,16 \\
 \varphi_{ef} &= 1,54 \\
 1/r_0 &= (f_{yd}/E_s)/(0.45 \cdot d) = 0,01 \\
 d &= 61,5 \text{ (cm)} \\
 E_s &= 200000,00 \text{ (MPa)} \\
 f_{yd} &= 434,78 \text{ (MPa)}
 \end{aligned}
 \tag{5.35}$$

$$M_{Edmin} = 16,10 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

$$M_{Ed} = \max(M_{Edmin}, M_{0Ed} + M_2) = 332,70 \text{ (kN}\cdot\text{m)}$$

2.5.2 Zbrojenie:

rzeczywista powierzchnia

$$A_{sr} = 29,45 \text{ (cm}^2\text{)}$$

Stopień zbrojenia:

$$\rho = 0,87 \%$$

2.6 Zbrojenie:

Pręty główne (A-IIIN (B500SP)):

- 6 $\phi 25$

Zbrojenie poprzeczne: (A-IIIN (B500SP)):

strzemiona: 30 $\phi 8$ $l = 2,02 \text{ (m)}$

szpilki 30 $\phi 8$ $l = 0,50 \text{ (m)}$

Przyjęto zbrojenie słupa:

- Zbrojenie podłużne: 10#25 (po 4 wzdłuż dłużego boku)
- Zbrojenie poprzeczne: 2#8 co 10/20cm

Poz.R-01 Rdzeń żelbetowy 24x24cm

Przyjęto zbrojenie rdzenia:

- Zbrojenie podłużne: 4#16
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 10/20cm

Poz.R-02 Rdzeń żelbetowy 24x24cm

Przyjęto zbrojenie rdzenia:

- Zbrojenie podłużne: 4#16
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 10/20cm

Poz.R-03 Rdzeń żelbetowy 24x24cm

Przyjęto zbrojenie rdzenia:

- Zbrojenie podłużne: 4#16
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 10/20cm

Poz.R-04 Rdzeń żelbetowy 24x32cm

Przyjęto zbrojenie rdzenia:

- Zbrojenie podłużne: 4#16
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 10/20cm

Poz.R-05 Rdzeń żelbetowy 24x24cm

Przyjęto zbrojenie rdzenia:

- Zbrojenie podłużne: 4#16
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 10/20cm

Poz.R-06 Rdzeń żelbetowy 24x24cm

Przyjęto zbrojenie rdzenia:

- Zbrojenie podłużne: 4#16
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 10/20cm

Poz.R-07 Rdzeń żelbetowy 24x24cm

Przyjęto zbrojenie rdzenia:

- Zbrojenie podłużne: 4#16
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 10/20cm

Poz.R-08 Rdzeń żelbetowy 24x24cm

Przyjęto zbrojenie rdzenia:

- Zbrojenie podłużne: 4#16
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 10/20cm

Poz.R-09 Rdzeń żelbetowy 24x59cm

Przyjęto zbrojenie rdzenia:

- Zbrojenie podłużne: 8#16(po 4 wzdłuż dłuższego boku)
- Zbrojenie poprzeczne: 2#8 co 10/20cm

3 Wieńce żelbetowe

Poz.W-01 Wieniec żelbetowy 24x40cm

Przyjęto zbrojenie wieńca:

- Zbrojenie podłużne: 4#12
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 25cm

Poz.W-02 Wieniec żelbetowy 24x24cm

Przyjęto zbrojenie wieńca:

- Zbrojenie podłużne: 4#12
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 25cm

4 Strop żelbetowy

Poz.Ps-01 Strop żelbetowy gr.18cm

Przyjęto zbrojenie stropu:

- Zbrojenie dolne: krzyżowo #10/20
- Zbrojenie górne: krzyżowo #10/20
- Zbrojenie rozdzielcze: #8 co 25cm

5 Ściany oporowe

Model obliczeniowy konstrukcji ścian oporowych został stworzony w programie Ściana kątowna pakietu GEO5. Do obliczeń przyjęto posadowienie ścian na warstwie min. 50cm podsypki z pospółki zagęszczonej do $I_s=0.97$. Warstwę podsypki wykonano na gruncie rodzimym warstwy IIIB – piaski średnie zgodnie z otworem nr 10. Przyjęto obsypkę gruntem rodzimym układanym warstwami w postaci warstwy IIIB – piasek średni.

Poz.SO-01 Ściana oporowa gr.45cm

Współczynniki bezpieczeństwa:

Współczynnik bezpieczeństwa na obrót	SFo= 1,50
Współczynnik bezpieczeństwa – nośność pozioma	SFs= 1,50
Współczynnik bezpieczeństwa do nośności fundamentu	SFb= 1,50

Materiał konstrukcji:

Beton C35/45

Ciężar objętościowy: 25kN/m³

Wytrzymałość na ściskanie f_{ck} = 35 MPa

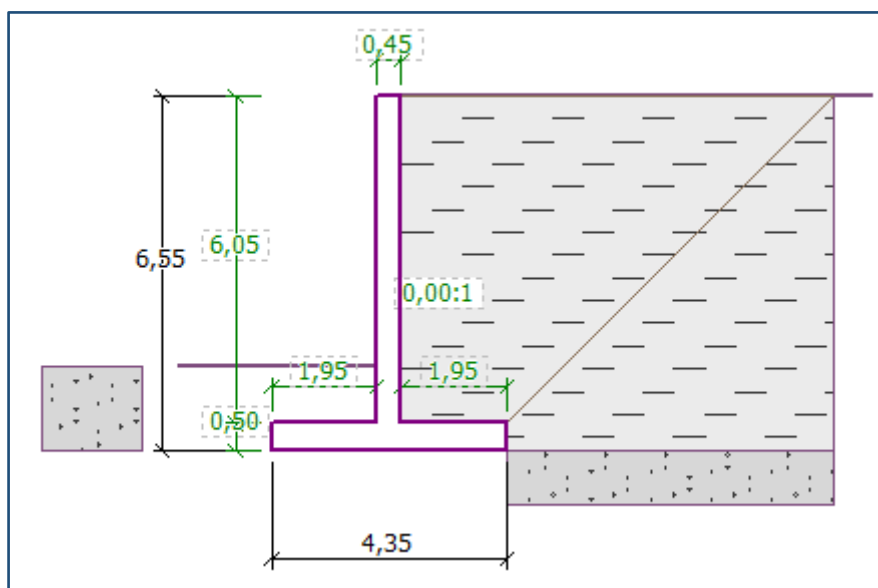
Wytrzymałość na rozciąganie f_{ctm} = 3,20 MPa

Moduł sprężystości E_{cm} = 34000 MPa

Zbrojenie stal B500C

Granica plastyczności f_{yk} = 500 MPa

Geometria ściany



Parametry gruntu

Warstwa IIIB

Ciężar objętościowy :	γ	=	18,5 kN/m ³
Stan naprężeń :			efektywne
Kąt tarcia wewnętrznego :	φ_{ef}	=	30,24 °
Spójność gruntu :	c_{ef}	=	0,00 kPa
Kąt tarcia konstrukcja-grunt :	δ	=	0,00 °
Grunt :			niespoisty

Produkt

Ciężar objętościowy :	γ	=	18,00 kN/m ³
Stan naprężeń :			uogólnione
Spójność gruntu :	c_u	=	27,00 kPa
Adhezja konstrukcja-grunt :	a	=	12,00 kPa
Grunt :			spoisty
Współczynnik Poisson'a :	ν	=	0,20

Nasyp za konstrukcją:

grunt: Produkt, nachylenie 45st.

Kształt terenu:

Teren za konstrukcją jest płaski

Wpływ wody:

Zwierciadło wody gruntowej znajduje się poniżej konstrukcji

Odpór na licu konstrukcji:

Odpór na licu konstrukcji: spoczynkowe

Grunt przed konstrukcją – Warstwa IIIB

Mięszczość gruntu przed konstrukcją $h=1,55m$

Odpór na licu konstrukcji: spoczynkowe

Teren przed konstrukcją jest płaski.

