

PROJEKT BUDOWLANY

KONSTRUKCJA

ROZBUDOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W MIEJSCOWOŚCI PIERZCHNICA

OBLICZENIA STATYCZNE

Projektował:

mgr inż. Marcin Nosek
upr. bud. SWK/0111/POOK/06

mgr inż. Michał Majchrzyk

Sprawdził:

inż. Bożena Szcześniak
upr. bud. KL228/88

KIELCE LISTOPAD 2013r.

Poz.1. Więźba dachowa drewniana.**Poz.1.1. Więźba dachowa nad wiatą składowania osadu**

Więźba dachowa o konstrukcji drewnianej, dach dwuspadowy o spadku połaci dachowych 30 stopni, pokrycie blachą falistą. Konstrukcja dachu jętkowa. Maksymalna odległość między krokiewiami 90cm. Budynek znajduje się w III strefie obciążenia śniegiem i I strefie obciążenia wiatrem.

Poz.1.1.1. Zestawienie obciążeń.

$$\alpha = 30$$

obciążenia stałe na połac

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. g_{k1} [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. obl. g_{d1} [kN/m ²]
blacha falista		0,11	1,2	0,13
łaty	$0,04 \cdot 0,05 \cdot 6 / 0,8 =$	0,02	1,2	0,02
krokwie		0,09	1,1	0,09
Stałe bez ciężaru krokwi		0,12	1,20	0,15
Razem stałe		0,21	1,16	0,24

- obciążenie śniegiem PN-80/B-02010 / Az1:2006 -dachy na różnych wysokościach (III strefa)

- obc. charakterystyczne śniegiem $A = 262,6$ m.n.p.m

$$Q_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 1,20 \quad \text{kN/m}^2$$

- współczynnik obciążenia $\gamma_f = 1,5$

- współczynnik kształtu dachu $C_1 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,80$

$$C_2 = 1,2 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 1,20$$

- obciążenie charakterystyczne śniegiem dachu obliczeniowe

$$S_{k1} = Q_k \cdot C_1 = 0,960 \quad \text{kN/m}^2 \quad S_1 = S_{k1} \cdot \gamma_f = 1,440 \quad \text{kN/m}^2$$

$$S_{k2} = Q_k \cdot C_2 = 1,440 \quad \text{kN/m}^2 \quad S_2 = S_{k2} \cdot \gamma_f = 2,160 \quad \text{kN/m}^2$$

- obciążenie wiatrem PN-B-02011:1977/Az1 (I strefa obciążenia)

- charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru

$$q_k = 0,300 \quad \text{kN/m}^2 \quad z = 5,60 \quad \text{m}$$

- współczynnik ekspozycji (teren typu A) $C_e = (0,5 + 0,05 \cdot z) = 0,78$

- współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,8$

a) połac nawietrzna wariant I (ssanie)

- współczynnik ciśnienia wew. (otwarta ściana boczna) $C_w = -0,7$

- współczynnik ciśnienia zewnętrznego $C_z = -0,045 \cdot (40 - \alpha) = -0,45$

- współczynnik aerodynamiczny $C = C_z - C_w = 0,25$

- wartość charakterystyczna obciążenia obliczeniowa obciążenia

$$p_{k1} = q_k \cdot C \cdot C_e \cdot \beta = 0,105 \quad \text{kN/m}^2 \quad p_1 = p_{k1} \cdot 1,5 = 0,158 \quad \text{kN/m}^2$$

b) połac nawietrzna wariant II (parcie)

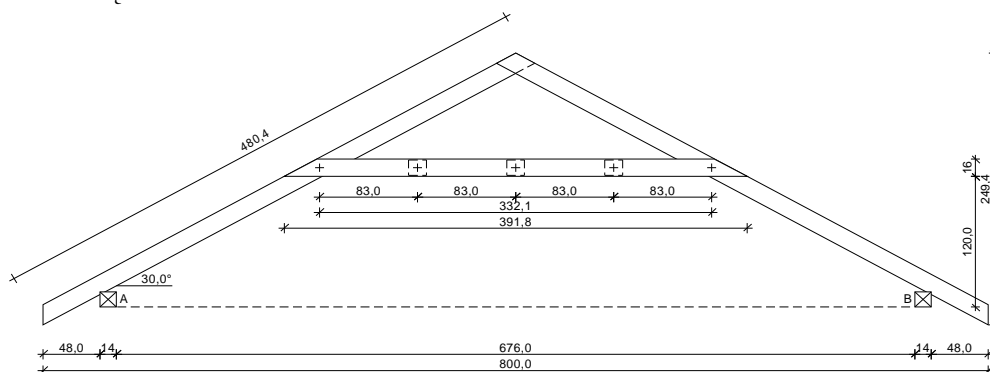
- współczynnik ciśnienia wew. (otwarta ściana boczna) $C_w = -0,7$

- współczynnik ciśnienia zewnętrznego $C_z = 0,015 \cdot \alpha - 0,2 = 0,25$

- współczynnik aerodynamiczny $C = C_z - C_w = 0,95$

- wartość charakterystyczna obciążenia obliczeniowa obciążenia

$$p_{k2} = q_k \cdot C_z \cdot C_e \cdot \beta = 0,400 \quad \text{kN/m}^2 \quad p_2 = p_{k2} \cdot 1,5 = 0,600 \quad \text{kN/m}^2$$



Geometria ustroju:

Rozstaw wiązarów $a = 0,90$ m

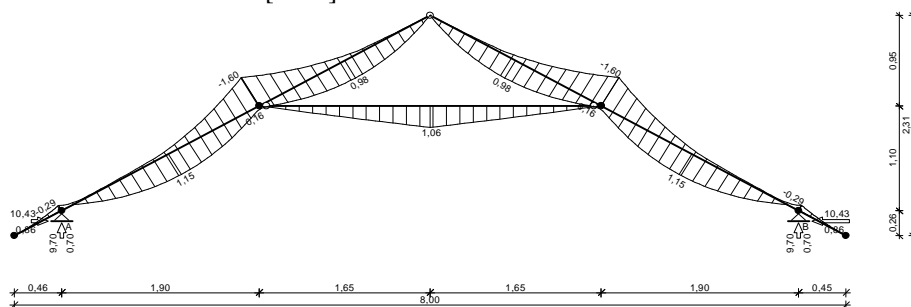
Rozstaw podparć poziomych murłaty $l_{m0} = 2,00$ m

Dane materiałowe:

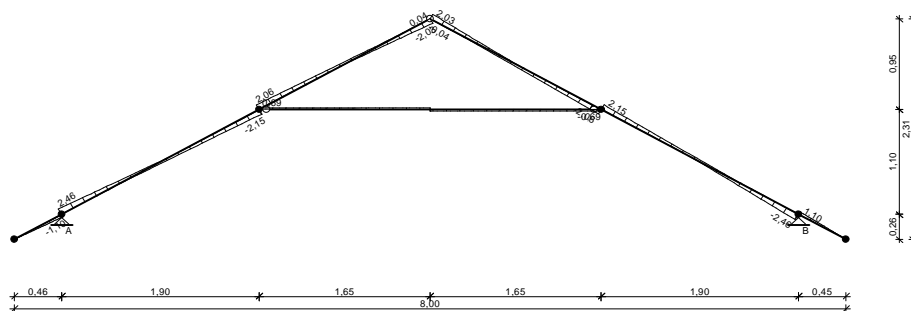
- krokiew 8/16 cm (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - brak) z drewna C24
- jętka 2x 4/16 cm z drewna C24 z przewiązkami co 84 cm,
- murlata 14/14 cm z drewna C24

WYNIKI:

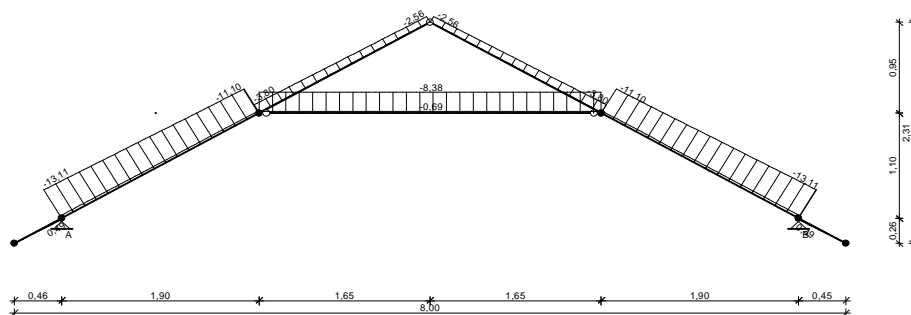
Obwiednia momentów [kNm]:



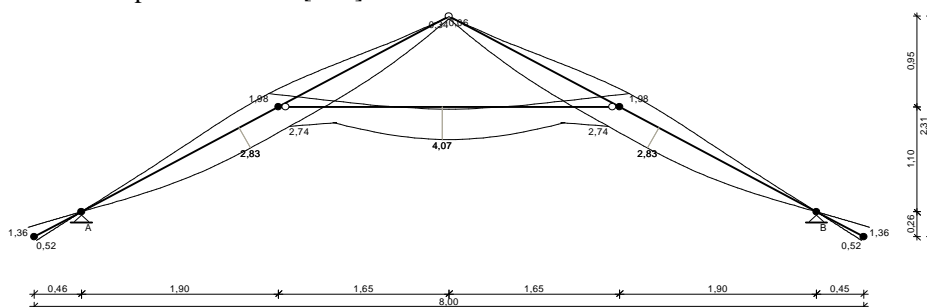
Obwiednia sił tnących [kN]:



Obwiednia sił osiowych [kN]:



Obwiednia przemieszczeń [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Krokiew 8/16 cm (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - brak)

Smukłość

$$\lambda_y = 70,9 < 150$$

$$\lambda_z = 141,8 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia w prześle

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$$M = -1,60 \text{ kNm}, \quad N = 11,10 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,68 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,87 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,565, \quad k_{c,z} = 0,160$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,436 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,735 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murlacie

