

OBLICZENIA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWE

INSTALACJA BIOLOGICZNEGO PRZETWARZANIA ODPADÓW W PSZCZYNIE

REMONDIS Sp. z o.o. Oddział w Sosnowcu ul. Baczyńskiego 11,
41-203 Sosnowiec

DANE WYJŚCIOWE DLA PROJEKTOWANEGO OBIEKTU:

Lokalizacja obiektu:

Pszczyna (257m n.p.m.)

3 strefa obciążenia śniegiem

III strefa obciążenia wiatrem

Kąty nachylenia połaci -tunele: $\alpha=2,86^\circ=5\%$

Kąty nachylenia połaci -składowisko: $\alpha=5,0^\circ=8,75\%$

CZĘŚĆ I TUNELE KOMPOSTOWNI

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ:

A. Obciążenia stałe (obc. pokryciem) (wg PN-82/B-02000, PN-82/B-02001):

Warstwa	Obc. char.	Wsp. γ_f	Obc. obl.
Papa z posypką żwirową	0,15 kN/m ²	1,2	0,18 kN/m ²
Styropian gr.20cm	0,45x0,20= 0,09 kN/m ²	1,2	0,11 kN/m ²
Blacha TR	0,08 kN/m ²	1,1	0,09 kN/m ²
Suma:	0,32 kN/m²		0,38 kN/m²

B. Obciążenie zmienne

Obc. technologiczne – dach

0,4 kN/m²

$\gamma_f = 1,2$

20x1,10 = 0,48 kN/m²

Obc. technologiczne – woda

10x2,0=20 kN/m²

$\gamma_f = 1,1$

20x1,10 = 22,0 kN/m²

Obc. technologiczne – stropy

15,0 kN/m²

$\gamma_f = 1,3$

15,0x1,30 = 19,5 kN/m²

C. Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1

Usytuowanie obiektu – wysokość nad poziomem morza A=257m n.p.m.

Lokalizacja obiektu: Pszczyna (3 strefa obciążenia śniegiem)

$Q_k = 0,006 \times A - 0,6 = 0,94 < 1,20$

przyjęto obciążenie $Q_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$

Kąty nachylenia połaci dachu : $\alpha = 2,86^\circ$

Obciążenie dachu:

$C_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$S_k = Q_k \times C$

$S_{k1} = 1,20 \times 0,8 = 0,96 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe śniegiem:

$$\gamma_f = 1,5$$

$$S_1 = 0,96 \text{ kN/m}^2 \times 1,5 = 1,44 \text{ kN/m}^2$$

POZ. 1. KONSTRUKCJA DACHU

POZ. 1.1 BLACHA TRAPEZOWA

Obciążenia obliczeniowe:

Stałe	0,38
Śnieg	1,44
Zmienne	0,48
	<u>g=2,30 kN/m²</u>

Obciążenia charakterystyczne:

Stałe	0,32
Śnieg	0,96
Zmienne	0,40
	<u>1,68 kN/m²</u>

Przyjęto blachę **TR 50/260x0,75** – rozstaw podpór $L=2,0\text{m}$

POZ. 1.2 PŁATWIE STALOWE

POZ. 1.2.1 PŁATWIE STALOWE W OSIACH 3A-3E – w rejonie biofiltra

Przyjęto elementy stalowe w rozstawie co $2,0\text{m}$. Schemat belki 1 *przęsłowej*, wolnopodpartej, $L=7,00$.

Obciążenia charakterystyczne (dostosowane do współczynników programu):

Stałe	$0,38/1,1 = 0,35 \text{ kN/m}^2$
Śnieg	$0,96 \text{ kN/m}^2$
Technologiczne	$0,48/1,3 = 0,37 \text{ kN/m}^2$
Wiatr	$-0,49 \text{ kN/m}^2; -0,27 \text{ kN/m}^2$

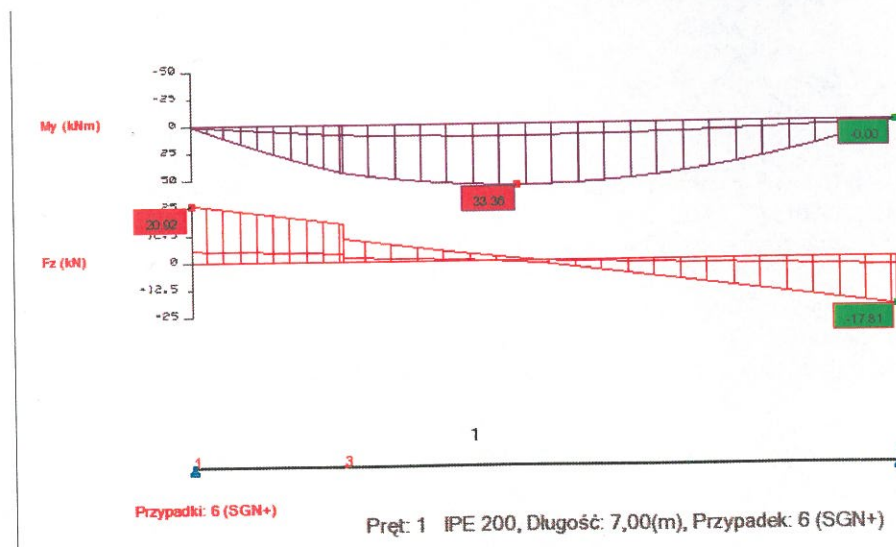
Podest – oparcie w odległości $1,5$ od podpory

Stałe	$0,8 \times 0,75 \times 2,0 + 2,0 \times 0,2 + 0,2 \times 0,75 = 1,75 \text{ kN}$
Użytkowe	$2,00 \times 0,75 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} = 3,0 \text{ kN}$

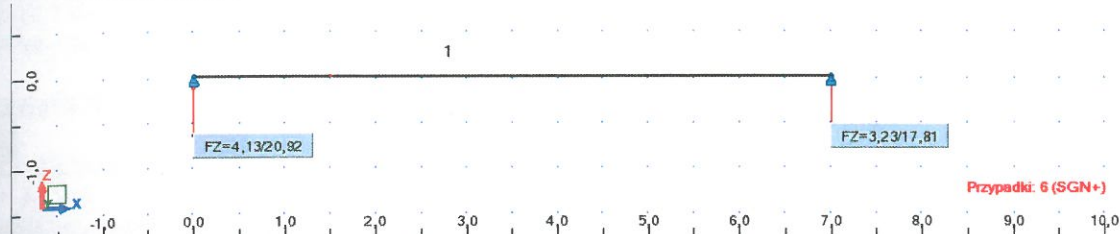
Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

WARTOŚCI SIŁ WEWNĘTRZNYCH:



WARTOŚCI REAKCJI :



ZAPROJEKTOWANO PROFIL IPE 200 (St3S)

MATERIAŁ: St3S $f_d = 215.00 \text{ MPa}$

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek	Prop.(uz)	Przyp.(uz)
1	IPE 200	STAL	84.84	313.60	0.74	SGN	0.69	SGU



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 200

$h=20.0 \text{ cm}$

$b=10.0 \text{ cm}$

$tw=0.6 \text{ cm}$

$tf=0.9 \text{ cm}$

$A_y=17.00 \text{ cm}^2$

$I_y=1940.00 \text{ cm}^4$

$W_{ely}=194.00 \text{ cm}^3$

$A_z=11.20 \text{ cm}^2$

$I_z=142.00 \text{ cm}^4$

$W_{elz}=28.40 \text{ cm}^3$

$A_x=28.50 \text{ cm}^2$

$I_x=6.98 \text{ cm}^4$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$M_y = 31.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry} = 41.71 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry_v} = 41.71 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_z = -4.73 \text{ kN}$

$V_{rz} = 139.66 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = 1

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$M_y / (f_{tL} \cdot M_{ry}) = 31.00 / (1.00 \cdot 41.71) = 0.74 < 1.00$

$V_z / V_{rz} = 0.03 < 1.00$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$uz = 2.4 \text{ cm} < uz_{max} = L/200.00 = 3.5 \text{ cm}$

Zweryfikowano

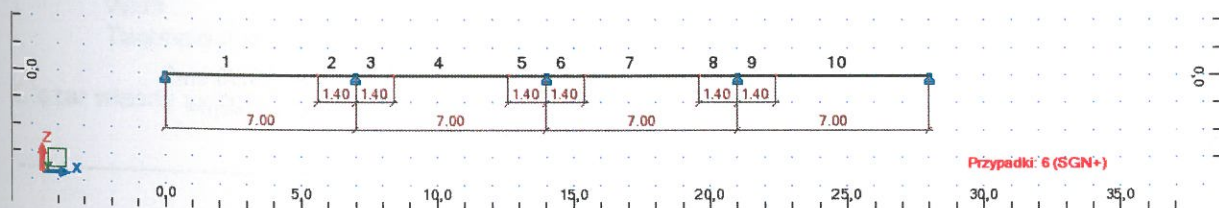
Decydujący przypadek obciążenia: $8 \text{ SGU} / 3 / 1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 4 \cdot 1.00$

Profil poprawny !!!

POZ. 1.2.2 PŁATWIE STALOWE W OSIACH 2A-2E

Przyjęto elementy stalowe w rozstawie co 2,0m. Schemat belki 4 przęsłowej, wolnopodpartej, $L=7,0\text{m}$.

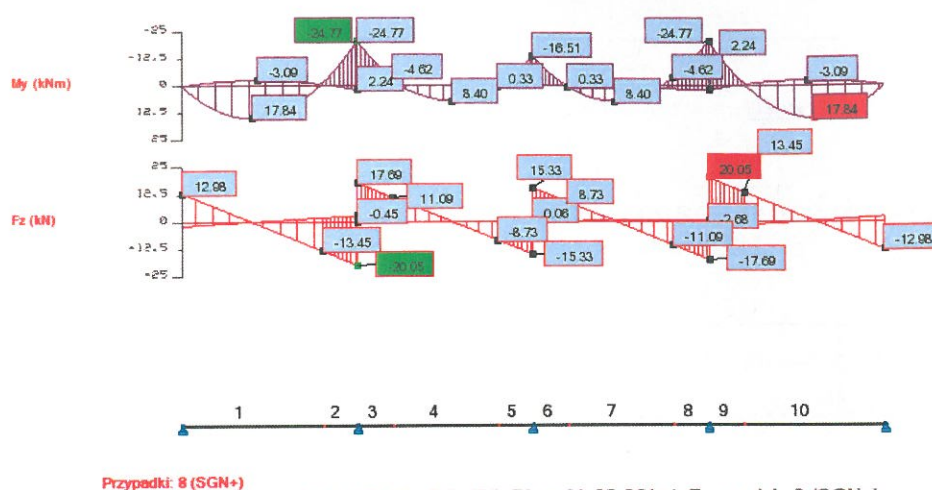
Przyjęto że w odległości 1,4m od podpór płatwie są zabezpieczone przed zwichrzeniem.



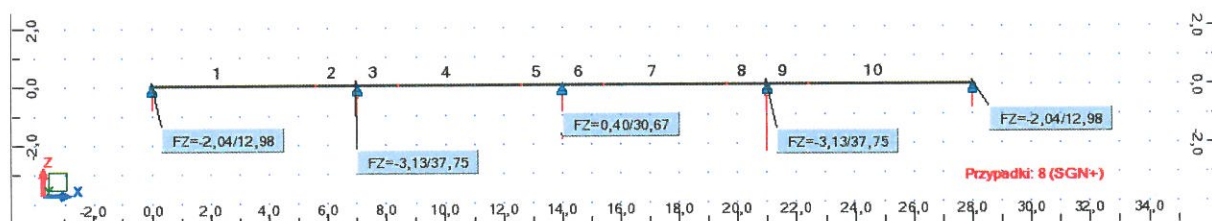
Schemat płatwi

Obciążenia wg poz. 1.2.1.:

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:
WARTOŚCI SIŁ WEWNĘTRZNYCH:



WARTOŚCI REAKCJI :



ZAPROJEKTOWANO PROFIL IPE 180 (St3S)

MATERIAŁ: St3S $f_d = 215.00 \text{ MPa}$

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STAŁOWYCH

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek	Prop.(uz)	Przyp.(uz)
1	IPE 180	STAL	75.35	272.41	0.57	SGN	0.45	SGU
2	IPE 180	STAL	18.84	68.10	0.84	SGN	0.09	SGU
3	IPE 180	STAL	18.84	68.10	0.84	SGN	0.11	SGU
4	IPE 180	STAL	56.51	204.31	0.30	SGN	0.15	SGU
5	IPE 180	STAL	18.84	68.10	0.56	SGN	0.06	SGU
6	IPE 180	STAL	18.84	68.10	0.56	SGN	0.06	SGU
7	IPE 180	STAL	56.51	204.31	0.30	SGN	0.15	SGU
8	IPE 180	STAL	18.84	68.10	0.84	SGN	0.11	SGU
9	IPE 180	STAL	18.84	68.10	0.84	SGN	0.09	SGU
10	IPE 180	STAL	75.35	272.41	0.57	SGN	0.45	SGU



PARAMETRY PRZESZKROJU: IPE 180

h=18.0 cm
b=9.1 cm
tw=0.5 cm
tf=0.8 cm

Ay=14.56 cm²
Iy=1320.00 cm⁴
Wey=146.67 cm³

Az=9.54 cm²
Iz=101.00 cm⁴
Welz=22.20 cm³

Ax=23.90 cm²
Ix=4.79 cm⁴

NR 1

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

My = 17.84 kN*m
Mry = 31.53 kN*m
Mry_v = 31.53 kN*m

Vz = -0.24 kN
Vrz = 118.96 kN

KLASA PRZESZKROJU = 1

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$$M_y/(f_{tL} \cdot M_{ry}) = 17.84/(1.00 \cdot 31.53) = 0.57 < 1.00$$
$$V_z/V_{rz} = 0.00 < 1.00$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$$u_z = 1.3 \text{ cm} < u_{z \max} = L/200.00 = 2.8 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 8 SGU /3/ 1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00

Profil poprawny !!!

NR 2

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$$M_y = -24.77 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ry} = 31.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{ry_v} = 31.53 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$V_z = -20.05 \text{ kN}$$

$$V_{rz} = 118.96 \text{ kN}$$

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$$z = 1.00$$

$$L_{a_L} = 0.70$$

$$N_w = 1941.45 \text{ kN}$$

$$f_{tL} = 0.94$$

$$L_d = 1.40 \text{ m}$$

$$N_z = 1042.60 \text{ kN}$$

$$M_{cr} = 84.86 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$$M_y/(f_{tL} \cdot M_{ry}) = 24.77/(0.94 \cdot 31.53) = 0.84 < 1.00$$

$$V_z/V_{rz} = 0.17 < 1.00$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$$u_z = 0.1 \text{ cm} < u_{z \max} = L/200.00 = 0.7 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 8 SGU /3/ 1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00

Profil poprawny !!!

POZ. 1.3 DŹWIGARY STALOWE

POZ. 1.3.1 DŹWIGAR STALOWY W OSI D/2A-2E

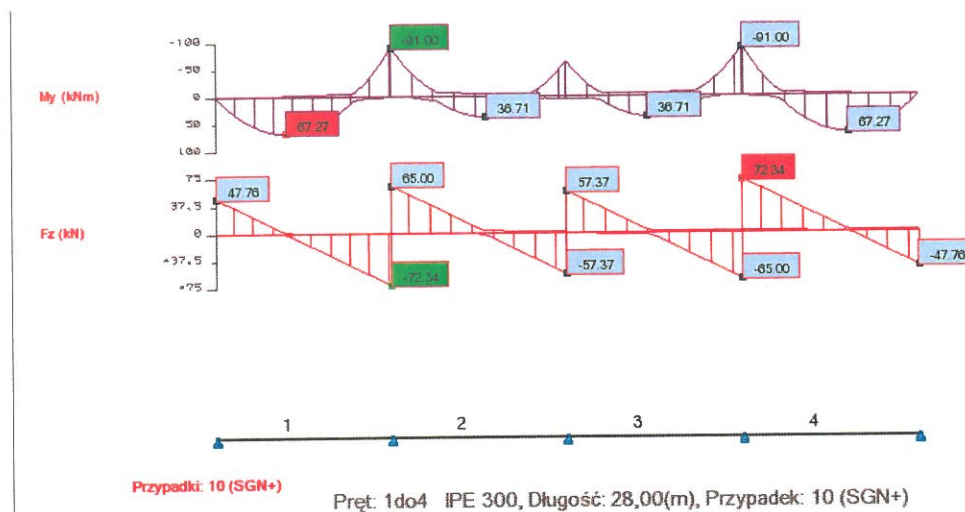
Schemat dźwigara 4przęsłowy, przegubowo podparty. Rozstaw podpór wynosi 7,0m.
Pasma obciążające dźwigar to 7,0m.

Obciążenia charakterystyczne (dostosowane do współczynników programu):

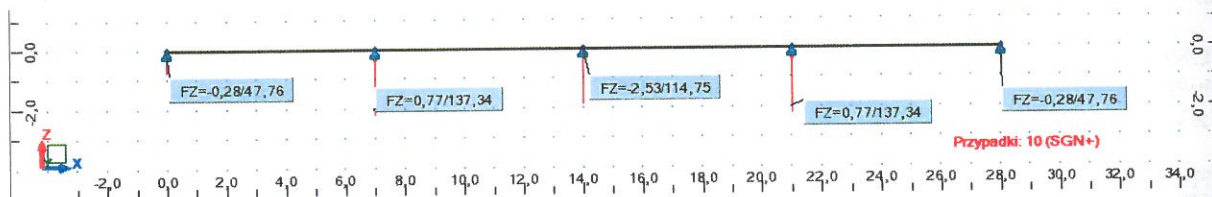
Stałe	$0,38/1,1+0,1912/2 = 0,44 \text{ kN/m}^2$
Śnieg	$0,96 \text{ kN/m}^2$
Wiatr	$-0,27 \text{ kN/m}^2$
Technologiczne	$0,48/1,3 = 0,37 \text{ kN/m}^2$

Ciążar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:
WARTOŚCI SIŁ WEWNĘTRZNYCH:



WARTOŚCI REAKCJI :



ZAPROJEKTOWANO PROFIL IPE 300 (St3S)

MATERIAŁ: St3S $f_d = 215.00 \text{ MPa}$

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek	Prop.(uz)	Przyp.(uz)
1	IPE 300	STAL	56.15	59.69	0.80	SGN	0.33	SGU
2	IPE 300	STAL	56.15	59.69	0.80	SGN	0.13	SGU
3	IPE 300	STAL	56.15	59.69	0.80	SGN	0.13	SGU
4	IPE 300	STAL	56.15	59.69	0.80	SGN	0.33	SGU

NR1



PARAMETRY PRZESZKROJU: IPE 300

h=30.0 cm
b=15.0 cm
tw=0.7 cm
tf=1.1 cm

$A_y = 32.10 \text{ cm}^2$
 $I_y = 8360.00 \text{ cm}^4$
 $W_{ely} = 557.33 \text{ cm}^3$

$A_z = 21.30 \text{ cm}^2$
 $I_z = 604.00 \text{ cm}^4$
 $W_{elz} = 80.53 \text{ cm}^3$

$A_x = 53.80 \text{ cm}^2$
 $I_x = 20.70 \text{ cm}^4$

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$M_y = -91.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{ry} = 119.83 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{ry_v} = 119.83 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_z = -72.34 \text{ kN}$
 $V_{rz} = 265.61 \text{ kN}$

KLASA PRZESKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00
Ld = 2.00 m

$\lambda_{a_L} = 0.65$
 $N_z = 3055.14 \text{ kN}$

$N_w = 4830.51 \text{ kN}$
 $M_{cr} = 372.38 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$\phi_L = 0.96$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$$M_y / (f_{tL} \cdot M_{ry}) = 91.00 / (0.96 \cdot 119.83) = 0.79 < 1.00$$

$$V_z / V_{rz} = 0.27 < 1.00$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$$u_z = 0.9 \text{ cm} < u_{z \max} = L / 250.00 = 2.8 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 12 SGU /18/ 1*1.00 + 2*1.00 + 7*1.00

Profil poprawny !!!

POZ. 1.3.2 DŹWIGAR STALOWY W OSI B I C

Schemat dźwigara 1przęsłowy, przegubowo podparty. Rozstaw podpór wynosi 7,0m.

Pasmo obciążające dźwigar – 7,00m

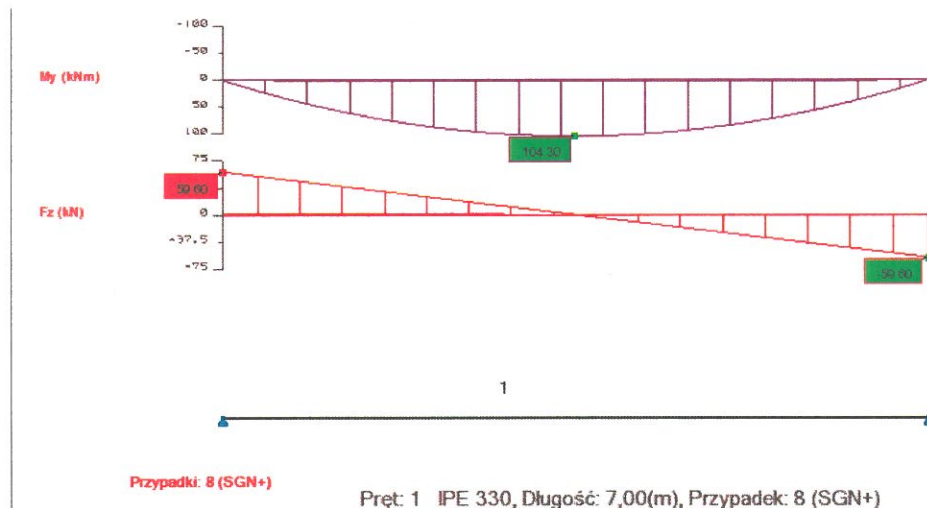
Obciążenia charakterystyczne (dostosowane do współczynników programu):

Stałe	$0,38/1,1+0,1912/2 = 0,44 \text{ kN/m}^2$
Śnieg	$0,96 \text{ kN/m}^2$
Wiatr	$-0,48 \text{ kN/m}^2; -0,27 \text{ kN/m}^2$
Technologiczne	$0,48/1,3 = 0,37 \text{ kN/m}^2$

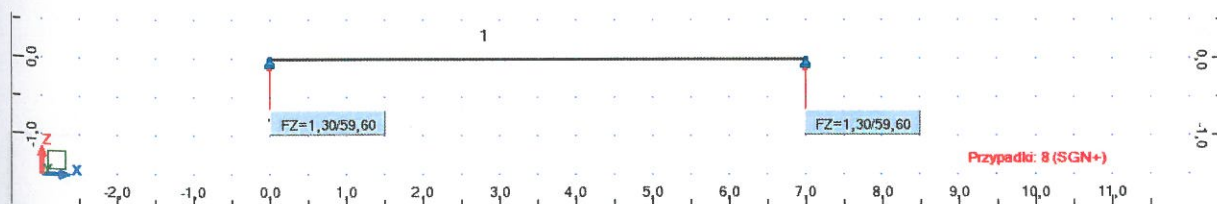
Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

WARTOŚCI SIŁ WEWNĘTRZNYCH:



WARTOŚCI REAKCJI:



ZAPROJEKTOWANO PROFIL IPE 330 (St3S)

MATERIAŁ: St3S $f_d = 215.00 \text{ MPa}$

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek	Prop.(uz)	Przyp.(uz)
1	IPE 330	STAL	51.05	56.37	0.70	SGN	0.48	SGU



PARAMETRY PRZEKROJU: IPE 330

$h=33.0$ cm	$A_y=36.80$ cm ²	$A_z=24.75$ cm ²	$A_x=62.60$ cm ²
$b=16.0$ cm	$I_y=11770.00$ cm ⁴	$I_z=788.00$ cm ⁴	$I_x=28.80$ cm ⁴
$t_w=0.8$ cm	$W_{ely}=713.33$ cm ³	$W_{elz}=98.50$ cm ³	
$t_f=1.1$ cm			

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$M_y = 104.30$ kN*m
$M_{ry} = 153.37$ kN*m
$M_{ry_v} = 153.37$ kN*m

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$	$La_L = 0.62$	$N_w = 6187.38$ kN	$\phi L = 0.97$
$L_d = 2.00$ m	$N_z = 3985.84$ kN	$M_{cr} = 525.77$ kN*m	

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$$M_y / (\phi L \cdot M_{ry}) = 104.30 / (0.97 \cdot 153.37) = 0.70 < 1.00$$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$$u_z = 1.3 \text{ cm} < u_{z \max} = L / 250.00 = 2.8 \text{ cm}$$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 10 SGU /5/ 1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00

Profil poprawny !!!

POZ. 1.3.3 DŹWIGAR STALOWY W OSI B-D/2A-2E

Schemat dźwigara 3przęsłowy, przegubowo podparty. Rozstaw podpór wynosi 7,0m.
Pasma obciążające dźwigar to 7,0m.

Obciążenia wg poz. 1.3.1.:

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

WARTOŚCI SIŁ WEWNĘTRZNYCH:

$M_B = 85,55$ kNm
$M_{A-B} = 69,46$ kNm

WARTOŚCI REAKCJI:

$F_{ZA} = 48,53$ kN
$F_{ZB} = 132,67$ kN

ZAPROJEKTOWANO PROFIL IPE 300 (St3S)

MATERIAŁ: St3S $f_d = 215.00$ MPa

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek	Prop.(uz)	Przyp.(uz)
1	IPE 300	STAL	56.15	59.69	0.75	SGN	0.35	SGU
2	IPE 300	STAL	56.15	59.69	0.75	SGN	0.10	SGU
3	IPE 300	STAL	56.15	59.69	0.75	SGN	0.35	SGU

Profil poprawny !!!

POZ. 2. BIOFILTR

POZ. 2.1 PŁYTY PREFABRYKOWANE – AŻUROWE

Dane ogólne: Przyjęto płyty wysokości 18cm o wymiarach brutto bxb 0,999x2,299m
Szerokość netto $b = 0,999 - 6 \cdot 0,033 - 0,031 = 0,77\text{m}$
Beton C35/45(B45), stal A-IIIN

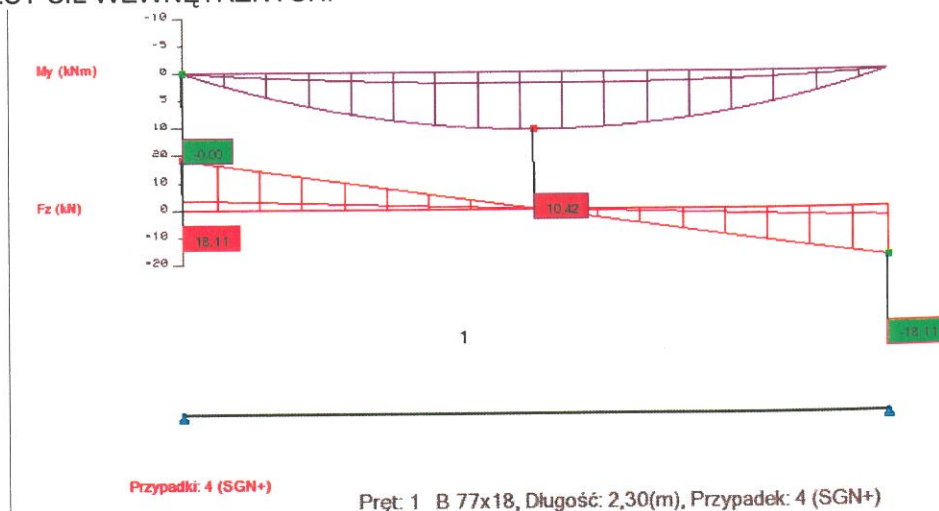
Obciążenia charakterystyczne dla programu Robot:

Technologiczne $12,0 \times 0,77 = 9,24 \text{ kN/m}$

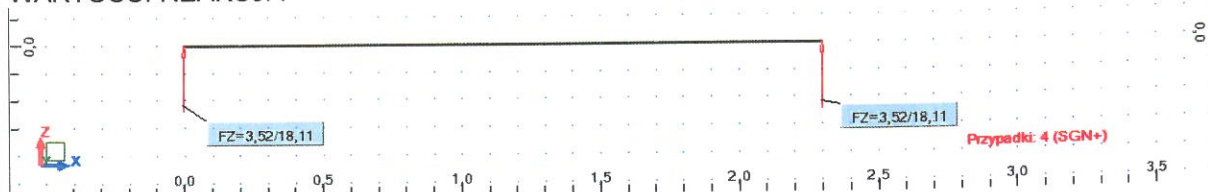
Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH:



WARTOŚCI REAKCJI :



Wymiarowanie:

- Max. moment zginający: $M = 46,05 \text{ kNm}$;
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIN ($f_{yd} = 420 \text{ MPa}$),
- Klasa betonu: B-45 ($f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}$),
- Otulenie prętów $c_{nom} = 45 \text{ mm}$
- SGU: $u_{max} = 0,1 \text{ cm} < 1,2 \text{ cm}$; $w = 0 \text{ mm} < 0,2 \text{ mm}$

Na podstawie obliczeń programu ROBOT przyjęto

zbrojenie dolne w każdym żeberku

8#10 (po 2#10w żeberku)

przyjęto strzemiona #8(A-IIIN)

⇒ rozmieszczone w rozstawie $s = 20 \text{ cm}$ (rysy $w = 0,01 \text{ mm}$).

POZ. 2.2 BELKI POPRZECZNE

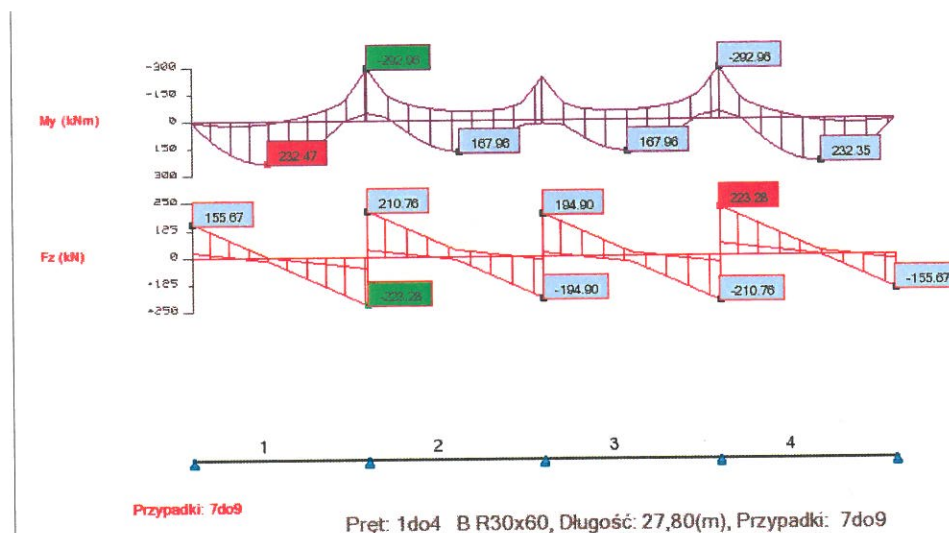
Dane ogólne: Przyjęto schemat belki wieloprzęsłowej, wolnopodpartej obciążonej ciężarem własnym, płyt prefabrykowanych i obc. technologicznym. Belki przyjęto w rozstawie 2,30m.
Beton B45, stal A-IIIN

Obciążenia charakterystyczne dla programu Robot:

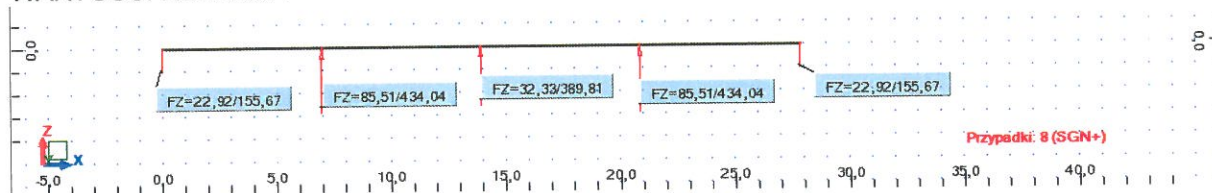
Ciężar płyt prefabrykowanych $0,18 \times 2,3 \times 25 = 10,35 \text{ kN/m}$
Technologiczne $12,0 \times 2,30 = 27,6 \text{ kN/m}$
Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH:



WARTOŚCI REAKCJI :



Wymiarowanie:

- $b \times h = 30 \times 60 \text{ cm}$
- Max. moment zginający: $M_B = 292,96 \text{ kNm}$; $M_{A-B} = 232,35 \text{ kNm}$
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIN ($f_{yd} = 420 \text{ MPa}$),
- Klasa betonu: B-45 ($f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}$),
- Otulenie prętów $c_{nom} = 45 \text{ mm}$
- SGU: $u_{max} = 1,4 \text{ cm} < 2,8 \text{ cm}$; $w = 0,16 \text{ mm} < 0,2 \text{ mm}$

Na podstawie obliczeń programu ROBOT przyjęto

zbrojenie górne **8#20** ($A_s, r_z = 25,13 \text{ cm}^2$)

zbrojenie dolne **6#20** ($A_s, r_z = 18,85 \text{ cm}^2$)

przyjęto strzemiona #8(A-IIIN)

⇒ rozmieszczone w rozstawie $s = 25 \text{ cm}$, na odcinkach $L/6 = 1,20 \text{ m}$
zagęścić strzemiona, rozstaw co 10 cm

POZ. 2.3 STROP POMIĘDZY OSIAMI 3A-3E

Dane ogólne: Płyta żelbetowa, monolityczna, oparta na ścianach nośnych. Strop jednokierunkowo zbrojony.

Beton C35/45(B45), stal A-IIIIN.