Ustawienia obliczeń fazy:

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Ściana może się przesuwać, w obliczeniach przyjęto obciążenie parciem czynnym gruntu

Redukcja kąta tarcia: redukuj do $2/3\varphi$

Analiza

Wyznaczone siły oddziałujące na konstrukcję:

Nr	Siła	F_x	F_z	Punkt przyłożenia		Wsp. [-]
		[kN/m]	[kN/m]	x [m]	z [m]	
1	Ciężar - ściana	0,00	122,44	2,17	-2,07	1,000
2	Ciężar - grunt	0,00	37,88	0,97	-1,02	1,000
3	Odpór na licu	11,02	0,03	-0,98	-0,52	1,000
4	Ciężar - klin odłamu	0,00	34,29	3,05	-1,15	1,000
5	Parcie czynne	-62,95	36,46	3,59	-0,91	1,000

Sprawdzenie całej ściany:

Sprawdzenie na obrót

Moment utrzymujący	M_{res}	=	538,72	kNm/m
Moment obracający	M_{ovr}	=	51,88	kNm/m

Współczynnik bezpieczeństwa = $10,38 > 1,50$

Obrót - ściana **SPEŁNIA WYMAGANIA**

Sprawdzenie na przesuw

Siła pozioma utrzymująca	H_{res}	=	134,71	kN/m
Siła pozioma przesuwająca	H_{act}	=	51,92	kN/m

Współczynnik bezpieczeństwa = $2,59 > 1,50$

Przesuw - ściana **SPEŁNIA WYMAGANIA**

Sprawdzenie ogólne - **ŚCIANA SPEŁNIA WYMAGANIA**

Nośność gruntu

Siły oddziałujące w środku podstawy fundamentu

Nr	Moment [kNm/m]	Siła Normalna [kN/m]	Siła Tnąca [kN/m]	Mimośród [-]	Napężenie [kPa]
1	15,78	231,09	51,92	0,016	54,85

Siły charakterystyczne oddziałujące w środku podstawy fundamentu (wyznaczanie osiadań)

Nr	Moment [kNm/m]	Siła Normalna [kN/m]	Siła Tnąca [kN/m]
1	15,78	231,09	51,92

Sprawdzenie nośności podłoża gruntowego pod fundamentem

Kształt naprężeń pod fundamentem : prostokąt

Sprawdzenie mimośrodu

Max. mimośród siły normalnej	e	=	0,016
Maksymalny dozwolony mimośród	e_{alw}	=	0,333

Mimośród siły normalnej **SPEŁNIA WYMAGANIA**

Sprawdzenie nośności podstawy fundamentu

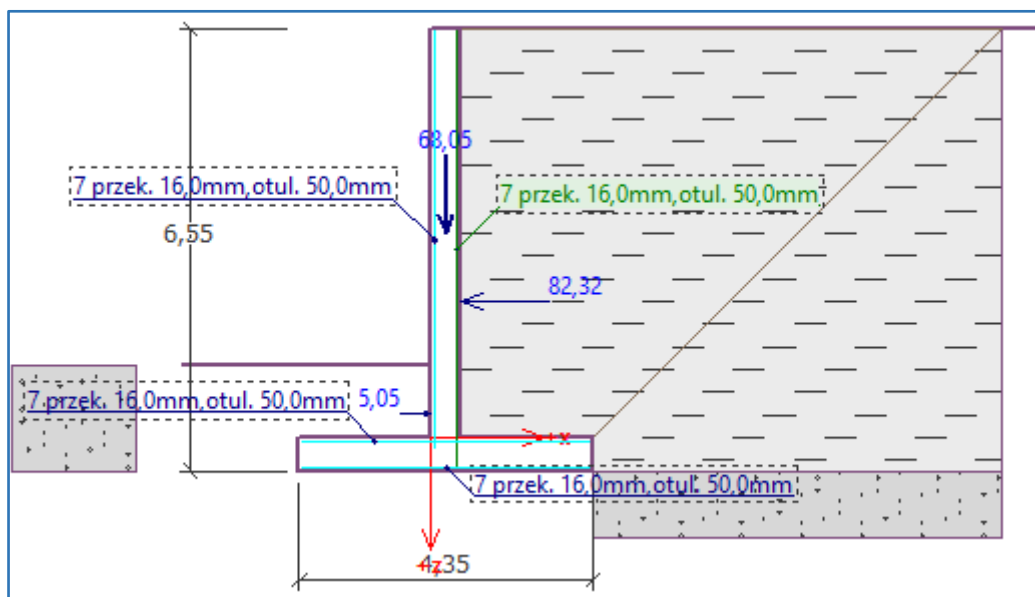
Max. napężenie w poziomie posadowienia	σ	=	54,85	kPa
Nośność obliczeniowa podłoża gruntowego	R_d	=	370,00	kPa

Współczynnik bezpieczeństwa = $6,75 > 1,50$

Nośność gruntu pod fundamentem SPEŁNIA WYMAGANIA

Nośność podłoża gruntowego pod fundamentem SPEŁNIA WYMAGANIA

Wymiarowanie



Sprawdzenie trzonu - zbrojenie przednie

Przednie zbrojenie nie jest wymagane.

Sprawdzenie trzonu - zbrojenie tylne

Sprawdzenie ściany w przekroju roboczym 6,05m poniżej korony ściany

Zbrojenie i wymiary przekroju

7 profil 16,0 mm, otulina 50,0 mm

Zdefiniowana powierzchnia zbrojenia = 1407,4mm²

Wymagany przekrój zbrojenia = 652,3mm²

Szerokość przekroju = 1,00m

Wysokość przekroju = 0,45m

Stopień zbrojenia	ρ	=	0,36	%	>	0,17	%	=	ρ_{min}
Położenie osi obojętnej	x	=	0,05	m	<	0,24	m	=	x_{max}
Graniczna siła tnąca	V_{Rd}	=	187,48	kN	>	48,67	kN	=	V_{Ed}
Moment niszczący	M_{Rd}	=	238,48	kNm	>	79,06	kNm	=	M_{Ed}

Przekrój SPEŁNIA wymagania.

Sprawdzenie odsadzki przedniej

Zbrojenie i wymiary przekroju

7 profil 16,0 mm, otulina 50,0 mm

Zdefiniowana powierzchnia zbrojenia = 1407,4mm²Wymagany przekrój zbrojenia = 735,5mm²

Szerokość przekroju = 1,00m

Wysokość przekroju = 0,50m

Stopień zbrojenia	ρ	=	0,32	%	>	0,17	%	=	ρ_{min}
Położenie osi obojętnej	x	=	0,03	m	<	0,27	m	=	x_{max}
Graniczna siła tnąca	V_{Rd}	=	198,17	kN	>	84,60	kN	=	V_{Ed}
Moment niszczący	M_{Rd}	=	262,45	kNm	>	83,91	kNm	=	M_{Ed}

Przekrój SPEŁNIA wymagania.**Sprawdzenie odsadzki tylnej**

Zbrojenie i wymiary przekroju

10 profil 16,0 mm, otulina 50,0 mm

Zdefiniowana powierzchnia zbrojenia = 1407,4mm²Wymagany przekrój zbrojenia = 0,0mm²

Szerokość przekroju = 1,00m

Wysokość przekroju = 0,50m

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie główne fundamentu i ściany: #16 co 15cm
- Zbrojenie rozdzielcze: #12 co 20cm

Poz.SO-02 Ściana oporowa gr.45cm**Współczynniki bezpieczeństwa:**

Współczynnik bezpieczeństwa na obrót SFo= 1,50

Współczynnik bezpieczeństwa – nośność pozioma SFs= 1,50

Współczynnik bezpieczeństwa do nośności fundamentu SFb= 1,50

Materiał konstrukcji:

Beton C35/45

Ciężar objętościowy: 25 kN/m^3

Wytrzymałość na ściskanie $f_{ck} = 35 \text{ MPa}$

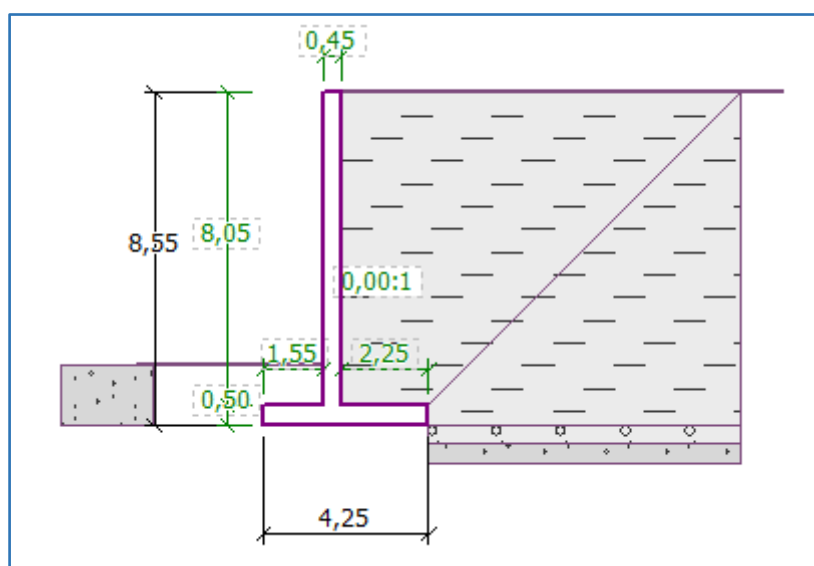
Wytrzymałość na rozciąganie $f_{ctm} = 3,20 \text{ MPa}$