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II

$$M = -0,29 \text{ kNm}, \quad N = 12,73 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,29 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 1,22 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,096 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$$M = -1,60 \text{ kNm}, \quad N = 11,10 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 4,68 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,87 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,321 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiedzy murlatą a kalenicą)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 2,70 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1 / 200 = 4093 / 200 = 20,47 \text{ mm} \quad (13,2\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 1,36 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot 1 / 200 = 2 \cdot 525 / 200 = 5,25 \text{ mm} \quad (25,9\%)$$

Jętka 2x 4/16 cm z przewiązkami co 84 cm z drewna C24

Smukłość

$$\lambda_y = 71,9 < 150$$

$$\lambda_z = 153,7 < 175$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K6** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$$M = 0,07 \text{ kNm}, \quad N = 8,38 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,21 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,65 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,553, \quad k_{c,z} = 0,137$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,106 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,383 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$$u_{fin} = 3,92 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1 / 200 = 3291 / 200 = 16,45 \text{ mm} \quad (23,8\%)$$

Murlata 14/14 cm

Część murlaty leżąca na ścianie

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 10,78 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = -11,59 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II

$$M_z = 4,97 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 10,857 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,735 < 1$$

Część wspornikowa murlaty

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 10,78 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = -11,59 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II

$$M_y = 2,64 \text{ kNm}, \quad M_z = 2,84 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 5,77 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 6,21 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,685 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,694 < 1$$

Maksymalne ugięcie:

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 1,04 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot 1 / 200 = 2 \cdot 700 / 200 = 7,00 \text{ mm} \quad (14,8\%)$$

Poz.1.2. Wieżba nad pomieszczeniem reaktorów

Wieżba dachowa o konstrukcji drewnianej, dach dwuspadowy o spadku połaci dachowych 30 stopni, pokrycie blachą falistą. Konstrukcja dachu krokwiowa. Maksymalna odległość między krokwiami 90cm. Budynek znajduje się w III strefie obciążenia śniegiem i I strefie obciążenia wiatrem.

Poz.1.2.1. Zestawienie obciążeń.

$$\alpha = 30$$

obciążenia stałe na połac

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. g_{k1} [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. obl. g_{d1} [kN/m ²]
blacha falista		0,11	1,2	0,13
folia wysoko paroprzepuszczalna		0,01	1,2	0,01
łaty	$0,04 \cdot 0,06 \cdot 6 / 0,8 =$	0,02	1,2	0,02
kontrłaty	$0,04 \cdot 0,06 \cdot 6 / 0,9 =$	0,02	1,2	0,02
krokwie		0,08	1,1	0,09
wełna mineralna gr. 20 cm	$0,2 \cdot 1,2 =$	0,24	1,2	0,29
paroizolacja		0,01	1,2	0,01
plyta g-k na ruszcie	$0,02 \cdot 12 =$	0,24	1,2	0,29
Stałe bez ciężaru krokwi		0,64	1,20	0,77
Razem stałe		0,73	1,19	0,86

- obciążenie śniegiem PN-80/B-02010 / Az1:2006 -dachy na różnych wysokościach (III strefa)

- obc. charakterystyczne śniegiem $A = 262,6$ m.n.p.m
 $Q_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 1,20$ kN/m²
 - współczynnik obciążenia $\gamma_f = 1,5$

- współczynnik kształtu dachu $C_1 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,80$
 $C_2 = 1,2 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 1,20$

- obciążenie charakterystyczne śniegiem dachu obliczeniowe
 $S_{k1} = Q_k \cdot C_1 = 0,960$ kN/m² $S_1 = S_{k1} \cdot \gamma_f = 1,440$ kN/m²
 $S_{k2} = Q_k \cdot C_2 = 1,440$ kN/m² $S_2 = S_{k2} \cdot \gamma_f = 2,160$ kN/m²

- obciążenie wiatrem PN-B-02011:1977/Az1 (I strefa obciążenia)

- charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,300$ kN/m² $z = 6,20$ m
 - współczynnik ekspozycji (teren typu A) $C_e = (0,5 + 0,05 \cdot z) = 0,81$
 - współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,8$

a) połac nawietrzna wariant I (ssanie)

- współczynnik aerodynamiczny $C_z = -0,045 \cdot (40 - \alpha) = -0,45$
 - wartość charakterystyczna obciążenia obliczeniowa obciążenia
 $p_{k1} = q_k \cdot C_z \cdot C_e \cdot \beta = -0,197$ kN/m² $p_1 = p_{k1} \cdot 1,5 = -0,295$ kN/m²

b) połac nawietrzna wariant II (parcie)

- współczynnik aerodynamiczny $C_z = 0,015 \cdot \alpha - 0,2 = 0,25$
 - wartość charakterystyczna obciążenia obliczeniowa obciążenia
 $p_{k2} = q_k \cdot C_z \cdot C_e \cdot \beta = 0,109$ kN/m² $p_2 = p_{k2} \cdot 1,5 = 0,164$ kN/m²

c) połać zawietrzna

- współczynnik aerodynamiczny
- wartość charakterystyczna obciążenia

$$p_{k3} = q_k \cdot C \cdot C_e \cdot \beta = -0,175 \quad \text{kN/m}^2$$

$$C = -0,4$$

obliczeniowa obciążenia

$$p_3 = p_{k3} \cdot 1,5 = -0,262 \quad \text{kN/m}^2$$

*** Obciążenia pionowe.**

- *stale:*

$$g_k^v = g_{k1} / \cos \alpha = 0,837 \quad \text{kN/m}^2$$

$$g_o^v = g_{o1} / \cos \alpha = 0,995 \quad \text{kN/m}^2$$

$$g_o^v / g_k^v = 1,19$$

- *zmiennie:*

$$q_k^v = S_{k2} + p_{k2} \cdot \cos \alpha = 1,535 \quad \text{kN/m}^2$$

$$q_o^v = S_2 + p_{k2} \cdot \cos \alpha = 2,302 \quad \text{kN/m}^2$$

$$q_o^v / q_k^v = 1,50$$

- *stale + zmiennie:*

$$g_k^v + q_k^v = 2,372 \quad \text{kN/m}^2$$

$$g_o^v + q_o^v = 3,297 \quad \text{kN/m}^2$$

$$(g_o^v + q_o^v) / (g_k^v + q_k^v) = 1,39$$

Poz.1.2.2. Wymiarowanie elementów drewnianych więźby dachowej.

Geometria ustroju:

Kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 30,0^\circ$

Rozpiętość wiażara $l = 6,70 \text{ m}$

Rozstaw podpór w świetle murlat $l_s = 5,16 \text{ m}$

Rozstaw osiowy płatwi $l_{gx} = 2,10 \text{ m}$

Rozstaw krokwi $a = 0,90 \text{ m}$

Rozstaw podparć poziomych murlaty $l_{mo} = 2,00 \text{ m}$

Wysięg wspornika murlaty $l_{mw} = 0,70 \text{ m}$

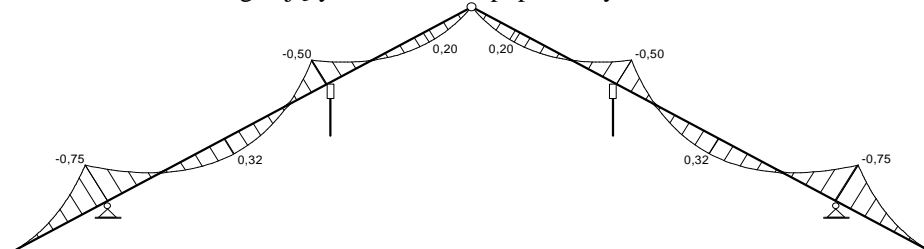
Dane materiałowe:

- krokiew 6,3/20cm (zacios 3 cm) z drewna C24

- murlata 12/12 cm z drewna C24

WYNIKI

Obwiednia momentów zginających w układzie poprzecznym:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

$$\rightarrow f_{m,k} = 24 \text{ MPa}, f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}, f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}, f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}, E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}, \rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$$

Krokiew 6,3/20 cm (zacios na podporach 3 cm)

Smukłość

$$\lambda_y = 31,8 < 150$$

$$\lambda_z = 101,0 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia w prześle

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr-wariant II

$$M_y = 0,32 \text{ kNm}, \quad N = 3,73 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,76 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,30 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,989, \quad k_{c,z} = 0,305$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,074 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,126 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze (murlacie)

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr-wariant II

$$M_y = -0,75 \text{ kNm}, \quad N = 4,92 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,47 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,46 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,169 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a płatwią)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,14 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1 / 200 = 1836 / 200 = 9,18 \text{ mm} \quad (1,5\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,33 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot 1 / 200 = 2 \cdot 820 / 200 = 8,20 \text{ mm} \quad (4,0\%)$$

Murlata 12/12 cm

Część murlaty leżąca na ścianie

Obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 4,91 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 0,57 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K5** stałe-max+wiatr

$$M_z = 0,24 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 16,62 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,85 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,051 < 1$$

Część wspornikowa murlaty

Obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 4,91 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 0,57 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K8** stałe-max+wiatr-wariant II+0,90-śnieg

$$M_y = 1,13 \text{ kNm}, \quad M_z = -0,08 \text{ kNm}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,92 \text{ MPa}, \quad \sigma_{m,z,d} = 0,27 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,278 < 1$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,204 < 1$$

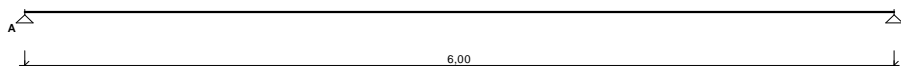
Maksymalne ugięcie:

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,87 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot 1 / 200 = 2 \cdot 700 / 200 = 7,00 \text{ mm} \quad (12,5\%)$$

Poz.1.2.3. Płatew stalowa pod oparcie krokwi hali reaktorów.**Zestawienie obciążeń w kierunku pionowym**