Klasa ekspozycji XA3

Obciążenia charakterystyczne dla programu Robot:

Stałe

Styropian 10cm 0,05 kN/m²

w-wa spadkowa śr. 20cm 4,80 kN/m²

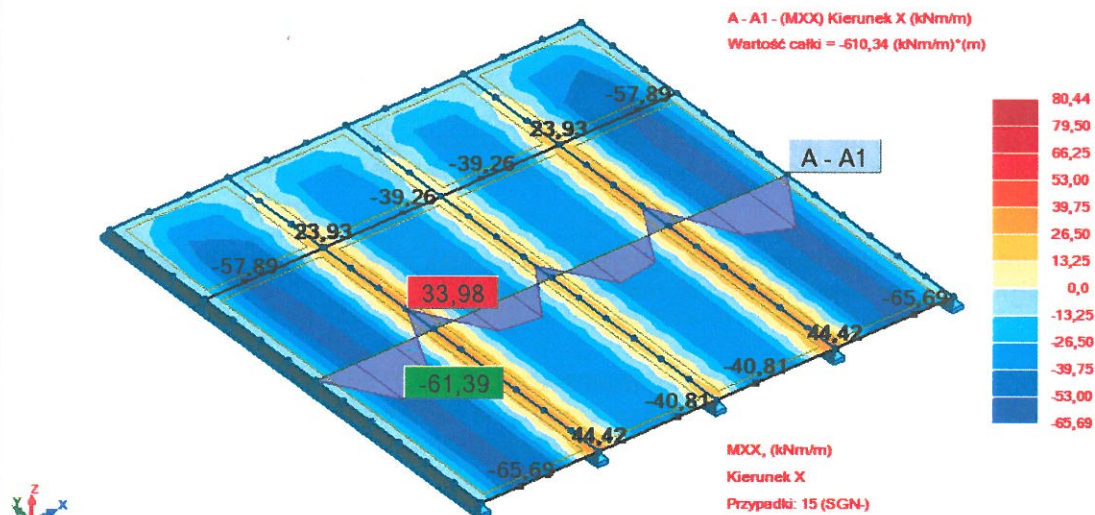
Technologiczne 5,0 kN/m²

pod biofiltrem 2,0 kN/m²

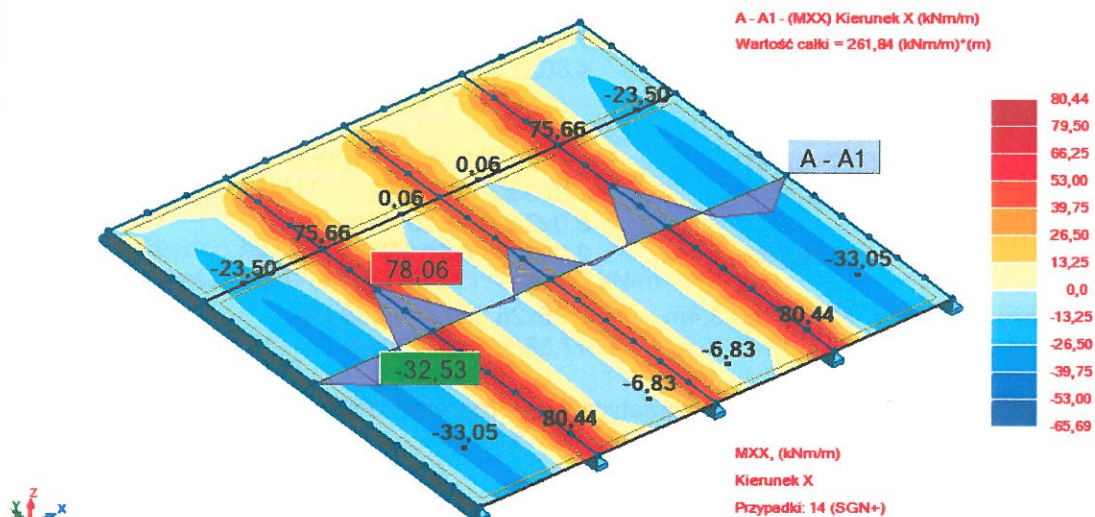
Temperatura-gradT ($\Delta T=0,8^{\circ}\text{C}$) gadT= $\pm 0,8$

Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH:



Momenty zginające min. [kNm]



Momenty zginające max. [kNm]

Wymiarowanie – przęsło:

- Max. moment zginający: $M=61,39\text{kNm}$;
- Klasa zbrojenia głównego: $A\text{-IIIIN}(f_{yd}=420\text{MPa})$,
- Klasa betonu: $B\text{-45}(f_{cd}=23,3\text{MPa})$,
- Otulina zbrojenia: $c1 = 4,5 \text{ (cm)}$

$$A_{sobl.} = M/(\zeta x d f_{yd}) = 11,80\text{cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#16 co 15cm** ($A_{srzecz.} = 13,40\text{cm}^2$)

- Max. moment zginający: $M=65,69\text{kNm}$;
- $A_{sobl.} = M/(\zeta x d f_{yd}) = 13,33\text{cm}^2$
- Przy osi 3 na odcinku $4h=100\text{cm}$ przyjęto **9#16** ($A_{srzecz.} = 18,09\text{cm}^2$)

Wymiarowanie – podpora:

- Max. moment zginający: $M=80,44\text{kNm}$;
- Klasa zbrojenia głównego: $A\text{-IIIIN}(f_{yd}=420\text{MPa})$,
- Klasa betonu: $B\text{-45}(f_{cd}=23,3\text{MPa})$,
- Otulina zbrojenia: $c2 = 4,5 \text{ (cm)}$

$$A_{sobl.} = M/(\zeta x d f_{yd}) = 15,14\text{cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 15cm** ($A_{srzecz.} = 20,94\text{cm}^2$)

Szerokość rozwarcia rys nie przekracza rozwarcia dopuszczalnego: $a = 0,17 \text{ mm} < a_{lim} = 0,20 \text{ mm}$
Max. ugięcie wynosi $f_{obl}=1,5 \text{ (cm)}$ < Dopuszczalne ugięcie : $f_{lim}=3,0 \text{ cm}$

UWAGA:

W fazie montażu, podczas wykonania powyżej ścian-belek strop musi zostać podparty, do czasu osiągnięcia odpowiedniej wytrzymałości ścian.

POZ. 2.4 ŚCIANY TUNELI POMIĘDZY OSIAMI A-E

Dane ogólne: Płyta żelbetowa, monolityczna. Obciążona ciężarem własnym, stropu i obc. technologicznym oraz obc. dachu. Przyjęto grubość ścian 30cm.
Beton C35/45(B45), stal A-IIIIN.

Klasa ekspozycji XA3

Obciążenia charakterystyczne dla programu Robot:

Stałe ze stropu

strop	$0,25 \times 25 \times 2,3 = 14,38 \text{ kN/m}$
styropian 10cm	$0,05 \times 2,3 = 0,12 \text{ kN/m}$
w-wa spadkowa śr. 20cm	$4,80 \times 2,3 = 11,04 \text{ kN/m}$

Obciążenie z belek poz.2.2

Stałe (35,07+82,21)	$117,28/2,3 = 50,99 \text{ kN/m}$
Technologiczne	$125,03/2,3 = 54,36$

Technologiczne

	$5,0 \times 2,3 = 11,50 \text{ kN/m}$
pod biofiltrem	$2,0 \times 2,3 = 4,60 \text{ kN/m}$

Ciężar ściany gr. 25cm, hsr=3,4m

$$0,25 \times 25,0 \times 3,4 = 48,88 \text{ kN}$$

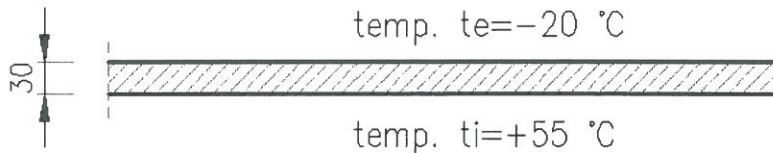
Reakcja z dachu

$$17,36/1,1 = 15,78 \text{ kN}$$

Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

Temperatura na ścianach wewnątrz tuneli (wg PN-91/B-02020)

A. Temperatura na powierzchni przegrody bez mostków cieplnych (pkt 4.13 PN)



rys. przekrój przez ścianę żelbetową.

$$\vartheta = t_i - k_0 (t_i - t_e) R_i$$

$t_i = 55^\circ\text{C}$ – temperatura wewnętrzna

$t_e = -20^\circ\text{C}$ – temperatura zewnętrzna

k_0 – współczynnik przenikania ciepła przegrody ($\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$)

R_i – opór przejmowania ciepła na wew. stronie powierzchni przegrody ($\text{m}^2\text{K}/\text{W}$)

$$k_0 = 1/(R_i + R + R_e)$$

$R_i = 0,12 (\text{m}^2\text{K}/\text{W})$ – wg załącznika 7

$R_e = 0,12 (\text{m}^2\text{K}/\text{W})$ – wg załącznika 7 – opór przejmowania ciepła na zew. stronie powierzchni przegrody

R – opór cieplny warstwy materiałowej

$$R = d/\lambda$$

$\lambda = 1,70 (\text{W}/(\text{mK}))$ – obliczeniowa wartość współczynnika przewodzenia ciepła materiału

$d = 0,30 \text{ cm}$ – grubość warstwy

$$R = 0,30/1,70 = 0,176 (\text{m}^2\text{K}/\text{W})$$

$$k_0 = 1/(0,12 + 0,176 + 0,12) = 2,40 (\text{W}/(\text{m}^2\text{K}))$$

$$\vartheta_1 = 55 - 2,40 \times [55 - (-20)] \times 0,12 = 33,4^\circ\text{C} \text{ – temperatura po stronie wew.}$$

$$\vartheta_2 = 55 - 2,40 \times [55 - (-20)] \times (0,12 + 0,176) = 1,72^\circ\text{C} \text{ – temperatura po stronie zew.}$$

$$\Delta \vartheta = \vartheta_1 - \vartheta_2 = 33,4 - 1,72 = 31,68^\circ\text{C} \text{ – różnica temperatur}$$

Wymiarowanie – podpora:

- | | |
|-----------------------------|--|
| • Max. moment zginający: | $M = 80,44 \text{ kNm}$; |
| • Klasa zbrojenia głównego: | A-IIIN ($f_{yd} = 420 \text{ MPa}$), |
| • Klasa betonu: | B-45 ($f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}$), |
| • Otulina zbrojenia: | $c_2 = 4,5 (\text{cm})$ |

$$d = 30 - 4,5 - 1,6/2 = 24,7 \text{ cm}$$

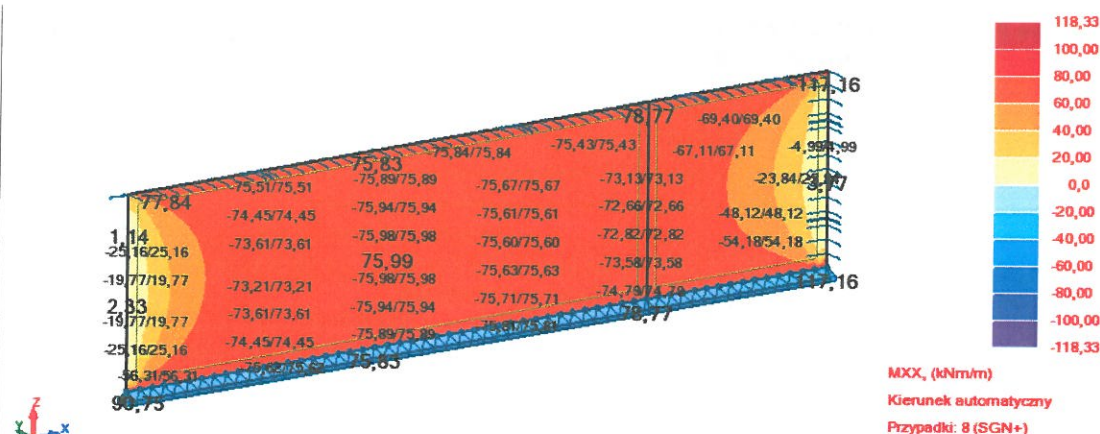
$$x_{eff} = 0,5 \times 24,7 = 12,35 \text{ cm}$$

$$A_s = x_{eff} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} = 12,35 \cdot 30 \cdot 23,3 / 42 = 20,55 \text{ cm}^2$$

$$M = x_{eff} (d - x_{eff}) b \cdot f_{cd} = 106,61 \text{ kN/m}$$

Przyjęto #20co 20cm o $A_s = 15,70 \text{ cm}^2$

$$M = f_{yd} \cdot A_s \cdot (d - x_{eff}/2) = 42 \cdot 15,70 \cdot (24,7 - 12,35/2) = 122,15 \text{ kN/m}$$



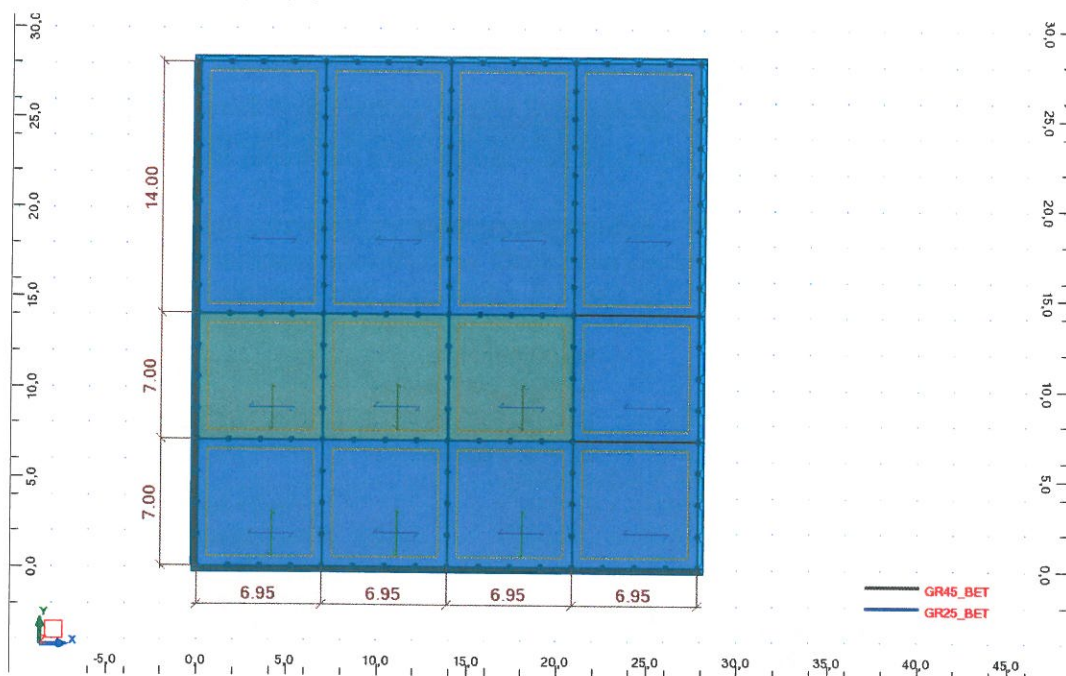
Momenty zginające [kNm] (przy $\text{grad}T=31,7^{\circ}\text{C}$)

POZ. 3. STROP ZE ZBIORNIKIEM

POZ. 3.1 STROP POMIĘDZY OSIAMI A-E

Dane ogólne: Płyta żelbetowa, monolityczna, oparta na ścianach nośnych. Przyjęto strop jednokierunkowo zbrojony gr.25cm, strop zbiornika dwukierunkowo zbrojony gr.45cm. Beton C35/45(B45), stal A-IIIIN.

Klasa ekspozycji XA3



Schemat stropu (zielony – płyta zbiornika gr 45cm, niebieski – płyta gr 25cm)

Obciążenia charakterystyczne dla programu Robot:

Technologiczne

5,0 kN/m²

Dla zbiornika ($h_{\text{wody}}=1,80\text{m}$)

18,0 kN/m²

Moment od utwardzenia ścian zbiornika w stropie

6,35/1,3 = 4,88 kNm

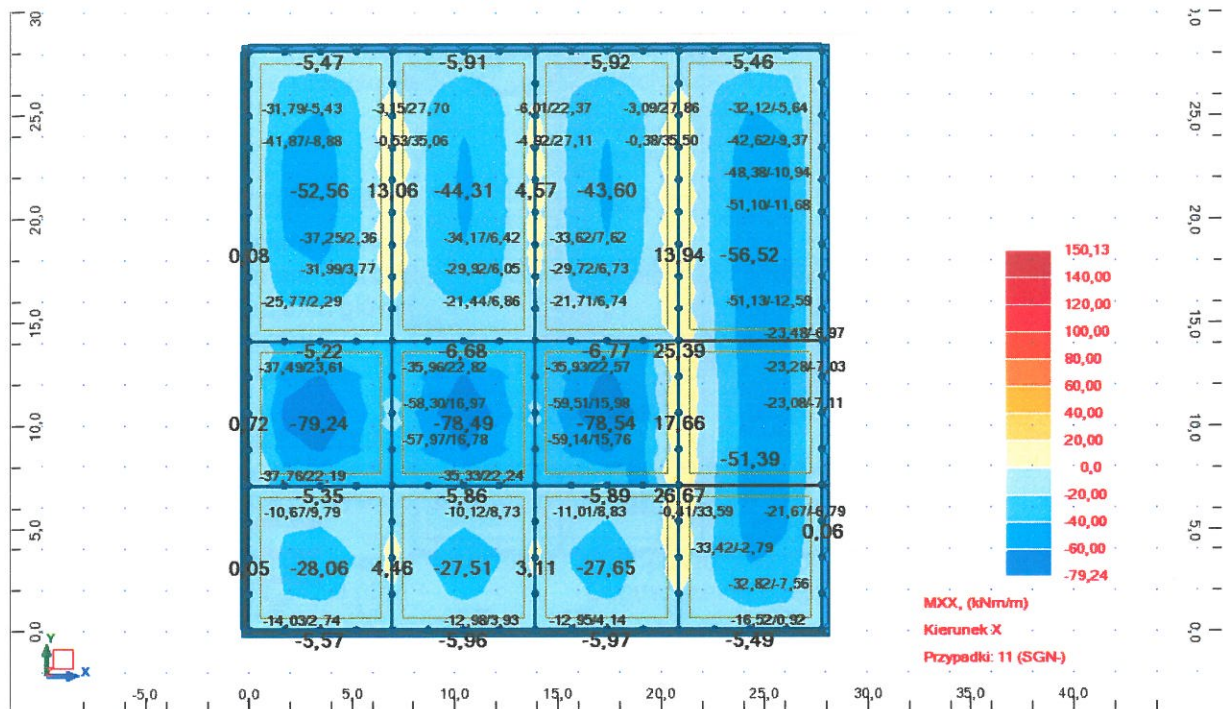
Temperatura-gradT ($\Delta T=0,8^{\circ}\text{C}$)

gradT= $\pm 0,8$

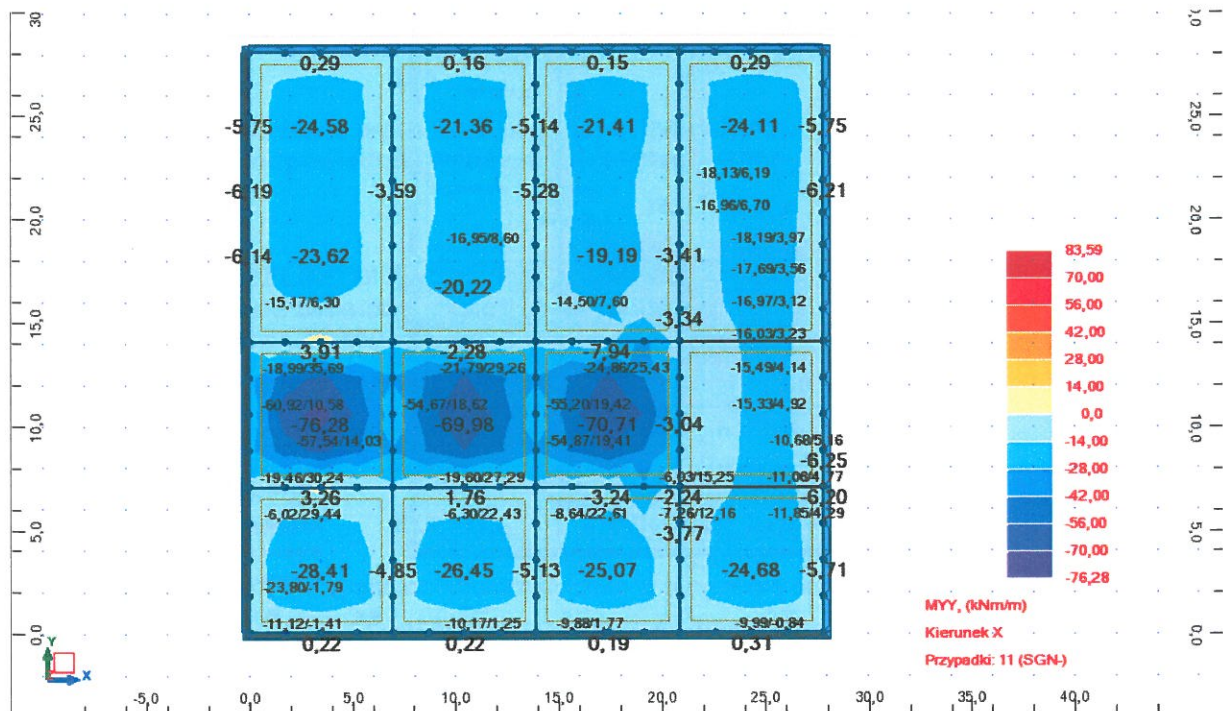
Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH:

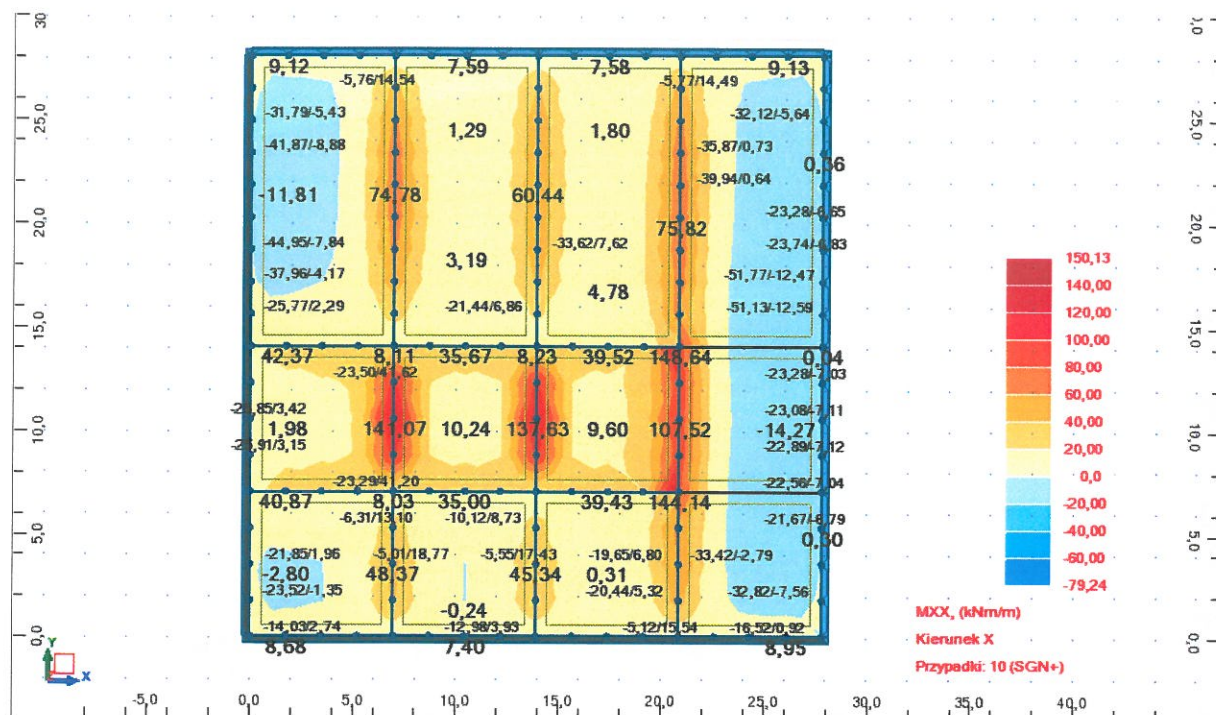
Momenty zginające min. Mxx [kNm]



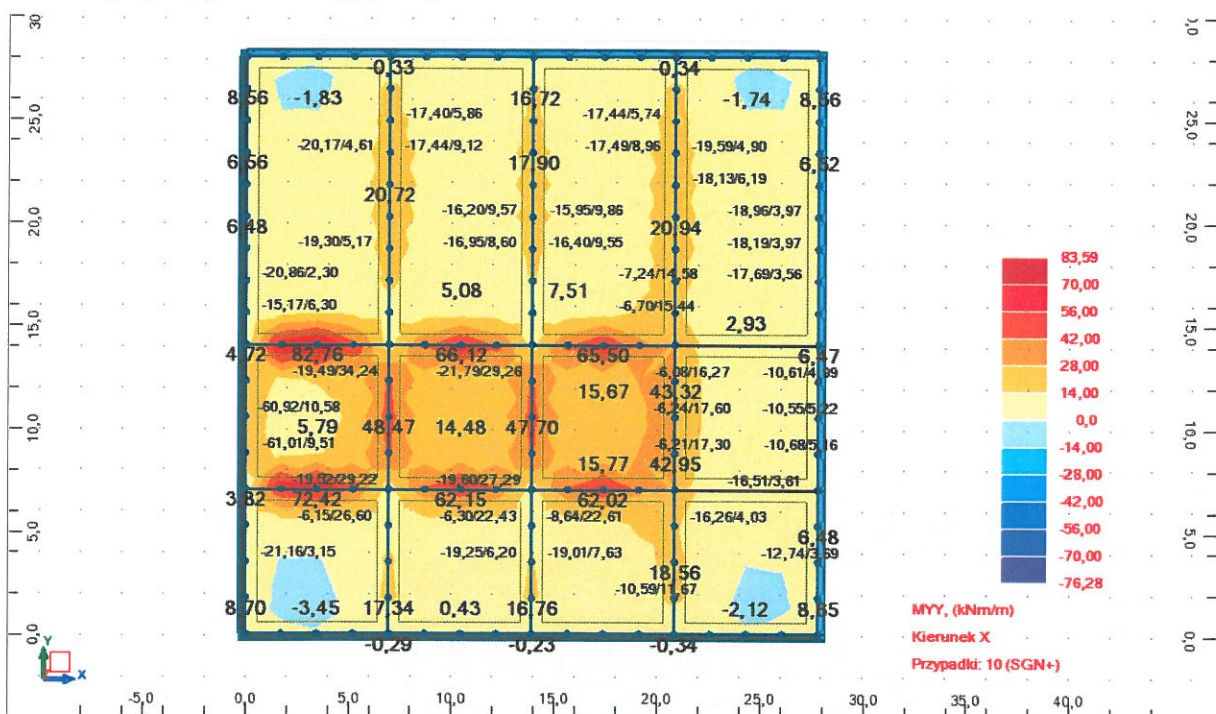
Momenty zginające min. Myy [kNm]



Momenty zginające max. Mxx [kNm]



Momenty zginające max. Myy [kNm]



Wymiarowanie – przęsło:

- Max. moment zginający płytę: $M_{D-E}=56,52$ kNm;
- Max. moment zginający płyty zbiornika: $M_{A-B}=79,24$ kNm ;
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIN($f_{yd}=420$ MPa),
- Klasa betonu: B-45($f_{cd}=23,3$ MPa),
- Otulina zbrojenia: $c_1 = 4,5$ (cm)

Płyta stropowa

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 10,79 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 25cm** ($A_{srzecz.} = 12,57 \text{ cm}^2$)

Płyta zbiornika

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 10,26 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto w dwóch kierunkach
#20 co 25cm ($A_{srzecz.} = 12,57 \text{ cm}^2$)

Wymiarowanie – podpora:

- Max. moment zginający płytę: $M_D = 75,82 \text{ kNm}$;
- Max. moment zginający płyty zbiornika: $M_B = 141,07 \text{ kNm}$;
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIIN ($f_{yd} = 420 \text{ MPa}$),
- Klasa betonu: B-45 ($f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c_2 = 4,5 \text{ (cm)}$

Płyta stropowa

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 13,80 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 15cm** ($A_{srzecz.} = 20,94 \text{ cm}^2$)

Szerokość rozwarcia rys nie przekracza rozwarcia dopuszczalnego:

Max. ugięcie wynosi $f_{obl} = 2,0 \text{ (cm)}$ < Dopuszczalne ugięcie : $f_{lim} = 3,0 \text{ cm}$

$a_{lim} = 0,20 \text{ mm}$

Płyta zbiornika

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 17,15 \text{ cm}^2 \quad \text{- na kierunku X}$$

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 10,26 \text{ cm}^2 \quad \text{- na kierunku Y}$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto na kierunku X **#20 co 15cm** ($A_{srzecz.} = 20,94 \text{ cm}^2$)
na kierunku Y **#20 co 25cm** ($A_{srzecz.} = 12,57 \text{ cm}^2$)

Dla płyty zbiornika szerokość rozwarcia rys nie przekracza rozwarcia dopuszczalnego: $a_{lim} = 0,10 \text{ mm}$

Max. ugięcie wynosi $f_{obl} = 0,7 \text{ (cm)}$ < Dopuszczalne ugięcie : $f_{lim} = 3,0 \text{ cm}$

UWAGA:

W fazie montażu, podczas wykonania powyżej ścian-belek strop musi zostać podparty, do czasu osiągnięcia odpowiedniej wytrzymałości ścian.

POZ. 3.2 ŚCIANY ŻELBETOWE ZBIORNIKA W OSIACH B-C/2A-2D

Dane ogólne: Ściana żelbetowa, monolityczna gr.30cm.
Beton C35/45(B45), stal A-IIIIN.

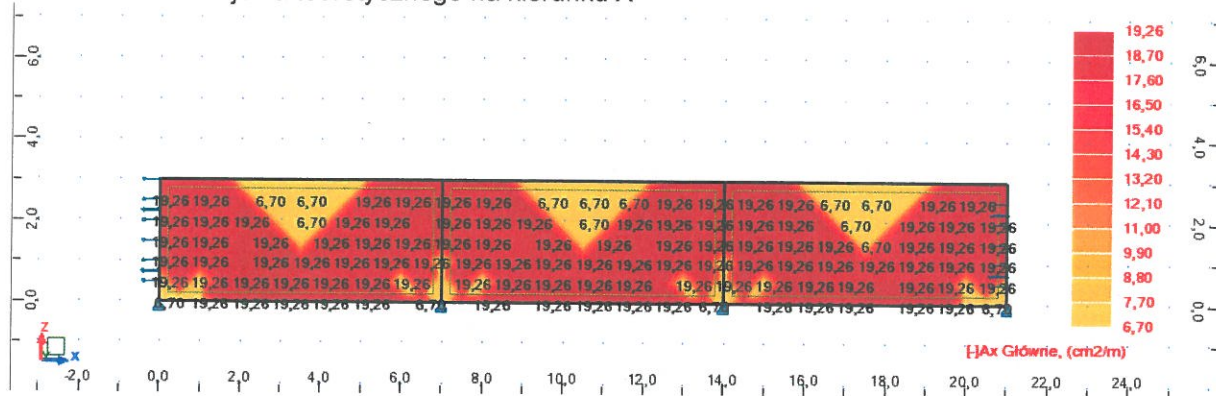
Klasa ekspozycji XA3, wymaganie szczelności rysy $w_{lim} = 0,1 \text{ mm}$

Obciążenia charakterystyczne dla programu Robot:

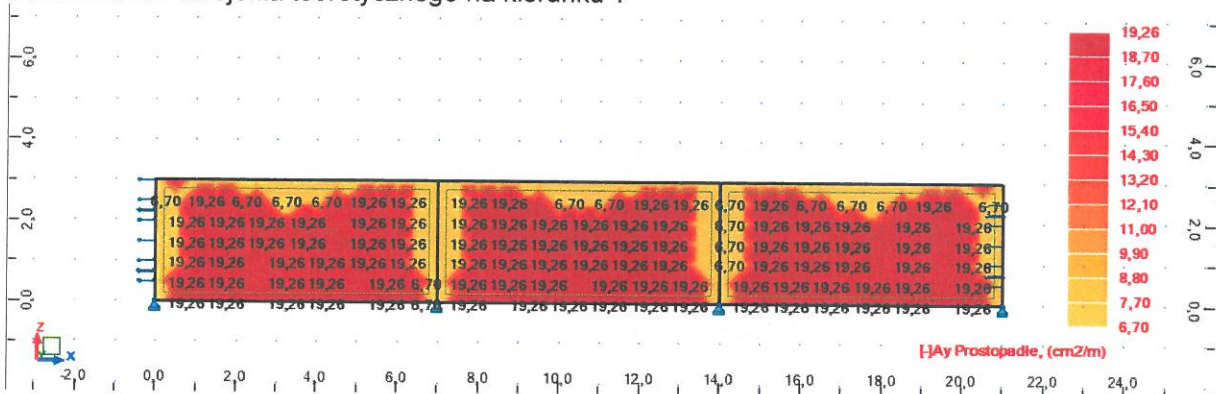
Obc. z dachu	$37,75/2/1,1 = 17,16 \text{ kN/m}$
Obciążenie stropem	$(0,25+0,45) \times 1,74 \times 25 = 30,45 \text{ kN/m}$
Technologiczne	$(18,0+5,0) \times 1,74 = 40,02 \text{ kN/m}$

Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

Powierzchnia zbrojenia teoretycznego na kierunku X



Powierzchnia zbrojenia teoretycznego na kierunku Y



Wymiarowanie:

- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIIN($f_{yd}=420\text{MPa}$),
- Klasa betonu: B-45($f_{cd}=23,3\text{MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c_2 = 4,5 \text{ (cm)}$
- $A_{sobl.} = M/(\zeta_x d x f_{yd}) = 19,26\text{cm}^2$

Przyjęto zbrojenie:

#20 co 15 cm o $A_s=20,93\text{cm}^2$

POZ. 3.3 ŚCIANY ŻELBETOWE W OSI A

Dane ogólne: Ściana żelbetowa, monolityczna gr.25cm.
Beton C30/37(B37), stal A-IIIIN.

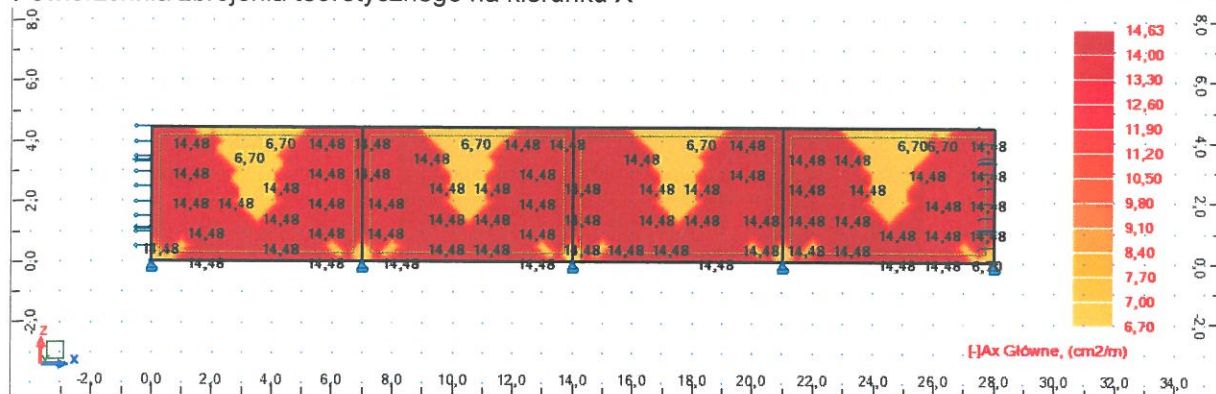
Klasa ekspozycji XC4, rysa $w_{lim}=0,2\text{mm}$

Obciążenia charakterystyczne dla programu Robot:

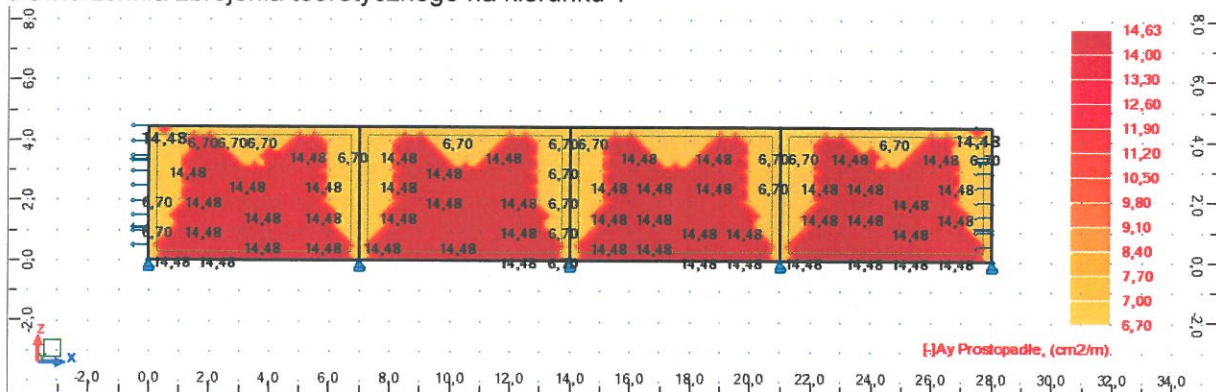
Obc. z dachu	$12,98/2/1,1 = 5,90 \text{ kN/m}$
Obciążenie stropem	$0,25 \times 1,74 \times 25 = 10,88 \text{ kN/m}$
Technologiczne	$5,0 \times 1,74 = 8,70 \text{ kN/m}$

Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

Powierzchnia zbrojenia teoretycznego na kierunku X



Powierzchnia zbrojenia teoretycznego na kierunku Y



Wymiarowanie:

- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIN($f_{yd}=420\text{MPa}$),
- Klasa betonu: B-37($f_{cd}=20,0\text{MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c_2 = 3,5 \text{ (cm)}$
- $A_{sobl.} = M/(\zeta x d f_{yd}) = 14,48\text{cm}^2$

Przyjęto zbrojenie:

#20 co 20 cm o $A_s=15,70\text{cm}^2$

POZ. 4. STROP NAD 3 KOMORAMI

POZ. 4.1 STROP POMIĘDZY OSIAMI A-E

Dane ogólne: Płyta żelbetowa, monolityczna, oparta na ścianach nośnych. Przyjęto strop jednokierunkowo zbrojony gr.25cm.