Moduł sprężystości $E_{cm} = 34000 \text{ MPa}$

Zbrojenie stal B500C

Granica plastyczności $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Geometria ściany



Parametry gruntu

Warstwa IIIB

Ciężar objętościowy :	$\gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$
Stan naprężeń :	efektywne
Kąt tarcia wewnętrznego :	$\varphi_{ef} = 30,24^\circ$
Spójność gruntu :	$c_{ef} = 0,00 \text{ kPa}$
Kąt tarcia konstrukcja-grunt :	$\delta = 0,00^\circ$
Grunt :	niespoisty

Produkt

Ciężar objętościowy :	$\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$
Stan naprężeń :	uogólnione
Spójność gruntu :	$c_u = 27,00 \text{ kPa}$
Adhezja konstrukcja-grunt :	$a = 12,00 \text{ kPa}$
Grunt :	spoisty
Współczynnik Poisson'a :	$\nu = 0,20$

Podsypka		
Ciężar objętościowy :	γ	= 17,5 kN/m ³
Stan naprężeń :	efektywne	
Kąt tarcia wewnętrznego :	φ_{ef}	= 39,90 °
Spójność gruntu :	c_{ef}	= 0,00 kPa
Kąt tarcia konstrukcja-grunt :	δ	= 29,00 °
Grunt :	niespoisty	

Nasyp za konstrukcją:

grunt: Produkt, nachylenie 45st.

Kształt terenu:

Teren za konstrukcją jest płaski

Wpływ wody:

Zwierciadło wody gruntowej znajduje się poniżej konstrukcji

Odpór na licu konstrukcji:

Odpór na licu konstrukcji: spoczynkowe

Grunt przed konstrukcją – Warstwa IIIB

Miąszość gruntu przed konstrukcją $h=1,55m$

Odpór na licu konstrukcji: spoczynkowe

Teren przed konstrukcją jest płaski.

Ustawienia obliczeń fazy:

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Ściana może się przesuwać, w obliczeniach przyjęto obciążenie parciem czynnym gruntu

Redukcja kąta tarcia: redukuj do $2/3\varphi$

Analiza

Wyznaczone siły oddziałujące na konstrukcję:

Nr	Siła	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	Punkt przyłożenia		Wsp. [-]
				x [m]	z [m]	
1	Ciężar - ściana	0,00	143,69	1,90	-2,94	1,000
2	Ciężar - grunt	0,00	30,11	0,77	-1,03	1,000
3	Odpór na licu	11,02	0,03	-0,78	-0,52	1,000
4	Ciężar - klin odłamu	0,00	45,65	2,75	-1,25	1,000
5	Parcie czynne	-180,69	95,09	3,25	-1,68	1,000

Sprawdzenie całej ściany:

Sprawdzenie na obrót

Moment utrzymujący $M_{res} = 731,75$ kNm/m

Moment obracający $M_{ovr} = 297,96$ kNm/m

Współczynnik bezpieczeństwa = 2,46 > 1,50

Obrót - ściana SPEŁNIA WYMAGANIA

Sprawdzenie na przesuw

Siła pozioma utrzymująca	H_{res}	=	263,01	kN/m
Siła pozioma przesuująca	H_{act}	=	169,67	kN/m

Współczynnik bezpieczeństwa = 1,55 > 1,50

Przesuw - ściana SPEŁNIA WYMAGANIA
Sprawdzenie ogólne - ŚCIANA SPEŁNIA WYMAGANIA

Nośność gruntu

Siły oddziałujące w środku podstawy fundamentu

Nr	Moment [kNm/m]	Siła Normalna [kN/m]	Siła Tnąca [kN/m]	Mimośród [-]	Naprężenie [kPa]
1	243,65	314,56	169,67	0,176	114,05

Siły charakterystyczne oddziałujące w środku podstawy fundamentu (wyznaczanie osiadań)

Nr	Moment [kNm/m]	Siła Normalna [kN/m]	Siła Tnąca [kN/m]
1	234,65	314,56	169,67

Sprawdzenie nośności podłoża gruntowego pod fundamentem

Kształt naprężeń pod fundamentem : prostokąt

Sprawdzenie mimośrodu

Max. mimośród siły normalnej	e	=	0,176
Maksymalny dozwolony mimośród	e _{alw}	=	0,333

Mimośród siły normalnej SPEŁNIA WYMAGANIA

Sprawdzenie nośności podstawy fundamentu

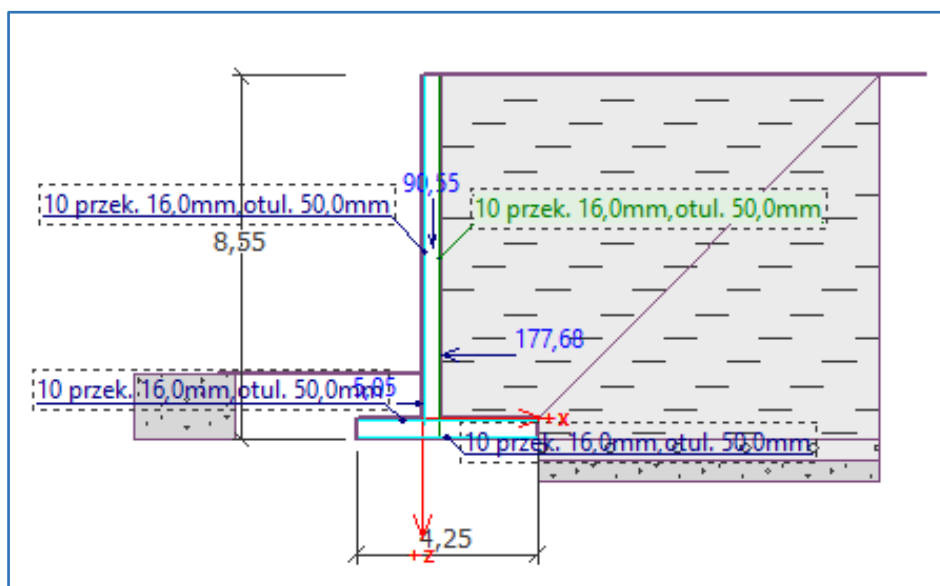
Max. naprężenie w poziomie posadowienia	σ	=	114,05	kPa
Nośność obliczeniowa podłoża gruntowego	R _d	=	370,00	kPa

Współczynnik bezpieczeństwa = 3,24 > 1,50

Nośność gruntu pod fundamentem SPEŁNIA WYMAGANIA

Nośność podłoża gruntowego pod fundamentem SPEŁNIA WYMAGANIA

Wymiarowanie



Sprawdzenie trzonu - zbrojenie przednie

Przednie zbrojenie nie jest wymagane.

Sprawdzenie trzonu - zbrojenie tylne

Sprawdzenie ściany w przekroju roboczym 8,05m poniżej korony ściany

Zbrojenie i wymiary przekroju

10 profil 16,0 mm, otulina 50,0 mm

Zdefiniowana powierzchnia zbrojenia = 2010,6mm²

Wymagany przekrój zbrojenia = 1648,9mm²

Szerokość przekroju = 1,00m

Wysokość przekroju = 0,45m

Stopień zbrojenia	ρ	=	0,51 %	>	0,17 %	=	ρ_{min}
Położenie osi obojętnej	x	=	0,05 m	<	0,24 m	=	x_{max}
Graniczna siła tnąca	V_{Rd}	=	211,15 kN	>	172,63 kN	=	V_{Ed}
Moment niszczący	M_{Rd}	=	328,49 kNm	>	270,01 kNm	=	M_{Ed}

Przekrój SPEŁNIA wymagania.

Sprawdzenie odsadzki przedniej

Zbrojenie i wymiary przekroju

10 profil 16,0 mm, otulina 50,0 mm

Zdefiniowana powierzchnia zbrojenia = 2010,6mm²

Wymagany przekrój zbrojenia = 766,1mm²

Szerokość przekroju = 1,00m

Wysokość przekroju = 0,50m

Stopień zbrojenia	ρ	=	0,45 %	>	0,17 %	=	ρ_{min}
Położenie osi obojętnej	x	=	0,05 m	<	0,27 m	=	x_{max}
Graniczna siła tnąca	V_{Rd}	=	223,19 kN	>	172,17 kN	=	V_{Ed}
Moment niszczący	M_{Rd}	=	370,01 kNm	>	144,84 kNm	=	M_{Ed}

Przekrój SPEŁNIA wymagania.