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. q_k [kN/m]	współcz. obc.	obc. obl. q [kN/m]
obciążenia stałe				
HEA 160		0,30	1,1	0,33
z dachu; pasmo	1,85m $0,84 \cdot 1,85 =$	1,55	1,19	1,85
stałe bez ciężaru własnego		1,55	1,19	1,85
Razem stałe		1,86	1,17	2,18
obciążenia zmienne				
z dachu; pasmo	1,85m $1,53 \cdot 1,85 =$	2,83	1,50	4,25
Razem zmienne		2,83	1,50	4,25
Razem stałe+zmienne		$q_k = 4,69$	1,37	6,43

SCHEMAT BELKI

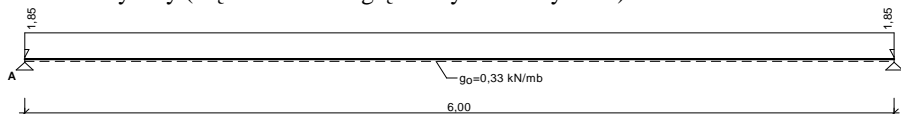
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

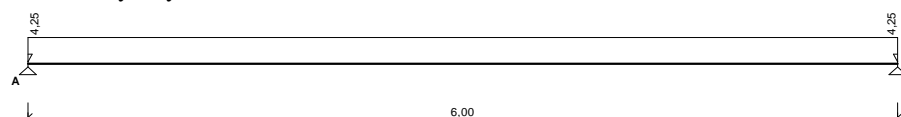
$$l_{\text{eff}} = 6,00 \text{ m}$$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKIPrzypadek **P1: stałe** ($\gamma_f = 1,19$)

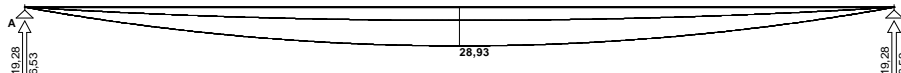
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

Przypadek **P2: śnieg** ($\gamma_f = 1,5$)

Schemat statyczny:

**Obwiednia sił wewnętrznych**

Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:

**ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA**

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: nie;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- rozstaw stężeń bocznych $l_1 = 0,90$ m;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **HE 160 A**

$$A_v = 9,12 \text{ cm}^2, m = 30,4 \text{ kg/m}$$

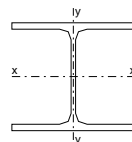
$$J_x = 1670 \text{ cm}^4, J_y = 616 \text{ cm}^4, J_{\omega} = 31410 \text{ cm}^6, J_T = 12,3 \text{ cm}^4, W_x = 220 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,000$) $M_R = 47,30 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 113,73 \text{ kN}$



Nośność na zginanie

Przekrój $z = 3,00 \text{ m}$ (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

Współczynnik zwichrzenia $\phi_L = 0,740$

Moment maksymalny $M_{\max} = 28,93 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\phi_L \cdot M_R) = 0,827 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 6,00 \text{ m}$ (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = -19,28 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,170 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)19,28 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 68,24 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiernodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 3,00 \text{ m}$ (**K2:** 1,0·P1+1,0·P2)

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 23,10 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 200 = 30,00 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 23,10 \text{ mm} < f_{gr} = 30,00 \text{ mm} \quad (77,0\%)$$

Poz.1.3. Wieżba dachowa nad budynkiem agregatu.

Wieżba dachowa o konstrukcji drewnianej, dach dwuspadowy o spadku połaci dachowych 30 stopni, pokrycie blachą falistą. Konstrukcja dachu krokwiowa. Maksymalna odległość między krokwiami 90cm. Budynek znajduje się w III strefie obciążenia śniegie i I strefie obciążenia wiatrem.

Poz.1.3.1. Zestawienie obciążeń.

$$\alpha = 30$$

obciążenia stałe na połac

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. g_{k1} [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. obl. g_{d1} [kN/m ²]
blacha dachówkowa		0,11	1,2	0,13
folia wysoko paroprzepuszczalna		0,01	1,2	0,01
łaty	$0,04 \cdot 0,05 \cdot 6 / 0,8 =$	0,02	1,2	0,02
kontrłaty	$0,03 \cdot 0,04 \cdot 6 / 0,9 =$	0,01	1,2	0,01
krokwie		0,08	1,1	0,09
wełna mineralna gr. 20 cm	$0,2 \cdot 1,2 =$	0,24	1,2	0,29
paroizolacja		0,01	1,2	0,01
plyta g-k na ruszcie	$0,02 \cdot 12 =$	0,24	1,2	0,29
Stałe bez ciężaru krokwi		0,63	1,20	0,76
Razem stałe		0,71	1,19	0,85

- obciążenie śniegiem PN-80/B-02010 / Az1:2006 -dachy na różnych wysokościach (III strefa)

- obc. charakterystyczne śniegiem $A = 262,4$ m.n.p.m
 $Q_k = 0,006 \cdot A - 0,6 = 1,20$ kN/m²
- współczynnik obciążenia $\gamma_f = 1,5$

- współczynnik kształtu dachu $C_1 = 0,8 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 0,80$
 $C_2 = 1,2 \cdot (60^\circ - \alpha) / 30^\circ = 1,20$

- obciążenie charakterystyczne śniegiem dachu obliczeniowe
 $S_{k1} = Q_k \cdot C_1 = 0,960$ kN/m² $S_1 = S_{k1} \cdot \gamma_f = 1,440$ kN/m²
 $S_{k2} = Q_k \cdot C_2 = 1,440$ kN/m² $S_2 = S_{k2} \cdot \gamma_f = 2,160$ kN/m²

- obciążenie wiatrem PN-B-02011:1977/Az1 (I strefa obciążenia)

- charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru $q_k = 0,300$ kN/m² $z = 4,50$ m
- współczynnik ekspozycji (teren typu A) $C_e = (0,5 + 0,05 \cdot z) = 0,73$
- współczynnik działania porywów wiatru $\beta = 1,8$

a) połac nawietrzna wariant I (ssanie)

- współczynnik aerodynamiczny $C_z = -0,045 \cdot (40 - \alpha) = -0,45$
- wartość charakterystyczna obciążenia obliczeniowa obciążenia
 $p_{k1} = q_k \cdot C_z \cdot C_e \cdot \beta = -0,176$ kN/m² $p_1 = p_{k1} \cdot 1,5 = -0,264$ kN/m²

b) połac nawietrzna wariant II (parcie)

- współczynnik aerodynamiczny $C_z = 0,015 \cdot \alpha - 0,2 = 0,25$
- wartość charakterystyczna obciążenia obliczeniowa obciążenia
 $p_{k2} = q_k \cdot C_z \cdot C_e \cdot \beta = 0,098$ kN/m² $p_2 = p_{k2} \cdot 1,5 = 0,147$ kN/m²

c) połać zawietrzna

- współczynnik aerodynamiczny
- wartość charakterystyczna obciążenia

$$p_{k3} = q_k \cdot C \cdot C_e \cdot \beta = -0,157 \quad \text{kN/m}^2$$

$$C = -0,4$$

obliczeniowa obciążenia

$$p_3 = p_{k3} \cdot 1,5 = -0,235 \quad \text{kN/m}^2$$

*** Obciążenia pionowe.**

- *stałe:*

$$g_k^v = g_{k1} / \cos \alpha = 0,824 \quad \text{kN/m}^2$$

$$g_o^v = g_{o1} / \cos \alpha = 0,980 \quad \text{kN/m}^2$$

$$g_o^v / g_k^v = 1,19$$

- *zmiennie:*

$$q_k^v = S_{k2} + p_{k2} \cdot \cos \alpha = 1,525 \quad \text{kN/m}^2$$

$$q_o^v = S_2 + p_{k2} \cdot \cos \alpha = 2,287 \quad \text{kN/m}^2$$

$$q_o^v / q_k^v = 1,50$$

- *stałe + zmiennie:*

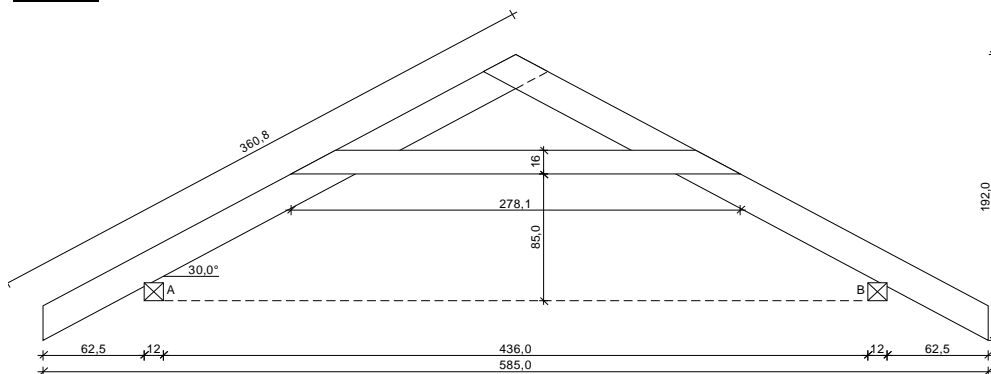
$$g_k^v + q_k^v = 2,349 \quad \text{kN/m}^2$$

$$g_o^v + q_o^v = 3,267 \quad \text{kN/m}^2$$

$$(g_o^v + q_o^v) / (g_k^v + q_k^v) = 1,39$$

Poz.1.3.2. Wymiarowanie elementów drewnianych więźby dachowej.