Beton C35/45(B45), stal A-IIIN.

Klasa ekspozycji XA3

Obciążenia charakterystyczne dla programu Robot:

Technologiczne

Temperatura-gradT ($\Delta T=0,8^\circ\text{C}$)

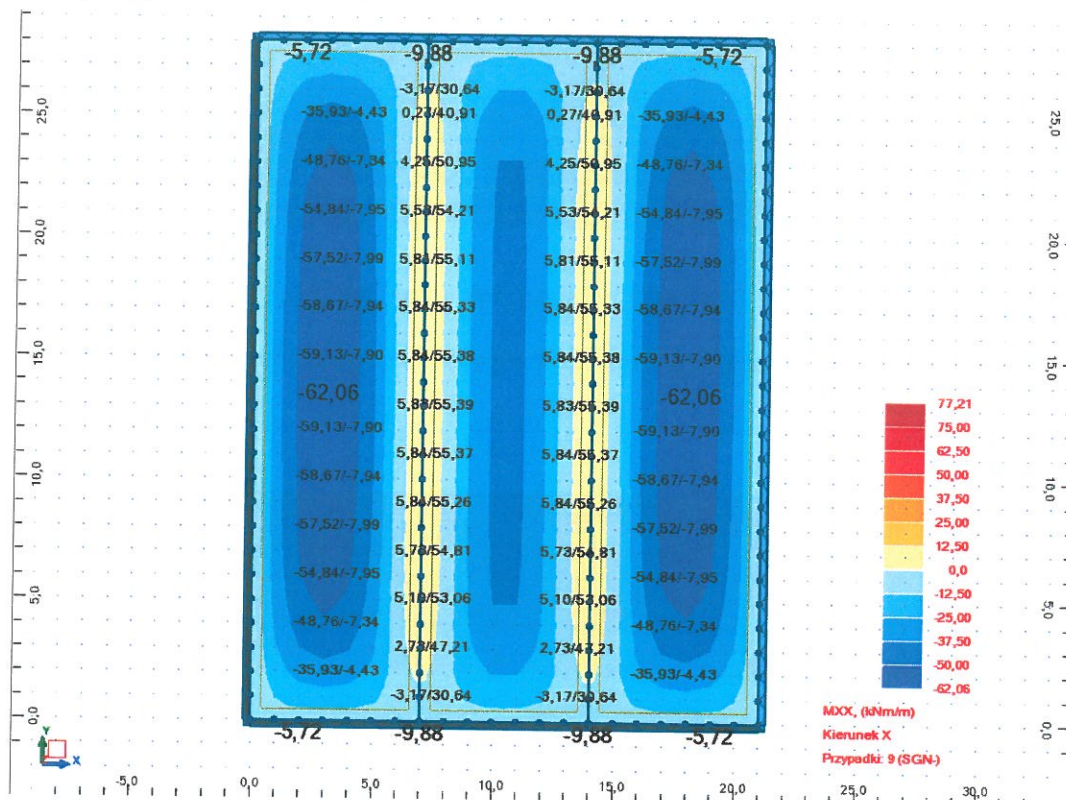
$5,0 \text{ kN/m}^2$

gradT= $\pm 0,8$

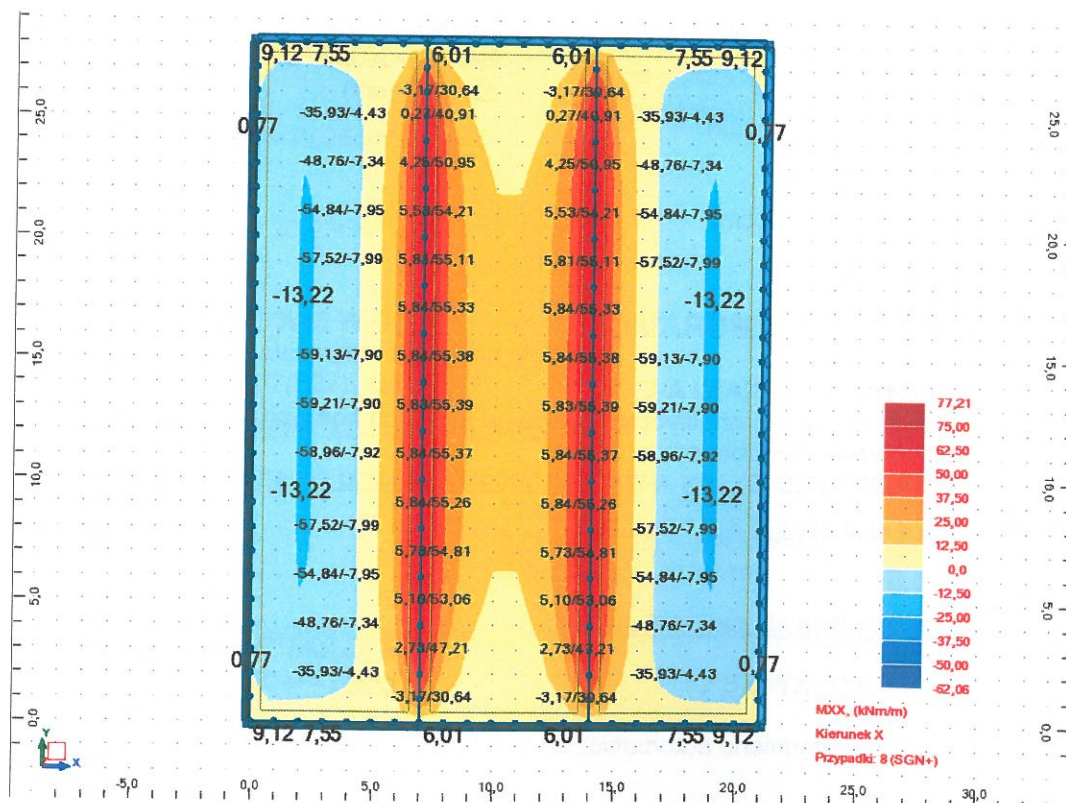
Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH:

Momenty zginające min. Mxx [kNm]



Momenty zginające max. Mxx [kNm]



Wymiarowanie:

- Max. moment zginający:
- Klasa zbrojenia głównego:
- Klasa betonu:
- Otulina zbrojenia:
- SGU:

$M_{A-B}=62,06 \text{ kNm}$; $M_B=55,39 \text{ kNm}$
A-IIIIN($f_{yd}=420 \text{ MPa}$),
B-45($f_{cd}=23,3 \text{ MPa}$),
 $c_1 = 4,5 \text{ (cm)}$
 $u_{\max}=1,7 \text{ cm} < 3,0 \text{ cm}$; $w < 0,2 \text{ mm}$

Zbrojenie dolne

$$A_{\text{sobl.}} = M/(\zeta \cdot x \cdot d \cdot f_{yd}) = 12,14 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#16 co 15cm** ($A_{\text{srzecz.}}=13,40 \text{ cm}^2$)

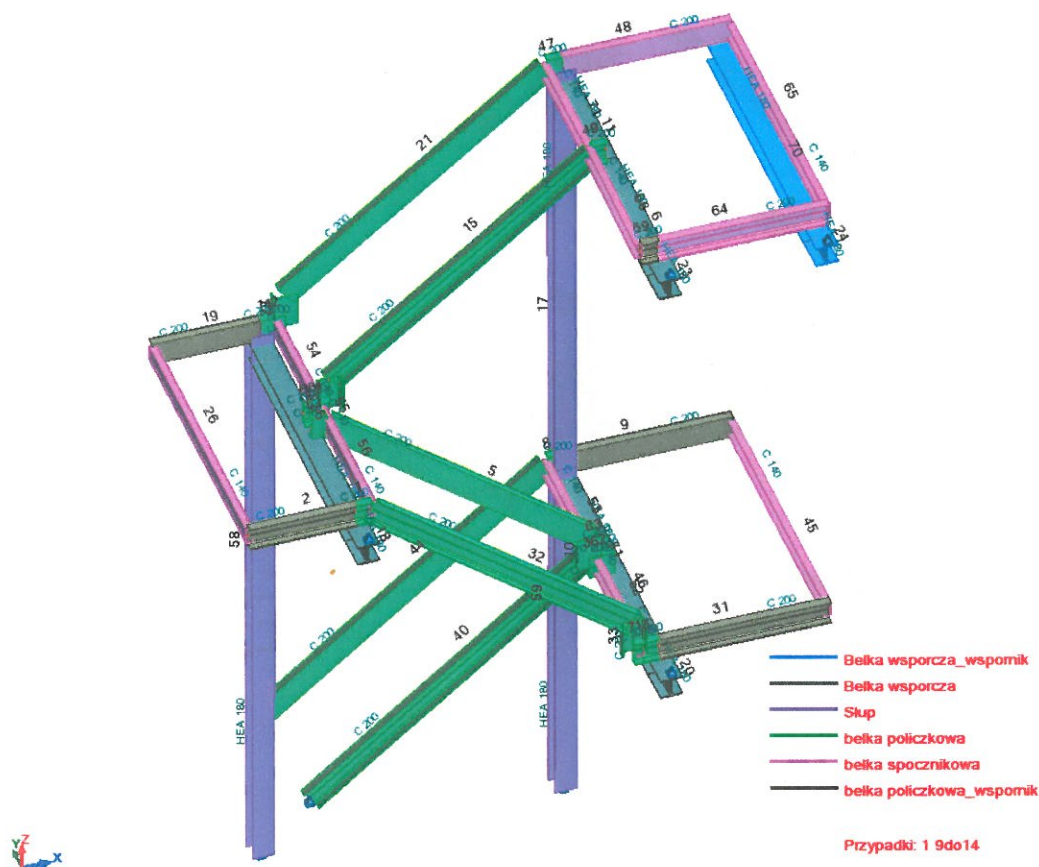
Zbrojenie górne

$$A_{\text{sobl.}} = M/(\zeta \cdot x \cdot d \cdot f_{yd}) = 14,12 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 15cm** ($A_{\text{srzecz.}}=20,93 \text{ cm}^2$)

POZ. 5. SCHODY STALOWE

Zaprojektowano stalowe schody policykowe oparte na stalowych belkach (HEA) z jednej strony zakotwionych do ściany żelbetowej z drugiej oparte na słupach stalowych (HEA). Belki policykowe spoczników, przyjęto z profili C, oparte są wspornikowo na belkach poprzecznych z profili HEA. Przyjęto belki spocznikowe z profili ceowych połączonych przegubowo z policykami. Wewnętrzne policyki biegów są przegubowo oparte na belkach poprzecznych (HEA). Rozstaw belek policykowych wynosi 1,10m. Długość spoczników jest różna, środkowy spocznik ma długość 1,0m, pozostałe - 1,5m.



Schemat schodów stalowych

POZ. 5.1 BELKI POLICZKOWE

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

MOMENTY ZGINAJĄCE

$M_{max}=10,24 \text{ kNm}$ (nr 48)

ZAPROJEKTOWANO PROFIL C 200 (St3S)

MATERIAŁ: St3S $f_d = 215.00 \text{ MPa}$

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż	Przypadek	Prop. (uz)	Przyp.(uz)
13	C 200	STAL	1.69	6.06	0.49	SGN	0.01	SGU
8	C 200	STAL	1.66	5.95	0.41	SGN	0.00	SGU
14	C 200	STAL	1.62	5.84	0.39	SGN	0.00	SGU
48	C 200	STAL	18.05	64.83	0.39	SGN	0.05	SGU
1	C 200	STAL	1.62	5.84	0.38	SGN	0.00	SGU
47	C 200	STAL	1.62	5.84	0.36	SGN	0.01	SGU
31	C 200	STAL	18.05	64.83	0.29	SGN	0.39	SGU
9	C 200	STAL	18.05	64.83	0.29	SGN	0.21	SGU
19	C 200	STAL	11.46	41.15	0.22	SGN	0.16	SGU
2	C 200	STAL	11.46	41.15	0.22	SGN	0.21	SGU
21	C 200	STAL	35.50	127.53	0.20	SGN	0.07	SGU
69	C 200	STAL	1.85	6.64	0.20	SGN	0.02	SGU
33	C 200	STAL	3.79	13.62	0.19	SGN	0.01	SGU
7	C 200	STAL	1.04	3.74	0.19	SGN	0.00	SGU
32	C 200	STAL	35.50	127.54	0.19	SGN	0.09	SGU
44	C 200	STAL	38.47	138.20	0.16	SGN	0.04	SGU
64	C 200	STAL	18.05	64.83	0.12	SGN	0.00	SGU
15	C 200	STAL	35.50	127.53	0.11	SGN	0.07	SGU
5	C 200	STAL	35.50	127.54	0.11	SGN	0.06	SGU
40	C 200	STAL	38.47	138.20	0.10	SGN	0.06	SGU
12	C 200	STAL	1.10	3.97	0.06	SGN	0.00	SGU
22	C 200	STAL	3.79	13.62	0.06	SGN	0.00	SGU
49	C 200	STAL	1.62	5.84	0.05	SGN	0.00	SGU
10	C 200	STAL	3.79	13.62	0.05	SGN	0.00	SGU
16	C 200	STAL	3.79	13.62	0.05	SGN	0.00	SGU
62	C 200	STAL	1.69	6.06	0.04	SGN	0.00	SGU
3	C 200	STAL	1.04	3.74	0.04	SGN	0.00	SGU
63	C 200	STAL	1.66	5.95	0.04	SGN	0.00	SGU
4	C 200	STAL	1.10	3.97	0.04	SGN	0.00	SGU
60	C 200	STAL	1.62	5.84	0.04	SGN	0.00	SGU
61	C 200	STAL	1.62	5.84	0.04	SGN	0.00	SGU



PARAMETRY PRZEKROJU: C 200

$h=20.0 \text{ cm}$

$b=7.5 \text{ cm}$

$tw=0.9 \text{ cm}$

$tf=1.1 \text{ cm}$

$A_y=17.25 \text{ cm}^2$

$I_y=1910.00 \text{ cm}^4$

$W_{ely}=191.00 \text{ cm}^3$

$A_z=17.60 \text{ cm}^2$

$I_z=148.00 \text{ cm}^4$

$W_{elz}=26.96 \text{ cm}^3$

$A_x=32.20 \text{ cm}^2$

$I_x=12.50 \text{ cm}^4$

NR13

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = -0.09 \text{ kN}$

$N_{rt} = 692.30 \text{ kN}$

$M_y = 8.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry} = 41.06 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry_v} = 41.06 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_z = -1.62 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{rz} = 5.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{rz_v} = 5.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_y = 12.46 \text{ kN}$

$V_{ry_n} = 215.11 \text{ kN}$

$V_z = 11.59 \text{ kN}$

$V_{rz_n} = 219.47 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = 1

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/N_{rt} + M_y/(f_d I_y) + M_z/M_{rz} = 0.00 + 0.21 + 0.28 = 0.49 < 1.00$

$V_y/V_{ry_n} = 0.06 < 1.00 \quad V_z/V_{rz_n} = 0.05 < 1.00$

Profil poprawny !!!

Obciążenia:	kN/m ²	y	kN/m ²
- Krata pomostowa płask. 40x3mm	0,37	1,10	0,41
- użytkowe	5,0	1,30	6,50
- Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym			

przyjęto stopnie $\text{tg } \alpha = 20/25 = 0,80 \rightarrow \alpha = 38,66$
 $\cos \alpha = 0,781$

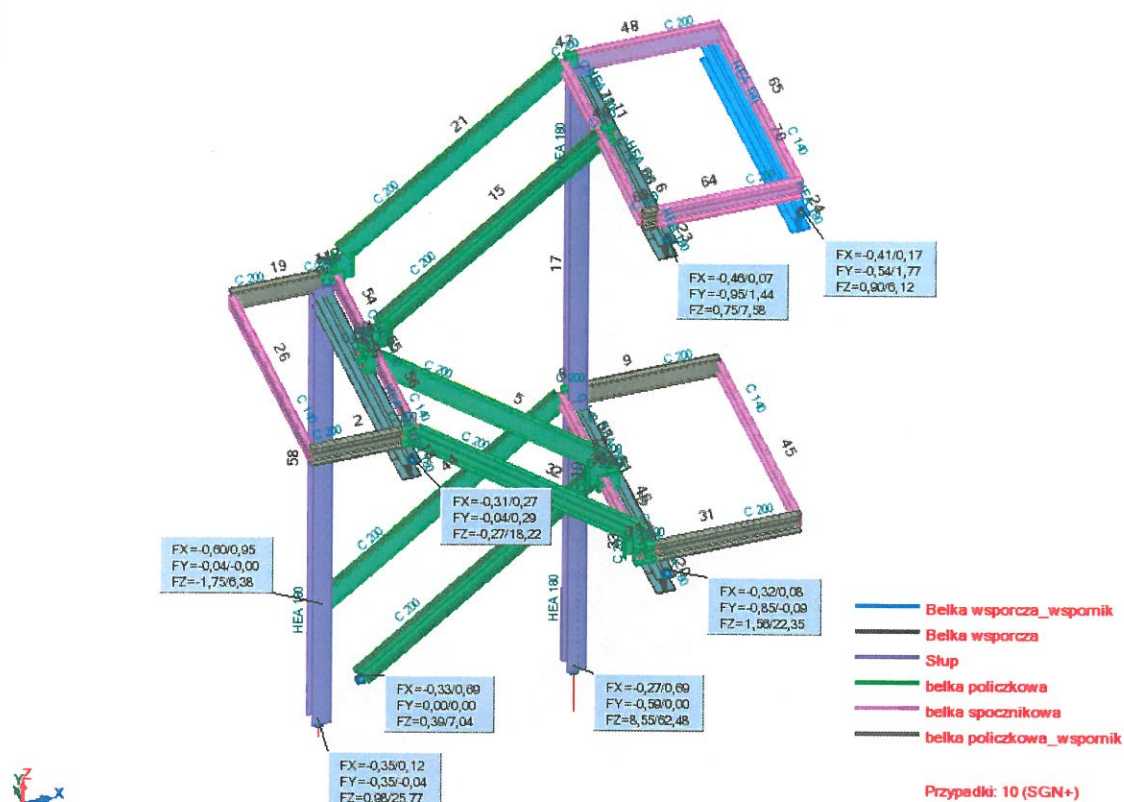
Obciążenie charak. przypadające na jedną belkę policykową - bieg
 stałe $g = 0,37 \times 0,55 = 0,20 \text{ kN/m}$
 zmienne $p = 5,00 \times 0,55 = 2,75 \text{ kN/m}$

Obciążenie charakt. przypadające na jedną belkę spocznikową (C140) – spocznik o $L=1,0\text{m}$
 stałe $g = 0,37 \times 0,94/2 = 0,17 \text{ kN/m}$
 zmienne $p = 5,00 \times 0,94/2 = 2,35 \text{ kN/m}$

Obciążenie charakt. przypadające na jedną belkę spocznikową (C140) – spocznik o $L=1,5\text{m}$
 stałe $g = 0,37 \times 1,44/2 = 0,27 \text{ kN/m}$
 zmienne $p = 5,00 \times 1,44/2 = 3,60 \text{ kN/m}$

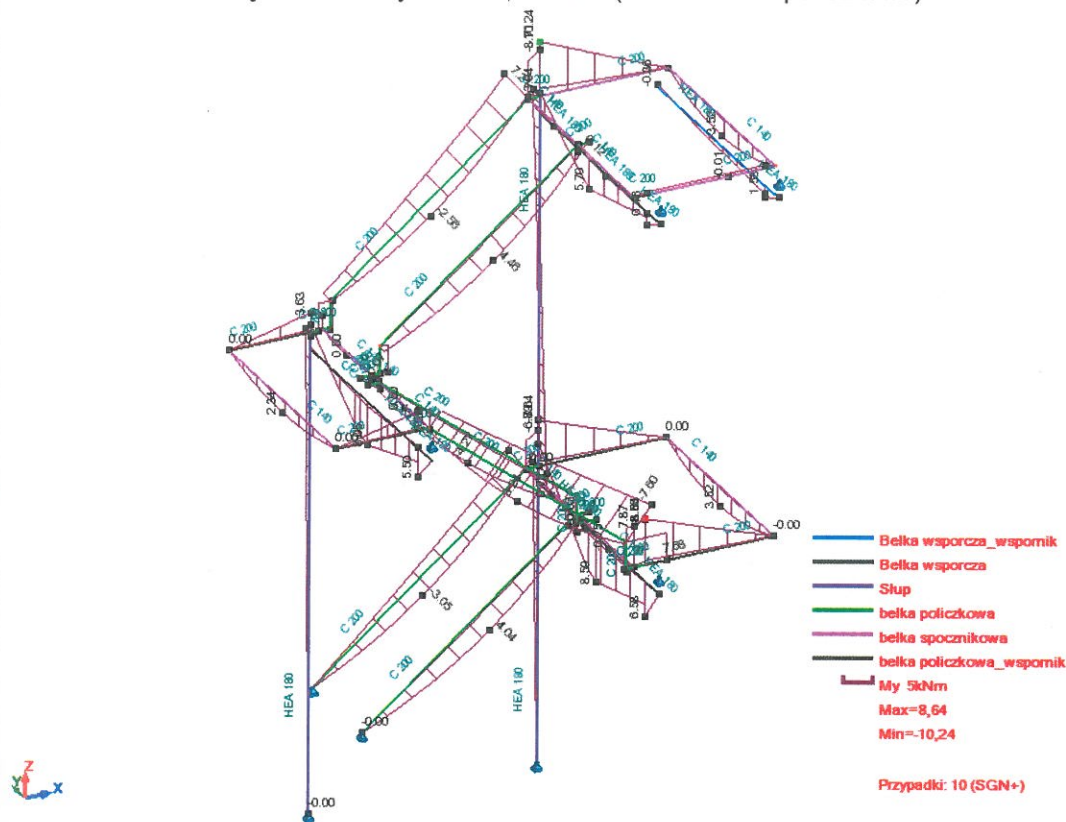
WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

Reakcje podporowe



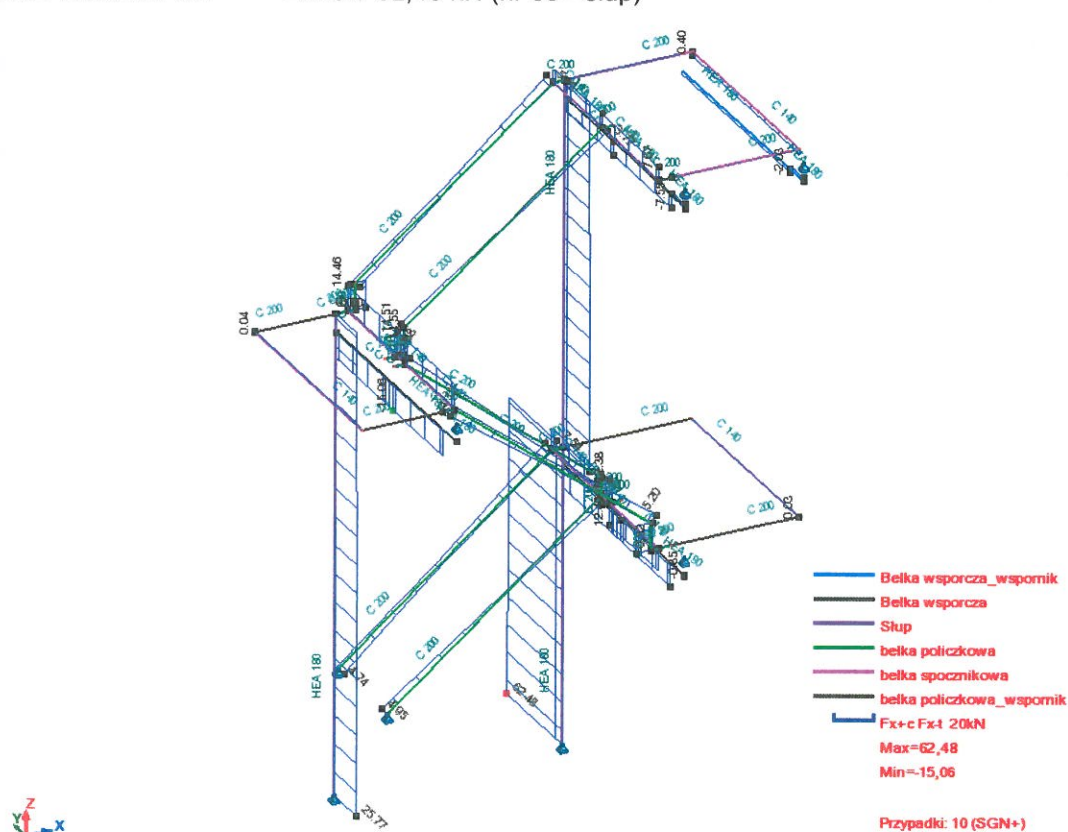
MOMENTY ZGINAJĄCE:

$M_{\max}=10,24 \text{ kNm}$ (nr 48 – belka policykowa)



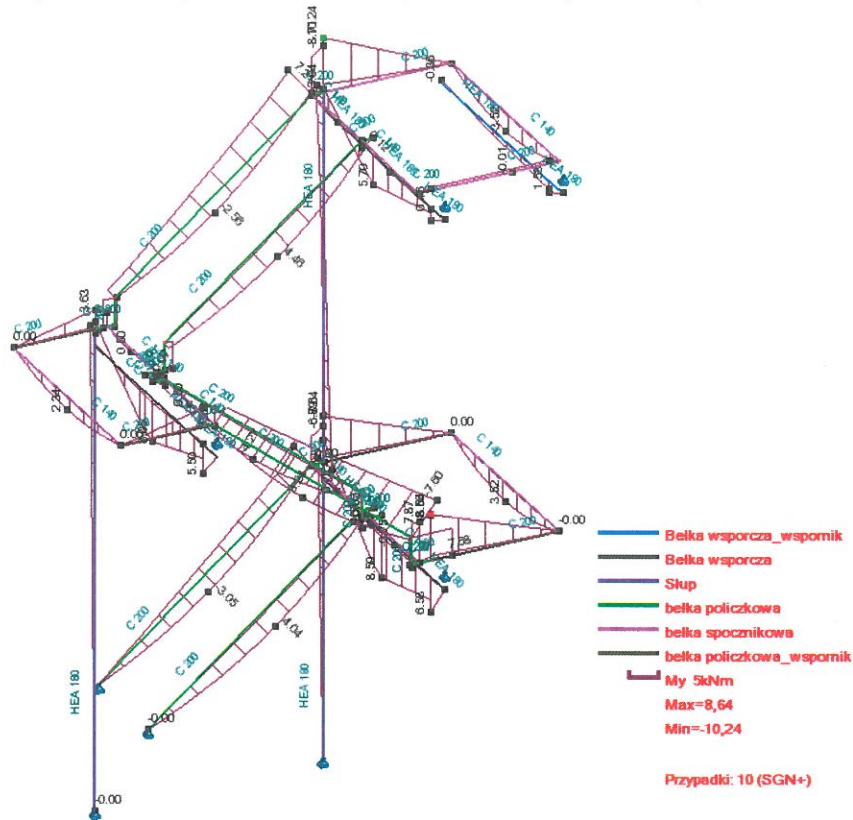
SIŁY NORMALNE

$F_{x\max}=62,48 \text{ kN}$ (nr 59 - stupa)



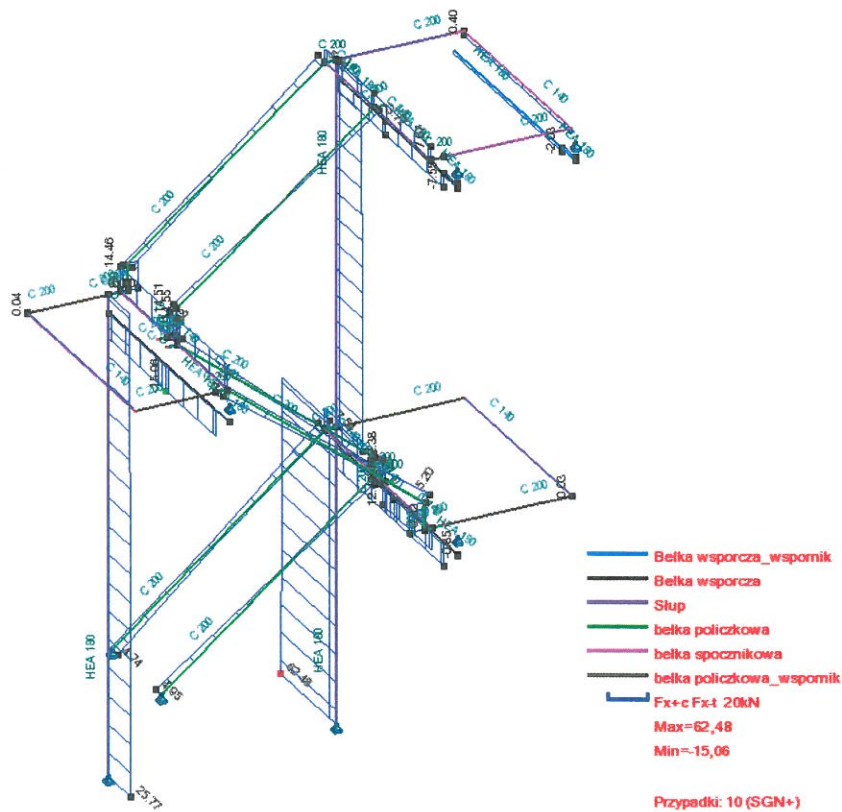
MOMENTY ZGINAJĄCE:

Mymax=10,24 kNm (nr 48 – belka policzkowa)



SIŁY NORMALNE

Fxmax=62,48 kN (nr 59 - słup)



POZ. 5.2 BELKI SPOCZNIKOWE

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

MOMENTY ZGINAJĄCE $M_{max}=3,52 \text{ kNm}$ (nr 45)

ZAPROJEKTOWANO PROFIL C 140 (St3S)

MATERIAŁ: St3S $f_d = 215.00 \text{ MPa}$

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wytęż	Przypadek	Prop. (uz)	Przyp.(uz)
65	C 140	STAL	42.97	133.47	0.21	SGN	0.14	SGU
45	C 140	STAL	42.97	133.47	0.20	SGN	0.14	SGU
26	C 140	STAL	42.97	133.47	0.14	SGN	0.09	SGU
66	C 140	STAL	23.14	71.88	0.07	SGN	0.02	SGU
52	C 140	STAL	19.83	61.60	0.07	SGN	0.01	SGU
53	C 140	STAL	19.83	61.60	0.07	SGN	0.01	SGU
56	C 140	STAL	19.83	61.60	0.06	SGN	0.01	SGU
54	C 140	STAL	19.83	61.60	0.06	SGN	0.01	SGU
71	C 140	STAL	19.83	61.60	0.06	SGN	0.01	SGU
55	C 140	STAL	3.31	10.27	0.03	SGN	0.00	SGU
51	C 140	STAL	3.31	10.27	0.03	SGN	0.00	SGU



PARAMETRY PRZEKROJU: C 140

$h=14.0 \text{ cm}$

$b=6.0 \text{ cm}$

$tw=0.7 \text{ cm}$

$tf=1.0 \text{ cm}$

$A_y=12.00 \text{ cm}^2$

$I_y=605.00 \text{ cm}^4$

$W_{ely}=86.43 \text{ cm}^3$

$A_z=9.80 \text{ cm}^2$

$I_z=62.70 \text{ cm}^4$

$W_{elz}=14.75 \text{ cm}^3$

$A_x=20.40 \text{ cm}^2$

$I_x=6.01 \text{ cm}^4$

NR 45

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 0.31 \text{ kN}$

$M_y = 3.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$N_{rc} = 438.60 \text{ kN}$

$M_{ry} = 18.58 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry_v} = 18.58 \text{ kN}\cdot\text{m}$

KLASA PRZEKROJU = 1 $B_y \cdot M_{y_{max}} = 3.52 \text{ kN}\cdot\text{m}$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$

$La_L = 0.69$

$N_w = 1225.70 \text{ kN}$

$f_i L = 0.94$

$L_d = 2.34 \text{ m}$

$N_z = 231.68 \text{ kN}$

$M_{cr} = 51.00 \text{ kN}\cdot\text{m}$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(f_i \cdot N_{rc}) + B_y \cdot M_{y_{max}}/(f_i L \cdot M_{ry}) = 0.00 + 0.20 = 0.20 < 1.00 - \Delta y = 1.00$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$uz = 0.1 \text{ cm} < uz_{max} = L/250.00 = 0.9 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 12 SGU /51/ $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.00$

Profil poprawny !!!

POZ. 5.3 BELKI WSPORCZE I SŁUPY

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

MOMENTY ZGINAJĄCE

$M_{max}=12,99 \text{ kNm}$ (nr 6 - belka)

SIŁY NORMALNE

$F_{xmax}=62,48 \text{ kN}$ (nr 59 - słup)

ZAPROJEKTOWANO PROFIL HEA 180 (St3S)

MATERIAŁ: St3S $f_d = 215.00 \text{ MPa}$

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH – BELKI

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż	Przypadek	Prop. (uy)	Przyp. (uy)	Prop. (uz)	Przyp. (uz)
46	HEA 180	STAL	31.42	51.77	0.19	SGN	0.03	SGU	0.06	SGU
36	HEA 180	STAL	31.42	51.77	0.19	SGN	0.03	SGU	0.06	SGU
20	HEA 180	STAL	4.03	6.64	0.17	SGN	0.00	SGU	0.00	SGU
18	HEA 180	STAL	4.03	6.64	0.14	SGN	0.00	SGU	0.00	SGU
6	HEA 180	STAL	16.92	27.87	0.12	SGN	0.01	SGU	0.02	SGU
23	HEA 180	STAL	4.03	6.64	0.06	SGN	0.00	SGU	0.00	SGU
24	HEA 180	STAL	4.03	6.64	0.05	SGN	0.05	SGU	0.18	SGU
70	HEA 180	STAL	31.42	51.77	0.04	SGN	0.04	SGU	0.16	SGU



PARAMETRY PRZEKROJU: HEA 180

$h=17.1 \text{ cm}$

$b=18.0 \text{ cm}$

$tw=0.6 \text{ cm}$

$tf=0.9 \text{ cm}$

$A_y=34.20 \text{ cm}^2$

$I_y=2510.29 \text{ cm}^4$

$W_{ely}=293.60 \text{ cm}^3$

$A_z=10.26 \text{ cm}^2$

$I_z=924.60 \text{ cm}^4$

$W_{elz}=102.73 \text{ cm}^3$

$A_x=45.25 \text{ cm}^2$

$I_x=14.20 \text{ cm}^4$

NR 46

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = -13.37 \text{ kN}$

$N_{rt} = 972.87 \text{ kN}$

$M_y = 8.54 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry} = 63.12 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{ry_v} = 63.12 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_z = 0.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{rz} = 22.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$M_{rz_v} = 22.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$V_y = 0.33 \text{ kN}$

$V_{ry_n} = 426.43 \text{ kN}$

$V_z = -5.15 \text{ kN}$

$V_{rz_n} = 127.93 \text{ kN}$

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$

$L_d = 2.34 \text{ m}$

$La_L = 0.57$

$N_z = 3416.47 \text{ kN}$

$N_w = 4431.25 \text{ kN}$

$M_{cr} = 261.50 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$f_i L = 0.98$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/N_{rt} + M_y/(f_i L \cdot M_{ry}) + M_z/M_{rz} = 0.01 + 0.14 + 0.04 = 0.19 < 1.00$

$V_y/V_{ry_n} = 0.00 < 1.00$ $V_z/V_{rz_n} = 0.04 < 1.00$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$uz = 0.1 \text{ cm} < uz_{max} = L/250.00 = 0.9 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 12 SGU /59/ $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 1.00 + 6 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.00$

Profil poprawny !!!