Sprawdzenie odsadzki tylnej

Zbrojenie i wymiary przekroju

10 profil 16,0 mm, otulina 50,0 mm

Zdefiniowana powierzchnia zbrojenia = 2010,6mm²

Wymagany przekrój zbrojenia = 735,5mm²

Szerokość przekroju = 1,00m

Wysokość przekroju = 0,50m

Stopień zbrojenia	ρ	=	0,45 %	>	0,17 %	=	ρ_{min}
Położenie osi obojętnej	x	=	0,05 m	<	0,27 m	=	x_{max}
Graniczna siła tnąca	V_{Rd}	=	223,19 kN	>	84,92 kN	=	V_{Ed}
Moment niszczący	M_{Rd}	=	370,01 kNm	>	125,17 kNm	=	M_{Ed}

Przekrój SPEŁNIA wymagania.

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie główne fundamentu i ściany: #16 co 10cm
- Zbrojenie rozdzielcze: #12 co 20cm

Poz.SO-03 Ściana oporowa gr.45cm

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie główne fundamentu i ściany: #16 co 15cm
- Zbrojenie rozdzielcze: #12 co 20cm

Poz.SO-04 Ściana oporowa gr.45cm

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie główne fundamentu i ściany: #16 co 15cm
- Zbrojenie rozdzielcze: #12 co 20cm

Poz.SO-05 Ściana oporowa gr.45cm

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie główne fundamentu i ściany: #16 co 10cm
- Zbrojenie rozdzielcze: #12 co 20cm

Poz.SO-06 Ściana oporowa gr.45cm

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie główne fundamentu i ściany: #16 co 15cm
#20 co 15cm (od wnętrza obiektu)
- Zbrojenie rozdzielcze: #12 co 20cm

6 Mulda przyjęciowa osadu

Poz.Pf-01 Płyta fundamentowa gr.30cm

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie dolne: krzyżowo #12 co 15cm
- Zbrojenie górne: krzyżowo #12 co 20cm

Poz.Sc-01 Ściana gr.25cm

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie pionowe główne: #12 co 15cm
- Zbrojenie poziome rozdzielcze: #12 co 20cm

Poz.Sc-02 Ściana gr.25cm

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie pionowe główne: #12 co 15cm
- Zbrojenie poziome rozdzielcze: #12 co 20cm

7 Kanał technologiczny

Poz.Kt-01 Kanał technologiczny gr.25cm

Przyjęto zbrojenie:

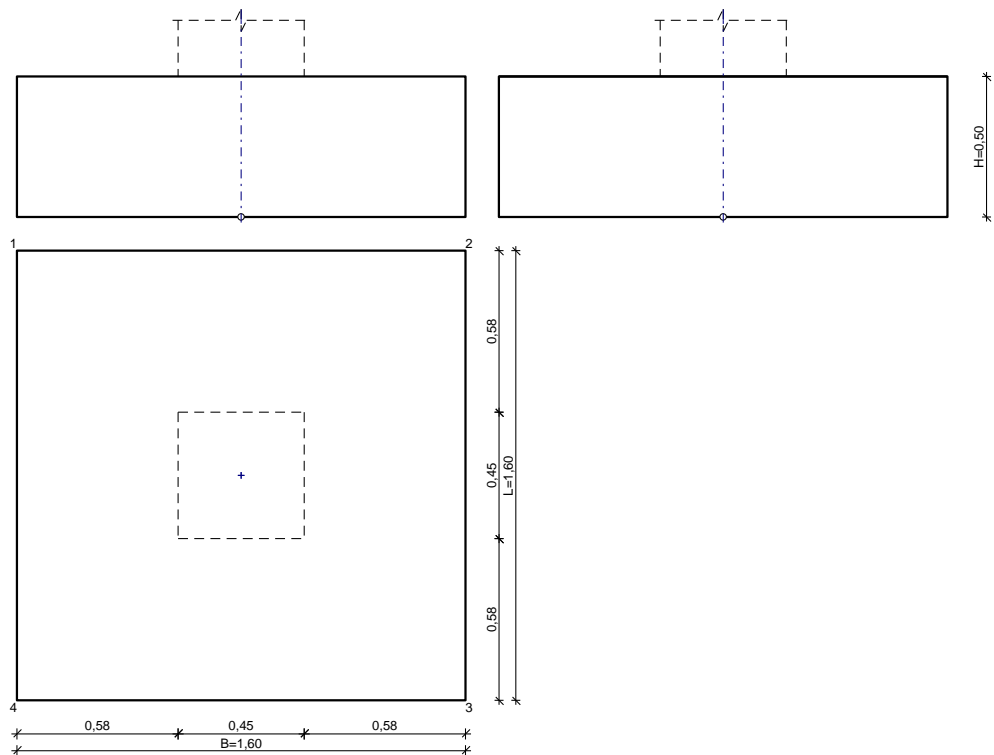
- Zbrojenie główne: #10 co 15cm
- Zbrojenie rozdzielcze: #10 co 20cm

8 Fundamenty

Model obliczeniowy konstrukcji fundamentów został stworzony w programie Fundamenty pakietu Specbud. Obciążenia odczytano z modeli obliczeniowych słupów i ścian w programach Autodesk Robot Structural Analysis Professional oraz pakietu Specbud.

Poz.Sf-01 Stopa fundamentowa 160x160x50cm

SZKIC FUNDAMENTU



$$V = 1.28 \text{ m}^3$$

GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **stopa prostokątna**

$B = 1,60 \text{ m}$ $L = 1,60 \text{ m}$ $H = 0,50 \text{ m}$

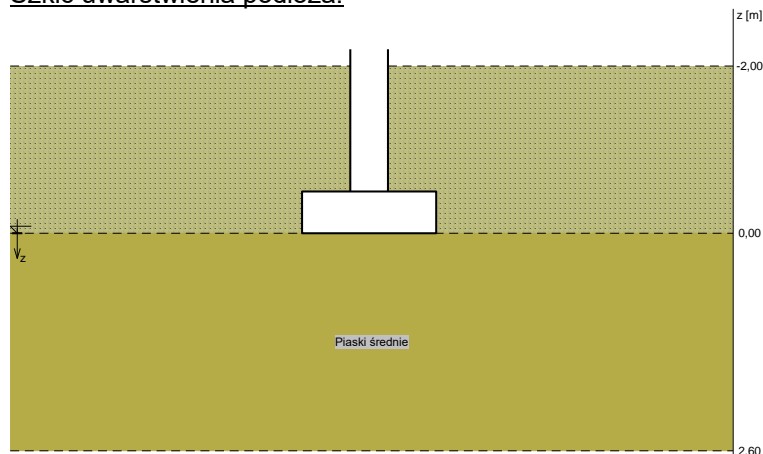
$B_s = 0,45 \text{ m}$ $L_s = 0,45 \text{ m}$ $e_B = 0,00 \text{ m}$ $e_L = 0,00 \text{ m}$

Posadowienie fundamentu:

$D = 2,00 \text{ m}$ $D_{\min} = 2,00 \text{ m}$

OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

N	nazwa gruntu	h [m]	nawodn iona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m ³]	$\gamma_{f,\min}$	$\gamma_{f,\max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M_o [kPa]	M [kPa]
1	Piaski średnie	2,60	nie	1,70	0,90	1,10	30,20	0,00	110444	122715

Naprężenie dopuszczalne dla podłoża σ_{dop} [kPa] = 370,0 kPa

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N	typ obc.	N [kN]	T_B [kN]	M_B [kNm]	T_L [kN]	M_L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	długotrwałe	233,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m³

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,35$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B45** (C35/45) → $f_{cd} = 23,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,47 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 34,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy $\rho = 24,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16 \text{ mm}$

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,35$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów wzdłuż boku B $\phi_B = 16 \text{ mm}$

Średnica prętów wzdłuż boku L $\phi_L = 16 \text{ mm}$

Maksymalny rozstaw prętów $\phi_L = 20,0 \text{ cm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{\text{nom}} = 50 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{\text{nom},b} = 50 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: $0,50$

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ($\lambda = 1,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fN} = 4695,8 \text{ kN}$

$N_r = 370,9 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 4695,8 \text{ kN} = 3803,6 \text{ kN} \quad (9,8\%)$

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 162,6 \text{ kN}$

$T_r = 0,0 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 162,6 \text{ kN} = 117,1 \text{ kN} \quad (0,0\%)$

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Napężenie maksymalne $\sigma_{\max} = 144,9 \text{ kPa}$

$\sigma_{\max} = 144,9 \text{ kPa} < \sigma_{\text{dop}} = 370,0 \text{ kPa} \quad (39,2\%)$

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,2-3} = 0,00 \text{ kNm}$, moment utrzymujący $M_{uB,2-3} = 260,18 \text{ kNm}$

$M_o = 0,00 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 0,72 \cdot 260,2 \text{ kNm} = 187,3 \text{ kNm} \quad (0,0\%)$

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,07 \text{ cm}$, wtórne $s'' = 0,03 \text{ cm}$, całkowite $s = 0,10 \text{ cm}$