DANE:



Geometria ustroju:

Rozstaw wiązarów $a = 0,90 \text{ m}$

Rozstaw podparć poziomych murlaty $l_{mo} = 1,50 \text{ m}$

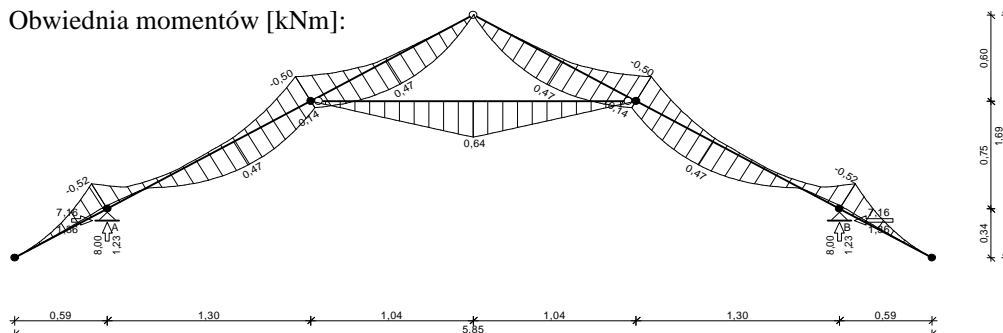
Wysięg wspornika murlaty $l_{mw} = 0,70 \text{ m}$

Dane materiałowe:

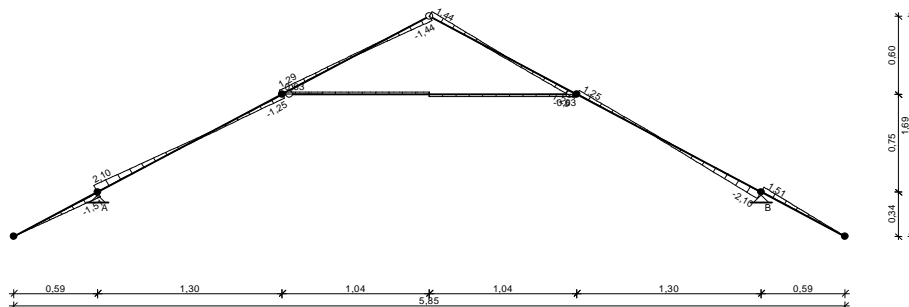
- krokiew 6,3/20 cm (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - brak) z drewna C24
- jętka 5/16 cm z drewna C24,
- murlata 12/12 cm z drewna C24

WYNIKI:

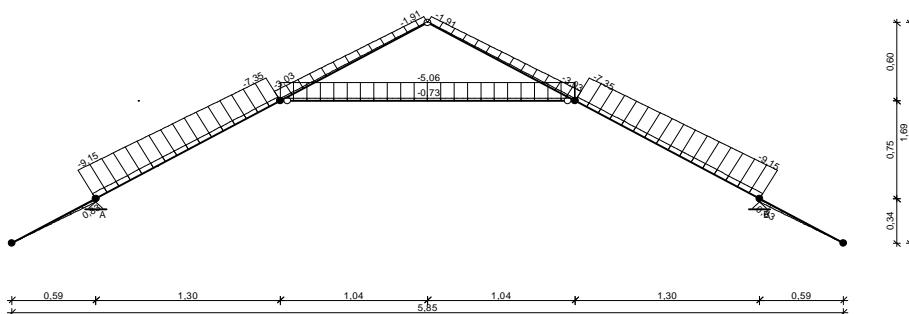
Obwiednia momentów [kNm]:



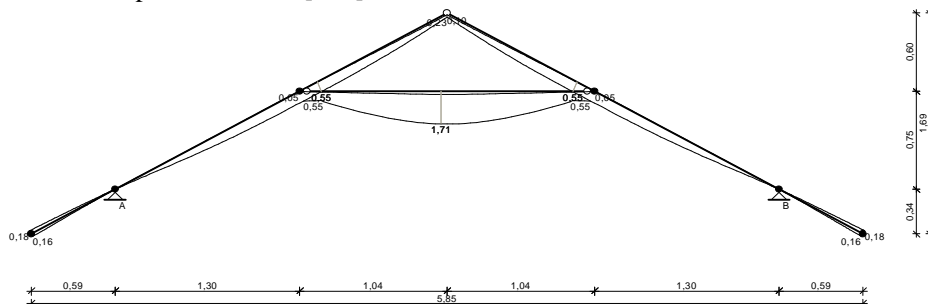
Obwiednia sił tnących [kN]:



Obwiednia sił osiowych [kN]:



Obwiednia przemieszczeń [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03150:2000

drewno lite iglaste wg PN-EN 338:2004, klasa wytrzymałości **C24**

→ $f_{m,k} = 24 \text{ MPa}$, $f_{t,0,k} = 14 \text{ MPa}$, $f_{c,0,k} = 21 \text{ MPa}$, $f_{v,k} = 2,5 \text{ MPa}$, $E_{0,mean} = 11 \text{ GPa}$, $\rho_k = 350 \text{ kg/m}^3$

Krokiew 6,3/20 cm (zaciosy: murlata - 3 cm, jętka - brak)

Smukłość

$$\lambda_y = 37,4 < 150$$

$$\lambda_z = 118,6 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$M = -0,49 \text{ kNm}, \quad N = 9,15 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,16 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,73 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,958, \quad k_{c,z} = 0,225$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,137 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,328 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murlacie

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II

$$M = -0,52 \text{ kNm}, \quad N = 8,92 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,70 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,83 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,119 < 1$$

Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętce

decyduje kombinacja: **K11** stałe-max+śnieg-wariant II+0,90-wiatr z prawej-wariant II

$$M = -0,50 \text{ kNm}, \quad N = 7,35 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 12,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,19 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,58 \text{ MPa}$$

$$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,083 < 1$$

Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a kalenicą)

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,43 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1 / 200 = 2696 / 200 = 13,48 \text{ mm} \quad (3,2\%)$$

Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

decyduje kombinacja: **K2** stałe-max+śnieg

$$u_{fin} = 0,18 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot 1 / 200 = 2 \cdot 681 / 200 = 6,81 \text{ mm} \quad (2,7\%)$$

Jętka 5/16 cm z drewna C24

Smukłość

$$\lambda_y = 45,6 < 150$$

$$\lambda_z = 145,8 < 150$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$$M = 0,64 \text{ kNm}, \quad N = 2,75 \text{ kN}$$

$$f_{m,y,d} = 12,92 \text{ MPa}, \quad f_{c,0,d} = 11,31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d} = 3,00 \text{ MPa}, \quad \sigma_{c,0,d} = 0,34 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,895, \quad k_{c,z} = 0,152$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,266 < 1$$

$$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + \sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,432 < 1$$

Maksymalne ugięcie

decyduje kombinacja: **K24** stałe-max+montażowe jętki

$$u_{fin} = 1,52 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1 / 200 = 2074 / 200 = 10,37 \text{ mm} \quad (14,6\%)$$

Murlata 12/12 cm

Część murlaty leżąca na ścianie

Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 8,89 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = -7,96 \text{ kN/m}$$

Maksymalne siły i naprężenia

decyduje kombinacja: **K4** stałe-max+śnieg+0,90-wiatr z lewej-wariant II

$$M_z = 3,41 \text{ kNm}$$

$$f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 11,834 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,801 < 1$$

PROJEKT BUDOWLANY KONSTRUKCJA	ROZBUDOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W MIEJSCOWOŚCI PIERZCHNICA	NR STRONY
-------------------------------------	--	--------------

Poz.2.1.1. Belka żelbetowa wiaty składownia osadu.

Zestawienie obciążeń w kierunku pionowym

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. q_k [kN/m]	współcz. obc.	obc. obl. q [kN/m]
obciążenia stałe				
belka żelbetowa	$25 \cdot 0,25 \cdot 0,3 =$	1,88	1,1	2,06
tynek cem.-wap. gr. 1,5cm	$1 \cdot 19 \cdot 0,015 \cdot 0,3 =$	0,09	1,3	0,11
tynek min. gr. 1cm	$1 \cdot 21 \cdot 0,01 \cdot 0,3 =$	0,06	1,3	0,08
z dachu; pasmo	4m $0,24 \cdot 4 =$	0,96	1,16	1,11
stałe bez ciężaru własnego		1,11	1,18	1,31
Razem stałe		2,98	1,13	3,37
obciążenia zmienne				
z dachu; pasmo	4m $1,79 \cdot 4 =$	7,16	1,50	10,74
Razem zmienne		7,16	1,50	10,74
Razem stałe+zmienne		$q_k =$ 10,14	1,39	14,11

Zestawienie obciążeń w kierunku poziomym

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. q_k [kN/m]	współcz. obc.	obc. obl. q [kN/m]
obciążenia stałe + zmienne				
Obciążenie poziome od rozporu dachu:	$10,43/0,9 =$	7,94	1,46	11,59
Razem stałe+zmienne		$q_k =$ 7,94	1,46	11,59

charakterystyki geometryczne przekroju

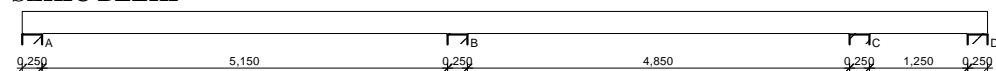
h [cm]	a [cm]	b_w [cm]	d [cm]	z [cm]
30	4	25	26,0	22,0

dane betonu i stali

Beton B25				zbrojenie gł. A-IIIIN	strzemiona A-0		
f_{cd}	f_{ck}	f_{ctd}	f_{ctm}	f_{yd}	f_{yk}	f_{ydl}	E_s
1,33	2,0	0,100	0,22	42	50	19	20000

kN/cm²

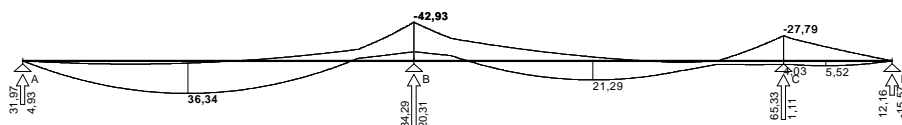
SZKIC BELKI



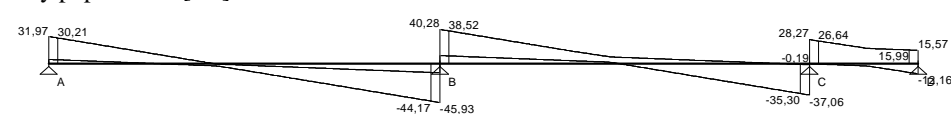
Obliczenia belki w kierunku pionowym

Obwiednia sił wewnętrznych

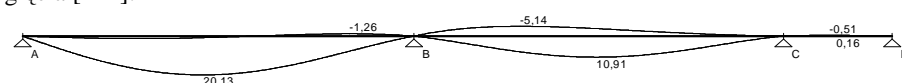
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:

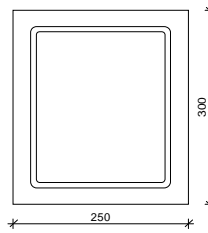


WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :

Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 30,0 \text{ cm}$

otulina zbrojenia $c_{nom} = 25 \text{ mm}$



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój **a-a**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 36,34 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3,67 \text{ cm}^2$. Przyjęto **3φ16** o $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,93\%$)

(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 36,34 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,99 \text{ kNm}$ (64,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)44,17 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 8$ co 190 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)44,17 \text{ kN} < V_{Rd1} = 47,79 \text{ kN}$ (92,4%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 25,88 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 25,88 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,189 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (63,1%)

Maksymalne ugięcie od M_{Sk} : $a(M_{Sk}) = 20,13 \text{ mm} < a_{lim} = 5400/200 = 27,00 \text{ mm}$ (74,6%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 31,77 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Podpora B:

Zginanie: (przekrój **b-b**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)42,93 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne $A_{s1} = 4,42 \text{ cm}^2$. Przyjęto **3φ16** o $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,93\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)42,93 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,99 \text{ kNm}$ (76,7%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny $M_{Sk} = (-)30,93 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = (-)30,93 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,230 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (76,6%)

Przęsło B - C:

Zginanie: (przekrój **c-c**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 21,29 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,06 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2φ16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,62\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 21,29 \text{ kNm} < M_{Rd} = 39,46 \text{ kNm}$ (53,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 38,52 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 8$ co 190 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 38,52 \text{ kN} < V_{Rd1} = 47,79 \text{ kN}$ (80,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 14,92 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 14,92 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,183 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (61,1%)

Maksymalne ugięcie od M_{Sk} : $a(M_{Sk}) = 10,91 \text{ mm} < a_{lim} = 5100/200 = 25,50 \text{ mm}$ (42,8%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 27,72 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Podpora C:

Zginanie: (przekrój **d-d**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{sd} = (-)27,79 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne $A_{s1} = 2,74 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2φ16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,62\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = (-)27,79 \text{ kNm} < M_{Rd} = 39,46 \text{ kNm}$ (70,4%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny $M_{sk} = (-)19,53 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{sk,lt} = (-)19,53 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,258 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (86,0%)

Przęsło C - D:

Zginanie: (przekrój **e-e**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{sd} = 5,52 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 0,84 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2φ16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,62\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 5,52 \text{ kNm} < M_{Rd} = 39,46 \text{ kNm}$ (14,0%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{sd} = 26,64 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi φ8 co 190 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{sd} = 26,64 \text{ kN} < V_{Rd1} = 44,02 \text{ kN}$ (60,5%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{sk} = 3,29 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{sk,lt} = 3,29 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Maksymalne ugięcie od M_{sk} : $a(M_{sk}) = (-)0,51 \text{ mm} < a_{lim} = 1500/200 = 7,50 \text{ mm}$ (6,8%)

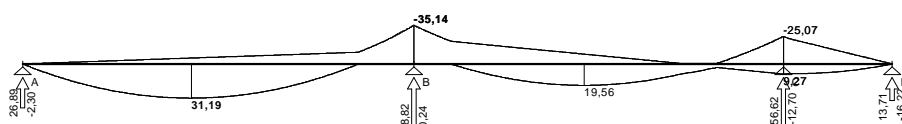
Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{sk} = 18,90 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

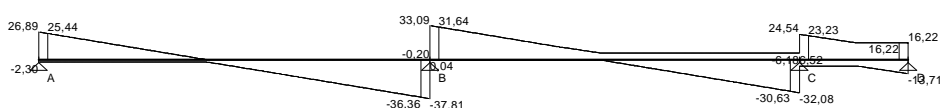
Obliczenia belki w kierunku poziomym

Obwiednia sił wewnętrznych

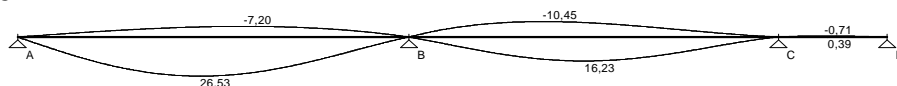
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój **a-a**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{sd} = 31,19 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 3,94 \text{ cm}^2$. Przyjęto **3φ16** o $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,96\%$)

(decyduje warunek dopuszczalnego ugięcia)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 31,19 \text{ kNm} < M_{Rd} = 44,93 \text{ kNm}$ (69,4%)

PROJEKT BUDOWLANY KONSTRUKCJA	ROZBUDOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W MIEJSCOWOŚCI PIERZCHNICA	NR STRONY
-------------------------------------	--	--------------

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{sd} = (-)36,36 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 8$ co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{sd} = (-)36,36 \text{ kN} < V_{Rd1} = 48,38 \text{ kN} \quad (75,2\%)$

Rozstaw poprzeczny ramion strzemion nie spełnia warunku (211) normy PN-B-03264:2002

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{sk} = 21,36 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{sk,lt} = 21,36 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,216 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm} \quad (72,1\%)$

Maksymalne ugięcie od M_{sk} : $a(M_{sk}) = 26,53 \text{ mm} < a_{lim} = 5400/200 = 27,00 \text{ mm} \quad (98,3\%)$

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{sk} = 24,90 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje $(0,0\%)$

Podpora B:

Zginanie: (przekrój **b-b**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{sd} = (-)35,14 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne $A_{s1} = 4,52 \text{ cm}^2$. Przyjęto **3 ϕ 16** o $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,96\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = (-)35,14 \text{ kNm} < M_{Rd} = 44,93 \text{ kNm} \quad (78,2\%)$

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny $M_{sk} = (-)24,07 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{sk,lt} = (-)24,07 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,246 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm} \quad (82,1\%)$

Przęsło B - C:

Zginanie: (przekrój **c-c**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{sd} = 19,56 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,37 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2 ϕ 16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,64\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 19,56 \text{ kNm} < M_{Rd} = 31,73 \text{ kNm} \quad (61,6\%)$

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{sd} = 31,64 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 8$ co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{sd} = 31,64 \text{ kN} < V_{Rd1} = 44,46 \text{ kN} \quad (71,2\%)$

Rozstaw poprzeczny ramion strzemion nie spełnia warunku (211) normy PN-B-03264:2002

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{sk} = 13,40 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{sk,lt} = 13,40 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,238 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm} \quad (79,2\%)$

Maksymalne ugięcie od M_{sk} : $a(M_{sk}) = 16,23 \text{ mm} < a_{lim} = 5100/200 = 25,50 \text{ mm} \quad (63,7\%)$

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{sk} = 21,67 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje $(0,0\%)$

Podpora C:

Zginanie: (przekrój **d-d**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{sd} = (-)25,07 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne $A_{s1} = 3,10 \text{ cm}^2$. Przyjęto **3 ϕ 16** o $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,96\%$)

(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = (-)25,07 \text{ kNm} < M_{Rd} = 44,93 \text{ kNm} \quad (55,8\%)$

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny $M_{sk} = (-)17,17 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{sk,lt} = (-)17,17 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,169 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm} \quad (56,2\%)$

Przęsło C - D:

Zginanie: (przekrój e-e)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{sd} = 9,27 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 1,09 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2φ16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,64\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 9,27 \text{ kNm} < M_{Rd} = 31,73 \text{ kNm}$ (29,2%)

Ścinanie:

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

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 8$ co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{sd} = 23,23 \text{ kN} < V_{Rd1} = 44,46 \text{ kN}$ (52,3%)

Rozstaw poprzeczny ramion strzemion nie spełnia warunku (211) normy PN-B-03264:2002

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{sk} = 6,35 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{sk,lt} = 6,35 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Maksymalne ugięcie od M_{sk} : $a(M_{sk}) = (-)0,71 \text{ mm} < a_{lim} = 1500/200 = 7,50 \text{ mm}$ (9,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{sk} = 15,91 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Poz.2.1.2. Belka żelbetowa wiatu sklasowania osadu.