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH – SŁUPY

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż	Przypadek	Prop. (vx)	Przyp. (vx)	Prop. (vy)	Przyp. (vy)
17	HEA 180	STAL	53.70	88.49	0.22	SGN	0.06	SGU	0.01	SGU
58	HEA 180	STAL	70.08	115.48	0.13	SGN	0.05	SGU	0.01	SGU
59	HEA 180	STAL	43.23	71.23	0.19	SGN	0.01	SGU	0.01	SGU

NR 17

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 19.29 \text{ kN}$ $M_y = 1.89 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_z = 3.28 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $V_y = -1.43 \text{ kN}$
 $N_{rc} = 972.87 \text{ kN}$ $M_{ry} = 63.12 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{rz} = 22.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $V_{ry} = 426.47 \text{ kN}$
 $M_{ry_v} = 63.12 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $M_{rz_v} = 22.09 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $V_z = 1.09 \text{ kN}$
KLASA PRZEKROJU = 1 $B_y \cdot M_{y\max} = 1.89 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $B_z \cdot M_{z\max} = 3.28 \text{ kN}\cdot\text{m}$ $V_{rz} = 127.94 \text{ kN}$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

 względem osi Y: $L_y = 4.00 \text{ m}$ $\Lambda_y = 0.64$ $L_{wy} = 4.00 \text{ m}$ $N_{cr y} = 3174.37 \text{ kN}$ $\Lambda_y = 53.70$ $f_{iy} = 0.88$	 względem osi Z: $L_z = 4.00 \text{ m}$ $\Lambda_z = 1.05$ $L_{wz} = 4.00 \text{ m}$ $N_{cr z} = 1169.20 \text{ kN}$ $\Lambda_z = 88.49$ $f_{iz} = 0.53$
--	--

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(f_{iy} \cdot N_{cr}) + B_y \cdot M_{y\max}/(f_{iy} \cdot M_{ry}) + B_z \cdot M_{z\max}/M_{rz} = 0.04 + 0.03 + 0.15 = 0.22 < 1.00$ - Delta z = 1.00
 $V_y/V_{ry} = 0.00 < 1.00$ $V_z/V_{rz} = 0.01 < 1.00$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE


Przemieszczenia
 $v_x = 0.2 \text{ cm} < v_{x\max} = L/150.00 = 2.7 \text{ cm}$ Zweryfikowano
Decydujący przypadek obciążenia: 12 SGU /19/ $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 3 \cdot 1.00 + 7 \cdot 1.00$

Profil poprawny !!!

POZ.6 . FUNDAMENTY

Grunt rodzimy: glina pylasta t_{pl} „C” $I_L = 0,12$
 Do obliczeń przyjęto graniczną wartość naprężeń $m_{qf} = 200 \text{ kPa}$.
 Ze względu na zalegający nasyp niebudowlany należy pod płytą fundamentową wykonać 70cm podbudowę żwirową o współczynniku podatności podłoża $0,05 \text{ N/mm}^3$ i współczynniku zagęszczenia **0,97**.

POZ. 6.1 PŁYTY FUNDAMENTOWA W OSIACH 1A-1D

Zaprojektowano pod komory tuneli żelbetową płytę fundamentową o gr. 40cm. Płyta dwukierunkowo zbrojona wzmocniona dodatkowymi żebrami b_{xh} 40x70cm w osiach podłużnych ścian, pod ścianami zewnętrznymi żebra mają wymiar 40x160cm. Ze względu na zalegający nasyp niebudowlany należy pod płytą wykonać 70cm podbudowę żwirową.
 Do obliczeń przyjęto płytę na podłożu sprężystym o $K_z = 0,05 \text{ N/mm}^3$

OBCIĄŻENIA OBLICZ. DŁUŻSZEJ KRAWĘDZI WEWNĘTRZNEJ:

a) Reakcja z dźwigara $G_1 = 137,34/7 = \mathbf{19,62 \text{ kN/m}}$
 b) obciążenie ze stropu $G_2 = (0,25 \times 25,0 \times 1,1 + 5,0 \times 1,3) \times 7 = \mathbf{93,63 \text{ kN/m}}$
 c) obc. wew. ścianą żelbetową komory $G_3 = 0,3 \times 5,75 \times 25,0 \times 1,1 = \mathbf{47,44 \text{ kN/m}}$
RAZEM G = 160,69 kN/m

OBCIĄŻENIA OBLICZ. DŁUŻSZEJ KRAWĘDZI ZEWNĘTRZNEJ

a) Obciążenie z dachu $G_1 = 47,76/2 = \mathbf{6,82 \text{ kN/m}}$
 b) obciążenie ze stropu $G_2 = 93,63/2 = \mathbf{46,82 \text{ kN/m}}$
 c) obc. zew. ścianą żelbetową $G_3 = 0,25 \times (5,75 + 3,25) \times 25,0 \times 1,1 = \mathbf{61,88 \text{ kN/m}}$
RAZEM G = 115,52 kN/m

OBCIĄŻENIA OBLICZ. KRÓTSZEJ KRAWĘDZI

- a) reakcja z płatwi $G_1 = 12,98/2 = 6,49 \text{ kN/m}$
b) obciążenie ze stropu $G_2 = (0,25 \times 25,0 \times 1,1 + 5,0 \times 1,3) \times 1,05 = 14,04 \text{ kN/m}$
c) obc. zew. ścianą żelbetową komory $G_3 = 0,25 \times (5,75 + 3,20) \times 25,0 \times 1,1 = 61,53 \text{ kN/m}$
RAZEM $G = 82,06 \text{ kN/m}$

OBCIĄŻENIA OBLICZ. PUNKTOWE W OSI A

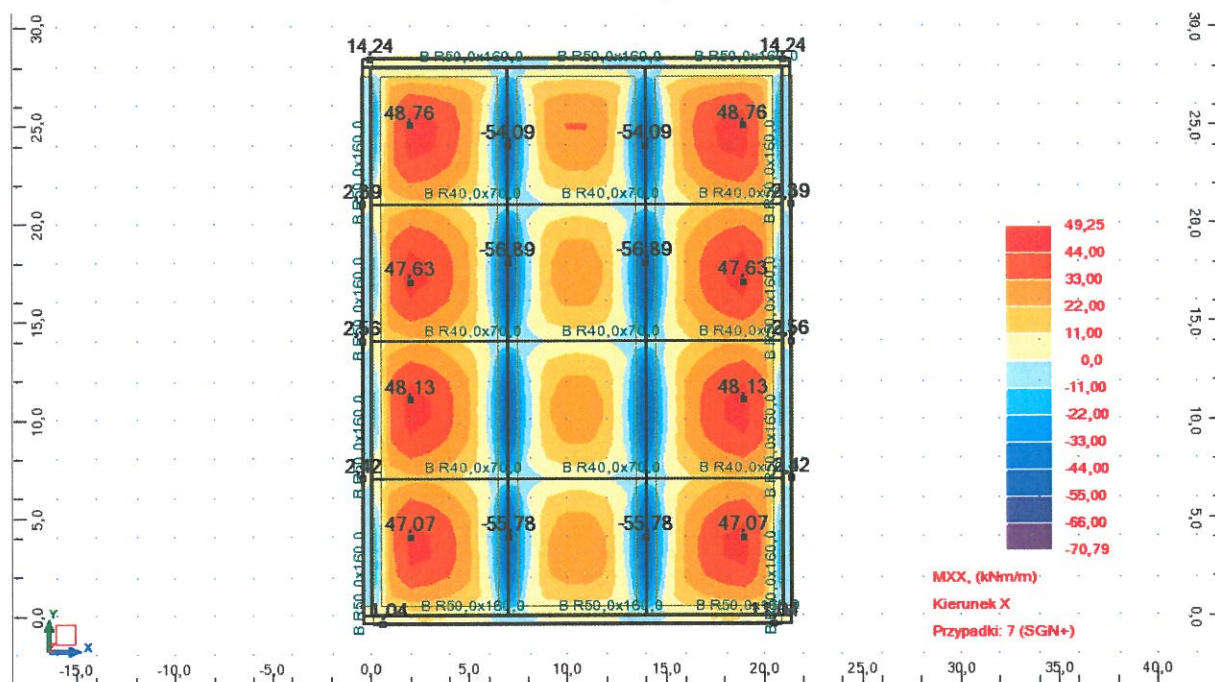
- a) obciążenie w osiach 2B-2D $G_1 = 0,25 \times 3,50 \times 25,0 \times 1,1 \times 7 + 12,98/2 \times 7 = 213,87 \text{ kN}$
b) obciążenie w osiach 2A, 2E $G_2 = 0,25 \times 3,50 \times 25,0 \times 1,1 \times 3,5 + 12,98/2 \times 3,5 = 106,93 \text{ kN}$

OBCIĄŻENIE ŚMIECIAMI PŁYTY

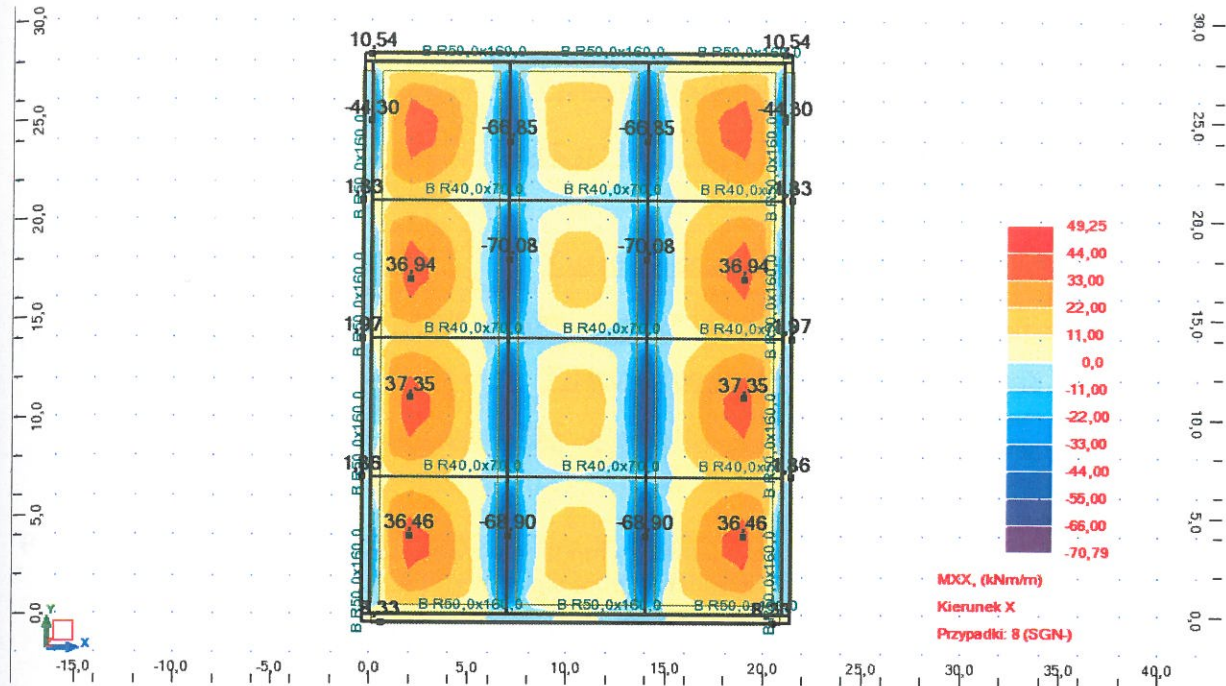
- (przeciętny ciężar śmieci 220 kg/m^3) $G = 2,2 \times 2,8 \times 1,3 = 6,16 \text{ kN/m}^2$
Przyjęto **$8,0 \text{ kN/m}^2$**

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

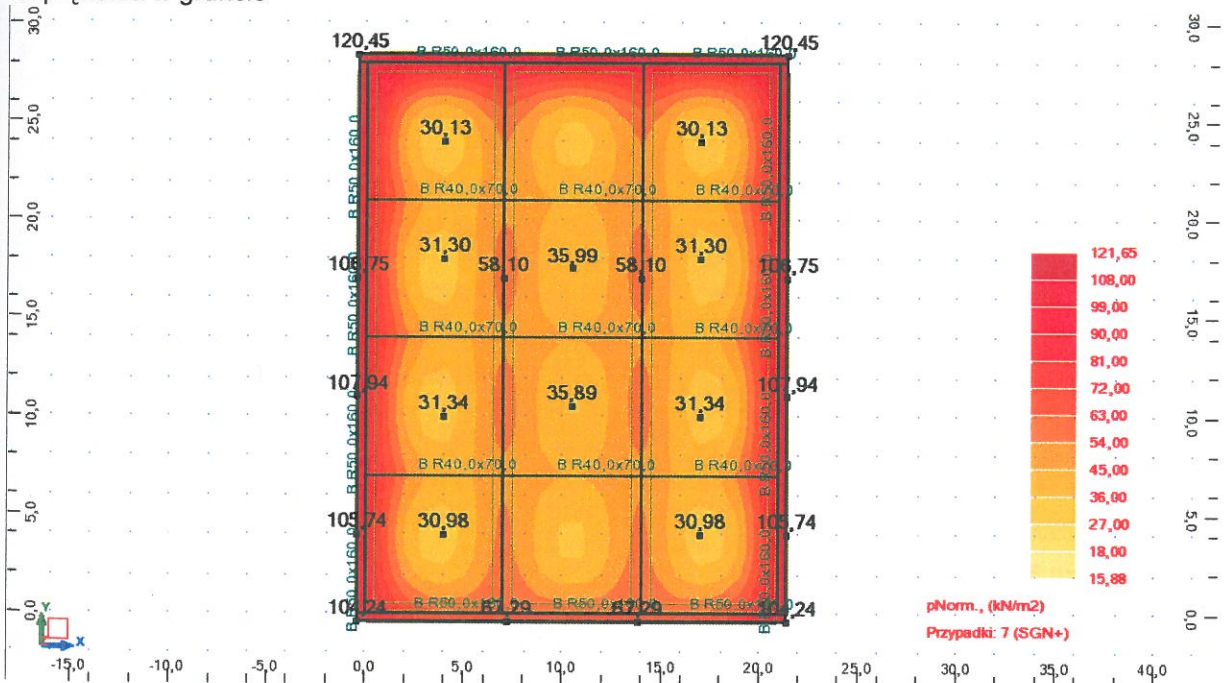
Momenty zginające max. M_{xx} [kNm]



Momenty zginające min. M_{xx} [kNm]



Naprężenia w gruncie



Wymiarowanie:

- Max. moment zginający: $M_{x-A-B} = 48,13 \text{ kNm}$; $M_{x-B} = 70,08 \text{ kNm}$
 $M_{y-E-D} = 46,10 \text{ kNm}$; $M_{y-D} = 44,83 \text{ kNm}$
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIIN ($f_{yd} = 420 \text{ MPa}$),
- Klasa betonu: B-45 ($f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c_{nom} = 5,0 \text{ (cm)}$
- SGU: $u_{max} < 3,0 \text{ cm}$; $w < 0,2 \text{ mm}$

$$A_{\text{sobl.}} = M / (\zeta x d f_{\text{vd}}) = 9,50 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 25cm** ($A_{srzecz}=20,94\text{cm}^2$)

Zbrojenie dolne - podporowe na kierunku Y

$$A_{\text{sohl}} = M / (\zeta x d x f_{\text{vd}}) = 9,50 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 25cm** ($A_{\text{srzec}} = 12,57 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne - przęsłowe na kierunku X

$$A_{\text{sohl}} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 9,50 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 25cm** ($A_{\text{srzec.}} = 12,57 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne - przesłowe na kierunku Y

$$A_{\text{sohl}} = M / (\zeta x d x f_{\text{vd}}) = 9,50 \text{ cm}^2$$

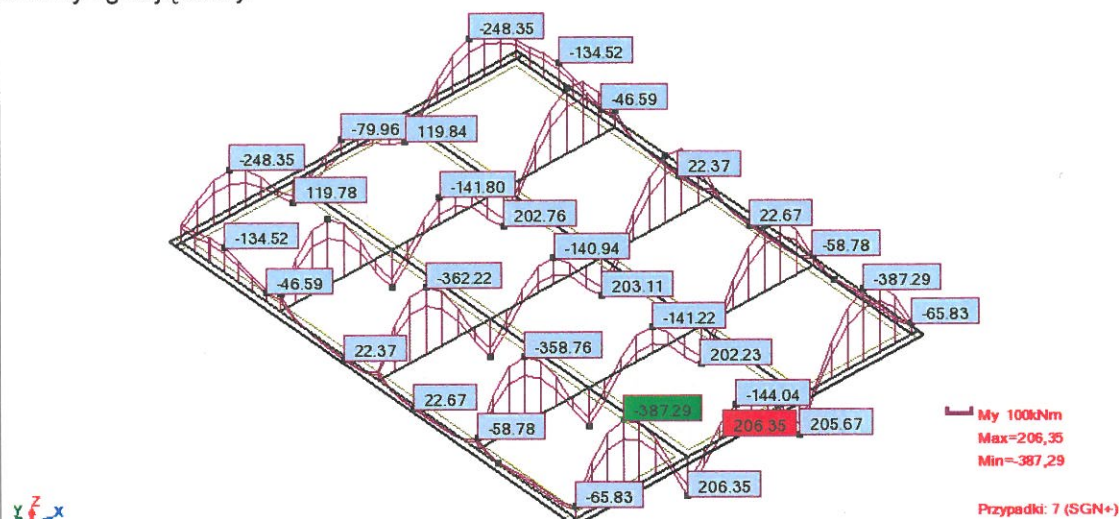
Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 25cm** ($A_{srzecz}=12,57\text{cm}^2$)

POZ. 6.1.1 ŻEBRA W OSIACH 1A-1D

Obliczenia przeprowadzono dla całego modelu płyty fundamentowej obciążonej wg. poz. 6.1
Zebra po obwodzie płyty mają wymiar 50x160cm, żebra wewnętrzne poprzeczne do ścian 40x70cm.

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

Momenty zginające My:



Wymiarowanie:

- b_{xh} **50x160cm**
- Max. moment zginający:
- Klasa zbrojenia głównego:
- Klasa betonu:
- Otulina zbrojenia:
- SGU:

$$M_{1-2} = 387,29 \text{ kNm}$$

A-IIIN($f_{yd}=420\text{MPa}$).

B-45($f_{cd}=23,3\text{MPa}$),

$$C_{nom} = 5,0 \text{ (cm)}$$
$$u_{\max} < 3,0 \text{ cm}; \quad w < 0,2 \text{ mm}$$

Zbrojenie dolne

$$A_{\text{soł.}} = M / (\zeta \times d \times f_{yd}) = 3,25 \text{ cm}^2$$

przyjęto **4#16** ($A_{\text{szecz.}} = 8,04 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne

$A_{\text{soł.}} = M / (\zeta \cdot x \cdot f_{\text{yd}}) = 6,10 \text{ cm}^2$
przyjęto **4#16** ($A_{\text{srzec.}} = 8,07 \text{ cm}^2$)

Wymiarowanie:

- b_{xh} **40x70cm**
- Max. moment zginający: $M_1 = 194,01 \text{ kNm}$
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIN ($f_{yd} = 420 \text{ MPa}$),
- Klasa betonu: B-45 ($f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c_{nom} = 5,0 \text{ (cm)}$
- SGU: $u_{max} < 3,0 \text{ cm}; w < 0,2 \text{ mm}$

Zbrojenie dolne

$$A_{sobl.} = M / (\zeta \cdot x \cdot f_{yd}) = 7,34 \text{ cm}^2$$

przyjęto **5#16** ($A_{srzecz.} = 10,05 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne

$$A_{sobl.} = M / (\zeta \cdot x \cdot f_{yd}) = 5,31 \text{ cm}^2$$

przyjęto **4#16** ($A_{srzecz.} = 8,04 \text{ cm}^2$)

POZ. 6.2 PŁYTY FUNDAMENTOWA W OSIACH 2A-2E

Zaprojektowano pod komory tuneli żelbetową płytę fundamentową o gr. 40cm. Płyta dwukierunkowo zbrojona wzmocniona dodatkowymi żebrami b_{xh} 40x70cm w osiach podłużnych ścian, pod ścianami zewnętrznymi żebra mają wymiar 40x160cm. Ze względu na zalegający nasyp niebudowlany należy pod płytą wykonać 70cm podbudowę żwirową.
Do obliczeń przyjęto płytę na podłożu sprężystym o $K_z = 0,05 \text{ N/mm}^3$

OBCIĄŻENIA OBLICZ. DŁUŻSZEJ KRAWĘDZI WEWNĘTRZNEJ:

- a) obc. ze stropu w osiach A-B, C-E $G_1 = (0,25 \times 25,0 \times 1,1 + 5,0 \times 1,3) \times 7 = \mathbf{93,63 \text{ kN/m}}$
 - b) obc. ze stropu w osiach B-C $G_2 = (0,45 \times 25,0 \times 1,1 + 18,0 \times 1,3) \times 7 = \mathbf{250,43 \text{ kN/m}}$
 - c) obc. wew. ścianą żelbetową komory $G_3 = 0,3 \times 5,75 \times 25,0 \times 1,1 = \mathbf{47,44 \text{ kN/m}}$
- RAZEM $G_{A-B, C-E} = 141,07 \text{ kN/m}$**
 $G_{B-C} = 297,87 \text{ kN/m}$

OBCIĄŻENIA OBLICZ. DŁUŻSZEJ KRAWĘDZI ZEWNĘTRZNEJ

- a) Obciążenie z dachu $G_1 = 59,60/2 = \mathbf{8,51 \text{ kN/m}}$
 - b) obciążenie ze stropu $G_2 = (0,25 \times 25,0 \times 1,1 + 5,0 \times 1,3) \times 3,5 = \mathbf{46,81 \text{ kN/m}}$
 - c) obc. zew. ścianą żelbetową $G_3 = 0,25 \times (5,75 + 3,25) \times 25,0 \times 1,1 = \mathbf{61,88 \text{ kN/m}}$
- RAZEM $G = 117,20 \text{ kN/m}$**

OBCIĄŻENIA OBLICZ. KRÓTSZEJ KRAWĘDZI

- a) reakcja z płatwi $G_1 = 12,98/2 = \mathbf{6,49 \text{ kN/m}}$
 - b) obciążenie ze stropu $G_2 = (0,25 \times 25,0 \times 1,1 + 5,0 \times 1,3) \times 1,05 = \mathbf{14,04 \text{ kN/m}}$
 - c) obc. zew. ścianą żelbetową komory $G_3 = 0,25 \times (5,75 + 3,20) \times 25,0 \times 1,1 = \mathbf{61,53 \text{ kN/m}}$
- RAZEM $G = 82,06 \text{ kN/m}$**

OBCIĄŻENIA OBLICZ. PUNKTOWE W OSI D

- a) reakcja z dźwigara w osi 2B, 2D $G_1 = \mathbf{137,34 \text{ kN}}$
- b) reakcja z dźwigara w osi 2C $G_2 = \mathbf{114,75 \text{ kN}}$
- c) reakcja z dźwigara w osi 2A, 2E $G_3 = \mathbf{47,76 \text{ kN}}$
- d) obc. słup stalowy $G_4 = 0,51 \times 2,35 \times 1,1 = \mathbf{1,32 \text{ kN}}$

OBCIĄŻENIA OBLICZ. PUNKTOWE W OSI C i B

- a) reakcja w osi 2B, 2C, 2D $G_1 = 37,75/2 \times 7 + 0,30 \times 25 \times 1,1 \times 3,13 \times 7 = \mathbf{312,88 \text{ kN}}$
- b) reakcja w osi 2A $G_2 = 37,75/2 \times 3,5 + 0,30 \times 25 \times 1,1 \times 3,13 \times 3,5 = \mathbf{156,44 \text{ kN}}$

OBCIĄŻENIA OBLICZ. PUNKTOWE W OSI A

- a) obc. ścianą żelbetową osie 2B-2D $G_1 = 0,25 \times 3,50 \times 25,0 \times 1,1 \times 7 + 12,98/2 \times 7 = \mathbf{213,87 \text{ kN}}$
- b) obc. ścianą żelbetową osie 2A, 2E $G_2 = 0,25 \times 3,50 \times 25,0 \times 1,1 \times 3,5 + 12,98/2 \times 3,5 = \mathbf{106,93 \text{ kN}}$

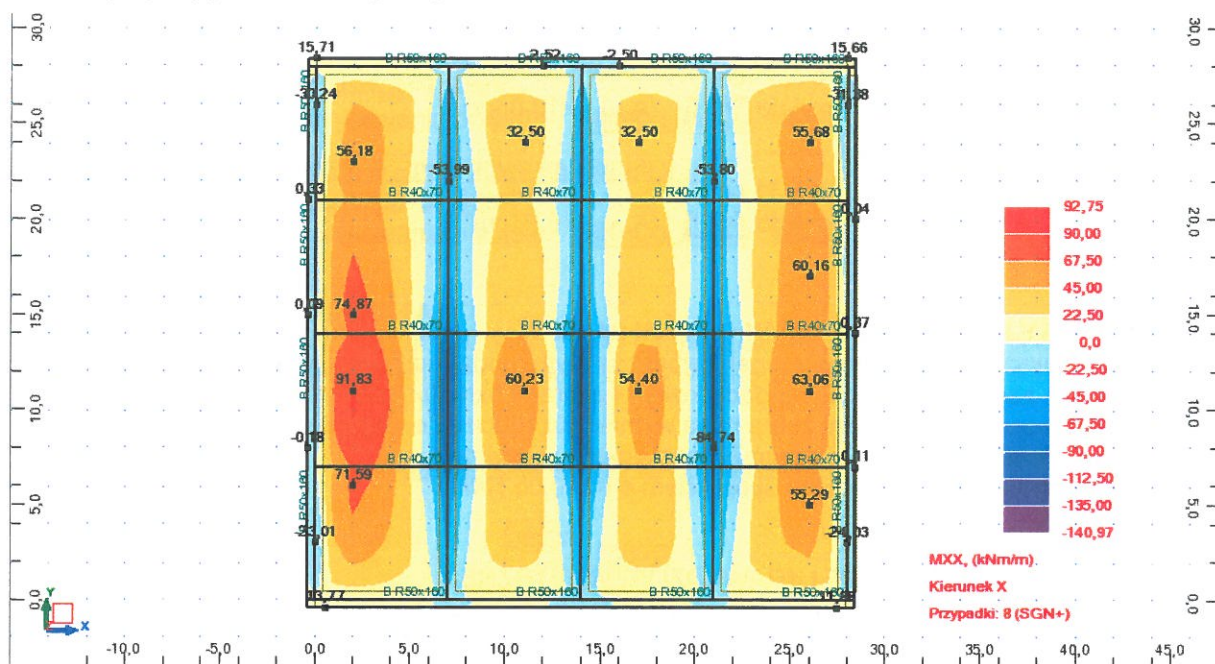
OBCIĄŻENIE ŚMIECIAMI PŁYTY
(przeciętny ciężar śmieci 220kg/m³)

$$G = 2,2 \times 2,8 \times 1,3 = 6,16 \text{ kN/m}^2$$

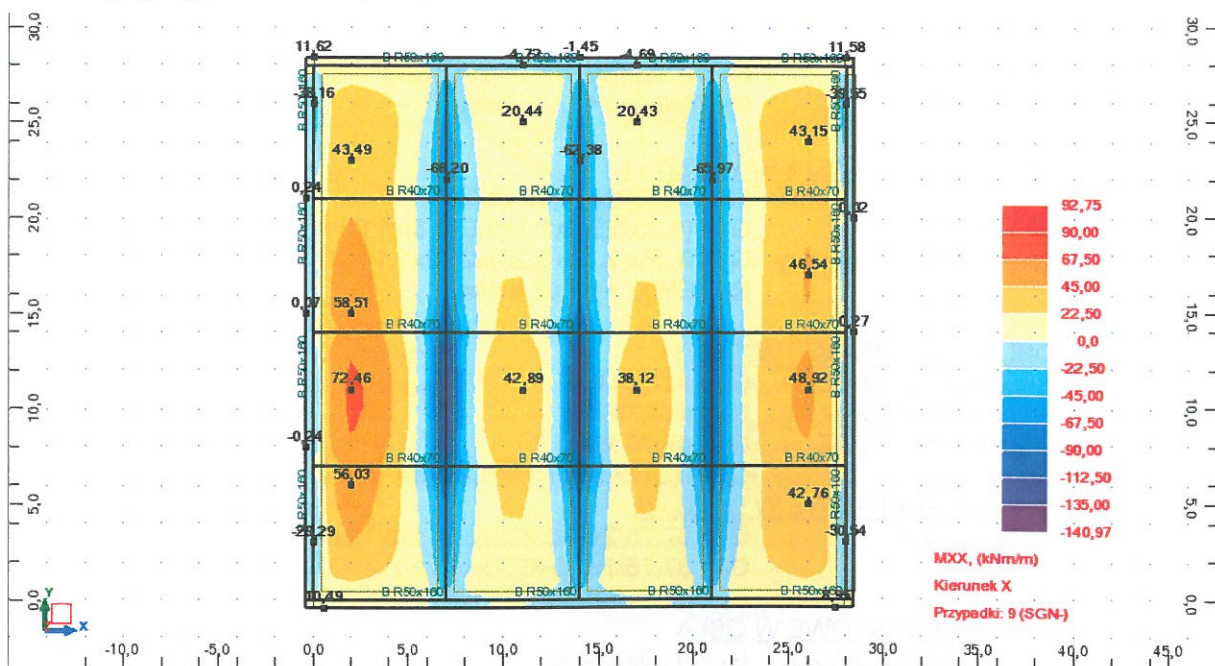
Przyjęto **8,0 kN/m²**

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

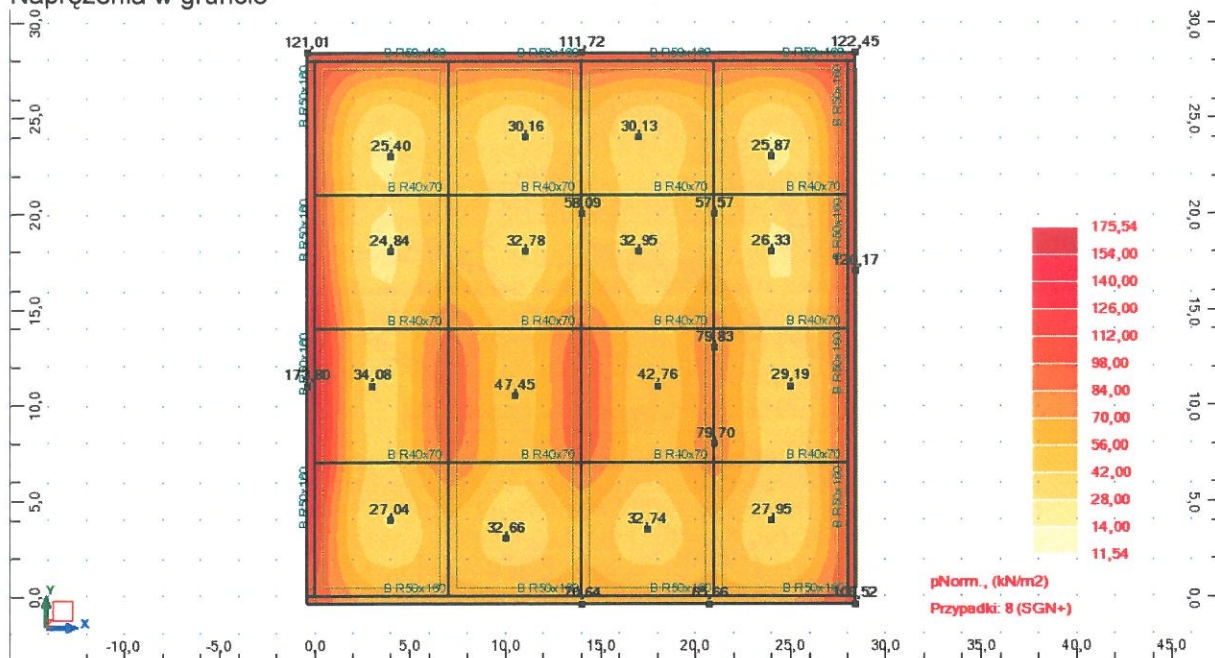
Momenty zginające max. Mxx [kNm]



Momenty zginające min. Mxx [kNm]



Napężenia w gruncie



Wymiarowanie:

- Max. moment zginający: $M_{x-A-B} = 91,83 \text{ kNm}$; $M_{x-B} = 140,97 \text{ kNm}$
 $M_{y-E-D} = 47,52 \text{ kNm}$; $M_{y-D} = 48,09 \text{ kNm}$
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIIN ($f_{yd} = 420 \text{ MPa}$),
- Klasa betonu: B-45 ($f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c_{nom} = 5,0 \text{ (cm)}$
- SGU: $u_{max} < 3,0 \text{ cm}$; $w < 0,2 \text{ mm}$

Zbrojenie dolne – podporowe na kierunku X

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 18,90 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 15cm** ($A_{srzecz.} = 20,94 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie dolne - podporowe na kierunku Y

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 9,50 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 25cm** ($A_{srzecz.} = 12,57 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne - przęsłowe na kierunku X

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 9,50 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 25cm** ($A_{srzecz.} = 12,57 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne - przęsłowe na kierunku Y

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 9,50 \text{ cm}^2$$

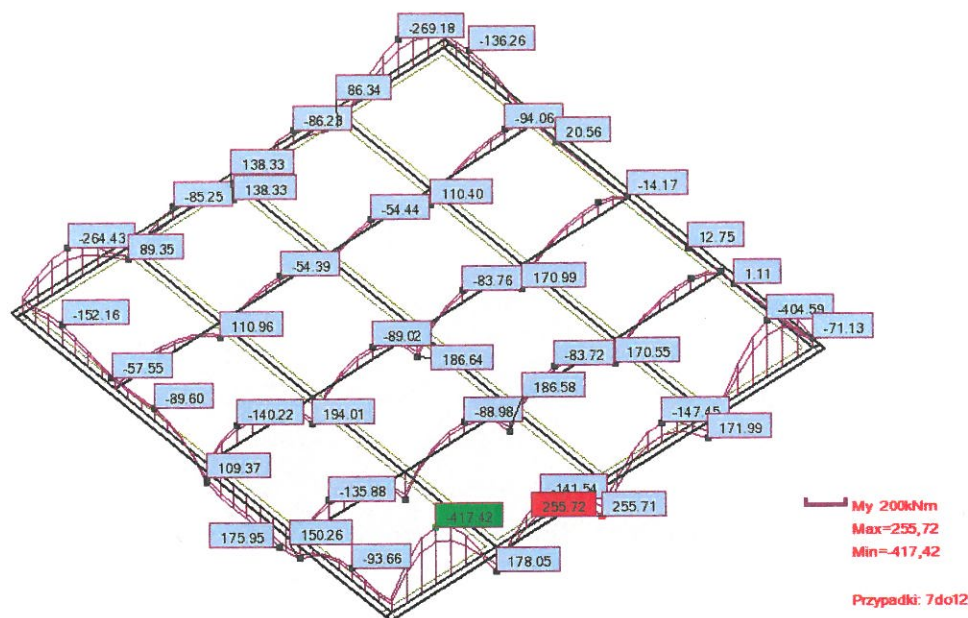
Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 25cm** ($A_{srzecz.} = 12,57 \text{ cm}^2$)

POZ. 6.2.1 ŻEBRA W OSIACH 2A-2E

Obliczenia przeprowadzono dla całego modelu płyty fundamentowej obciążonej wg. poz. 6.2
Żebra po obwodzie płyty mają wymiar 50x160cm, żebra wewnętrzne poprzeczne do ścian 40x70cm.