$s = 0,10 \text{ cm} < s_{\text{dop}} = 1,00 \text{ cm} \quad (9,9\%)$

Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najsłabszej				
Nr	N [kN]	Q_{fN} [kN]	m_N	[%]	z [m]	N [kN]	Q_{fN} [kN]	m_N	[%]
1	370,9	4695,8	0,08	9,8	0,00	370,9	4695,8	0,08	9,8

Nośność pozioma podłoża:

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najsłabszej					
Nr	N [kN]	T [kN]	Q_{fT} [kN]	m_T	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	Q_{fT} [kN]	m_T	[%]
1	325,2	0,0	162,6	0,00	0,0	0,00	325,2	0,0	162,6	0,00	0,0

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU

Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta $A = 0,21 \text{ m}^2$

Siła przebijająca $N_{sd} = (g+q)_{\max} \cdot A = 29,8 \text{ kN}$

Nośność na przebicie $N_{Rd} = 562,7 \text{ kN}$

$N_{sd} = 29,8 \text{ kN} < N_{Rd} = 562,7 \text{ kN} \quad (5,3\%)$

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,92 \text{ cm}^2$

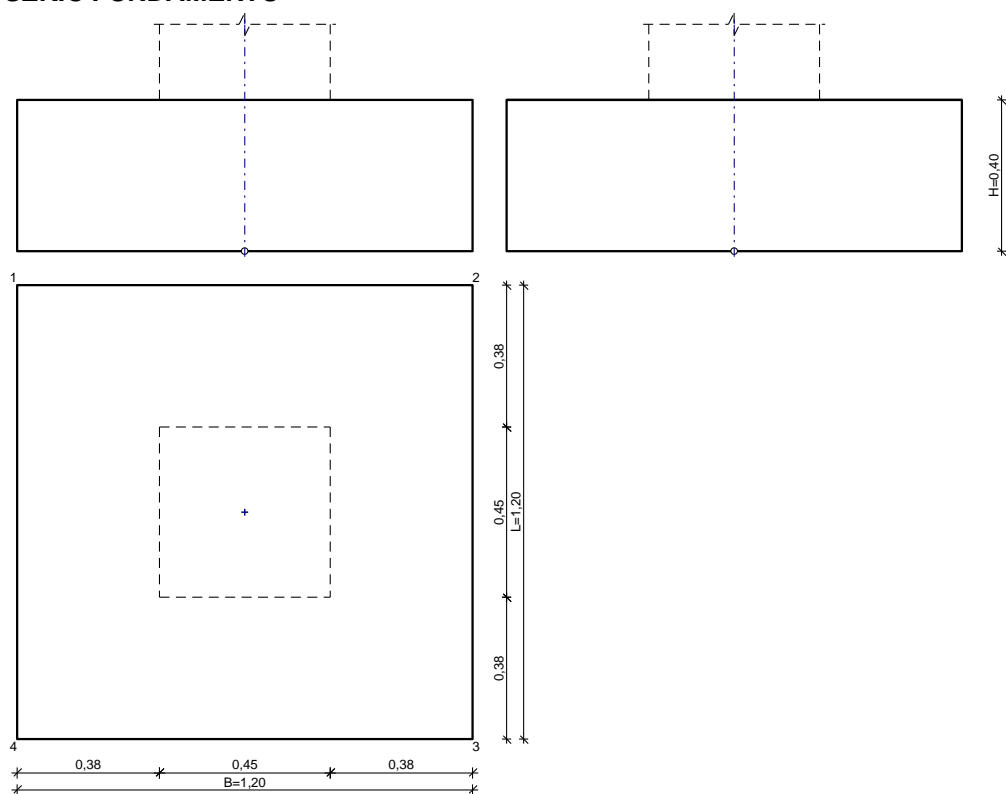
Przyjęto konstrukcyjnie **9 prętów $\phi 16$ mm** o $A_s = 18,10 \text{ cm}^2$
Wzdłuż boku L:
Decyduje: **kombinacja nr 1**
Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,92 \text{ cm}^2$
Przyjęto konstrukcyjnie **9 prętów $\phi 16$ mm** o $A_s = 18,10 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie dolne: krzyżowo #16 co 15cm
- Zbrojenie górne: krzyżowo #12 co 15cm

Poz.Sf-02 Stopa fundamentowa 120x120x40cm

SKZIC FUNDAMENTU



$$V = 0,58 \text{ m}^3$$

GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **stopa prostopadłościenna**

$B = 1,20 \text{ m}$ $L = 1,20 \text{ m}$ $H = 0,40 \text{ m}$

$B_s = 0,45 \text{ m}$ $L_s = 0,45 \text{ m}$ $e_B = 0,00 \text{ m}$ $e_L = 0,00 \text{ m}$

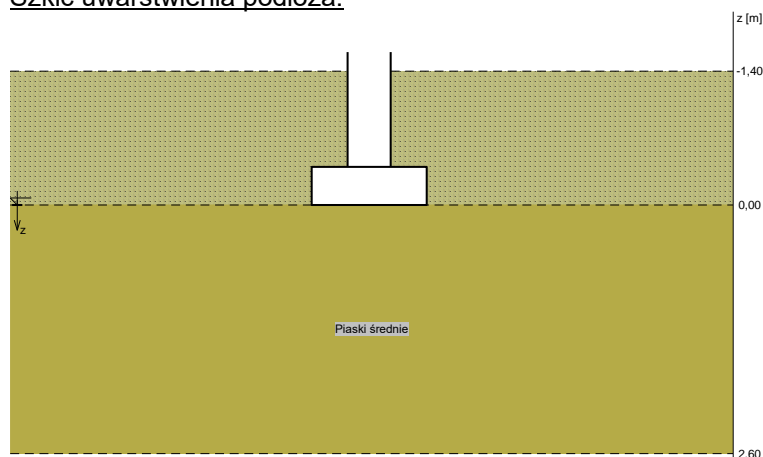
Posadowienie fundamentu:

$D = 1,40 \text{ m}$ $D_{\min} = 1,40 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

N r	nazwa gruntu	h [m]	nawodn iona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m ³]	$\gamma_{f,min}$	$\gamma_{f,max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M_0 [kPa]	M [kPa]
1	Piaski średnie	2,60	nie	1,70	0,90	1,10	30,20	0,00	110444	122715

Napężenie dopuszczalne dla podłoża σ_{dop} [kPa] = 370,0 kPa

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

N r	typ obc.	N [kN]	T_B [kN]	M_B [kNm]	T_L [kN]	M_L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	długotrwałe	65,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m³

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,20$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B45** (C35/45) → $f_{cd} = 23,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,47$ MPa, $E_{cm} = 34,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 24,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B $\phi_B = 16$ mm

Średnica prętów wzdłuż boku L $\phi_L = 16$ mm

Maksymalny rozstaw prętów $\phi_L = 20,0$ cm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{nom} = 50$ mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b} = 50$ mm

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50
 Czas trwania robót: powyżej 1 roku ($\lambda=1,00$)
 Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fN} = 1859,1$ kN

$N_r = 110,7$ kN < $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 1859,1$ kN = 1505,8 kN (7,4%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 50,3$ kN

$T_r = 0,0$ kN < $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 50,3$ kN = 36,2 kN (0,0%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Napężenie maksymalne $\sigma_{max} = 76,9$ kPa

$\sigma_{max} = 76,9$ kPa < $\sigma_{dop} = 370,0$ kPa (20,8%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,2-3} = 0,00$ kNm, moment utrzymujący $M_{uB,2-3} = 60,33$ kNm

$M_o = 0,00$ kNm < $m \cdot M_u = 0,72 \cdot 60,3$ kNm = 43,4 kNm (0,0%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,02$ cm, wtórne $s'' = 0,02$ cm, całkowite $s = 0,04$ cm

$s = 0,04$ cm < $s_{dop} = 1,00$ cm (3,7%)

Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najsłabszej				
Nr	N [kN]	Q_{fN} [kN]	m_N	[%]	z [m]	N [kN]	Q_{fN} [kN]	m_N	[%]
1	110,7	1859,1	0,06	7,4	0,00	110,7	1859,1	0,06	7,4

Nośność pozioma podłoża:

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najsłabszej					
Nr	N [kN]	T [kN]	Q_{fT} [kN]	m_T	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	Q_{fT} [kN]	m_T	[%]
1	100,6	0,0	50,3	0,00	0,0	0,00	100,6	0,0	50,3	0,00	0,0

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU

Nośność na przebiecie:

dla fundamentu o zadanych wymiarach nie trzeba sprawdzać nośności na przebiecie

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 0,72$ cm²

Przyjęto konstrukcyjnie **7 prętów $\phi 16$ mm** o $A_s = 14,07$ cm²

Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 0,72$ cm²

Przyjęto konstrukcyjnie **7 prętów $\phi 16$ mm** o $A_s = 14,07$ cm²

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie dolne: krzyżowo #12 co 15cm