Zestawienie obciążeń w kierunku pionowym

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. q_k [kN/m]	współcz. obc.	obc. obl. q [kN/m]
obciążenia stałe				
belka żelbetowa	$25 \cdot 0,25 \cdot 0,3 =$	1,88	1,1	2,06
tynek cem.-wap. gr. 1,5cm	$1 \cdot 19 \cdot 0,015 \cdot 0,3 =$	0,09	1,3	0,11
tynek min. gr. 1cm	$1 \cdot 21 \cdot 0,01 \cdot 0,3 =$	0,06	1,3	0,08
stałe bez ciężaru własnego		0,15	1,30	0,19
Razem stałe		2,02	1,11	2,26
obciążenia zmienne				
obc. montażowe		1,00	1,30	1,30
Razem zmienne		1,00	1,30	1,30
Razem stałe+zmienne		$q_k =$ 3,02	1,18	3,56

Zestawienie obciążeń w kierunku poziomym

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. q_k [kN]	współcz. obc.	obc. obl. q [kN]
obciążenia stałe + zmienne				
Obciążenie poziome od parcia wiatru:	$0,25 \cdot 3,15 \cdot 3,45 =$	2,72	1,50	4,08
Razem stałe+zmienne		$q_k =$ 2,72	1,50	4,08

charakterystyki geometryczne przekroju

h [cm]	a [cm]	b_w [cm]	d [cm]	z [cm]
30	4	25	26,0	22,0

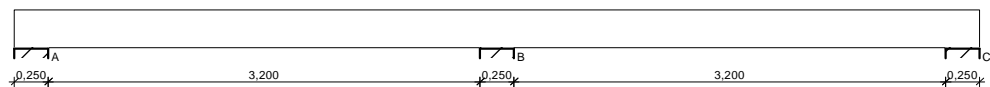
dane betonu i stali

Beton B25				zbrojenie gł. A-IIIIN	strzemiona A-0		
f_{cd}	f_{ck}	f_{ctd}	f_{ctm}	f_{yd}	f_{yk}	f_{ydl}	E_s
1,33	2,0	0,100	0,22	42	50	19	20000

kN/cm²

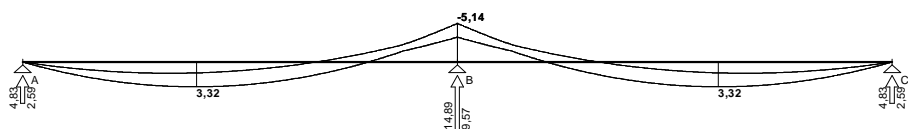
Obliczenia belki w kierunku pionowym

SZKIC BELKI

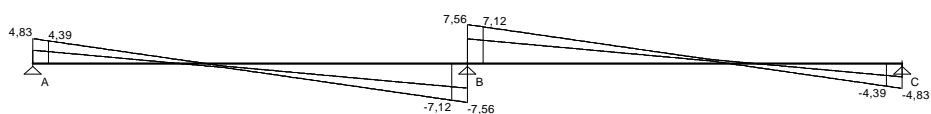


Obwiednia sił wewnętrznych

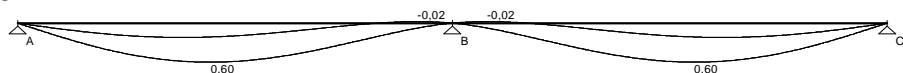
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:

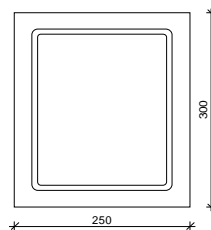


WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :

Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 25,0 \text{ cm}$, $h = 30,0 \text{ cm}$

otulina zbrojenia $c_{nom} = 25 \text{ mm}$



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój **a-a**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{sd} = 3,32 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 0,85 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2φ12** o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,34\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 3,32 \text{ kNm} < M_{Rd} = 23,63 \text{ kNm}$ (14,0%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{sd} = (-)7,12 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 190 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{sd} = (-)7,12 \text{ kN} < V_{Rd1} = 41,16 \text{ kN}$ (17,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{sk} = 2,79 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{sk,lt} = 2,79 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Maksymalne ugięcie od M_{sk} : $a(M_{sk}) = 0,60 \text{ mm} < a_{lim} = 3450/200 = 17,25 \text{ mm}$ (3,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{sk} = 6,06 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Podpora B:

Zginanie: (przekrój **b-b**)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{sd} = (-)5,14 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne (war. konstrukcyjny) $A_{s1} = 0,85 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2φ12** o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,34\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = (-)5,14 \text{ kNm} < M_{Rd} = 23,63 \text{ kNm}$ (21,7%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny $M_{sk} = (-)4,38 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{sk,lt} = (-)4,38 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Przęsło B - C:

Zginanie: (przekrój **c-c**)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{sd} = 3,32 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 0,85 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2φ12** o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,34\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 3,32 \text{ kNm} < M_{Rd} = 23,63 \text{ kNm}$ (14,0%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{sd} = 7,12 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 190 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{sd} = 7,12 \text{ kN} < V_{Rd1} = 41,16 \text{ kN}$ (17,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{sk} = 2,79 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{sk,lt} = 2,79 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

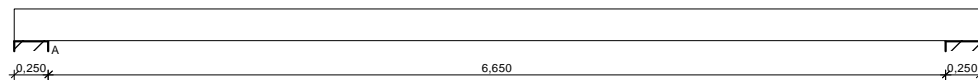
Maksymalne ugięcie od M_{sk} : $a(M_{sk}) = 0,60 \text{ mm} < a_{lim} = 3450/200 = 17,25 \text{ mm}$ (3,5%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{sk} = 6,06 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

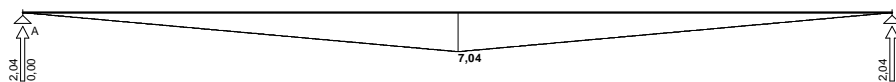
Obliczenia belki w kierunku poziomym

SZKIC BELKI

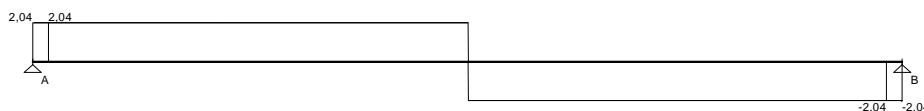


Obwiednia sił wewnętrznych

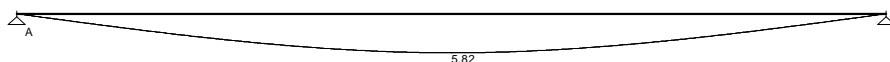
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE wg PN-B-03264:2002 :

Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{sd} = 7,04$ kNm

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_s = 0,83$ cm². Przyjęto 2φ12 o $A_s = 2,26$ cm² ($\rho = 0,35\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 7,04$ kNm < $M_{Rd} = 19,11$ kNm (36,8%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{sd} = (-)2,04$ kN

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi φ6 co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{sd} = (-)2,04$ kN < $V_{Rd1} = 41,62$ kN (4,9%)

Rozstaw poprzeczny ramion strzemion nie spełnia warunku (211) normy PN-B-03264:2002

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 4,69$ kNm

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 4,69$ kNm

Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Maksymalne ugięcie od M_{Sk} : $a(M_{Sk}) = 5,80$ mm < $a_{lim} = 30,00$ mm (19,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk} = 1,36$ kN

Szerokość rys ukośnych: zarysowanie nie występuje (0,0%)

Poz.2.1.3. Ściąg stalowy wiaty składowania osadu.

Zestawienie obciążeń.

2 x reakcja z belki żelbetowej. poz.2.1.1. = 137,60 kN

Wymiary przekroju

d = 32,0 mm

Cechy geometryczne przekroju

A = 8,040 cm²

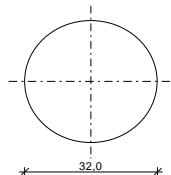
J = 5,149 cm⁴

W = 3,220 cm³

i = 0,800 cm

A_L = 0,101 m²/m, A_G = 15,93 m²/t

U/A = 125,0 m⁻¹, m = 6,310 kg/m



Stal: St3, f_d = 205 MPa, λ_p = 86,0;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

N_{Rt} = 164,8 kN

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

M_R = 0,825 kNm (klasa: 1, α_p = 1,250)

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

V_R = 95,60 kN (klasa: 1, φ_{pv} = 1,000)

Obciążenie elementu

N = -138 kN

Warunki nośności elementu

(31) N = 137,6 kN < N_{Rt} = 164,8 kN (83,5%)

Poz.2.1.4. Nadproże stalowe Ns-1.

Zestawienie obciążeń w kierunku pionowym

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. q_k [kN/m]	współcz. obc.	obc. obl. q [kN/m]
obciążenia stałe				
C100		0,11	1,1	0,12
wieniec żelbetowy	$25*0,24*0,24=$	1,44	1,3	1,87
śiana z silikatu. gr. 24cm	$18*0,24*1,43=$	6,18	1,1	6,80
styropian gr. 10cm	$0,45*0,1*1,68=$	0,08	1,2	0,09
śiana z porothermu (elewacja). gr. 12cm	$14*0,12*1,68=$	2,82	1,1	3,10
styropian gr. 12cm	$0,45*0,12*1,68=$	0,09	1,2	0,11
tynk cem.-wap. gr. 1,5cm	$19*0,015*1,68=$	0,48	1,3	0,62
tynk min. gr. 1cm	$21*0,01*1,68=$	0,35	1,3	0,46
z dachu; pasmo 3,6m	$0,82*3,6=$	2,95	1,19	3,51
stałe bez ciężaru własnego		14,39	1,15	16,56
Razem stałe		14,50	1,15	16,68
obciążenia zmienne				
z dachu; pasmo 3,6m	$1,52*3,6=$	5,47	1,50	8,21
Razem zmienne		5,47	1,50	8,21
Razem stałe+zmienne		$q_k = 19,97$	1,25	24,88

Przyjęto konstrukcyjne 3xC100

Poz.2.1.5. Nadproże stalowe Ns-2.

Zestawienie obciążeń w kierunku pionowym

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. q_k [kN/m]	współcz. obc.	obc. obl. q [kN/m]
obciążenia stałe				
C80		0,09	1,1	0,10
wieniec żelbetowy	$25*0,24*0,24=$	1,44	1,3	1,87
śiana z silikatu. gr. 24cm	$18*0,24*2,15=$	9,29	1,1	10,22
styropian gr. 10cm	$0,45*0,1*2,4=$	0,11	1,2	0,13
śiana z porothermu (elewacja). gr. 12cm	$14*0,12*2,4=$	4,03	1,1	4,44
styropian gr. 12cm	$0,45*0,12*2,4=$	0,13	1,2	0,16
tynk cem.-wap. gr. 1,5cm	$19*0,015*2,4=$	0,68	1,3	0,89
tynk min. gr. 1cm	$21*0,01*2,4=$	0,50	1,3	0,66
stałe bez ciężaru własnego		16,19	1,13	18,35
Razem stałe		16,27	1,13	18,45

Przyjęto konstrukcyjne 3xC80

Poz.2.1.6. Nadproże stalowe Ns-3.

Przyjęto konstrukcyjne 3xC80

Poz.2.1.7. Nadproże stalowe Ns-4.