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

Momenty zginające M_y :



Wymiarowanie:

- b x h **50x160cm**
- Max. moment zginający: $M_{1,2} = 417,42 \text{ kNm}$
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIIN ($f_{yd} = 420 \text{ MPa}$),
- Klasa betonu: B-45 ($f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c_{nom} = 5,0 \text{ (cm)}$
- SGU: $u_{max} < 3,0 \text{ cm}$; $w < 0,2 \text{ mm}$

Zbrojenie dolne

$$A_{sobl.} = M / (\zeta \cdot x \cdot f_{yd}) = 4,03 \text{ cm}^2$$

przyjęto **4#16** ($A_{srzecz.} = 8,04 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne

$$A_{sobl.} = M / (\zeta \cdot x \cdot f_{yd}) = 6,58 \text{ cm}^2$$

przyjęto **4#16** ($A_{srzecz.} = 8,07 \text{ cm}^2$)

Wymiarowanie:

- b x h **40x70cm**
- Max. moment zginający: $M_1 = 194,01 \text{ kNm}$
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIIN ($f_{yd} = 420 \text{ MPa}$),
- Klasa betonu: B-45 ($f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c_{nom} = 5,0 \text{ (cm)}$
- SGU: $u_{max} < 3,0 \text{ cm}$; $w < 0,2 \text{ mm}$

Zbrojenie dolne

$$A_{sobl.} = M / (\zeta \cdot x \cdot f_{yd}) = 7,34 \text{ cm}^2$$

przyjęto **5#16** ($A_{srzecz.} = 10,05 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne

$$A_{sobl.} = M / (\zeta \cdot x \cdot f_{yd}) = 5,31 \text{ cm}^2$$

przyjęto **4#16** ($A_{srzecz.} = 8,04 \text{ cm}^2$)

POZ. 6.3 PŁYTY FUNDAMENTOWA W OSIACH 3A-3E

Zaprojektowano pod komory tuneli żelbetową płytę fundamentową o gr. 40cm. Płyta dwukierunkowo zbrojona wzmocniona dodatkowymi żebrami $b \times h$ 40x70cm w osiach podłużnych ścian, pod ścianami zewnętrznymi żebra mają wymiar 40x160cm. Ze względu na zalegający nasyp niebudowlany należy pod płytą wykonać 70cm podbudowę żwirową.
Do obliczeń przyjęto płytę na podłożu sprężystym o $K_z = 0,05 \text{ N/mm}^3$

OBCIĄŻENIA OBLICZ. DŁUŻSZEJ KRAWĘDZI WEWNĘTRZNEJ:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| a) obciążenie ze stropu w osi A-D | $G_1 = (0,25 \times 25,0 \times 1,1 + 2,0 \times 1,3) \times 7 = 66,33 \text{ kN/m}$ |
| b) obciążenie ze stropu w osi D-E | $G_2 = (0,25 \times 25,0 \times 1,1 + 5,0 \times 1,3) \times 7 = 93,63 \text{ kN/m}$ |
| c) obc. wew. ścianą żelbetową komory | $G_3 = 0,3 \times 5,75 \times 25,0 \times 1,1 = 47,44 \text{ kN/m}$ |
| d) obc. z biofiltra w osi D-E | $G_4 = 434,04 / 2,30 = 188,71 \text{ kN/m}$ |
| | RAZEM $G_{A-D} = 302,48 \text{ kN/m}$ |
| | $G_{D-E} = 141,07 \text{ kN/m}$ |

OBCIĄŻENIA OBLICZ. DŁUŻSZEJ KRAWĘDZI ZEWNĘTRZNEJ

- | | |
|--------------------------------------|--|
| a) obciążenie ze stropu w osi A-D | $G_1 = (0,25 \times 25,0 \times 1,1 + 2,0 \times 1,3) \times 3,5 = 33,16 \text{ kN/m}$ |
| b) obciążenie ze stropu w osi D-E | $G_2 = (0,25 \times 25,0 \times 1,1 + 5,0 \times 1,3) \times 3,5 = 46,82 \text{ kN/m}$ |
| c) obc. zew. ścianą żelbetową komory | $G_3 = 0,25 \times (5,75 + 3,25) \times 25,0 \times 1,1 = 61,88 \text{ kN/m}$ |
| d) obc. z biofiltra w osi D-E | $G_4 = 155,67 / 2,30 = 67,68 \text{ kN/m}$ |
| | RAZEM $G_{A-D} = 95,04 \text{ kN/m}$ |
| | $G_{D-E} = 176,38 \text{ kN/m}$ |

OBCIĄŻENIA OBLICZ. KRÓTSZEJ KRAWĘDZI

- | | |
|--------------------------------------|---|
| a) reakcja z płatwi | $G_1 = 17,81 / 2 = 8,91 \text{ kN/m}$ |
| b) obciążenie ze stropu | $G_2 = (0,25 \times 25,0 \times 1,1 + 5,0 \times 1,3) \times 1,05 = 14,04 \text{ kN/m}$ |
| c) obc. zew. ścianą żelbetową komory | $G_3 = 0,25 \times (5,75 + 3,20) \times 25,0 \times 1,1 = 61,53 \text{ kN/m}$ |
| | RAZEM $G = 84,48 \text{ kN/m}$ |

OBCIĄŻENIA OBLICZ. PUNKTOWE W OSI D

- | | |
|--------------------------------------|--|
| a) reakcja z płatwi | $G_1 = 20,92 \text{ kN}$ |
| b) obc. ścianą żelbetową osie 3B-3D | $G_2 = 0,25 \times 3,20 \times 25,0 \times 1,1 \times 7 = 154,0 \text{ kN}$ |
| c) obc. ścianą żelbetową osie 3A, 3E | $G_3 = 0,25 \times 3,20 \times 25,0 \times 1,1 \times 3,5 = 77,0 \text{ kN}$ |

OBCIĄŻENIA OBLICZ. PUNKTOWE W OSI A

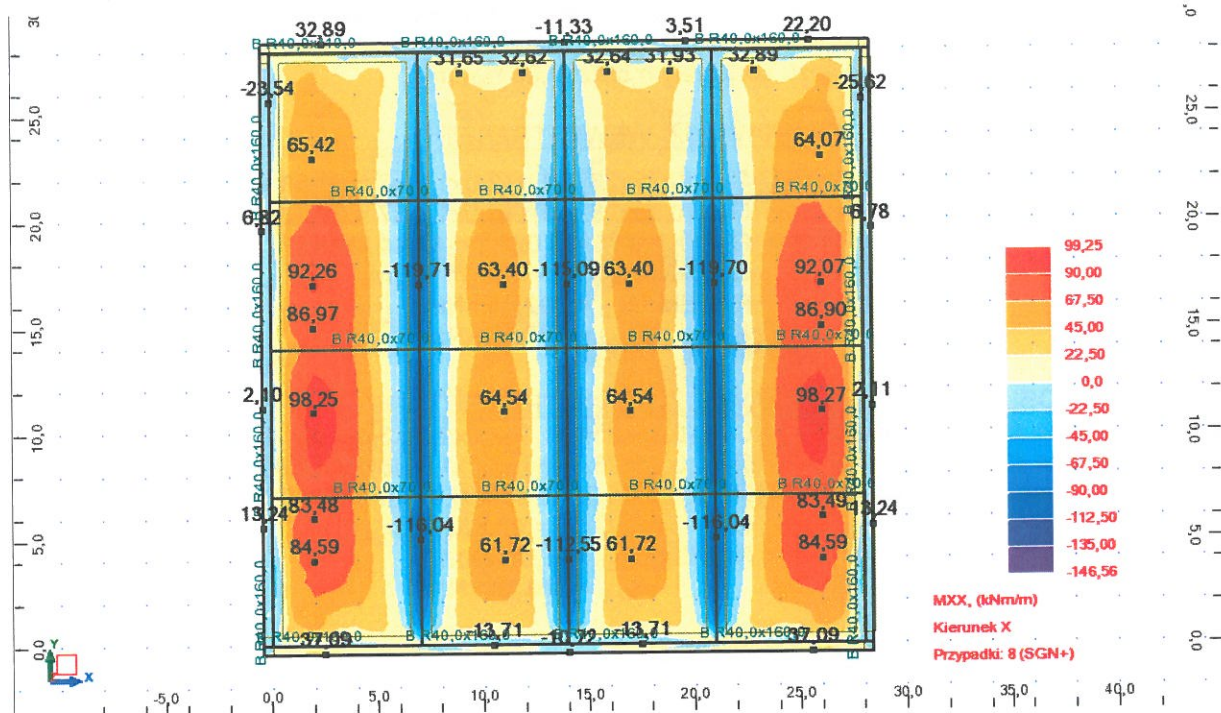
- | | |
|--------------------------------------|---|
| a) obc. ścianą żelbetową osie 3B-3D | $G_1 = 0,25 \times 3,50 \times 25,0 \times 1,1 \times 7 = 168,44 \text{ kN}$ |
| b) obc. ścianą żelbetową osie 3A, 3E | $G_2 = 0,25 \times 3,50 \times 25,0 \times 1,1 \times 3,5 = 84,22 \text{ kN}$ |

OBCIĄŻENIE CHARAKT. ŚMIECIAMI PŁYTY

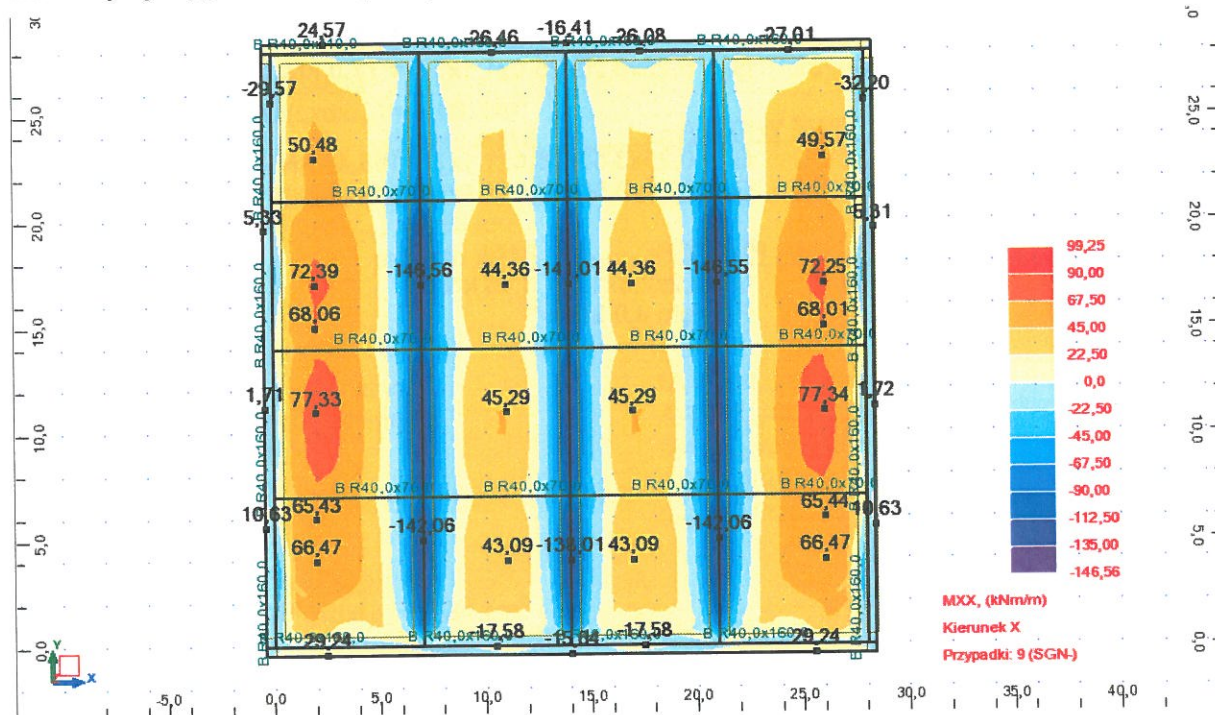
- | | |
|--|---|
| (przeciętny ciężar śmieci 220 kg/m^3) | $G = 2,2 \times 2,8 \times 1,3 = 6,16 \text{ kN/m}^2$ |
| | Przyjęto $8,0 \text{ kN/m}^2$ |

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

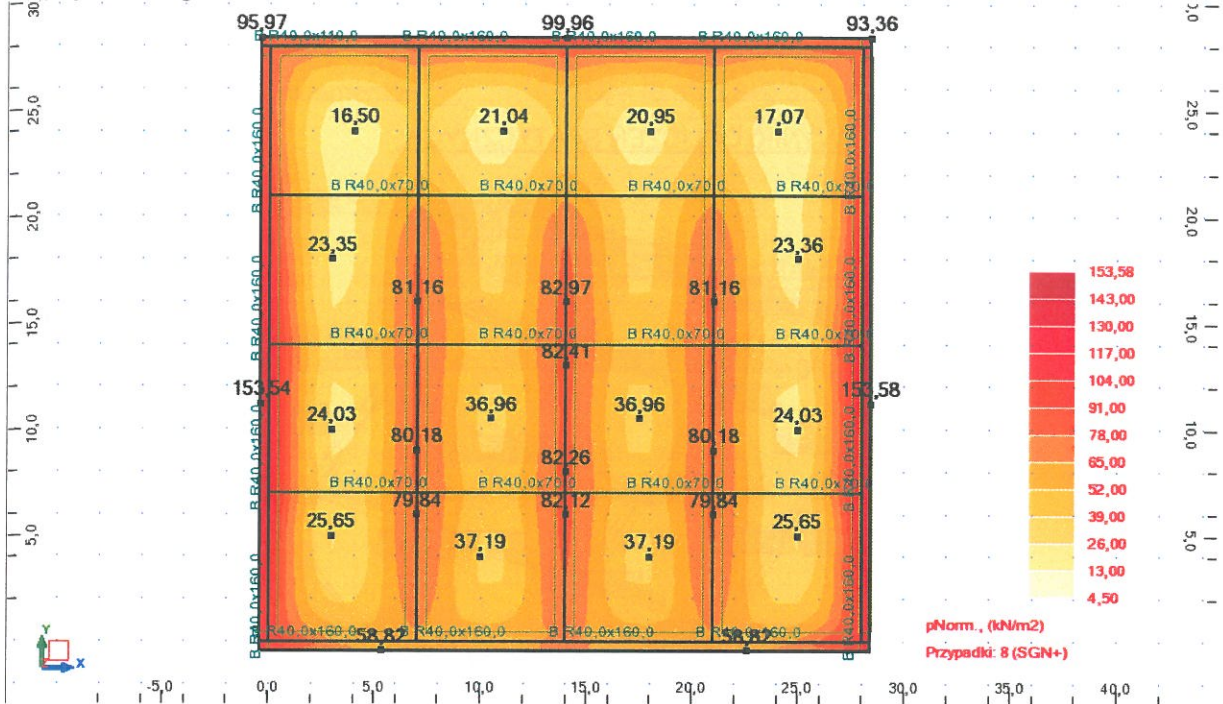
Momenty zginające max. M_{xx} [kNm]



Momenty zginające min. M_{xx} [kNm]



Napężenia w gruncie



Wymiarowanie:

- Max. moment zginający: $M_{x_{A-B}} = 99,25 \text{ kNm}$; $M_{x_B} = 146,56 \text{ kNm}$
- Klasa zbrojenia głównego: $M_{y_{E-D}} = 58,13 \text{ kNm}$; $M_{y_D} = 67,15 \text{ kNm}$
- Klasa betonu: A-IIIIN ($f_{yd} = 420 \text{ MPa}$),
- Otulina zbrojenia: B-45 ($f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}$),
- SGU: $c_{nom} = 5,0 \text{ (cm)}$
- $u_{max} < 3,0 \text{ cm}$; $w < 0,2 \text{ mm}$

Zbrojenie dolne – podporowe na kierunku X

$$A_{sobl.} = M / (\zeta_x d x f_{yd}) = 19,62 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 15cm** ($A_{srzecz.} = 20,94 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie dolne - podporowe na kierunku Y

$$A_{sobl.} = M / (\zeta_x d x f_{yd}) = 9,50 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 25cm** ($A_{srzecz.} = 12,57 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne - przęsłowe na kierunku X

$$A_{sobl.} = M / (\zeta_x d x f_{yd}) = 9,50 \text{ cm}^2$$

$$A_{sobl.} = M / (\zeta_x d x f_{yd}) = 12,73 \text{ cm}^2 \quad \text{- skrajne przęsła}$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 20cm** ($A_{srzecz.} = 15,71 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne - przęsłowe na kierunku Y

$$A_{sobl.} = M / (\zeta_x d x f_{yd}) = 9,50 \text{ cm}^2$$

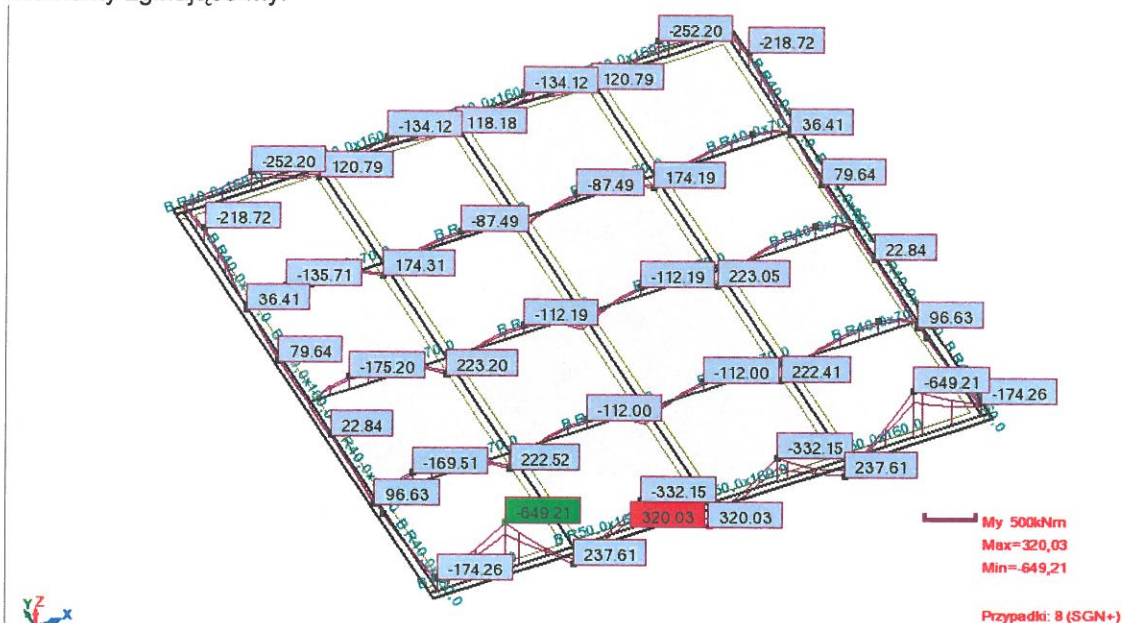
Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#20 co 25cm** ($A_{srzecz.} = 12,57 \text{ cm}^2$)

POZ. 6.3.1 ŻEBRA W OSIACH 3A-3E

Obliczenia przeprowadzono dla całego modelu płyty fundamentowej obciążonej wg. poz. 6.3
Żebra po obwodzie płyty mają wymiar 50x160cm, żebra wewnętrzne poprzeczne do ścian 40x70cm.

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

Momenty zginające M_y :



Wymiarowanie:

- b x h **50x160cm**
 - Max. moment zginający:
 - Klasa zbrojenia głównego:
 - Klasa betonu:
 - Otulina zbrojenia:
 - SGU:
- $M_1 = 649,21 \text{ kNm}$
 $A\text{-IIIIN}(f_{yd}=420 \text{ MPa}),$
 $B\text{-45}(f_{cd}=23,3 \text{ MPa}),$
 $c_{nom} = 5,0 \text{ (cm)}$
 $u_{max} < 3,0 \text{ cm}; w < 0,2 \text{ mm}$

Zbrojenie dolne

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 5,04 \text{ cm}^2$$

przyjęto **4#16** ($A_{srzecz.} = 8,04 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 9,69 \text{ cm}^2$$

przyjęto **6#16** ($A_{srzecz.} = 12,06 \text{ cm}^2$)

Wymiarowanie:

- b x h **40x70cm**
 - Max. moment zginający:
 - Klasa zbrojenia głównego:
 - Klasa betonu:
 - Otulina zbrojenia:
 - SGU:
- $M_1 = 223,20 \text{ kNm}$
 $A\text{-IIIIN}(f_{yd}=420 \text{ MPa}),$
 $B\text{-45}(f_{cd}=23,3 \text{ MPa}),$
 $c_{nom} = 5,0 \text{ (cm)}$
 $u_{max} < 3,0 \text{ cm}; w < 0,2 \text{ mm}$

Zbrojenie dolne

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 8,53 \text{ cm}^2$$

przyjęto **5#16** ($A_{srzecz.} = 10,05 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 6,66 \text{ cm}^2$$

przyjęto **4#16** ($A_{srzecz.} = 8,04 \text{ cm}^2$)

POZ. 6.4 STOPY FUNDAMENTOWY DLA SCHODÓW STALOWYCH
OBCIĄŻENIA:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| a) reakcja z kontr. schodów wg poz 5. | $G_1 = 62,48 \text{ kN}$ |
| b) ciężar elementów fundamentów | $G_2 = (0,8^2 \times 0,3 + 0,3^2 \times 0,7) \times 25,0 \times 1,1 = 7,01 \text{ kN}$ |
| c) grunt na odsadzkach | $G_3 = (0,8^2 - 0,3^2) \times 0,7 \times 18,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,2 = 8,32 \text{ kN}$ |

SPRAWDZENIE NAPREŻEŃ POD ŁAWĄ

Siły wypadkowe: $N_1 = 77,81 \text{ kN}$

Napreżenia: $q_{\max} = N_1 / (B \times L) = 121,58 \text{ kN/m}^2 < m q_f = 200 \text{ kN/m}^2$

Przyjęto stopę **80x80x30cm**

Przyjęto pod fundamenty poduszki z chudego betonu do poziomego gruntu rodzimego.

CZĘŚĆ II SKŁADOWISKO ODPADÓW – WIATA

ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ:

A. Obciążenia stałe (obc. pokryciem) (wg PN-82/B-02000, PN-82/B-02001):

Warstwa	Obc. char.	Wsp. γ_f	Obc. obl.
Papa FireSmart Solo	0,10 kN/m ²	1,2	0,12 kN/m ²
Wełna min. DACHROCK MAX ROCKWOOL gr.80mm	0,08x2,00= 0,16 kN/m ²	1,2	0,19 kN/m ²
Blacha TR	0,08 kN/m ²	1,1	0,09 kN/m ²
Suma:	0,34 kN/m²		0,40 kN/m²

B. Obciążenie zmienne

Obc. technologiczne

0,20 kN/m²

0,20x1,20 = 0,24 kN/m²

C. Obciążenie śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1

Usytuowanie obiektu – wysokość nad poziomem morza A=257m n.p.m.

Lokalizacja obiektu: Pszczyna (3 strefa obciążenia śniegiem)

$Q_k = 0,006 \times A - 0,6 = 0,94 < 1,20$

przyjęto obciążenie $Q_k = 1,20 \text{ kN/m}^2$

Kąty nachylenia połaci dachu : $\alpha = 5,0^\circ$

Obciążenie dachu:

$C_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$S_k = Q_k \times C_1$

$S_{k1} = 1,20 \times 0,8 = 0,96 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe śniegiem:

$\gamma_f = 1,5$

$S_1 = 0,96 \text{ kN/m}^2 \times 1,5 = 1,44 \text{ kN/m}^2$

D. Obciążenie wiatrem wg PN-77/B-02011/Az1

Przyjęto strefę III obciążenia wiatrem

$q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ - wg tab. 3 (H<300m npm)

Teren A – otwarty przy wysokości istniejących budynków do 10m

Współczynnik ekspozycji $C_e = 1,0$;

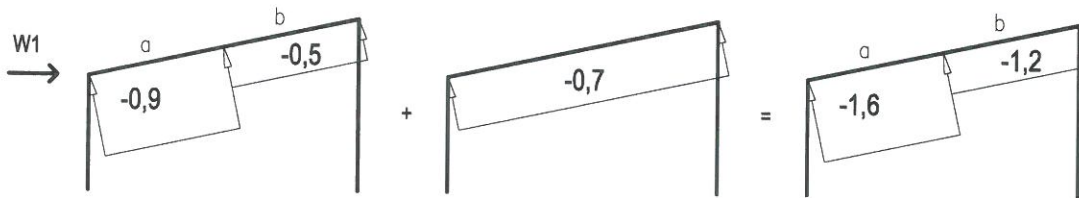
Współczynnik dynamiczny $\beta = 1,8$;

Obciążenie dachu – W1wiatr od szczytu z przodu (tab. Z1-2+ Z-8)

Współczynniki aerodynamiczne:

przy nawietrznej krawędzi dachu $C_{za} = -0,90 + (-0,7) = -1,6$;

poza nawietrzną krawędzią dachu $C_{zb} = -0,50 + (-0,7) = -1,2$;



Obciążenie charakterystyczne wiatrem:

ssanie przy nawietrznej krawędzi dachu: $w_{1ak} = (-1,6) \times 1,0 \times 1,8 \times 0,30 = -0,86 \text{ kN/m}^2$;

ssanie poza nawietrzną krawędzią dachu: $w_{1bk} = (-1,2) \times 1,0 \times 1,8 \times 0,30 = -0,65 \text{ kN/m}^2$;

Obciążenie obliczeniowe wiatrem:

ssanie przy nawietrznej krawędzi dachu: $w_{1a} = 1,5 \times (-0,86) = -1,29 \text{ kN/m}^2$;

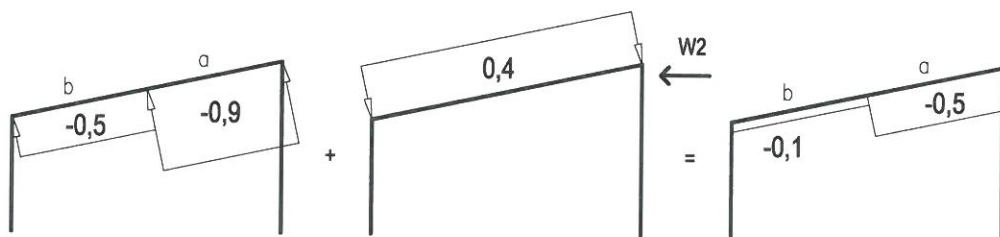
ssanie poza nawietrzną krawędzią dachu: $w_{1b} = 1,5 \times (-0,65) = -0,98 \text{ kN/m}^2$;

Obciążenie dachu – W2 wiatr od szczytu z tyłu (tab. Z1-2+ Z-8)

Współczynniki aerodynamiczne:

przy nawietrznej krawędzi dachu $C_{za} = -0,90 + 0,4 = -0,5$;

poza nawietrzną krawędzią dachu $C_{zb} = -0,5 + 0,4 = -0,1$;



Obciążenie charakterystyczne wiatrem:

ssanie przy nawietrznej krawędzi dachu: $w_{2ak} = (-0,5) \times 1,0 \times 1,8 \times 0,30 = -0,27 \text{ kN/m}^2$;

ssanie poza nawietrzną krawędzią dachu: $w_{2bk} = (-0,1) \times 1,0 \times 1,8 \times 0,30 = -0,05 \text{ kN/m}^2$;

Obciążenie obliczeniowe wiatrem:

parcie przy nawietrznej krawędzi dachu: $w_{2a} = 1,5 \times (-0,27) = 0,41 \text{ kN/m}^2$;

ssanie poza nawietrzną krawędzią dachu: $w_{2b} = 1,5 \times (-0,05) = -0,08 \text{ kN/m}^2$;

POZ. 1. KONSTRUKCJA DACHU

POZ. 1.1 BLACHA TRAPEZOWA

Obciążenia obliczeniowe:

Stałe	0,40
Śnieg	1,44
Zmienne	0,24
	$g = 2,08 \text{ kN/m}^2$

Obciążenia charakterystyczne:

Stałe	0,34
Śnieg	0,96
Zmienne	0,20
	$1,50 \text{ kN/m}^2$

Przyjęto blachę **TR 50/260x0,75** – rozstaw podpór $L=2,0\text{m}$

POZ. 1.2 PŁATWIE STALOWE

Przyjęto elementy stalowe w rozstawie co 2,0m. Schemat belki 8 przęsłowej, wolnopodpartej.

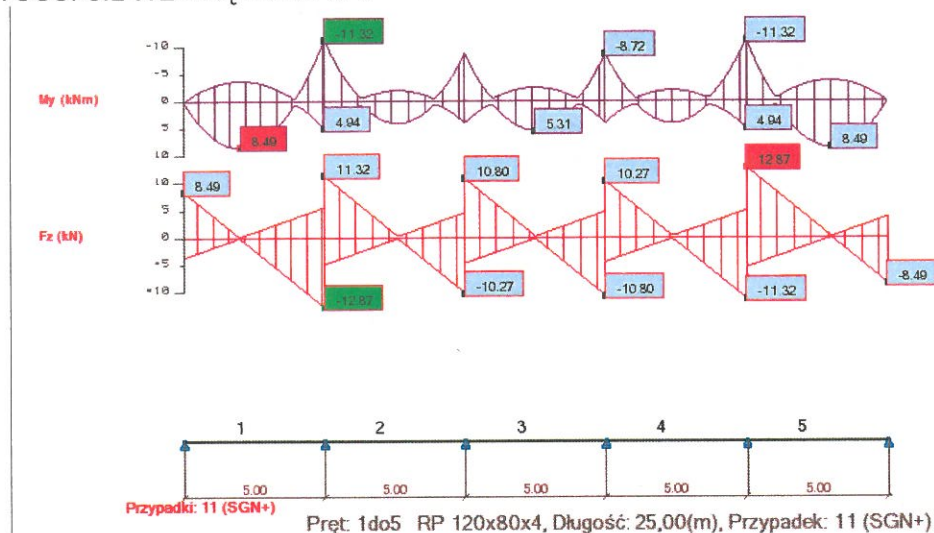
Obciążenia charakterystyczne (dostosowane do współczynników programu):

Stałe	$0,40/1,1 = 0,36 \text{ kN/m}^2$
Śnieg	$0,96 \text{ kN/m}^2$
Wiatr	$-0,86 \text{ kN/m}^2$
Technologiczne	$0,24/1,3 = 0,18 \text{ kN/m}^2$

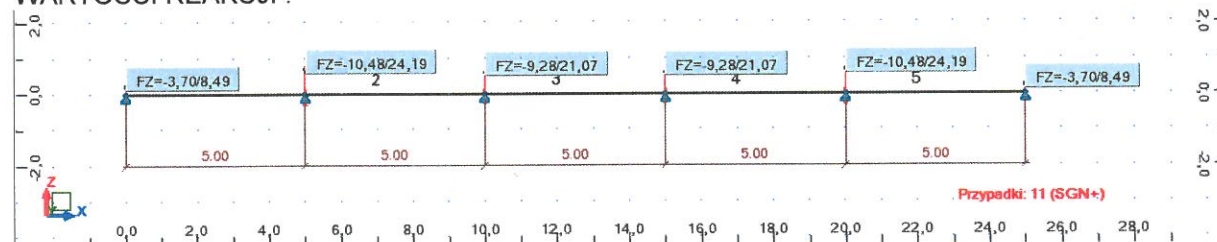
Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

WARTOŚCI SIŁ WEWNĘTRZNYCH:



WARTOŚCI REAKCJI :



ZAPROJEKTOWANO PROFIL RP 120x80x4 (S355)

MATERIAŁ: S355 $f_d = 305,00 \text{ MPa}$

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek	Prop.(uz)	Przyp.(uz)
1	RP 120x80x4	S 355	112.64	154.15	0.76	SGN	0.73	WIATR
2	RP 120x80x4	S 355	112.64	154.15	0.76	SGN	0.17	WIATR
3	RP 120x80x4	S 355	112.64	154.15	0.58	SGN	0.35	WIATR
4	RP 120x80x4	S 355	112.64	154.15	0.76	SGN	0.17	WIATR
5	RP 120x80x4	S 355	112.64	154.15	0.76	SGN	0.73	WIATR

NR 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$
 $L_d = 5.00 \text{ m}$

$La_L = 0.31$
 $N_z = 130.40 \text{ kN}$

$N_w = 85931.45 \text{ kN}$
 $M_{cr} = 205.70 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$f_i L = 1.00$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$M_y / (f_i L \cdot M_{ry}) = 11.32 / (1.00 \cdot 14.97) = 0.76 < 1.00$

$V_z / V_{rz} = 0.08 < 1.00$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_z = 1.8 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L / 200.00 = 2.5 \text{ cm}$

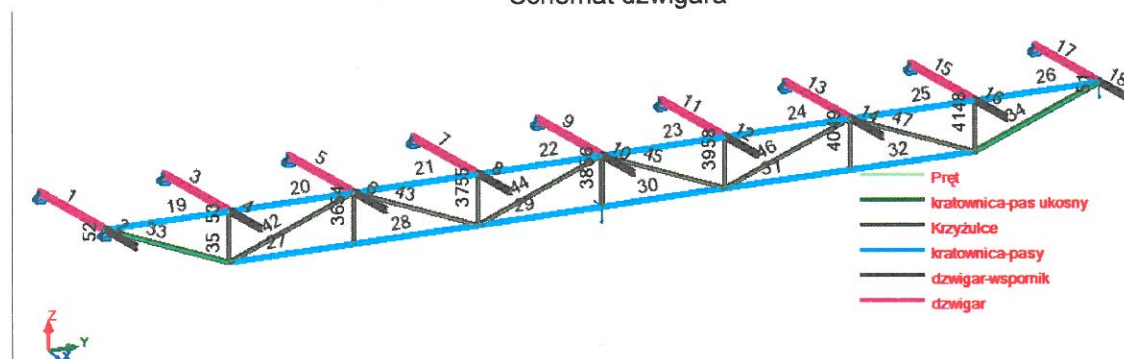
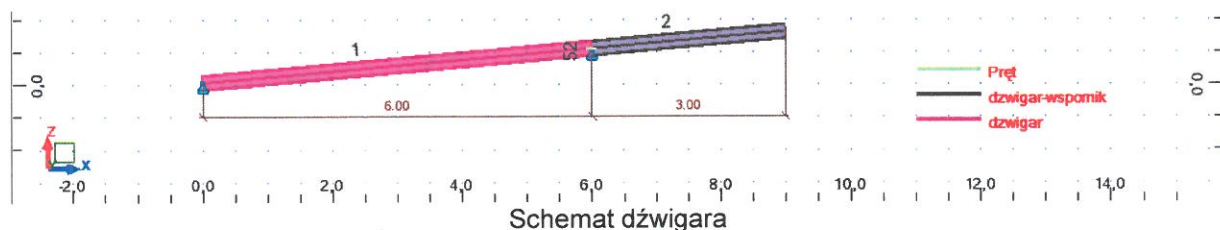
Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 13 SGU /34/ $1 \cdot 1.00 + 2 \cdot 1.00 + 8 \cdot 1.00$

Profil poprawny !!!

POZ. 1.3 DŹWIGAR STALOWY

Przyjęto elementy stalowe w rozstawie co 5,0m. Schemat dźwigara dwuprzęsłowy, przegubowo podparty, drugie przęsło to 3m wspornik.