SZKIC FUNDAMENTU



Wymiary fundamentu :

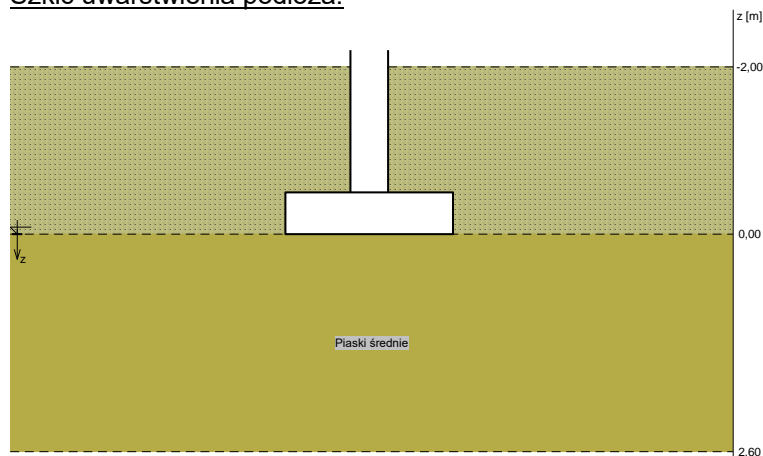
B = 2,00 m L = 2,00 m H = 0,50 m
B_s = 0,45 m L_s = 0,45 m e_B = 0,00 m e_L = 0,00 m

Posadowienie fundamentu:

$$D = 2,00 \text{ m} \quad D_{\min} = 2,00 \text{ m}$$

Brak wody gruntowej w zasypce

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

Napężenie dopuszczalne dla podłoża σ_{dop} [kPa] = 370,0 kPa

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

Nr	typ obc.	N [kN]	T _B [kN]	M _B [kNm]	T _L [kN]	M _L [kNm]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	długotrwałe	737,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasyпка:

Ciężar objętościowy: 20,0 kN/m³

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,20$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B45** (C35/45) → $f_{cd} = 23,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,47$ MPa, $E_{cm} = 34,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 24,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,min} = 0,90$; $\gamma_{f,max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów wzdłuż boku B $\phi_B = 16$ mm

Średnica prętów wzdłuż boku L $\phi_L = 16$ mm

Maksymalny rozstaw prętów $\phi_L = 20,0$ cm

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{nom} = 50$ mm

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{nom,b} = 50$ mm

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $\beta = 1,50$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ($\lambda = 1,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fN} = 7477,3$ kN

$N_r = 926,6$ kN < $m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 7477,3$ kN = 6056,6 kN (15,3%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 441,4$ kN

$T_r = 0,0$ kN < $m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 441,4$ kN = 317,8 kN (0,0%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Naprężenie maksymalne $\sigma_{max} = 231,7$ kPa

$\sigma_{max} = 231,7$ kPa < $\sigma_{dop} = 370,0$ kPa (62,6%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,2-3} = 0,00$ kNm, moment utrzymujący $M_{uB,2-3} = 882,87$ kNm

$M_o = 0,00$ kNm < $m \cdot M_u = 0,72 \cdot 882,9$ kNm = 635,7 kNm (0,0%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,20$ cm, wtórne $s'' = 0,05$ cm, całkowite $s = 0,24$ cm
 $s = 0,24$ cm < $s_{dop} = 1,00$ cm (24,3%)

Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najbliższej				
Nr	N [kN]	Q_{fN} [kN]	m_N	[%]	z [m]	N [kN]	Q_{fN} [kN]	m_N	[%]
1	926,6	7477,3	0,12	15,3	0,00	926,6	7477,3	0,12	15,3

Nośność pozioma podłoża:

w poziomie posadowienia						w poziomie stropu warstwy najbliższej					
Nr	N [kN]	T [kN]	Q_{fT} [kN]	m_T	[%]	z [m]	N [kN]	T [kN]	Q_{fT} [kN]	m_T	[%]
1	882,9	0,0	441,4	0,00	0,0	0,00	882,9	0,0	441,4	0,00	0,0

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU

Nośność na przebicie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Pole powierzchni wielokąta $A = 0,57$ m²

Siła przebijająca $N_{Sd} = (g+q)_{max} \cdot A = 131,1$ kN

Nośność na przebicie $N_{Rd} = 562,7$ kN

$N_{Sd} = 131,1$ kN < $N_{Rd} = 562,7$ kN (23,3%)

Wymiarowanie zbrojenia:

Wzdłuż boku B:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 10,02$ cm²

Przyjęto konstrukcyjnie **11 prętów $\phi 16$ mm** o $A_s = 22,12$ cm²

Wzdłuż boku L:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 10,02$ cm²

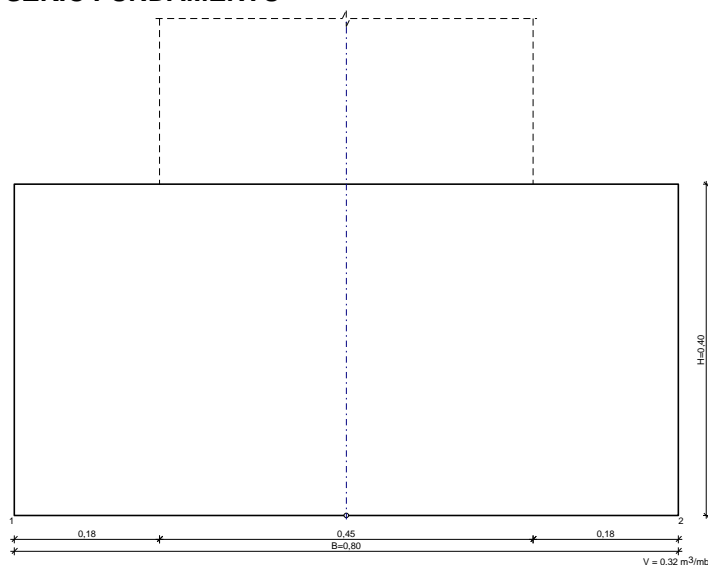
Przyjęto konstrukcyjnie **11 prętów $\phi 16$ mm** o $A_s = 22,12$ cm²

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie dolne: krzyżowo #16 co 15cm
- Zbrojenie górne: krzyżowo #12 co 15cm

Poz.Łf-01 Ława fundamentowa 80x40cm

SKZIC FUNDAMENTU



GEOMETRIA FUNDAMENTU

Wymiary fundamentu :

Typ: **ława prostokątna**

$B = 0,80 \text{ m}$ $H = 0,40 \text{ m}$

$B_s = 0,45 \text{ m}$ $e_B = 0,00 \text{ m}$

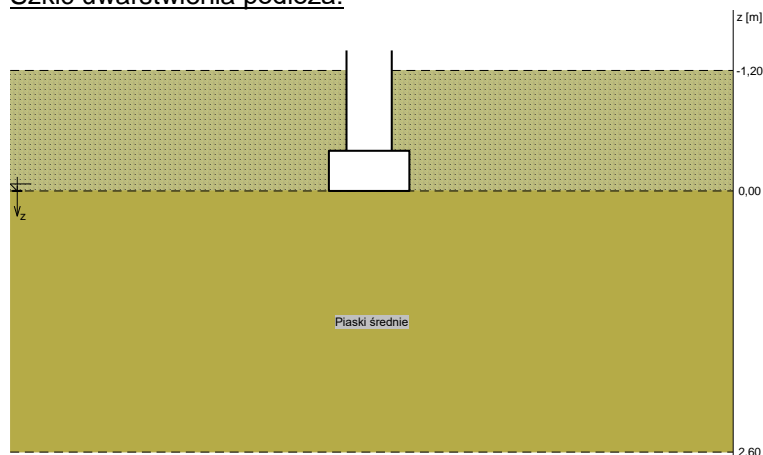
Posadowienie fundamentu:

$D = 1,20 \text{ m}$ $D_{\min} = 1,20 \text{ m}$

Brak wody gruntowej w zasypce

OPIS PODŁOŻA

Szkic uwarstwienia podłoża:



Zestawienie warstw podłoża

Nr	nazwa gruntu	h [m]	nawodniona	$\rho_o^{(n)}$ [t/m ³]	$\gamma_{f,\min}$	$\gamma_{f,\max}$	$\phi_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	M_0 [kPa]	M [kPa]
1	Piaski średnie	2,60	nie	1,70	0,90	1,10	30,20	0,00	110444	122715

Napężenie dopuszczalne dla podłoża σ_{dop} [kPa] = 370,0 kPa

OBCIĄŻENIA FUNDAMENTU

Kombinacje obciążeń obliczeniowych:

Nr	typ obc.	N [kN/m]	T_B [kN/m]	M_B [kNm/m]	e [kPa]	Δe [kPa/m]
1	długotrwałe	49,74	0,00	0,00	0,00	0,00

DANE MATERIAŁOWE

Zasypka:

Ciężar objętościowy: $20,0 \text{ kN/m}^3$

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,20$

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B45** (C35/45) → $f_{cd} = 23,33 \text{ MPa}$, $f_{ctd} = 1,47 \text{ MPa}$, $E_{cm} = 34,0 \text{ GPa}$

Ciężar objętościowy $\rho = 24,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 12 \text{ mm}$

Współczynniki obciążenia: $\gamma_{f,\min} = 0,90$; $\gamma_{f,\max} = 1,10$

Zbrojenie:

Klasa stali: A-IIIN (**RB500W**) → $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów wzdłuż boku B $\phi_B = 16 \text{ mm}$

Maksymalny rozstaw prętów $\phi_L = 20,0 \text{ cm}$

Otulenie:

Nominalna grubość otulenia na podstawie fundamentu $c_{\text{nom}} = 50 \text{ mm}$

Nominalna grubość otulenia na bocznych powierzchniach $c_{\text{nom},b} = 50 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót $m = 0,72$

Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: $0,50$

Czas trwania robót: powyżej 1 roku ($\lambda = 1,00$)

Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych N_k $N/N_k = 1,20$

WYNIKI-PROJEKTOWANIE

WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA

Nośność pionowa podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fN} = 400,0$ kN/mb

$N_r = 64,9$ kN/mb $< m \cdot Q_{fN} = 0,81 \cdot 400,0$ kN/mb = $324,0$ kN/mb (20,0%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje nośność w poziomie: **posadowienia fundamentu**

Obliczeniowy opór graniczny podłoża $Q_{fT} = 30,8$ kN/mb

$T_r = 0,0$ kN/mb $< m \cdot Q_{fT} = 0,72 \cdot 30,8$ kN/mb = $22,2$ kN/mb (0,0%)

Obciążenie jednostkowe podłoża:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Napężenie maksymalne $\sigma_{max} = 81,1$ kPa

$\sigma_{max} = 81,1$ kPa $< \sigma_{dop} = 370,0$ kPa (21,9%)

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Decyduje moment wywracający $M_{oB,2} = 0,00$ kNm/mb, moment utrzymujący $M_{uB,2} = 24,68$ kNm/mb

$M_o = 0,00$ kNm/mb $< m \cdot M_u = 0,72 \cdot 24,7$ kNm/mb = $17,8$ kNm/mb (0,0%)

Osiadanie:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Osiadanie pierwotne $s' = 0,03$ cm, wtórne $s'' = 0,02$ cm, całkowite $s = 0,05$ cm

$s = 0,05$ cm $< s_{dop} = 1,00$ cm (5,2%)

Nośność pionowa podłoża:

w poziomie posadowienia					w poziomie stropu warstwy najsłabszej				
Nr	N [kN/mb]	Q_{fN} [kN/mb]	m_N	[%]	z [m]	N [kN/mb]	Q_{fN} [kN/mb]	m_N	[%]
1	64,9	400,0	0,16	20,0	0,00	64,9	400,0	0,16	20,0

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU

Nośność na przebicie:

dla fundamentu o zadanych wymiarach nie trzeba sprawdzać nośności na przebicie

Wymiarowanie zbrojenia:

Decyduje: **kombinacja nr 1**

Zbrojenie potrzebne $A_s = 0,18$ cm²/mb

Przyjęto konstrukcyjnie $\phi 12$ mm co **20,0** cm o $A_s = 5,65$ cm²/mb

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie podłużne: 4#12
- Zbrojenie dolne główne: #12/20
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 25cm

Poz.Łf-02 Ława fundamentowa 40x40cm

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie podłużne: 4#12
- Zbrojenie poprzeczne: #8 co 25cm

Poz.Fm-01 Fundament 40x120x210cm

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie podłużne: 12#12
- Zbrojenie poprzeczne: 2#8 co 20cm

Poz.Fm-02 Fundament 80x120x35cm

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie podłużne: #12 co 15cm
- Zbrojenie poprzeczne: #12 co 15cm

Poz.Fm-03 Fundament 50x215x60/71cm

Przyjęto zbrojenie:

- Zbrojenie podłużne: #12 co 15cm
- Zbrojenie poprzeczne: #12 co 15cm

9 Posadzka przemysłowa

Przyjęto posadzkę żelbetową zbrojoną stalą A-IIIN (B500B) dylatowaną na maksymalne pola równe 6x6m. W celu ograniczenia odkształceń oraz przemieszczania się niezależnie względem siebie części posadzki w przerwach roboczych zastosowano profile dylatacyjne jako szalunek tracony firmy FORBUILD – profil Omega. Bezpośrednio pod posadzką należy ułożyć dwie warstwy folii budowlanej grubej 0,3mm w celu ograniczenia naprężeń wywołanych skurczem oraz beton podkładowy C12/15 grub. 15cm.

Dodatkowo w celu rozkładu naprężeń w gruncie należy wykonać podubdowę z pospółki zagęszczonej do $I_s = 0,98$ o wymaganej nośności: $E_2 > 180\text{MPa}$, $E_2/E_1 < 2,5$ o grubości min. 30cm.

Założenia obliczeniowe:

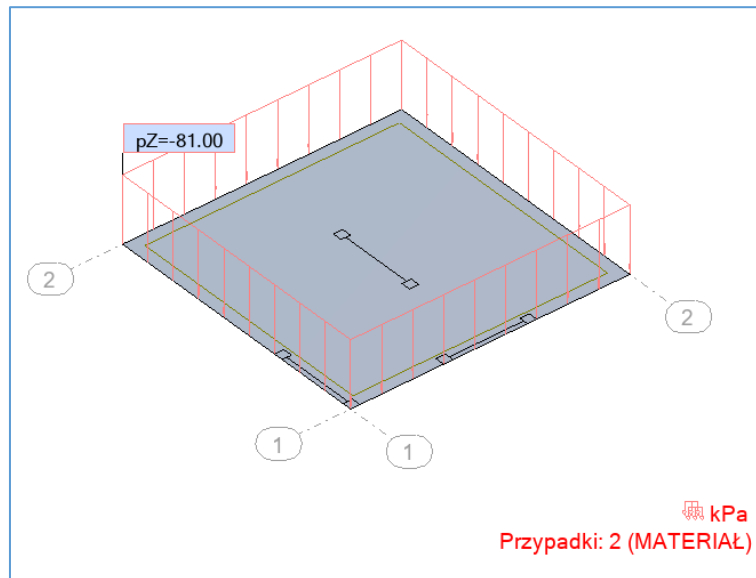
- Beton konstrukcyjny: C30/37 W6
- Stal konstrukcyjna: A-IIIN (B500B)
- Klasa ekspozycji: XF3 / XM1 / XA3
- Otulina zbrojenia: 5cm
- Minimalna zawartość cementu: 320kg

- Wskaźnik w/c: 0,55
- Profil dylatacyjny: Omega I H=290mm, a=145mm, b=2mm, s=5,5mm, d=20/140mm - firma Forbuild

Obciążenia działające na posadzkę przemysłową:

- obciążenie składowanym materiałem (przyjęto maksymalny zasyp materiałem magazynowanym do pełnej wysokości ścian oporowych w celu wywołania najniekorzystniejszych wartości obciążenia oraz reakcji na profil dylatacyjny, przyjęta gęstość składowanego materiału równa – 18kN/m³)

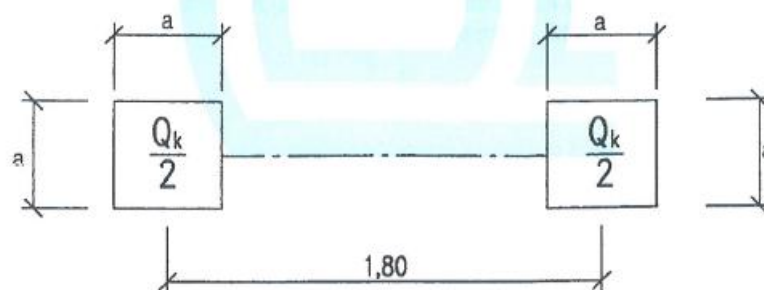
$$q = \frac{18 \text{ kN}}{\text{m}^3} * 4,50 \text{ m} = 81 \text{ kN/m}^2$$



- obciążenie od kół pojazdu (wg PN-EN-1991-1-1 tabl. 6.8)

$$q = 40 \text{ kN}$$

Obciążenie zostało rozmyte na normatywny rozstaw osi zgodnie z zaleceniami normy:



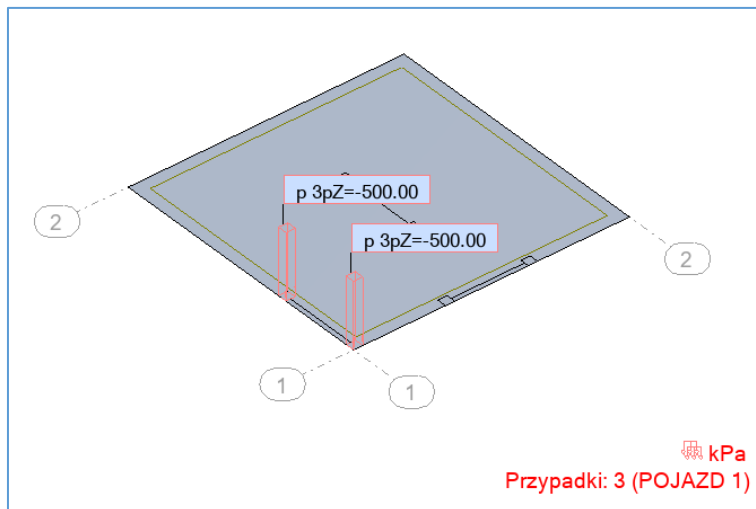
UWAGA Szerokość boków powierzchni kwadratu dla kategorii F wynosi 100 mm, a dla kategorii G – 200 mm (patrz tabela 6.8)

Rysunek 6.2 – Wymiary osi obciążenia

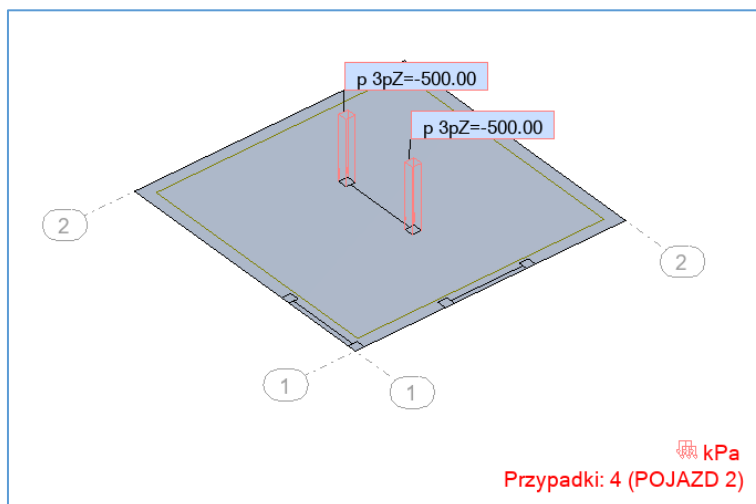
Wartość obciążenia przypadająca na jedno koło jest równa:

$$q_k = \frac{40kN}{0,20m * 0,20m * 2} = \frac{500kN}{m^2}$$

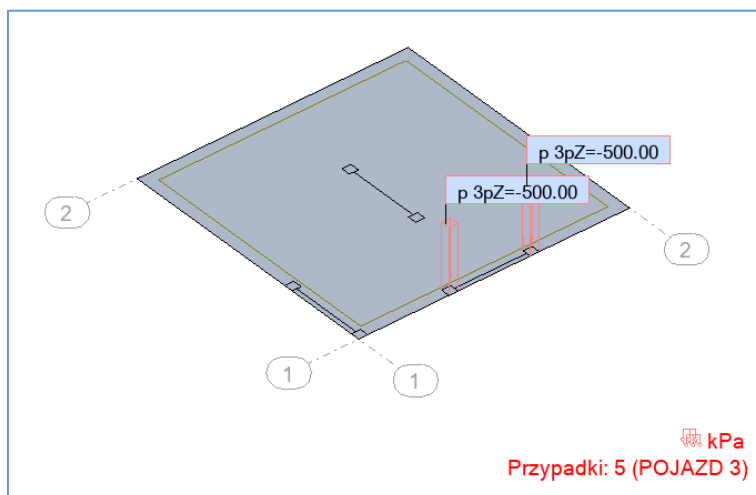
- o przypadek I:



- o przypadek II:

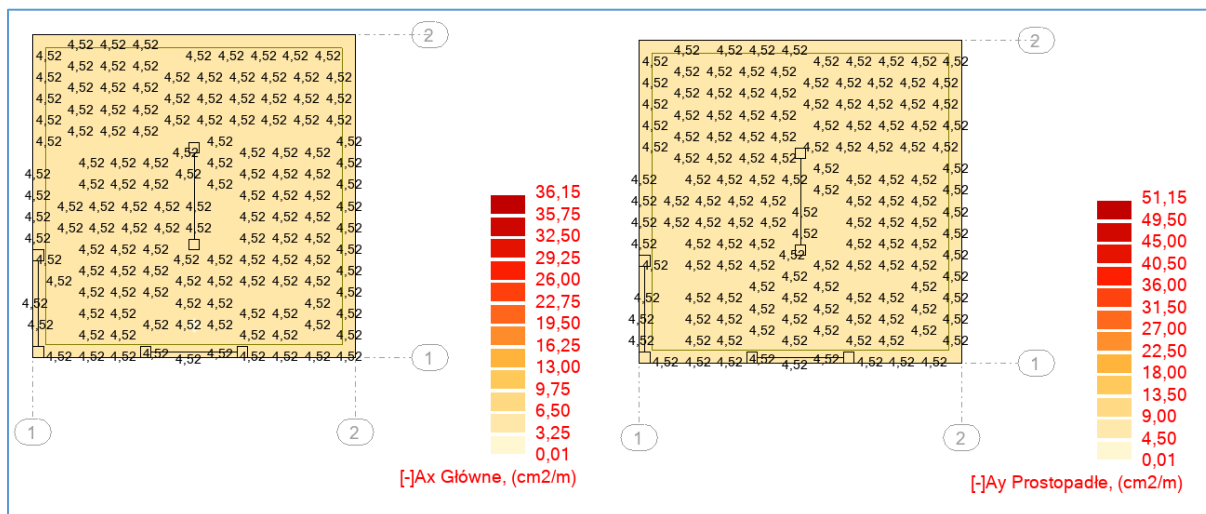


- o przypadek III:

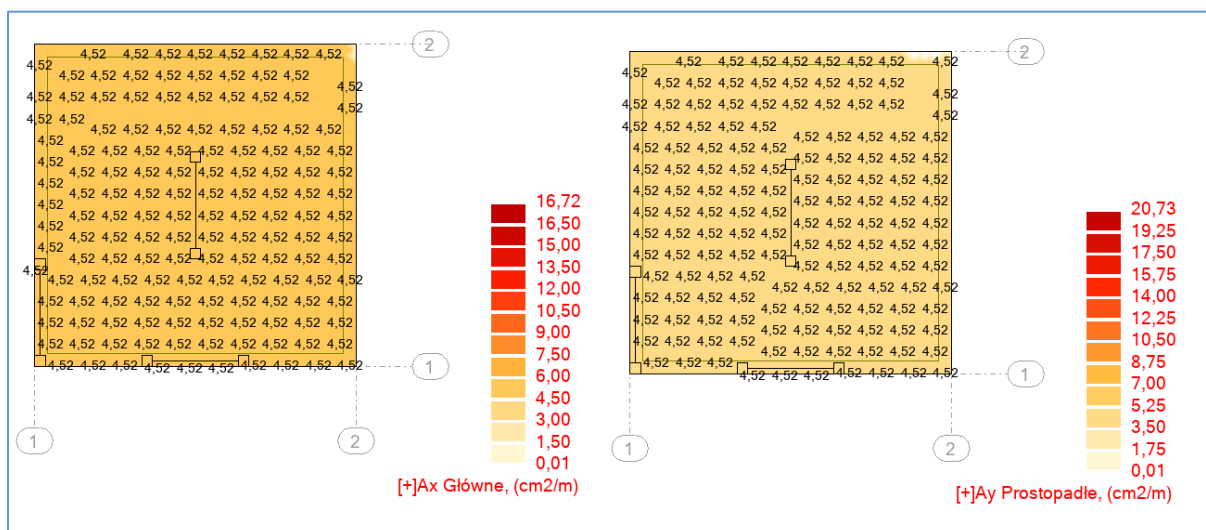


Wymiarowanie zbrojenia płyty posadzki:

- zbrojenie dolne w obu kierunkach:



- zbrojenie górne w obu kierunkach:



Przyjęto zbrojenie płyty posadzki:

- zbrojenie dolne w obu kierunkach: #10 co 15cm
- zbrojenie górne w obu kierunkach: #10 co 15cm