Przyjęto konstrukcyjne 3xC80

Poz.2.1.8. Nadproże stalowe Ns-5.

Przyjęto konstrukcyjne 3xC140

Poz.2.1.9. Belka montażowa pod filtr taśmowy.

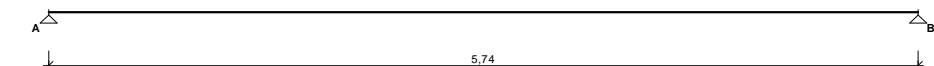
Zestawienie obciążeń stałych w kN/m

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. q_k [kN/m]	współcz. obc.	obc. obl. q [kN/m]
obciążenia stałe				
HEA 140		0,25	1,1	0,27
Razem stałe		0,25	1,10	0,27

Zestawienie obciążeń zmiennych w kN

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. q_k [kN]	współcz. obc.	obc. obl. q [kN]
obciążenia zmienne				
ciężar filtru taśmowego		10,00	1,5	15,00
Razem stałe		10,00	1,50	15,00

SCHEMAT BELKI



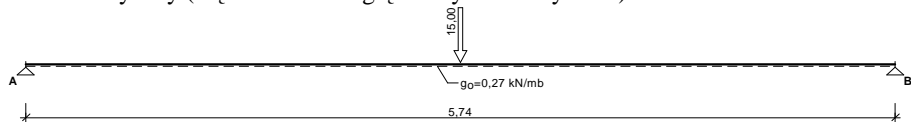
Parametry belki:

- współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki $\gamma_f = 1,10$

OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

Przypadek **P1: zmienne** ($\gamma_f = 1,5$)

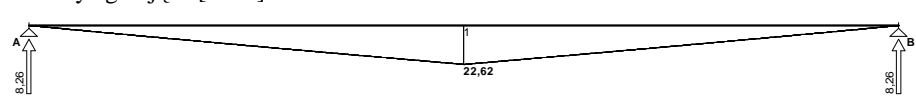
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



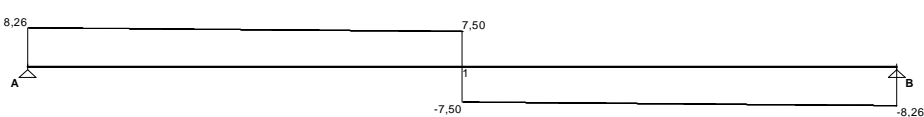
WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: zmienne**

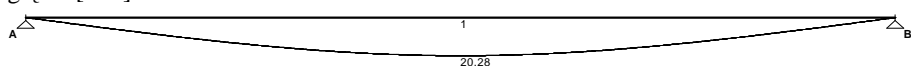
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA

Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;

Parametry analizy zwichrzenia:

- obciążenie przyłożone na pasie dolnym belki;
- obciążenie działa w dół;
- brak stężeń bocznych na długości przęsła belki;

WYMIAROWANIE WG PN-90/B-03200

Przekrój: **HE 140 A**

$$A_v = 7,32 \text{ cm}^2, m = 24,7 \text{ kg/m}$$

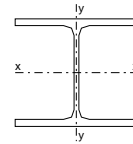
$$J_x = 1030 \text{ cm}^4, J_y = 389 \text{ cm}^4, J_\omega = 15060 \text{ cm}^6, J_T = 8,16 \text{ cm}^4, W_x = 155 \text{ cm}^3$$

Stal: **St3**

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1 ($\alpha_p = 1,059$) $M_R = 35,30 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1 $V_R = 91,22 \text{ kN}$



Nośność na zginanie

Przekrój $z = 2,87 \text{ m}$

Współczynnik zwichrzenia $\varphi_L = 0,828$

Moment maksymalny $M_{\max} = 22,62 \text{ kNm}$

$$(52) \quad M_{\max} / (\varphi_L \cdot M_R) = 0,773 < 1$$

Nośność na ścinanie

Przekrój $z = 0,00 \text{ m}$

Maksymalna siła poprzeczna $V_{\max} = 8,26 \text{ kN}$

$$(53) \quad V_{\max} / V_R = 0,091 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 8,26 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 54,73 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Przekrój $z = 2,87 \text{ m}$

Ugięcie maksymalne $f_{k,\max} = 20,28 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne $f_{gr} = l_o / 200 = 28,70 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 20,28 \text{ mm} < f_{gr} = 28,70 \text{ mm} \quad (70,7\%)$$

Poz.2.2.1. Rama żelbetowa hali reaktorów.

Zestawienie obciążeń w kierunku pionowym

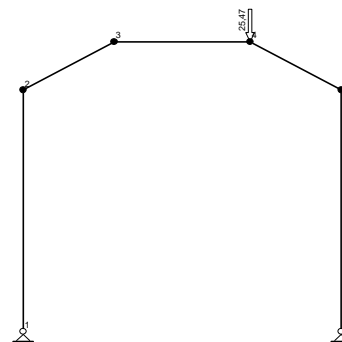
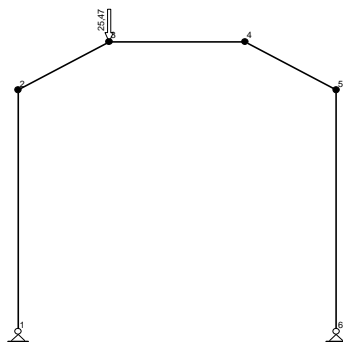
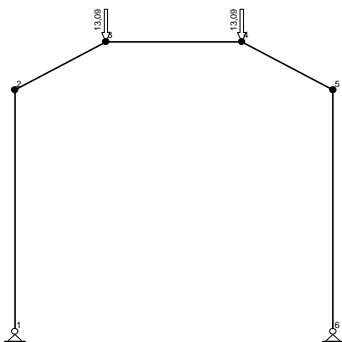
Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. q_k [kN]	współcz. obc.	obc. obl. q [kN]
obciążenia stałe				
reakcja z płatwi stalowej		11,15	1,17	13,09
Razem stałe		11,15	1,17	13,09
obciążenia zmienne				
reakcja z płatwi stalowej		16,98	1,50	25,47
Razem zmienne		16,98	1,50	25,47
Razem stałe+zmienne	$q_k =$	28,13	1,37	38,56

OBCIĄŻENIA: (wartości obliczeniowe)

Przypadek **P1: stałe** ($\gamma_f = 1,17$)

Przypadek **P2: zmienne1** ($\gamma_f = 1,5$)

Przypadek **P3: zmienne2** ($\gamma_f = 1,5$)

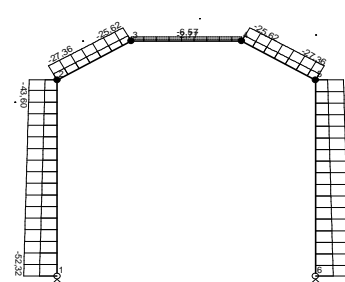
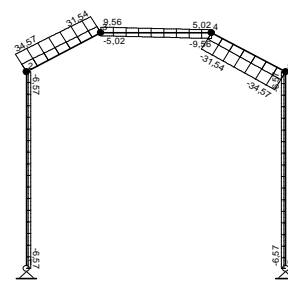
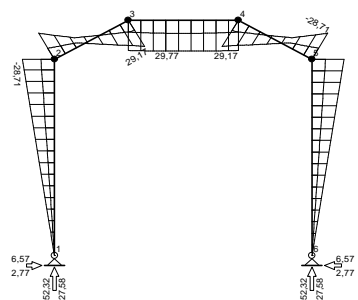


WYNIKI:

Obwiednia sił wewnętrznych

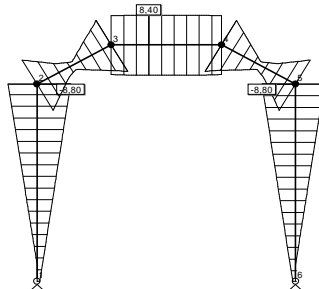
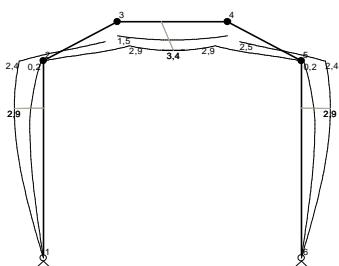
Obwiednia momentów zginających: Obwiednia sił tnących:

Obwiednia sił osiowych:



Obwiednia przemieszczeń:

Obwiednia naprężeń:



DANE:

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) $\rightarrow f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

Otulinie:

Otulinie nominalne zbrojenia $c_{nom} = 25 \text{ mm}$

Zbrojenie główne:

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

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

Średnica prętów górnych $\phi_g = 16 \text{ mm}$

Strzemiona:

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

Średnica $\phi_s = 8 \text{ mm}$

Typ strzemion: dwucięte

RYGIEL RAMY

PRZEKRÓJ PRZĘSŁOWY

Belka (przekrój przęsłowy):

Moment obliczeniowy $M_{sd} = 29,77 \text{ kNm}$

Moment charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 22,33 \text{ kNm}$

Rozpiętość efektywna belki $l_{eff} = 5,30 \text{ m}$

Współczynnik ugięcia $\alpha_k = (5/48) \times 0,81$

WYNIKI - ZGINANIE (wg PN-B-03264:2002):

Zginanie (metoda uproszczona):

Zbrojenie potrzebne $A_s = 2,95 \text{ cm}^2$. Przyjęto **3 ϕ 16** o $A_s = 6,03 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,93\%$)

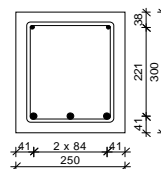
(decyduje warunek granicznej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 29,77 \text{ kNm} < M_{Rd} = 55,99 \text{ kNm}$ (53,2%)

SGU:

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,160 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (53,4%)

Ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 15,35 \text{ mm} < a_{lim} = 5300/200 = 26,50 \text{ mm}$ (57,9%)



PRZEKRÓJ PODPOROWY

Belka (przekrój podporowy):