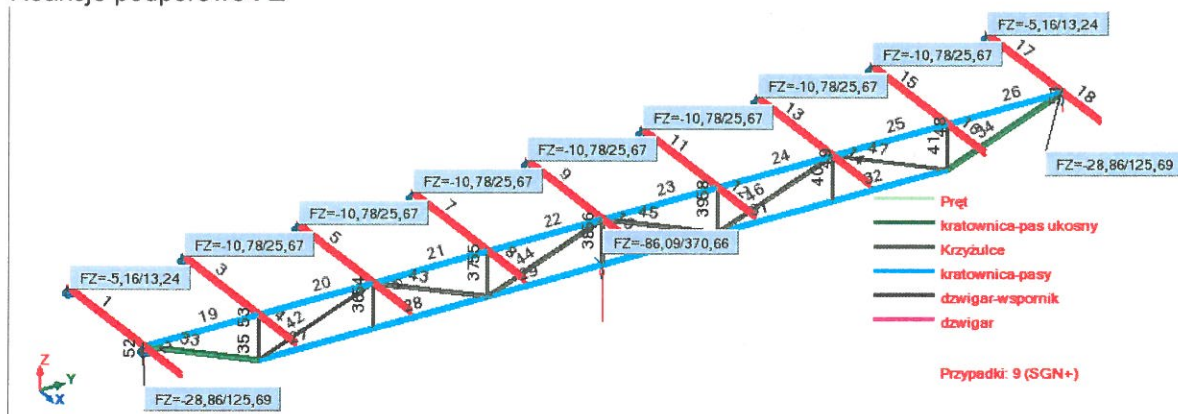


Obciążenia charakterystyczne (dostosowane do współczynników programu):

Stałe+płatwie	$0,40/1,1+0,11/2 = 0,42 \text{ kN/m}^2$
Śnieg	$0,96 \text{ kN/m}^2$
Wiatr	$-0,86 \text{ kN/m}^2$ – przy krawędzi nawietrznej
	$-0,65 \text{ kN/m}^2$
Technologiczne	$0,24/1,3 = 0,18 \text{ kN/m}^2$
Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym	

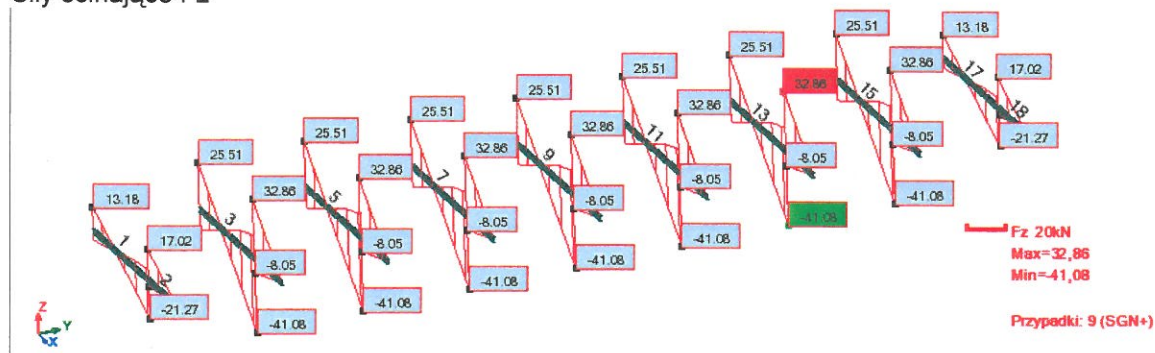
WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

Reakcje podporowe FZ

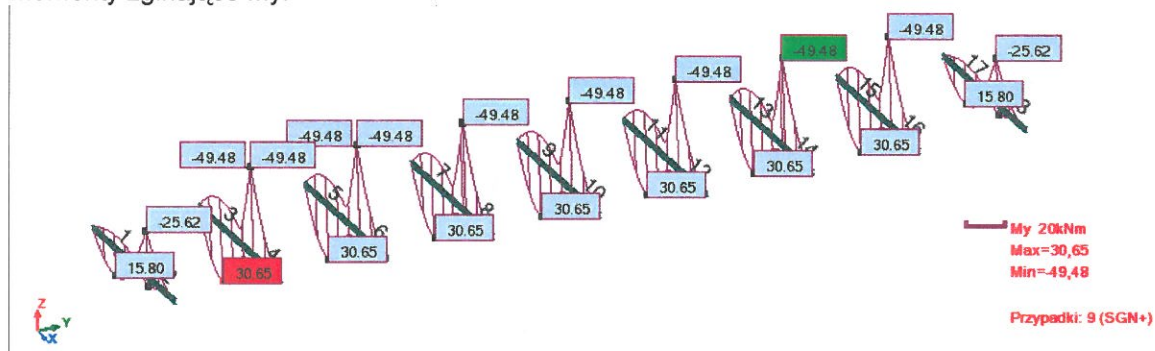


WARTOŚCI SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Siły ścinające Fz



Momenty zginające My:



ZAPROJEKTOWANO PROFIL IN 240 (St3S)

MATERIAŁ: St3S $f_d = 215.00 \text{ MPa}$

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

STAROSTWO POWIATOWE
W PSZCZYNIE
WYDZIAŁ ARCHITEKTURY I BUDOWNICTWA

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek	Prop.(uz)	Przyp.(uz)
1	IN 240	STAL	62.73	91.34	0.37	SGN	0.10	SGU
2	IN 240	STAL	62.72	182.69	0.46	SGN	0.19	SGU
3	IN 240	STAL	62.73	91.34	0.72	SGN	0.20	SGU
4	IN 240	STAL	62.72	182.69	0.88	SGN	0.67	SGU
5	IN 240	STAL	62.73	91.34	0.72	SGN	0.20	SGU
6	IN 240	STAL	62.72	182.69	0.88	SGN	0.77	SGU
7	IN 240	STAL	62.73	91.34	0.72	SGN	0.20	SGU
8	IN 240	STAL	62.72	182.69	0.88	SGN	0.65	SGU
9	IN 240	STAL	62.73	91.34	0.72	SGN	0.20	SGU
10	IN 240	STAL	62.72	182.69	0.88	SGN	0.38	SGU
11	IN 240	STAL	62.73	91.34	0.72	SGN	0.20	SGU
12	IN 240	STAL	62.72	182.69	0.88	SGN	0.65	SGU
13	IN 240	STAL	62.73	91.34	0.72	SGN	0.20	SGU
14	IN 240	STAL	62.72	182.69	0.88	SGN	0.77	SGU
15	IN 240	STAL	62.73	91.34	0.72	SGN	0.20	SGU
16	IN 240	STAL	62.72	182.69	0.88	SGN	0.67	SGU
17	IN 240	STAL	62.73	91.34	0.37	SGN	0.10	SGU
18	IN 240	STAL	62.72	182.69	0.46	SGN	0.19	SGU



PARAMETRY PRZEKROJU: IN 240

h=24.0 cm

b=10.6 cm

tw=0.9 cm

tf=1.3 cm

Ay=27.77 cm²Iy=4250.00 cm⁴Az=20.88 cm²Iz=221.00 cm⁴Wely=354.17 cm³Ax=46.10 cm²Ix=27.20 cm⁴Welz=41.70 cm³

NR 3

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = -3.57 kN

My = -49.48 kN*m

Nrt = 991.15 kN

Mry = 76.15 kN*m

Mry_v = 76.15 kN*m

Vz = -41.08 kN

Vrz_n = 260.37 kN

KLASA PRZEKROJU = 1



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00

La_L = 0.77

Nw = 3727.16 kN

fi L = 0.91

Ld = 2.00 m

Nz = 1117.86 kN

Mcr = 168.84 kN*m

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

 $N/Nrt + My/(fiL \cdot Mry) = 0.00 + 0.72 = 0.72 < 1.00$ $Vz/Vrz_n = 0.16 < 1.00$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

 $uz = 0.6 \text{ cm} < uz_{max} = L/200.00 = 3.0 \text{ cm}$

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 11 SGU /7/ 1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00

Profil poprawny !!!

NR 4

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = 2.85 kN

My = -49.48 kN*m

Nrc = 991.15 kN

Mry = 76.15 kN*m

Mry_v = 76.15 kN*m

Vz = 32.86 kN

Vrz = 260.37 kN

KLASA PRZEKROJU = 1 By*Mymax = -49.48 kN*m



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$
 $L_d = 2.00 \text{ m}$

$La_L = 1.01$
 $N_z = 279.46 \text{ kN}$

$N_w = 3727.16 \text{ kN}$
 $M_{cr} = 98.18 \text{ kN}\cdot\text{m}$

$f_i L = 0.75$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_y = 3.01 \text{ m}$
 $L_{wy} = 6.02 \text{ m}$
 $\lambda_y = 62.72$

$\lambda_y = 0.74$
 $N_{cr y} = 2370.77 \text{ kN}$
 $f_i y = 0.88$



względem osi Z:

$L_z = 2.00 \text{ m}$
 $L_{wz} = 4.00 \text{ m}$
 $\lambda_z = 182.69$

$\lambda_z = 2.17$
 $N_{cr z} = 279.46 \text{ kN}$
 $f_i z = 0.20$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(f_i \cdot N_{cr}) + B_y \cdot M_{y_{max}}/(f_i L \cdot M_{ry}) = 0.01 + 0.87 = 0.88 < 1.00$ - Delta $z = 1.00$
 $V_z/V_{rz} = 0.13 < 1.00$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$u_z = 1.6 \text{ cm} < u_{z \text{ max}} = L/125.00 = 2.4 \text{ cm}$

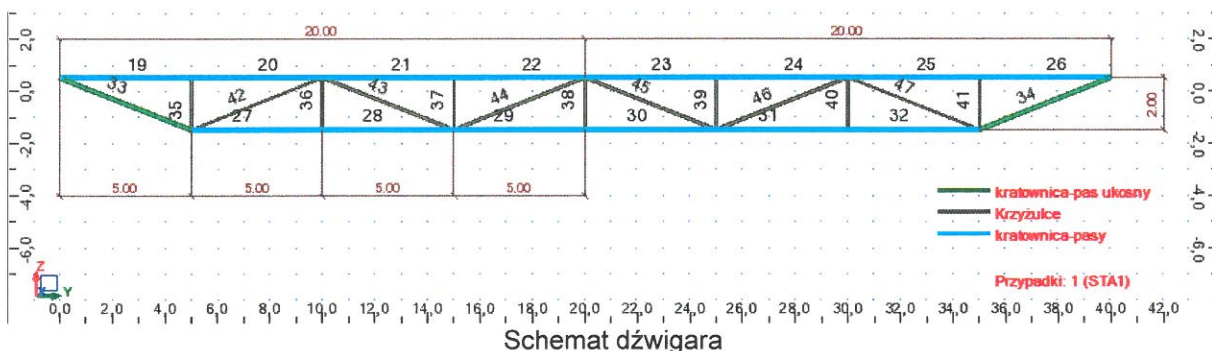
Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 11 SGU /7/ 1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00

Profil poprawny !!!

POZ. 1.4 DŹWIGAR KRATOWY

Przyjęto dźwigar stalowy o schemacie 2-przęsłowym, swobodnie podpartym. Przyjęto równoległe pasy kratownicy.

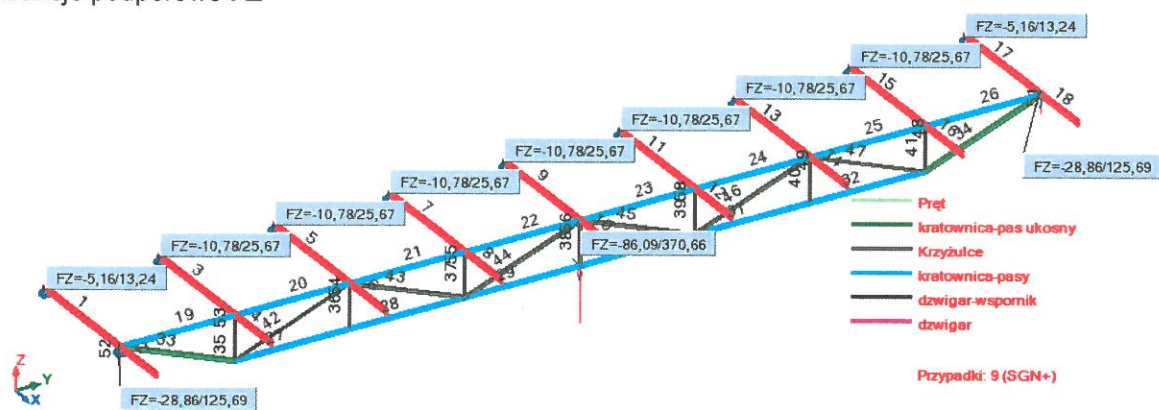


Obciążenia przyjęto wg poz. 1.3.

Ciężar własny został automatycznie uwzględniony w programie obliczeniowym.

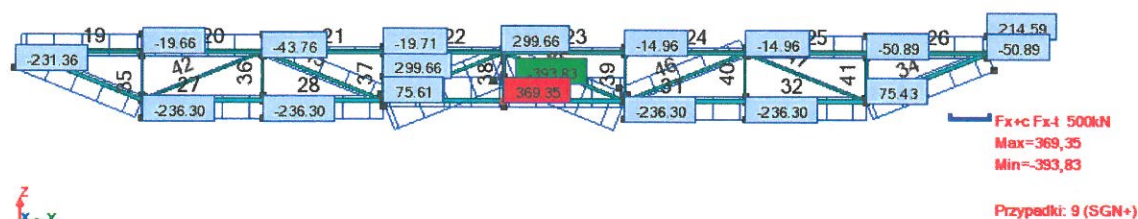
WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

Reakcje podporowe FZ



WARTOŚCI SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Siły Fx



MATERIAŁ: St3S $f_d = 215.00 \text{ MPa}$

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

Pręt	Profil	Materiał	Lay	Laz	Wyteż.	Przypadek
19	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.61	SGN
20	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.63	SGN
21	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.23	SGN
22	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.21	SGN
23	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.21	SGN
24	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.23	SGN
25	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.63	SGN
26	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.61	SGN
27	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.44	SGN
28	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.44	SGN
29	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.82	SGN
30	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.82	SGN
31	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.44	SGN
32	RK 150x5	STAL	84.97	84.97	0.44	SGN
33	RK 150x5	STAL	91.51	91.51	0.41	SGN
34	RK 150x5	STAL	91.51	91.51	0.41	SGN
35	RK 80x3	STAL	51.24	51.24	0.44	SGN
36	RK 80x3	STAL	51.24	51.24	0.01	SGN
37	RK 80x3	STAL	51.24	51.24	0.44	SGN
38	RK 120x5	STAL	34.34	34.34	0.80	SGN
39	RK 80x3	STAL	51.24	51.24	0.44	SGN
40	RK 80x3	STAL	51.24	51.24	0.01	SGN
41	RK 80x3	STAL	51.24	51.24	0.44	SGN
42	RK 80x3	STAL	137.98	137.98	0.42	SGN
43	RK 120x5	STAL	92.46	92.46	0.70	SGN
44	RK 120x5	STAL	92.46	92.46	0.86	SGN
45	RK 120x5	STAL	92.46	92.46	0.86	SGN
46	RK 120x5	STAL	92.46	92.46	0.70	SGN
47	RK 80x3	STAL	137.98	137.98	0.42	SGN

NR30**PARAMETRY PRZEKROJU:** RK 150x5

$h=15.0$ cm	$A_y=14.18$ cm ²	$A_z=14.18$ cm ²	$A_x=28.36$ cm ²
$b=15.0$ cm	$I_y=982.12$ cm ⁴	$I_z=982.12$ cm ⁴	$I_x=1526.73$ cm ⁴
$t_w=0.5$ cm	$W_{ey}=130.95$ cm ³	$W_{ez}=130.95$ cm ³	
$t_f=0.5$ cm			

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 299.66$ kN	$M_y = 0.88$ kN*m		
$N_{rc} = 596.67$ kN	$M_{ry} = 27.55$ kN*m		
	$M_{ry_v} = 27.55$ kN*m	$V_z = 0.05$ kN	
KLASA PRZEKROJU = 4	$B_y \cdot M_{y_{max}} = 0.88$ kN*m	$V_{rz} = 176.82$ kN	

**PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:**

$z = 1.00$	$La_L = 0.18$	$N_w = 176345.21$ kN	$f_i L = 1.00$
$L_d = 5.00$ m	$N_z = 794.84$ kN	$M_{cr} = 1092.08$ kN*m	

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

względem osi Y:

$L_y = 5.00$ m	$\Lambda_y = 1.00$
$L_{wy} = 5.00$ m	$N_{cr y} = 794.84$ kN
$\Lambda_y = 84.97$	$f_i y = 0.65$



względem osi Z:

$L_z = 5.00$ m	$\Lambda_z = 1.00$
$L_{wz} = 5.00$ m	$N_{cr z} = 794.84$ kN
$\Lambda_z = 84.97$	$f_i z = 0.65$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(f_i \cdot N_{rc}) = 0.77 < 1.00$; $N/(f_i \cdot N_{rc}) + B_y \cdot M_{y_{max}}/(f_i L \cdot M_{ry}) = 0.77 + 0.03 = 0.80 < 1.00$ - Delta $y = 0.99$
 $V_z/V_{rz} = 0.00 < 1.00$

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE*Ugięcia* $u_z = 0.1$ cm $< u_{z \max} = L/250.00 = 2.0$ cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 11 SGU /7/ 1*1.00 + 2*1.00 + 6*1.00**Profil poprawny !!!****NR44****PARAMETRY PRZEKROJU:** RK 120x5

$h=12.0$ cm	$A_y=11.18$ cm ²	$A_z=11.18$ cm ²	$A_x=22.36$ cm ²
$b=12.0$ cm	$I_y=485.47$ cm ⁴	$I_z=485.47$ cm ⁴	$I_x=778.50$ cm ⁴
$t_w=0.5$ cm	$W_{ey}=80.91$ cm ³	$W_{ez}=80.91$ cm ³	
$t_f=0.5$ cm			

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = -393.64$ kN	$M_y = 0.64$ kN*m
$N_{rt} = 480.74$ kN	$M_{ry} = 17.40$ kN*m
	$M_{ry_v} = 17.40$ kN*m

KLASA PRZEKROJU = 1

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/N_{rt} + M_y/(f_i L \cdot M_{ry}) = 0.82 + 0.04 = 0.86 < 1.00$

Profil poprawny !!!**UGIĘCIE KRATOWNICY** $u_z = 3.1$ cm $< u_{z \max} = L/250.00 = 8.0$ cm

POZ. 2 . RDZENIE ŻELBETOWE

POZ.2.1 RDZENIE W OSIACH 2/A,C

Geometria:

- grubość $h = 0,70\text{m}$
- szerokość $b = 0,70\text{m}$
- wysokość $H = 9,20\text{m}$
- smukłość $\lambda = 9,2 \cdot 2/0,7 = 26,29 < 30$

Obciążenia:

$$N = 125,69 \text{ kN}$$

$$P = 6,28 \text{ kN} \rightarrow M = 6,28 \times 9,20 = 57,78 \text{ kNm}$$

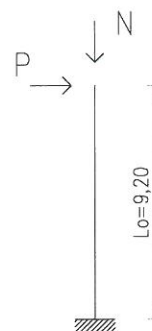
- Beton: B25 $f_{cd} = 13,33 \text{ (MPa)}$
- Zbrojenie podłużne: A-III (34GS) $f_{yk} = 410,00 \text{ (MPa)}$
- Zbrojenie poprzeczne: A-I $f_{yk} = 240,00 \text{ (MPa)}$

Zbrojenie:

Pręty główne (RB400W): $2 \times (4 \#16)$ na osi y

Pręty konstrukcyjne (RB400W): $2 \times (3\#16)$ na osi x

Zbrojenie poprzeczne (A-I): $2\#8$ co 25cm



POZ.2.2 RDZENIE W OSIACH 2/B

Geometria:

- grubość $h = 0,70\text{m}$
- szerokość $b = 0,80\text{m}$
- wysokość $H = 7,20\text{m}$
- smukłość $\lambda = 7,2 \cdot 2/0,7 = 20,57 < 30$

Obciążenia:

$$N = 370,66 \text{ kN}$$

$$P = 18,53 \text{ kN} \rightarrow M = 18,53 \times 7,20 = 133,42 \text{ kNm}$$

- Beton: B25 $f_{cd} = 13,33 \text{ (MPa)}$
- Zbrojenie podłużne: A-III (34GS) $f_{yk} = 410,00 \text{ (MPa)}$
- Zbrojenie poprzeczne: A-I $f_{yk} = 240,00 \text{ (MPa)}$

Zbrojenie:

Pręty główne (RB400W): $2 \times (5 \#16)$ na boku h

Pręty konstrukcyjne (RB400W): $2 \times (3\#16)$ na boku b

Zbrojenie poprzeczne (A-I): $2\#8$ co 25cm



POZ.3. FUNDAMENTY

Grunt rodzimy: glina pylasta t_{pl} „C” $I_L = 0,12$

Do obliczeń przyjęto graniczną wartość naprężeń $m_{qf} = 200 \text{ kPa}$.

Przyjęto pod ławy poduszki z chudego betonu do poziomu gruntu rodzimego.

POZ.3.1 ŁAWY POD SCIANĘ ŻELBETOWĄ

OBCIĄŻENIA:

- a) ciężar ścian $G_1 = 8,15\text{m} \times 0,30\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 \times 1,1 = 67,24 \text{ kN/m}$
- b) ciężar z dachu $G_2 = 25,67 \text{ kN} / 5,0\text{m} = 5,13 \text{ kN/m}$
- c) ciężar elementów fundamentów $G_3 = (0,5 \times 1,0 - 0,2 \times 0,7) \times 25,0 \times 1,1 = 9,90 \text{ kN/m}$
- d) grunt na odsadzkach $G_4 = 0,2 \times 0,7 \times 18,0 \text{ kN/m}^3 \times 1,2 = 3,02 \text{ kN/m}$

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ POD ŁAWĄ

Siły wypadkowe:

$$N_1 = 85,29 \text{ kN}$$

Naprężenia:

$$q_{\max} = N_1 / (B \times 1) = 170,58 \text{ kN/m}^2 < m_{qf} = 200 \text{ kN/m}^2$$

Przyjęto ławę **50x30cm**, zbrojenie ław **8#12**, strzemiona **#8 co 20cm**.

POZ.3.2 STOPA FUNDAMENTOWA W OSI 2/B

OBCIĄŻENIA:

- | | |
|---------------------------------|---|
| a) ciężar rdzenia | $G_1 = 0,8\text{m} \times 0,8\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 \times 6,5\text{m} \times 1,1 = 114,40 \text{ kN}$ |
| b) ciężar z dachu | $G_2 = 370,66 \text{ kN}$ |
| c) ciężar elementów fundamentów | $G_3 = (1,8^2 \times 0,3 + 0,8^2 \times 0,7) \times 25,0 \times 1,1 = 39,05 \text{ kN}$ |
| d) grunt na odsadzkach | $G_4 = (1,8^2 - 0,8^2) \times 0,7 \times 18,0\text{kN/m}^3 \times 1,2 = 39,31 \text{ kN}$ |

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ POD ŁAWĄ

Siły wypadkowe: $N_1 = 563,42\text{kN}$

Naprężenia: $q_{\max} = N_1 / (B \times L) = 173,90\text{kN/m}^2 < m q_t = 200\text{kN/m}^2$

Przyjęto stopę **180x180x30cm**, zbrojenie #12 co 20cm.

POZ.3.3 STOPY FUNDAMENTOWA W OSIACH 2/A,C

OBCIĄŻENIA:

- | | |
|---------------------------------|--|
| a) ciężar rdzenia | $G_1 = 0,6\text{m} \times 0,6\text{m} \times 25\text{kN/m}^3 \times 8,5\text{m} \times 1,1 = 84,15 \text{ kN}$ |
| b) ciężar z dachu | $G_2 = 125,69 \text{ kN}$ |
| c) ciężar elementów fundamentów | $G_3 = (1,8 \times 1,2 \times 0,3 + 0,6^2 \times 0,7) \times 25,0 \times 1,1 = 24,75 \text{ kN}$ |
| d) grunt na odsadzkach | $G_4 = (1,8 \times 1,2 - 0,6^2) \times 0,7 \times 18,0\text{kN/m}^3 \times 1,2 = 27,22 \text{ kN}$ |

SPRAWDZENIE NAPRĘŻEŃ POD ŁAWĄ

Siły wypadkowe: $N_1 = 261,81\text{kN}$

Naprężenia: $q_{\max} = N_1 / (B \times L) = 121,21\text{kN/m}^2 < m q_t = 200\text{kN/m}^2$

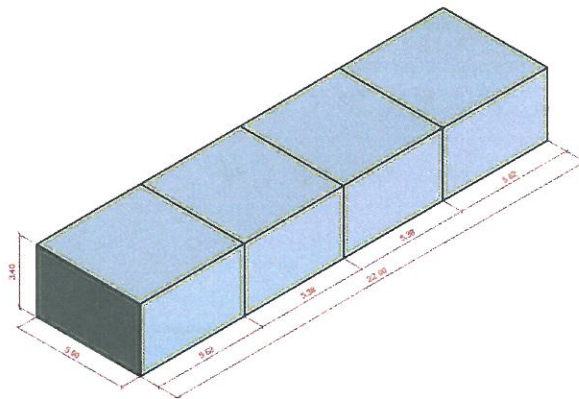
Przyjęto stopę **180x120x30cm**, zbrojenie #12 co 20cm.

CZĘŚĆ III ZBIORNIKI NA WODĘ

POZ. 1. ZBIORNIK 4-KOMOROWY NA WODĘ DESZCZOWĄ

Zaprojektowano żelbetową konstrukcję 4-komorowego zbiornika. Przyjęto płytę fundamentową na podłożu sprężystym o $K_z=0,0074\text{N/mm}^3$. Ciężar własny konstrukcji wygenerowano i uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym. Przyjęto obciążenie gruntem na strop zbiornika, jak i jego parcie na ściany. Obciążenie zmienne przewidziano jako równomiernie rozłożone od samochodu ciężarowego oraz od parcia wody na ściany i płytę fundamentową.

Model obliczeniowy



POZ. 1.1 PŁYTA STROPOWA

Dane ogólne: Strop zbiornika wykonany jako płyta żelbetowa, monolityczna, oparta na ścianach żelbetowych zbiornika. Strop krzyżowo zbrojony gr. 30cm. Beton wodoszczelny C25/30(B30) W12, stal A-IIIN.

Klasa ekspozycji XC2

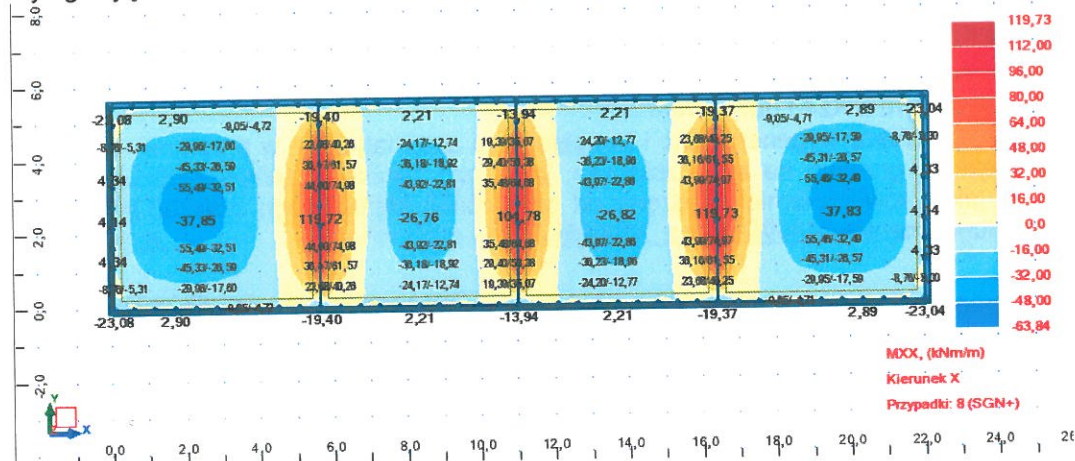
Obciążenia charakterystyczne dla programu Robot:

Stałe		
	grunt $1,8 \text{ kN/m}^3 \times 1,6\text{m}$	$28,8 \text{ kN/m}^2$
Zmienne		
	samochód 10 kN/m^2	$10,0 \text{ kN/m}^2$

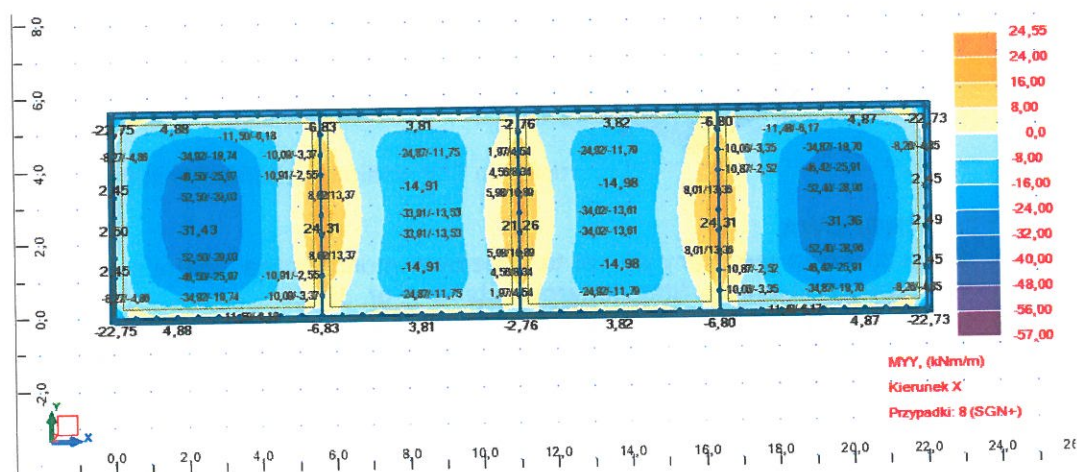
Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH: (Strop oparty w sposób przegubowy na krawędziach)

Momenty zginające max. Mxx



Momenty zginające max. Myy



Wymiarowanie – podpora:

- Max. moment zginający: $M=119,73\text{kNm}$;
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIN($f_{yd}=420\text{MPa}$),
- Klasa betonu: B-30($f_{cd}=16,7\text{MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c=3,0\text{ (cm)}$

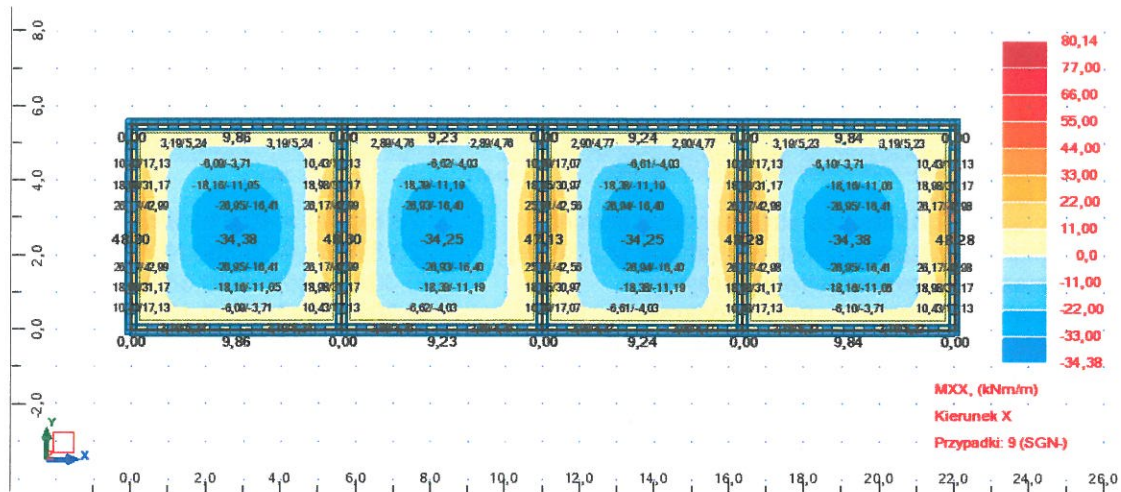
$$A_{sobl.} = M / (\zeta \cdot x \cdot d \cdot f_{yd}) = 19,50\text{cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#16/20 co 10cm**
($A_{sierzcz.}=25,75\text{cm}^2$)

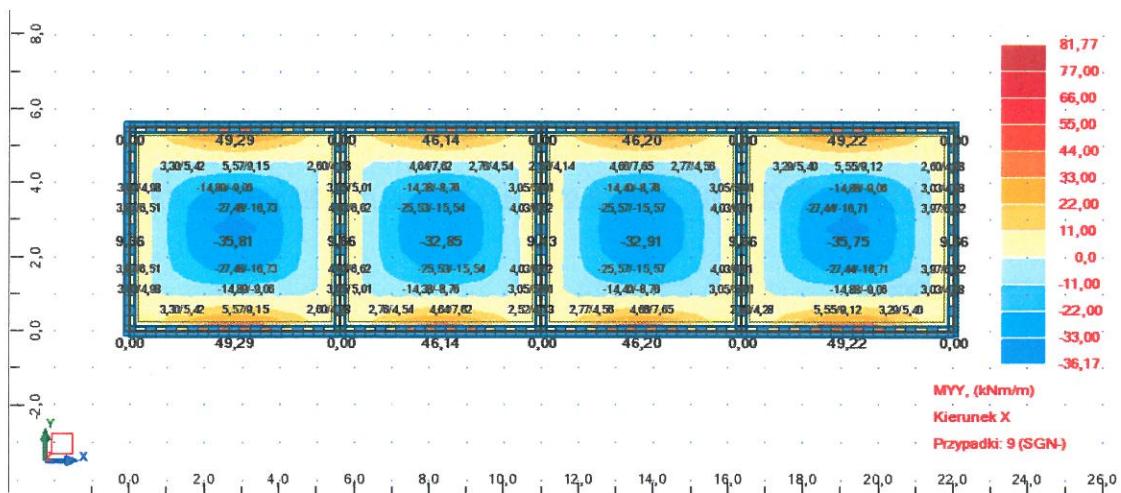
Szerokość rozwarcia rys nie przekracza rozwarcia dopuszczalnego: $a = 0,18\text{ mm} < a_{lim} = 0,20\text{ mm}$
Max. ugięcie wynosi $f_{obl}=0,9\text{ (cm)} < \text{Dopuszczalne ugięcie : } f_{lim}=3,0\text{ cm}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH: (Strop utwierdzony po obwodzie płyty)

Momenty zginające min. Mxx



Momenty zginające min. Myy



Wymiarowanie – przeszło:

- Max. moment zginający: $M=35,81\text{kNm}$;
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIN($f_{yd}=420\text{MPa}$),
- Klasa betonu: B-30($f_{cd}=16,7\text{MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c = 3,0$ (cm)

$$A_{\text{soł.}} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 6,70 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#16 co 20cm** ($A_{\text{srzecz.}} = 10,05\text{cm}^2$)

W narożach płytę dozbroić **#16 co 10 cm**

POZ. 1.2 ŚCIANY ŻELBETOWE PODŁUŻNE

Dane ogólne: Ściana żelbetowa, monolityczna gr.30cm.
Beton wodoszczelny C25/30(B30) W12, stal A-IIIIN.

Klasa ekspozycji XC2, nie dopuszcza się wystąpienia rys od strony zbiornika $w=0$ cm, dopuszcza się wystąpienie rys po stronie zewnętrznej (od strony gruntu) $w=0,2$ cm.

Płytę projektowano na momenty zginające od parcia gruntu i wody.

Obciążenia charakterystyczne dla programu Robot:

Obciążenie ze stropu:

Obciążenie gruntem ze stropu (stropy skrajne)	$28,8 \times 1,41 = 40,61 \text{ kN/m}$
Obciążenie gruntem ze stropu (stropy środkowe)	$28,8 \times 1,35 = 38,88 \text{ kN/m}$
Obciążenie stropem (stropy skrajne)	$0,30 \times 1,41 \times 25 = 10,58 \text{ kN/m}$
Obciążenie stropem (stropy środkowe)	$0,30 \times 1,35 \times 25 = 10,13 \text{ kN/m}$
Obciążenie zmienne ze stropu (stropy skrajne)	$10,0 \times 1,41 = 14,10 \text{ kN/m}$
Obciążenie zmienne ze stropu (stropy środkowe)	$10,0 \times 1,35 = 13,50 \text{ kN/m}$

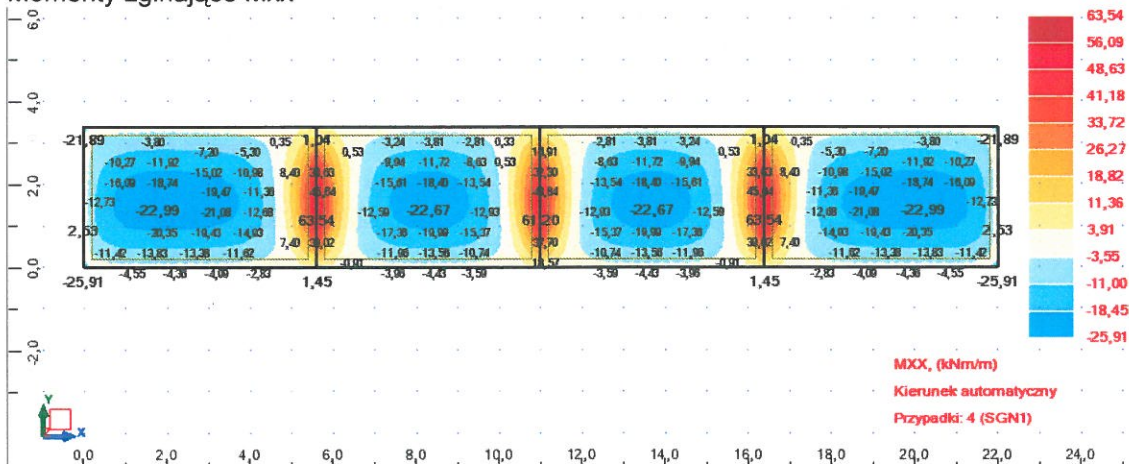
Obciążenie ściany:

Obciążenie stałe parciem gruntu (obc. trapezowe glina pylastą twardo-plastyczną):	
- przy górnej krawędzi ściany	$g_1 = 21 \times 1,5 \times 0,6 = 18,90 \text{ kN/m}^2$
- przy dolnej krawędzi ściany	$g_2 = 21 \times 4,9 \times 0,6 = 61,74 \text{ kN/m}^2$
Obciążenie zmienne parciem wody (obc. trójkątne wodą):	
- na wysokości 1,8m lustra wody	$q_1 = 0 \text{ kN/m}^2$
- przy płycie dennej	$q_2 = 10 \times 1,8 = 18 \text{ kN/m}^2$

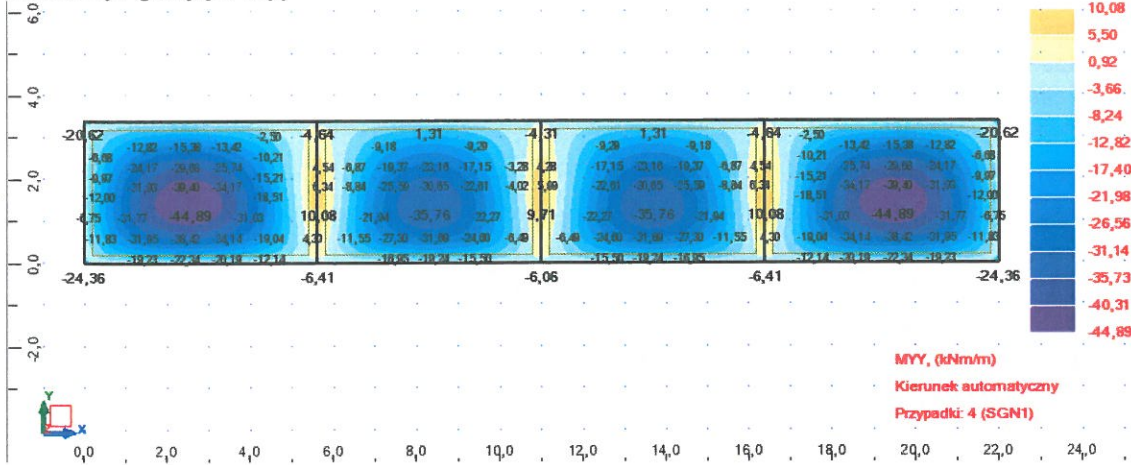
Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH: (Ściana oparta w sposób przegubowo na krawędziach)

Momenty zginające M_{xx}

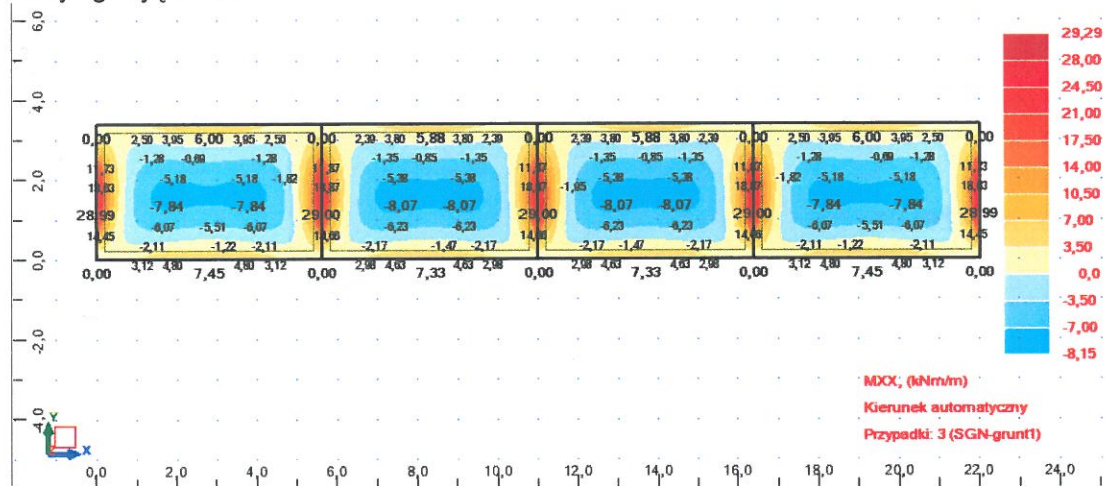


Momenty zginające M_{yy}

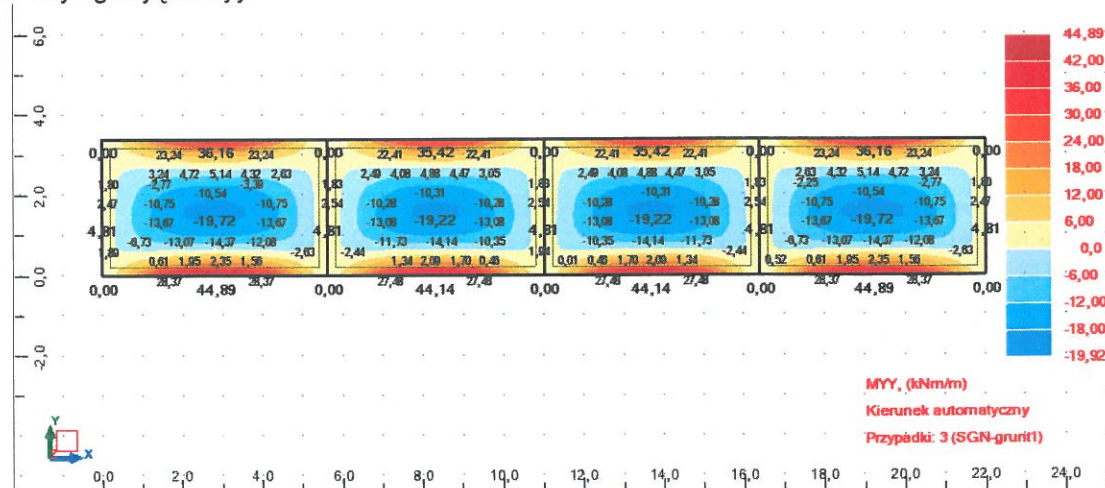


WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH: (Ściana utwardzona po obwodzie)

Momenty zginające M_{xx}



Momenty zginające M_{yy}



Wymiarowanie – podpora:

- Max. moment zginający: $M=63,54\text{kNm}$;
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIN($f_{yd}=420\text{MPa}$),
- Klasa betonu: B-30($f_{cd}=16,7\text{MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c=3,0\text{ (cm)}$
- $A_{sobl.} = M/(\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) = 11,30\text{cm}^2$

Przyjęto zbrojenie:

#16 co 10 cm o $A_s=20,10\text{cm}^2$

Wymiarowanie – przęsło:

- Max. moment zginający: $M=44,89\text{kNm}$;
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIN($f_{yd}=420\text{MPa}$),
- Klasa betonu: B-30($f_{cd}=16,7\text{MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c=3,0\text{ (cm)}$
- $A_{sobl.} = M/(\zeta \cdot d \cdot f_{yd}) = 6,70\text{cm}^2$

Przyjęto zbrojenie:

#16 co 20 cm o $A_s=10,05\text{cm}^2$

Dla ściany szerokość rozwarcia rys nie przekracza rozwarcia dopuszczalnego:

$a = 0,16\text{ mm} < a_{lim} = 0,20\text{mm}$ – od strony zewnętrznej zbiornika

$a = 0\text{ mm} < a_{lim} = 0,20\text{ mm}$ – od strony wewnętrznej zbiornika

POZ. 1.3 ŚCIANY ŻELBETOWE SZCZYTOWE

Dane ogólne: Ściana żelbetowa, monolityczna gr.30cm.

Beton wodoszczelny C25/30(B30) W12, stal A-IIIN.

Klasa ekspozycji XC2, nie dopuszcza się wystąpienia rys od strony zbiornika $w=0\text{ cm}$, dopuszcza się wystąpienie rys po stronie zewnętrznej (od strony gruntu) $w=0,2\text{ cm}$.

Obciążenia charakterystyczne dla programu Robot:

Obciążenie ze stropu:

Obciążenie gruntem ze stropu	$28,8 \times 1,375 = 39,60\text{ kN/m}$
Obciążenie stropem	$0,30 \times 1,375 \times 25 = 10,31\text{ kN/m}$
Obciążenie zmienne ze stropu	$10,0 \times 1,375 = 13,75\text{ kN/m}$

Obciążenie ściany:

Obciążenie stałe parciem gruntu (obc. trapezowe gliną pylastą twardo-plastyczną):

- przy górnej krawędzi ściany $g_1 = 21 \times 1,5 \times 0,6 = 18,90\text{ kN/m}^2$
- przy dolnej krawędzi ściany $g_2 = 21 \times 4,9 \times 0,6 = 61,74\text{ kN/m}^2$

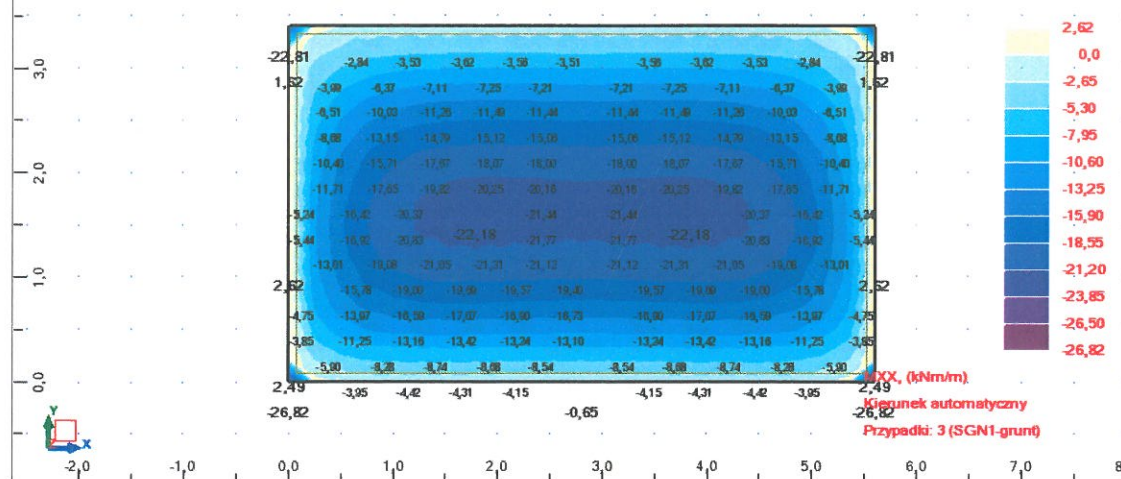
Obciążenie zmienne parciem wody (obc. trójkątne wodą):

- na wysokości 1,8m lustra wody $q_1 = 0\text{ kN/m}^2$
- przy płycie dennej $q_2 = 10 \times 1,8 = 18\text{ kN/m}^2$

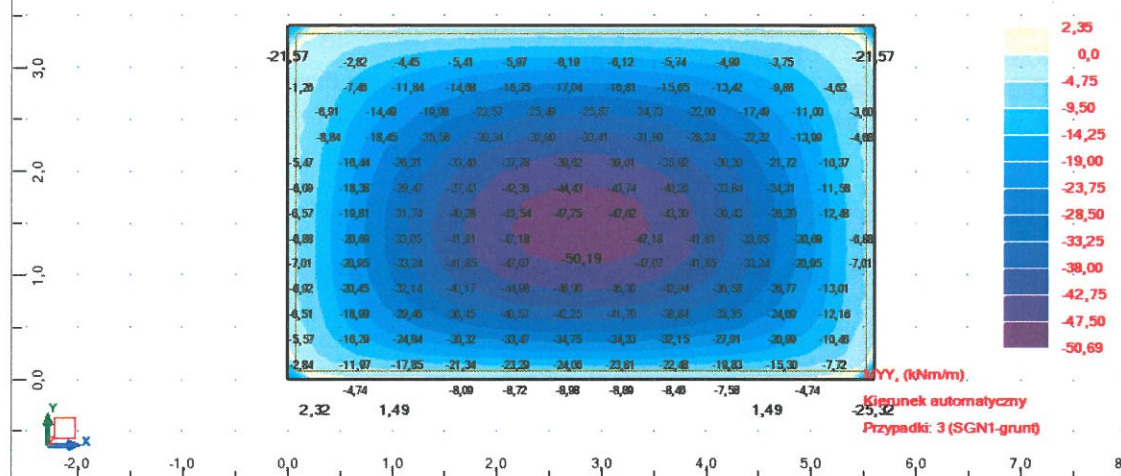
Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH: (Ściana oparta w sposób przegubowo na krawędziach)

Momenty zginające M_{xx}

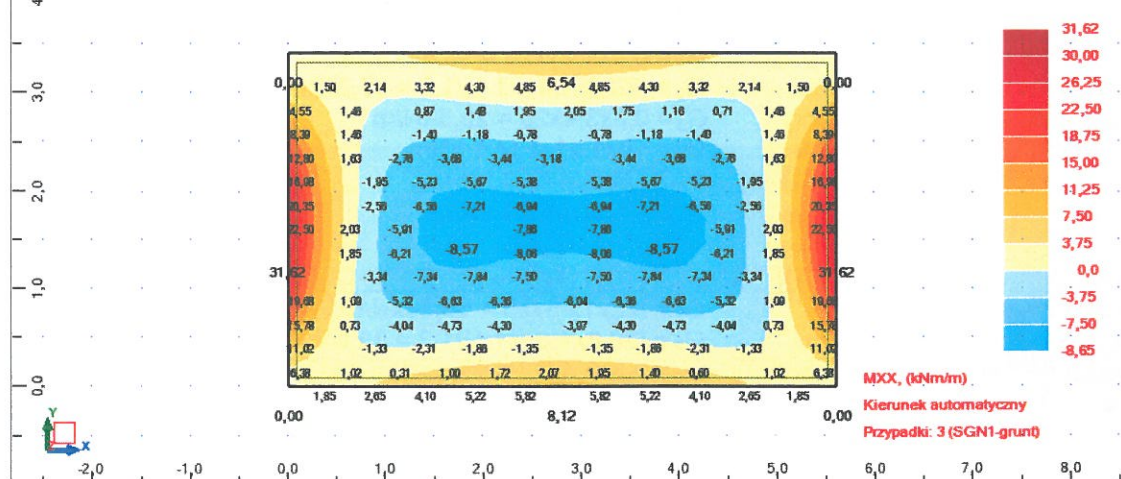


Momenty zginające M_{yy}

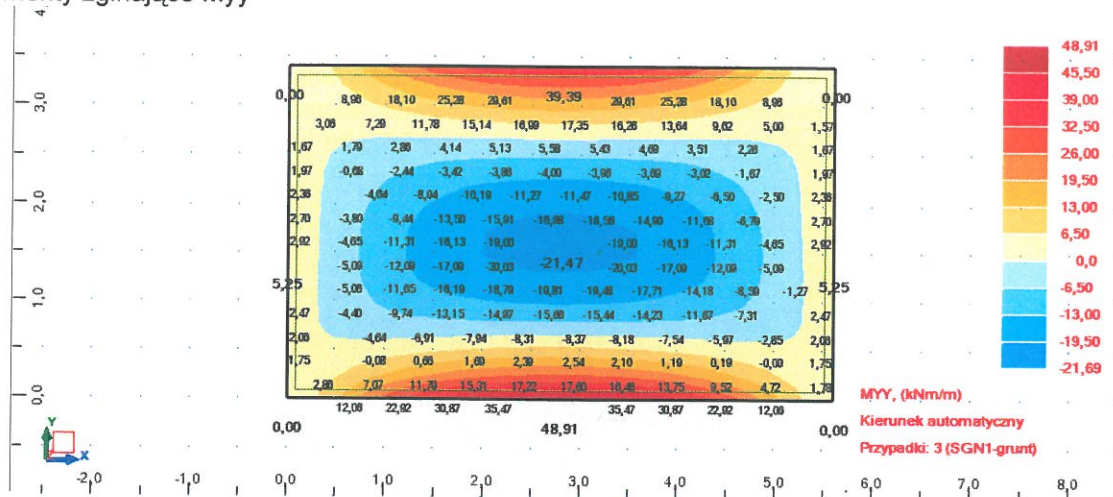


WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH: (Ściana utwierdzona po obwodzie)

Momenty zginające M_{xx}



Momenty zginające M_{yy}



Wymiarowanie

- Max. moment zginający: $M=41,83\text{kNm}$;
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIN($f_{yd}=420\text{MPa}$),
- Klasa betonu: B-30($f_{cd}=16,7\text{MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c=3,0$ (cm)
- $A_{sobl.}=M/(\zeta \times d \times f_{yd})=6,70\text{cm}^2$

Przyjęto zbrojenie:

#16 co 20 cm o $A_s=10,05\text{cm}^2$

Dla ściany szerokość rozwarcia rys nie przekracza rozwarcia dopuszczalnego:

$a = 0 \text{ mm} < a_{lim} = 0,20\text{mm}$ – od strony zewnętrznej zbiornika

$a = 0 \text{ mm} < a_{lim} = 0,20 \text{ mm}$ – od strony wewnętrznej zbiornika

POZ. 1.4 PŁYTA FUNDAMENTOWA

Grunt rodzimy: glina pylasta t_{pl} „C” $I_L=0,12$

Do obliczeń przyjęto graniczną wartość naprężeń $m_{qf}=150\text{kPa}$.

Zaprojektowano pod komory zbiornika żelbetową płytę fundamentową o gr. 45cm. Płyta dwukierunkowo zbrojona. Przyjęto podłoże sprężyste o $K_z=0,0074\text{N/mm}^3$.

OBCIĄŻENIA OBLICZ. ZE ŚCIAN PODŁUŻNYCH (zewnątrznych komór):

- obciążenie stropu $G_1 = 0,3 \times 1,41 \times 25 = 10,58\text{kN/m}$
 - obciążenie gruntem ze stropu $G_2 = (28,8 \times 1,41 \times 1,1) / 1,2 = 37,22\text{kN/m}$
 - obciążenie zew. ścianą komory $G_3 = 0,3 \times 3,4 \times 25 = 25,5\text{kN/m}$
 - obciążenie zmienne ze stropu $Q_1 = 10 \times 1,41 = 14,1 \text{ kN/m}$
- RAZEM $G = 73,3 \text{ kN/m}$**
 $Q = 14,1 \text{ kN/m}$

OBCIĄŻENIA OBLICZ. ZE ŚCIAN PODŁUŻNYCH (wewnętrznych komór):

- obciążenie stropu $G_1 = 0,3 \times 1,35 \times 25 = 10,16\text{kN/m}$
 - obciążenie gruntem ze stropu $G_2 = (28,8 \times 1,35 \times 1,1) / 1,2 = 35,64\text{kN/m}$
 - obciążenie zew. ścianą komory $G_3 = 0,3 \times 3,4 \times 25 = 25,5\text{kN/m}$
 - obciążenie zmienne ze stropu $Q_1 = 10 \times 1,35 = 13,5 \text{ kN/m}$
- RAZEM $G = 71,3 \text{ kN/m}$**
 $Q = 13,5 \text{ kN/m}$

OBCIĄŻENIA OBLICZ. ZE ŚCIANY SZCZYTOWEJ:

- a) obciążenie stropu $G_1 = 0,3 \times 1,375 \times 25 = 10,31 \text{ kN/m}$
 b) obciążenie gruntem ze stropu $G_2 = (28,8 \times 1,375 \times 1,1) / 1,2 = 36,3 \text{ kN/m}$
 c) obciążenie zew. ścianą komory $G_3 = 0,3 \times 3,4 \times 25 = 25,5 \text{ kN/m}$
 d) obciążenie zmienne ze stropu $Q_1 = 10 \times 1,375 = 13,75 \text{ kN/m}$
RAZEM $G = 72,11 \text{ kN/m}$
 $Q = 13,75 \text{ kN/m}$

OBCIĄŻENIA OBLICZ. ZE ŚCIANY WEWNĘTRZNEJ:

- a) obciążenie stropu $G_1 = 0,3 \times 2,79 \times 25 = 20,93 \text{ kN/m}$
 b) obciążenie gruntem ze stropu $G_2 = (28,8 \times 2,79 \times 1,1) / 1,2 = 73,66 \text{ kN/m}$
 c) obciążenie wew. ścianą komory $G_3 = 0,3 \times 3,4 \times 25 = 25,5 \text{ kN/m}$
 d) obciążenie zmienne ze stropu $Q_1 = 10 \times 1,395 = 13,95 \text{ kN/m}$
RAZEM $G = 120,09 \text{ kN/m}$
 $Q = 13,95 \text{ kN/m}$

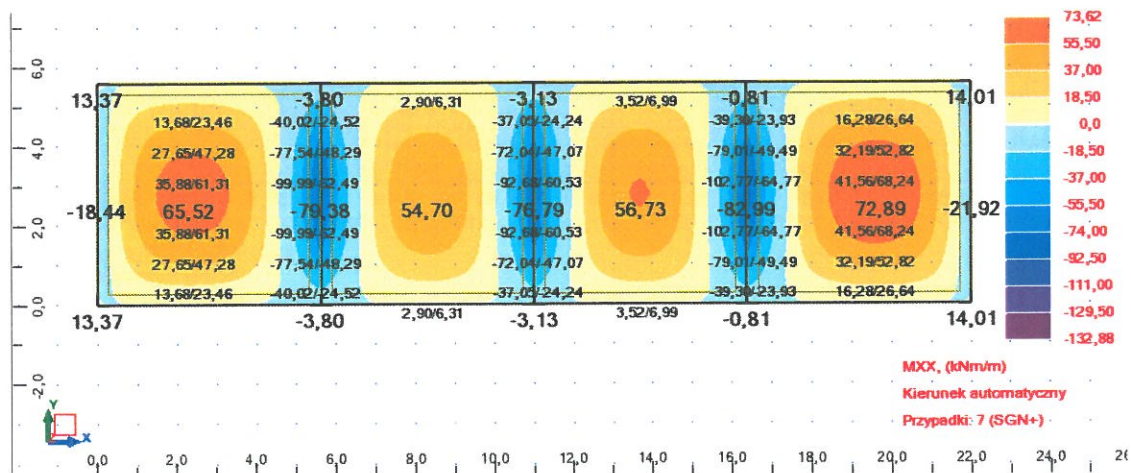
OBCIĄŻENIE WODA PŁYTY:

$$G = 1,8 \times 10 = 18 \text{ kN/m}^2$$

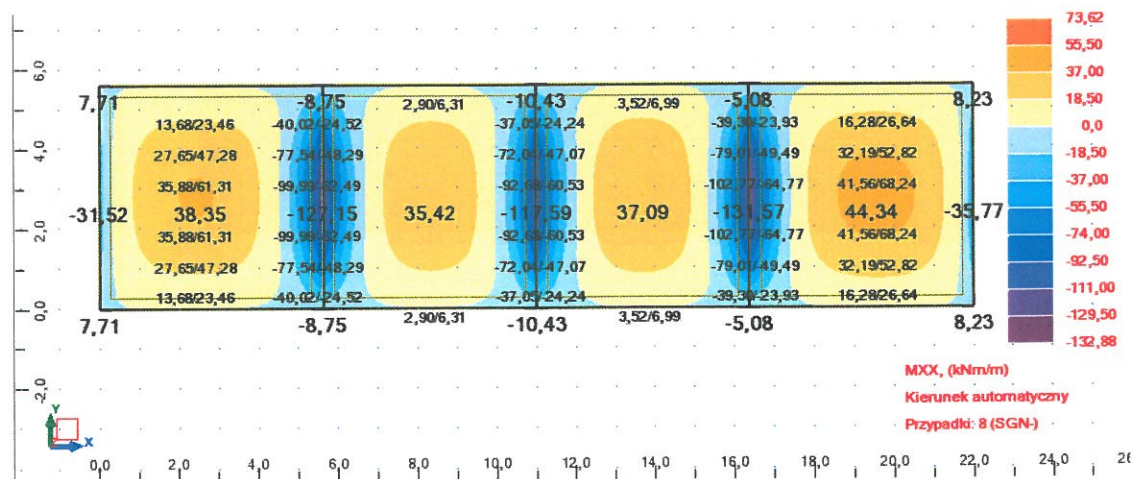
Przyjęto **$18,0 \text{ kN/m}^2$**

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

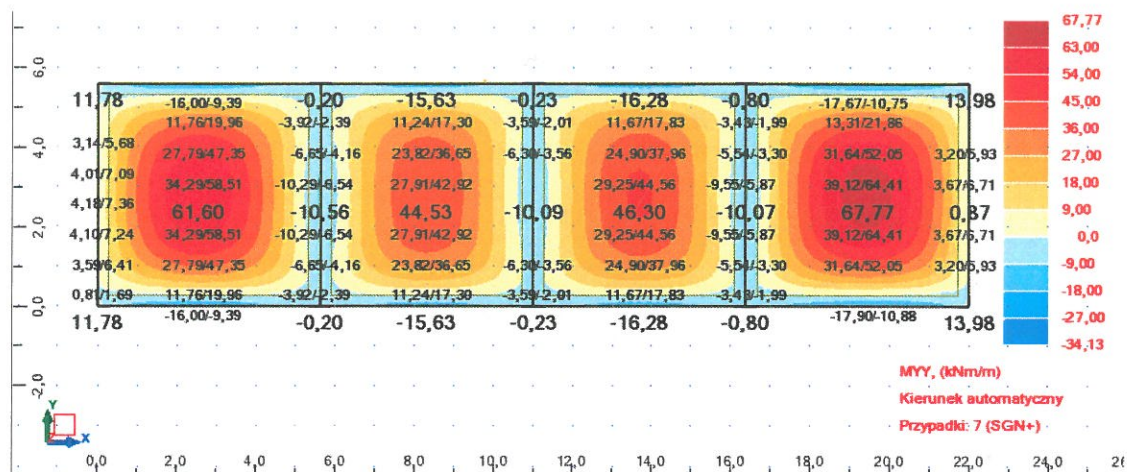
Momenty zginające max. M_{xx} [kNm]



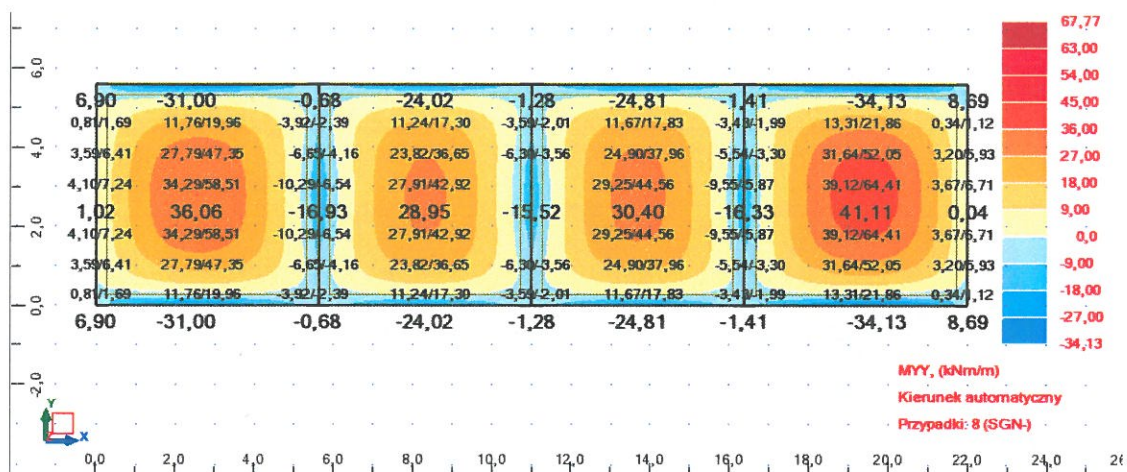
Momenty zginające min. M_{xx} [kNm]



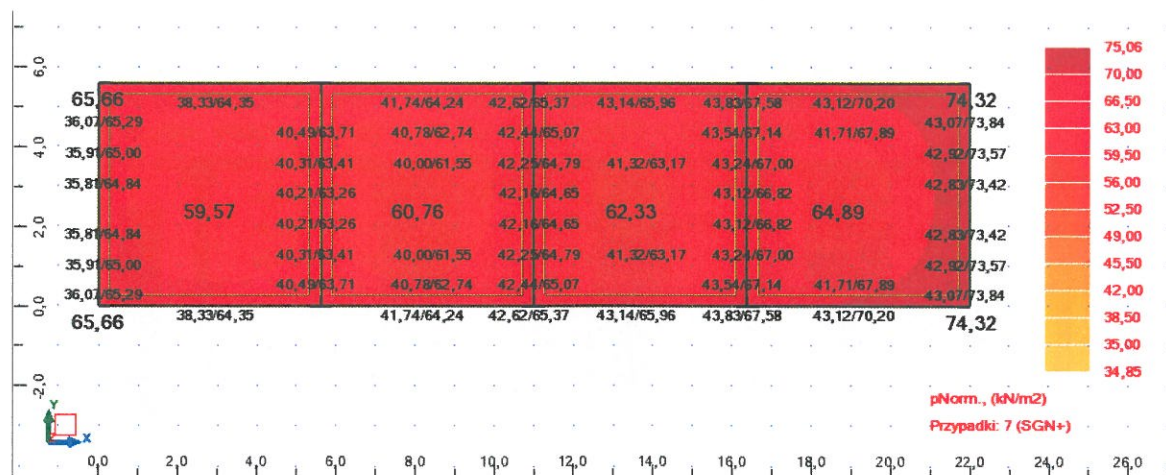
Momenty zginające max. Myy [kNm]



Momenty zginające min. Myy [kNm]



Naprężenia w gruncie



Wymiarowanie:

- Max. moment zginający: $M_{x_{A-B}} = 72,89 \text{ kNm}$; $M_{x_B} = 131,57 \text{ kNm}$
 $M_{y_{E-D}} = 67,77 \text{ kNm}$; $M_{y_D} = 34,13 \text{ kNm}$
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIIN ($f_{yd} = 420 \text{ MPa}$),
- Klasa betonu: B-45 ($f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c_{nom} = 4,0 \text{ (cm)}$
- SGU: $u_{max} < 3,0 \text{ cm}$; $w = 0 \text{ mm}$

Zbrojenie dolne – podporowe na kierunku X

$$A_{sobl.} = M / (\zeta \cdot x \cdot d \cdot f_{yd}) = 16,03 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#16 co 10cm** ($A_{srzecz.} = 20,10 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie dolne - podporowe na kierunku Y

$$A_{sobl.} = M / (\zeta \cdot x \cdot d \cdot f_{yd}) = 8,20 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#16 co 20cm** ($A_{srzecz.} = 10,05 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne - przęsłowe na kierunku X

$$A_{sobl.} = M / (\zeta \cdot x \cdot d \cdot f_{yd}) = 6,70 \text{ cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#16 co 20cm** ($A_{srzecz.} = 10,05 \text{ cm}^2$)

Zbrojenie górne - przęsłowe na kierunku Y

$$A_{sobl.} = M / (\zeta \cdot x \cdot d \cdot f_{yd}) = 6,70 \text{ cm}^2$$

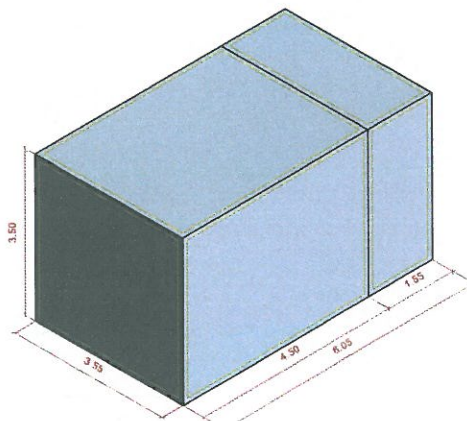
Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#16 co 20cm** ($A_{srzecz.} = 10,05 \text{ cm}^2$)

POZ. 2. ZBIORNIK NA ODCIEKI TECHNOLOGICZNE

Zaprojektowano żelbetową konstrukcję 2- komorowego zbiornika. Przyjęto płytę fundamentową na podłożu sprężystym o $K_z = 0,014 \text{ N/mm}^3$.

Ciężar własny konstrukcji wygenerowano i uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym. Przyjęto obciążenie gruntem na strop zbiornika, jak i jego parcie na ściany. Obciążenie zmienne przewidziano jako równomiernie rozłożone od samochodu ciężarowego oraz od parcia wody na ściany i płytę fundamentową.

Model obliczeniowy



POZ. 2.1 PŁYTA STROPOWA

Dane ogólne: Strop zbiornika wykonany jako płyta żelbetowa, monolityczna, oparta na ścianach żelbetowych zbiornika. Strop krzyżowo zbrojony grubości 20cm. Beton wodoszczelny C25/30(B30) W12, stal A-IIIIN.

Klasa ekspozycji XC2

Obciążenia charakterystyczne dla programu Robot:

Stałe

grunt 1,8 kN/m³ x 0,5m

0,9 kN/m²

Zmienne

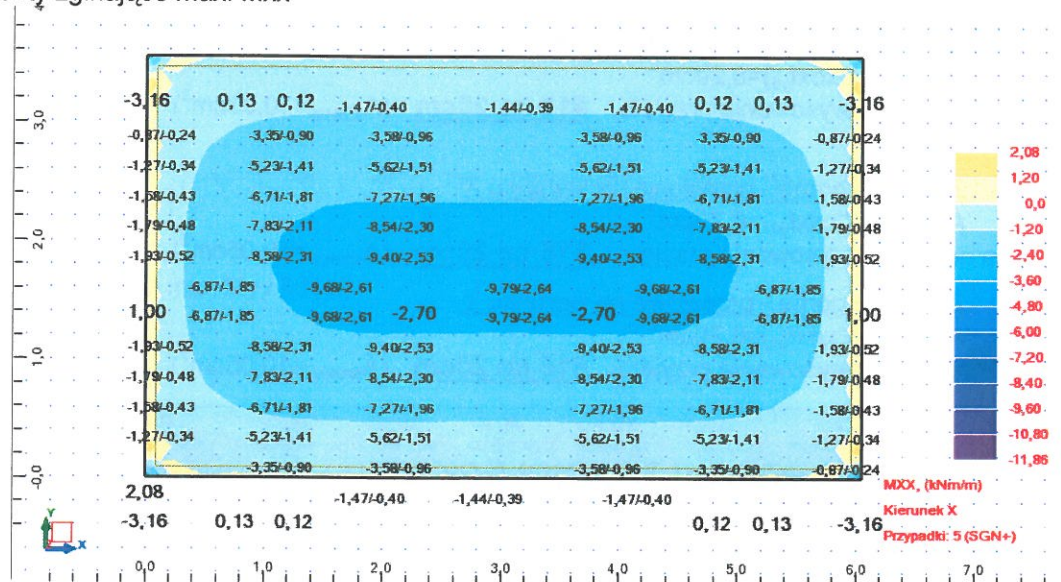
samochód 10 kN/m²

10,0 kN/m²

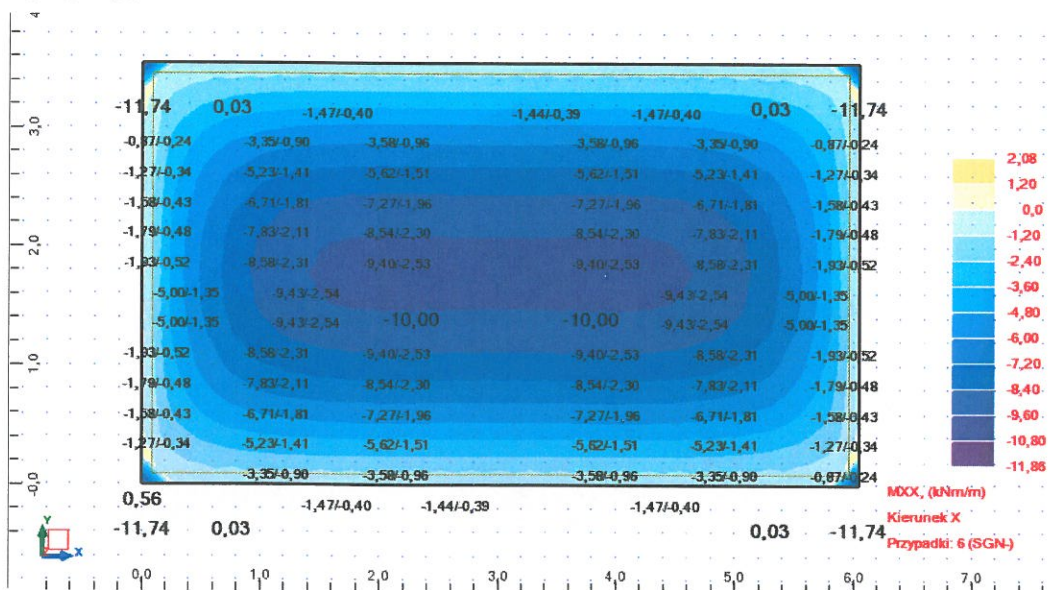
Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH: (Strop oparty w sposób przegubowy na krawędziach)

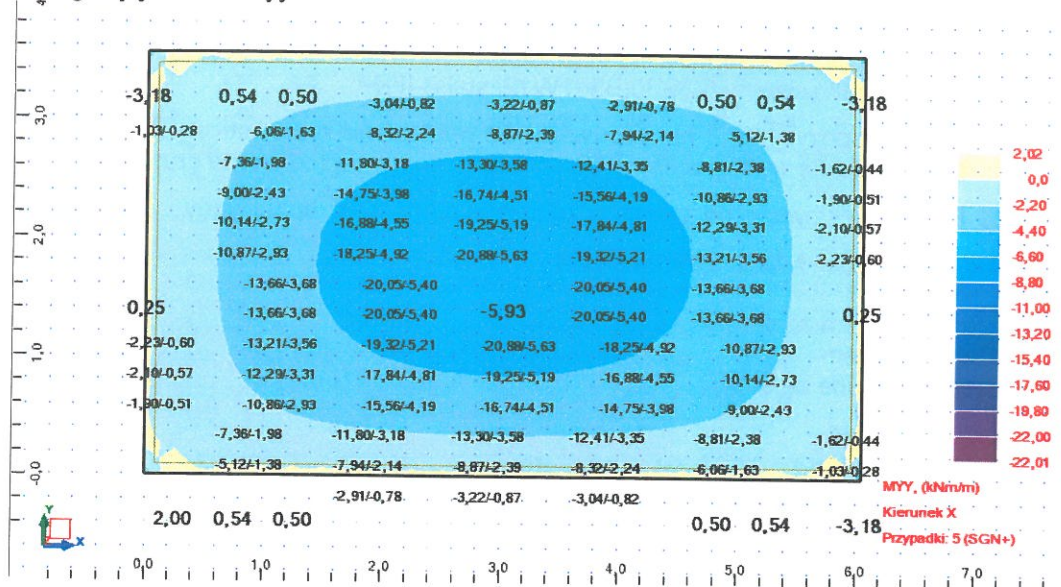
Momenty zginające max. Mxx



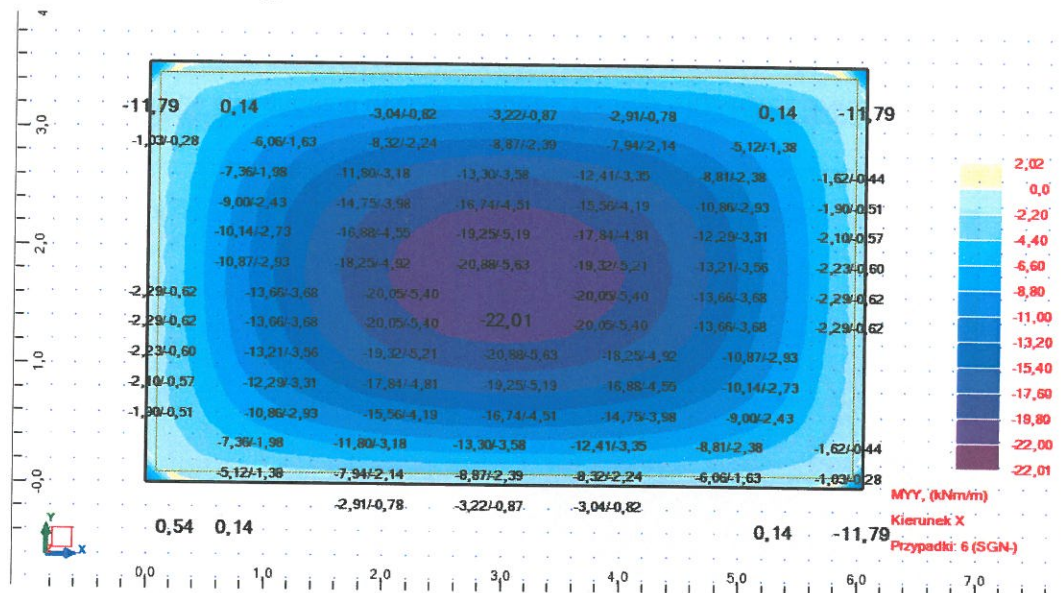
Momenty zginające min. Mxx



Momenty zginające max. M_{yy}



Momenty zginające min. M_{yy}



Wymiarowanie:

- Max. moment zginający: $M=22,01\text{kNm}$;
- Klasa zbrojenia głównego: A-III N ($f_{yd}=420\text{MPa}$),
- Klasa betonu: B-30 ($f_{cd}=16,7\text{MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c=3,0\text{ (cm)}$

$$A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 5,27\text{cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#12 co 15cm** ($A_{srzec.}=7,54\text{cm}^2$)

Szerokość rozwarcia rys nie przekracza rozwarcia dopuszczalnego: $a = 0,11\text{ mm} < a_{lim} = 0,20\text{ mm}$
Max. ugięcie wynosi $f_{obl}=0,5\text{ (cm)} < \text{Dopuszczalne ugięcie: } f_{lim}=3,0\text{ cm}$

POZ. 1.2 ŚCIANY ŻELBETOWE

Dane ogólne: Ściana żelbetowa, monolityczna gr.20cm.
Beton wodoszczelny C25/30(B30) W12, stal A-IIIIN.

Klasa ekspozycji XC2, nie dopuszcza się wystąpienia rys od strony zbiornika $w=0$ cm, dopuszcza się wystąpienie rys po stronie zewnętrznej (od strony gruntu) $w=0,2$ cm.

Płytę projektowano na momenty zginające od parcia gruntu i wody.

Obciążenia charakterystyczne dla programu Robot:

Obciążenie ze stropu:

Obciążenie gruntem ze stropu	$0,9 \times 1,26 = 1,14$ kN/m
Obciążenie stropem	$0,20 \times 1,26 \times 25 = 6,30$ kN/m
Obciążenie zmienne ze stropu	$10,0 \times 1,26 = 12,60$ kN/m

Obciążenie ściany:

Obciążenie stałe parciem gruntu (obc. trapezowe gliną pylastą twardo-plastyczną):

- przy górnej krawędzi ściany $g_1 = 21 \times 0,5 \times 0,6 = 6,30$ kN/m²

$g_2 = 21 \times 4,0 \times 0,6 = 50,40$ kN/m²

Obciążenie zmienne parciem wody (obc. trójkątne wodą):

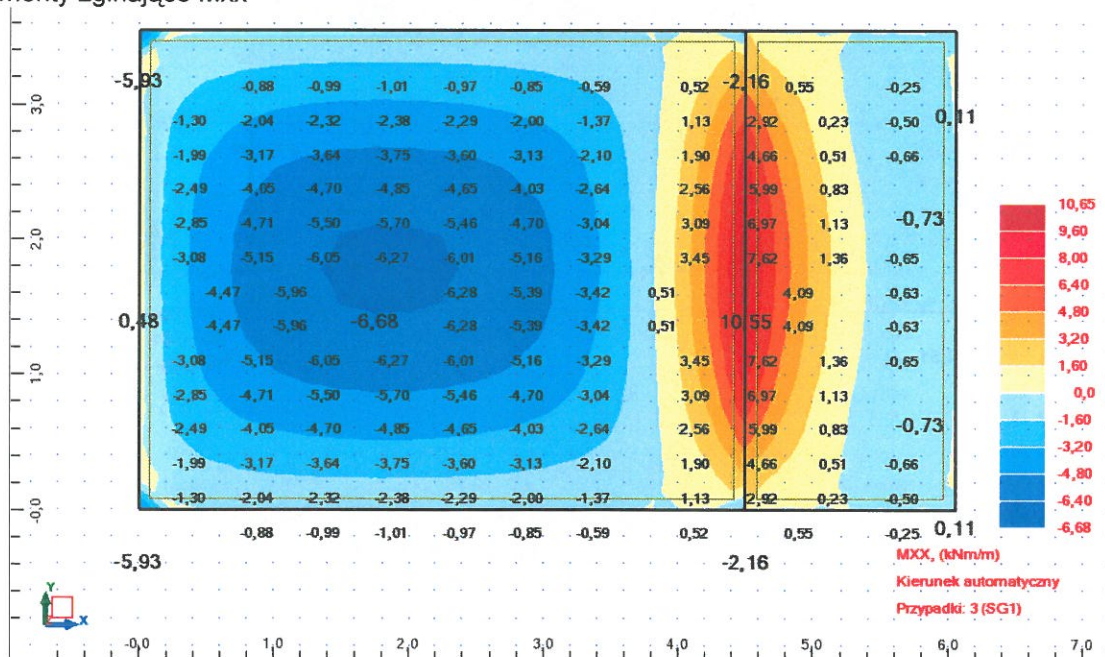
- na wysokości 2,58m lustra wody $q_1 = 0$ kN/m²

- przy płycie dennej $q_2 = 10 \times 2,58 = 25,8$ kN/m²

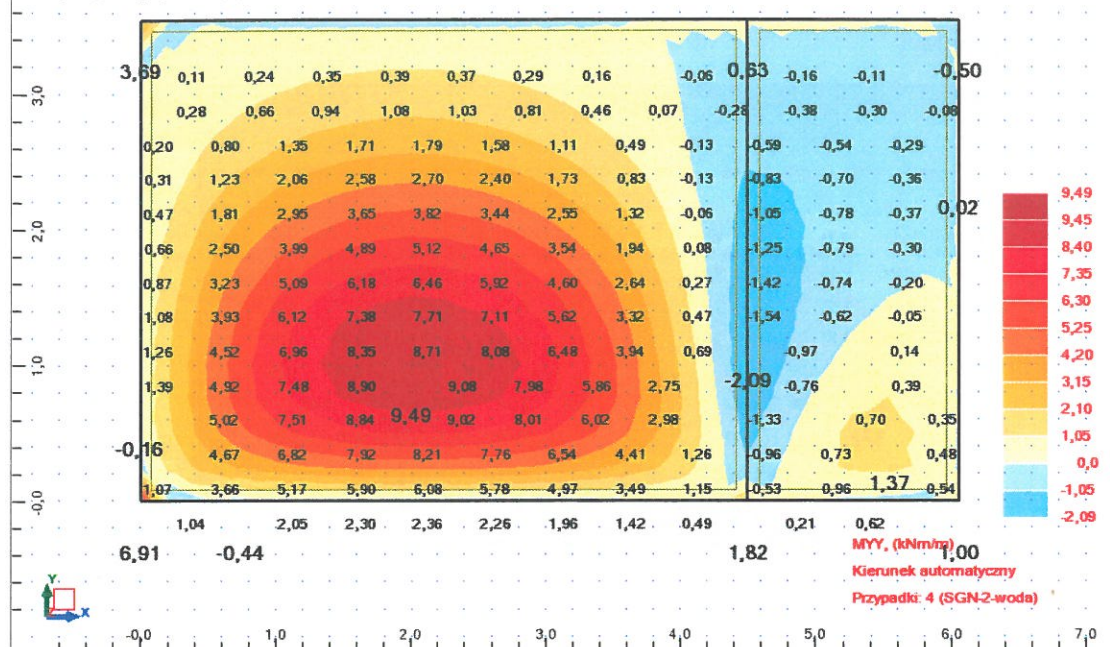
Ciężar własny uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym.

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH: (Ściana oparta w sposób przegubowo na krawędziach)

Momenty zginające M_{xx}

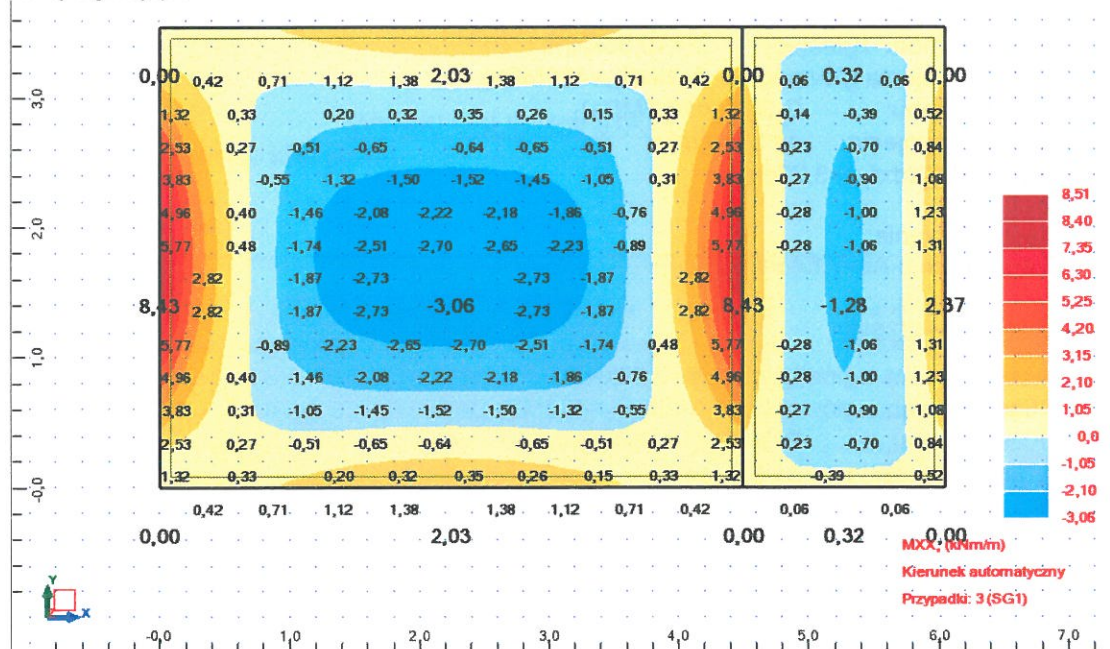


Momenty zginające M_{yy}

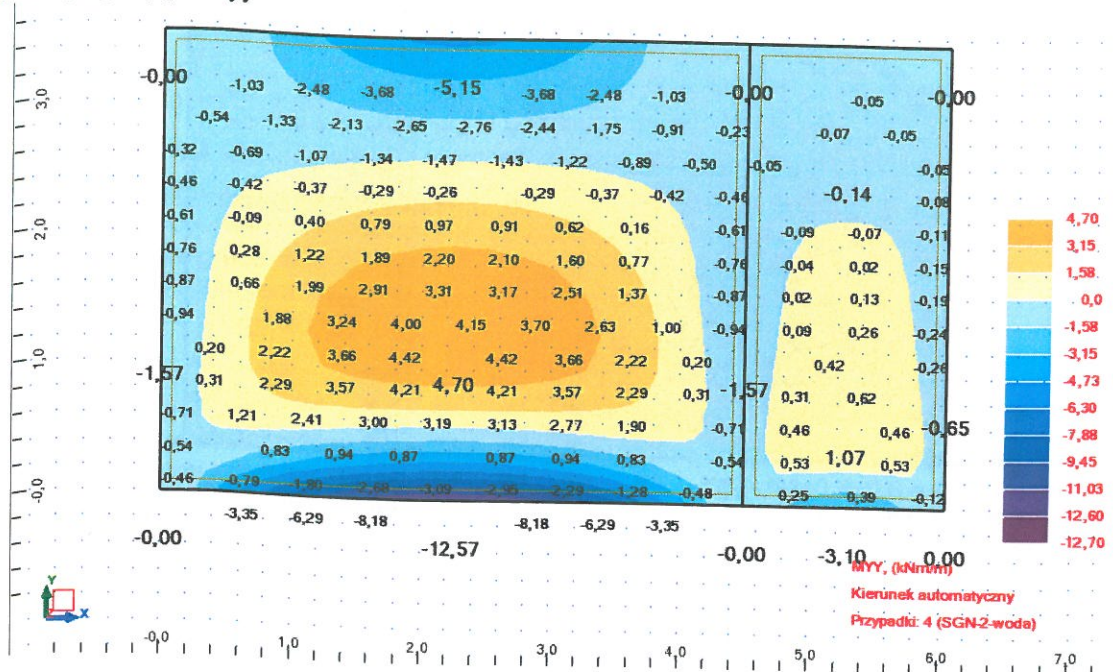


WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH: (Ściana utwardzona po obwodzie)

Momenty zginające M_{xx}



Momenty zginające M_{yy}



Wymiarowanie – podpora:

- Max. moment zginający: $M=10,55\text{kNm}$;
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIN($f_{yd}=420\text{MPa}$),
- Klasa betonu: B-30($f_{cd}=16,7\text{MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c=3,0\text{ (cm)}$
- $A_{sobl.} = M/(\zeta \cdot x \cdot f_{yd}) = 3,77\text{cm}^2$

Przyjęto zbrojenie:

#12 co 15 cm o $A_s=7,54\text{cm}^2$

Wymiarowanie – przęsło:

- Max. moment zginający: $M=9,49\text{kNm}$;
- Klasa zbrojenia głównego: A-IIIN($f_{yd}=420\text{MPa}$),
- Klasa betonu: B-30($f_{cd}=16,7\text{MPa}$),
- Otulina zbrojenia: $c=3,0\text{ (cm)}$
- $A_{sobl.} = M/(\zeta \cdot x \cdot f_{yd}) = 3,77\text{cm}^2$

Przyjęto zbrojenie:

#12 co 15 cm o $A_s=7,54\text{cm}^2$

Dla ściany szerokość rozwarcia rys nie przekracza rozwarcia dopuszczalnego:

$a = 0\text{ mm} < a_{lim} = 0,20\text{mm}$ – od strony zewnętrznej zbiornika

$a = 0\text{ mm} < a_{lim} = 0,20\text{ mm}$ – od strony wewnętrznej zbiornika

POZ. 1.3 PŁYTA FUNDAMENTOWA

Grunt rodzimy: glina pylasta t_{pl} „C” I_L=0,12

Do obliczeń przyjęto graniczną wartość naprężeń m_{qf}=100kPa.

Zaprojektowano pod komory zbiornika żelbetonową płytę fundamentową o gr. 35cm. Płyta dwukierunkowo zbrojona. Przyjęto podłoże sprężyste o $K_z=0,014\text{N/mm}^3$.

OBCIĄŻENIA OBLICZ. ZE ŚCIAN PODŁUŻNYCH:

- | | |
|----------------------------------|--|
| a) obciążenie stropu | $G_1 = 0,2 \times 1,26 \times 25 = 6,30\text{kN/m}$ |
| b) obciążenie gruntem ze stropu | $G_2 = (0,9 \times 1,26 \times 1,1) / 1,2 = 1,04\text{kN/m}$ |
| c) obciążenie zew. ścianą komory | $G_3 = 0,2 \times 3,5 \times 25 = 17,50\text{kN/m}$ |
| d) obciążenie zmienne ze stropu | $Q_1 = 10 \times 1,26 = 12,60\text{kN/m}$ |
| | RAZEM $G = 24,84\text{kN/m}$ |
| | $Q = 12,6\text{kN/m}$ |

OBCIĄŻENIA OBLICZ. ZE ŚCIANY SZCZYTOWEJ:

- | | |
|----------------------------------|--|
| a) obciążenie stropu | $G_1 = 0,2 \times 0,89 \times 25 = 4,45\text{kN/m}$ |
| b) obciążenie gruntem ze stropu | $G_2 = (0,9 \times 0,89 \times 1,1) / 1,2 = 0,73\text{kN/m}$ |
| c) obciążenie zew. ścianą komory | $G_3 = 0,2 \times 3,5 \times 25 = 17,50\text{kN/m}$ |
| d) obciążenie zmienne ze stropu | $Q_1 = 10 \times 0,89 = 8,90\text{kN/m}$ |
| | RAZEM $G = 22,68\text{kN/m}$ |
| | $Q = 8,90\text{kN/m}$ |

OBCIĄŻENIA OBLICZ. ZE ŚCIANY WEWNĘTRZNEJ:

- | | |
|----------------------------------|--|
| a) obciążenie wew. ścianą komory | $G_3 = 0,2 \times 2,58 \times 25 = 12,90\text{kN/m}$ |
| | RAZEM $G = 12,90\text{kN/m}$ |

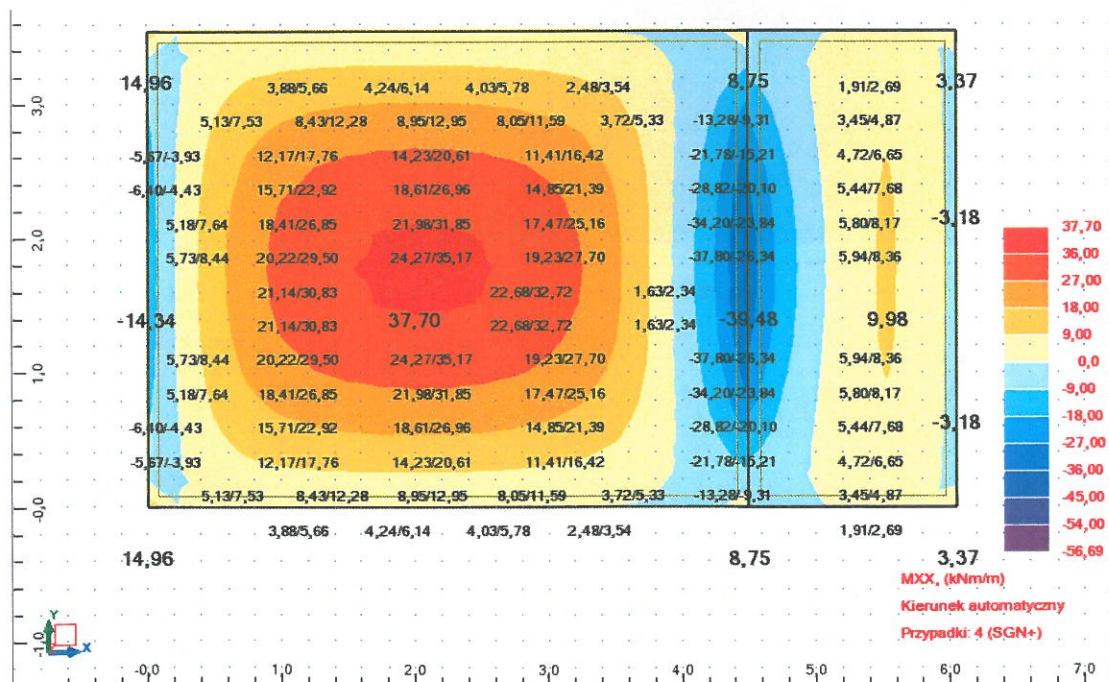
OBCIĄŻENIE WODA PŁYTY:

$$G = 2,58 \times 10 = 25,8\text{kN/m}^2$$

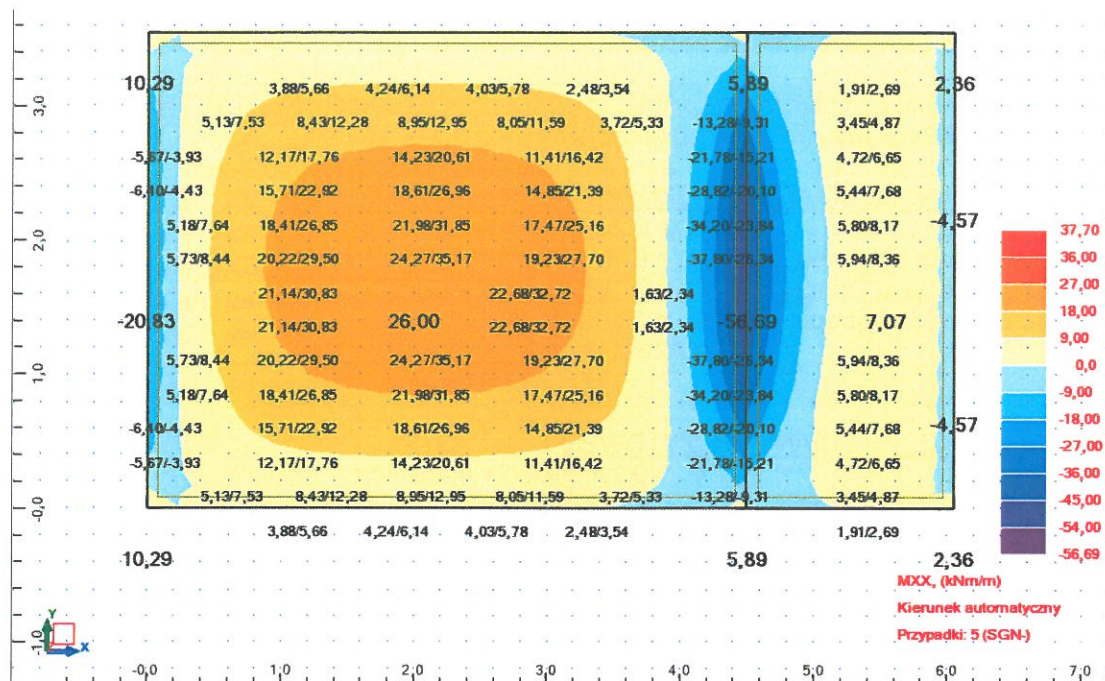
Przyjęto $25,8\text{kN/m}^2$

WYNIKI OBLICZEŃ STATYCZNYCH:

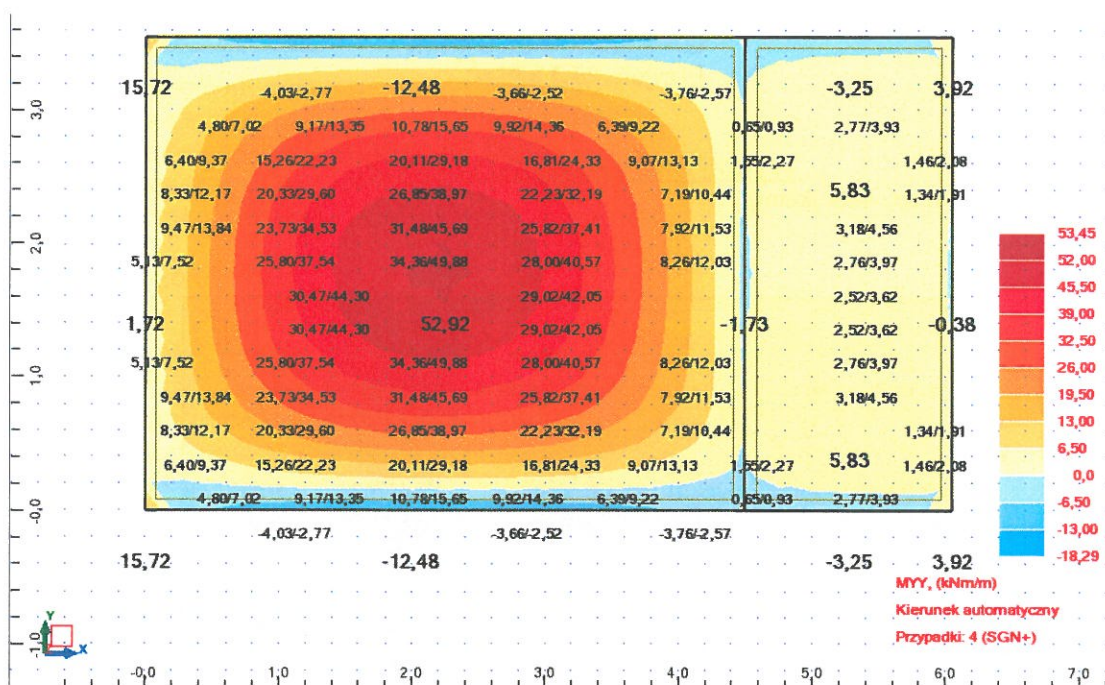
Momenty zginające max. M_{xx} [kNm]



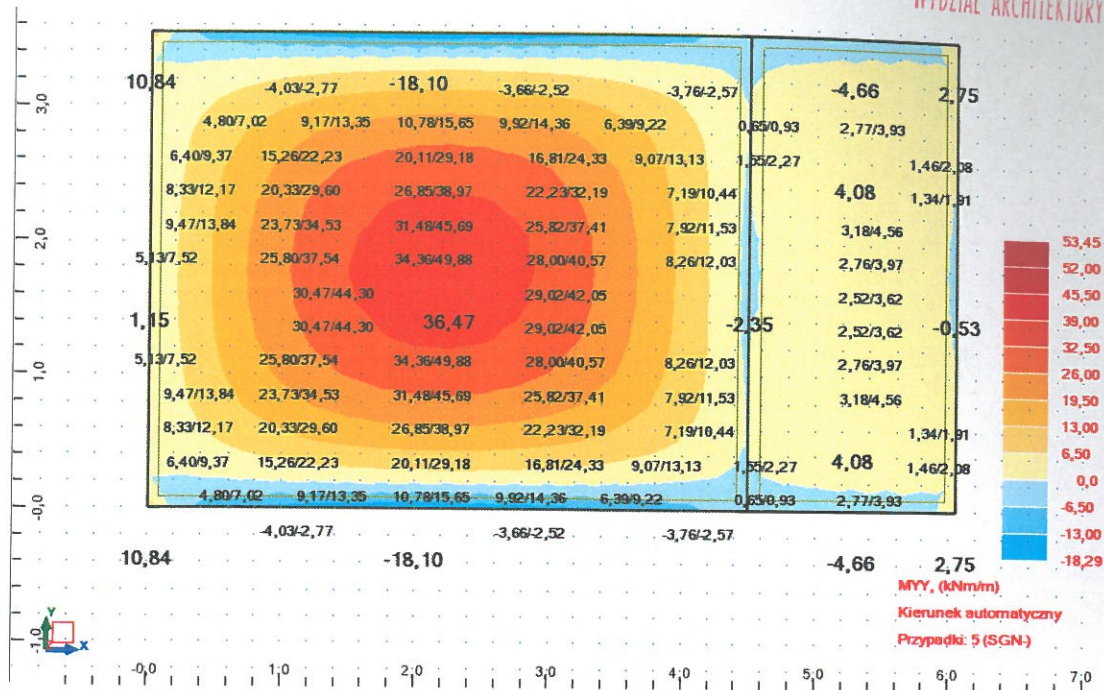
Momenty zginające min. Mxx [kNm]



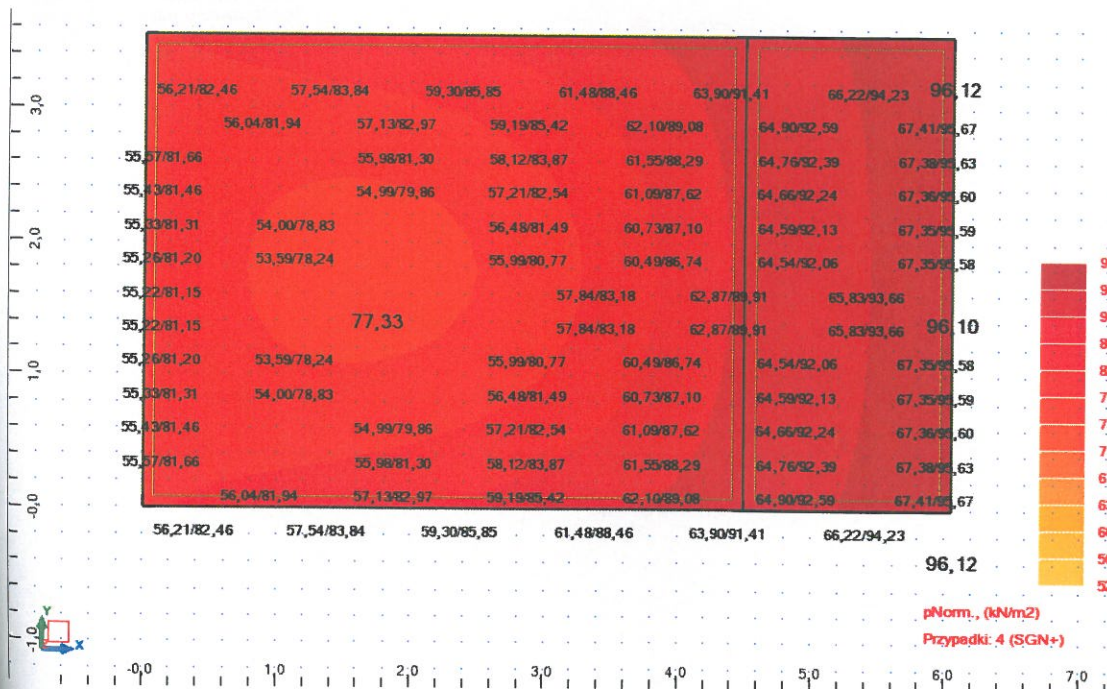
Momenty zginające max. Myy [kNm]



Momenty zginające min. Myy [kNm]



Naprężenia w gruncie



Wymiarowanie:

- Max. moment zginający: $M_{x-A-B} = 37,70 \text{ kNm}$; $M_{x-B} = 56,69 \text{ kNm}$
 $M_{y-E-D} = 52,92 \text{ kNm}$; $M_{y-D} = 18,10 \text{ kNm}$
 - Klasa zbrojenia głównego: A-IIIn ($f_{yd} = 420 \text{ MPa}$),
 - Klasa betonu: B-45 ($f_{cd} = 23,3 \text{ MPa}$),
 - Otulina zbrojenia: $c_{nom} = 4,0 \text{ (cm)}$
 - SGU: $u_{max} < 3,0 \text{ cm}$; $w = 0 \text{ mm}$
- Zbrojenie dolne – podporowe na kierunku X
 $A_{sobl.} = M / (\zeta x d f_{yd}) = 5,76 \text{ cm}^2$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#12 co 15cm** ($A_{srzecz.}=7,54\text{cm}^2$)

Zbrojenie dolne - podporowe na kierunku Y

$$A_{sobl.} = M/(\zeta \cdot x \cdot f_{yd}) = 5,76\text{cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#12 co 15cm** ($A_{srzecz.}=7,54\text{cm}^2$)

Zbrojenie górne - przęsłowe na kierunku X

$$A_{sobl.} = M/(\zeta \cdot x \cdot f_{yd}) = 4,40\text{cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#12 co 15cm** ($A_{srzecz.}=7,54\text{cm}^2$)

Zbrojenie górne - przęsłowe na kierunku Y

$$A_{sobl.} = M/(\zeta \cdot x \cdot f_{yd}) = 4,40\text{cm}^2$$

Ze względu na ugięcia i zarysowania przyjęto **#12 co 15cm** ($A_{srzecz.}=7,54\text{cm}^2$)

KONIEC OBLICZEŃ

Autor obliczeń:

mgr inż. Leon Janura

mgr inż. **LEON JANURA**
Uprawnienia budowlane do projektowania
i nadzorowania robót w specjalności
konstrukcyjno-budowlanej
Nr ew. B-B 27/78

Opracowanie:

mgr inż. Artur Ciba

mgr inż. Ewa Lisowska

inż. Krzysztof Kohut

Sprawdzający:

mgr inż. Andrzej Konopek

mgr inż. **Andrzej Konopek**
Inż. Konstr. Bud. Nr 141/89 BB
Nadzór Bud. Nr 294/94 BB
43-300 Bielsko-Biała, ul. Skoczowska 4/76

Bielsko-Biała, grudzień 2011r