Moment obliczeniowy $M_{sd} = 28,71 \text{ kNm}$

Moment charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 21,53 \text{ kNm}$

Siła poprzeczna obliczeniowa w licu podpory $V_{sd} = 34,57 \text{ kN}$

Siła poprzeczna charakterystyczna długotrwała $V_{Sk,lt} = 25,23 \text{ kN}$

WYNIKI - ZGINANIE (wg PN-B-03264:2002):

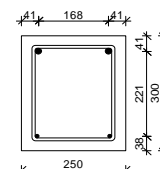
Zginanie (metoda uproszczona):

Zbrojenie potrzebne górne $A_{s1} = 2,83 \text{ cm}^2$. Przyjęto **2 ϕ 16** o $A_s = 4,02 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,62\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{sd} = 28,71 \text{ kNm} < M_{Rd} = 39,46 \text{ kNm}$ (72,7%)

SGU:

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,289 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (96,5%)



WYNIKI - ŚCINANIE (wg PN-B-03264:2002):

Ścinanie:

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi **f8 co 190 mm** na całej długości belki

Warunek nośności na ścinanie: $V_{sd} = 34,57 \text{ kN} < V_{Rd1} = 47,79 \text{ kN}$ (72,3%)

SGU:

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,000 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (0,0%)

SŁUP RAMY

Obciążenia: [kN,kNm]

	N_{Sd}	$N_{Sd,lt}$	M_{Sd}
1.	52,32	45,49	28,71

Słup:

Wysokość słupa $l_{col} = 4,35$ m

Rodzaj słupa: monolityczny

Rodzaj konstrukcji: przesuwana

Numer kondygnacji od góry: 1

Współczynnik długości wyboczeniowej w płaszczyźnie obciążenia $\beta_x = 1,12$

Współczynnik długości wyboczeniowej z płaszczyzny obciążenia $\beta_y = 1,00$

WYNIKI - SŁUP (wg PN-B-03264:2002):

Ściskanie:

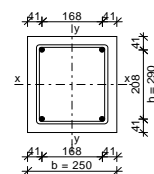
Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b" :

Zbrojenie potrzebne $A_{s1} = A_{s2} = 3,04$ cm². Przyjęto po **2φ16** o $A_s = 4,02$ cm²

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h" :

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_{s1} = A_{s2} = 1,09$ cm². Przyjęto po **2f16** o $A_s = 4,02$ cm²

Łącznie przyjęto **4f16** o $A_s = 8,04$ cm² ($\rho = 1,11\%$)



Strzemiona:

Przyjęto strzemiona pojedyncze φ8 w rozstawie co 24,0 cm

Poz.3. Słupy żelbetowe wiaty.**Poz.3.1. Słupy żelbetowe S.1.1.****Zestawienie obciążeń**

ciężar własny słupa	$25 \cdot b \cdot h \cdot l \cdot 1,1 =$	7,91	kN
reakcja z belki żelbetowej. poz.2.1.1.		84,29	kN
razem	Nsd=	92,20	kN

h [cm]	b [cm]	a ₁ [cm]	a ₂ [cm]	l [m]	Beton	Stal
25	25	4	4	4,6	B25	A-IIIIN

Zbrojenie:

Pręty podłużne $\phi = 12$ mm ze stali A-IIIIN (**RB500W**) $\rightarrow f_{yk} = 500$ MPa, $f_{yd} = 420$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Strzemiona $\phi = 6$ mm

Parametry betonu:

Klasa betonu: **B25** (C20/25) $\rightarrow f_{cd} = 13,33$ MPa, $f_{ctd} = 1,00$ MPa, $E_{cm} = 30,0$ GPa

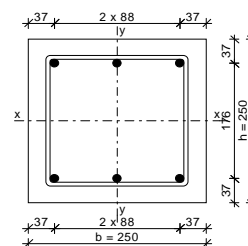
Ciężar objętościowy $\rho = 25$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 16$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,10$

**Otulenie:**

Otulenie nominalne zbrojenia $c_{nom} = 25$ mm

Słup:

Wysokość słupa $l_{col} = 4,55$ m

Rodzaj słupa: monolityczny

Rodzaj konstrukcji: przesuwna

Numer kondygnacji od góry: 1

Współczynnik długości wyboczeniowej w płaszczyźnie obciążenia $\beta_x = 2,00$

Współczynnik długości wyboczeniowej z płaszczyzny obciążenia $\beta_y = 2,00$

ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja obliczeniowa: trwała

WYNIKI - SŁUP (wg PN-B-03264:2002):**Ściskanie:**

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b" :

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny) $A_{s1} = A_{s2} = 0,94$ cm². Przyjęto po **3 ϕ 12** o $A_s = 3,39$ cm²

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h" :

Zbrojenie potrzebne (z warunku $N_{sd} < N_{crit}$) $A_{s1} = A_{s2} = 2,26$ cm². Przyjęto po **2f12** o $A_s = 2,26$ cm²

Łącznie przyjęto **6f12** o $A_s = 6,79$ cm² ($\rho = 1,09\%$)

Strzemiona:

Przyjęto strzemiona pojedyncze $\phi 6$ w rozstawie co 18,0 cm

Poz.3.2. Słup żelbetowy S.1.2.

Zestawienie obciążeń

ciężar własny słupa	$25 \cdot b \cdot h \cdot l \cdot 1,1 =$	7,91	kN
reakcja z belki żelbetowej. poz.2.1.2.		14,89	kN
razem	Nsd=	22,80	kN

Moment od parcia wiatru na słup

parcie wiatru =	0,249	kN/m ²
$\gamma_f =$	1,5	
pasmo =	3,45	m
Obciążenie liniowe na słup od wiatru =	0,86	kN/m

$$M = p \cdot l^2 / 2 \cdot g = 13,61 \text{ kNm}$$

h [cm]	b [cm]	a ₁ [cm]	a ₂ [cm]	l [m]	Beton	Stal
25	25	4	4	4,6	B25	A-IIIIN

Słup:

Wysokość słupa $l_{col} = 4,55 \text{ m}$

Rodzaj słupa: monolityczny

Rodzaj konstrukcji: przesuwna

Numer kondygnacji od góry: 1

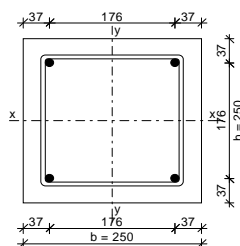
Współczynnik długości wyboczeniowej w płaszczyźnie obciążenia $\beta_x = 2,00$

Współczynnik długości wyboczeniowej z płaszczyzny obciążenia $\beta_y = 2,00$

ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE:

Sytuacja ob. trwała

WYNIKI - SŁUP (wg PN-B-03264:2002):



Ściskanie:

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b" :

Zbrojenie potrzebne $A_{s1} = A_{s2} = 2,07 \text{ cm}^2$. Przyjęto po **2φ12** o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h" :

Zbrojenie potrzebne (z warunku $N_{sd} < N_{crit}$) $A_{s1} = A_{s2} = 2,26 \text{ cm}^2$. Przyjęto po **2f12** o $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto **4f12** o $A_s = 4,52 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,72\%$)

Strzemiona:

Przyjęto strzemiona pojedyncze φ6 w rozstawie co 18,0 cm

PROJEKT BUDOWLANY KONSTRUKCJA	ROZBUDOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W MIEJSCOWOŚCI PIERZCHNICA	NR STRONY
-------------------------------------	--	--------------

Poz.4. Fundamenty.

Poz.4.1. Fundamenty wiaty.

Poz.4.1.1. Ławy fundamentowe wiaty.

Parametry geotechniczne gruntu

Piasek średni		I_L / I_D	grupa kons.	N_D	N_C	N_B
		0,33		9,03	18,54	2,60
g_m	$g \text{ [m/s}^2\text{]}$	$F_u^{n(r)} \text{ [}^\circ\text{]}$	tg_f / ctg_f	$C_u^{n(r)} \text{ [kPa]}$	$r_D^{n(r)} \text{ [t/m}^3\text{]}$	$r_B^{n(r)} \text{ [t/m}^3\text{]}$
0,90	9,81	26,0	0,43	0,00	1,58	1,90
		23,40	2,31	0,00	1,42	1,71

Poz.4.1.1.1. Ława fundamentowa Ł1.

Zestawienie obciążeń od ściany w osi A.

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. $q_k [kN/m]$	współcz. obc.	obc. obl. $q [kN/m]$
obciążenia stałe				
ściana z pustaka ceramicznego MAX gr 25 cm. 14*0,25*1,17=		4,10	1,1	4,50
2 x tynk cem-wap. 2*19*0,015*1,17=		0,67	1,3	0,87
mur fundamentowy z bloczków betonowych 22*0,25*1,49=		8,20	1,1	9,01
Razem stałe	$q_k =$	12,96	1,11	14,39

Razem siły $N_k = 12,96$ $N_{rs} = 14,4$ **kN/m**
 $M_{rs} = 0,0$ **kN*m**
 $H_{rs} = 0$ **kN/m**

B [m]	L [m]	D_{min} [m]	b [m]	e_x [m]	h [m]
0,40	100,00	1,20	0,25	0	0,4

$$q_{fN} = (1+0,3*B/L)*N_c*C_u+(1+1,5*B/L)*N_D*D_{min}*r_D*g+(1-(0,25*B/L))*N_B*B*r_B*g$$

$$\begin{aligned} B/L &= 0,004 \\ m &= 0,81 \\ q_{fN} &= 169,4 \\ m * q_{fN} &= 137,2 \end{aligned}$$

Ciężar ławy $Q = 1,1*25*B*1*h = 4,4$ **kN/m**

Ciężar gruntu $G_r = \rho_{Dn}*(B-b)*1*(D_{min}-h) = 2,28$ **kN/m**

$$N_r = Q + G_r + N_{rs} = 21,07 \text{ kN/m}$$

mimośród $e_B = (M_{rs} + (H_{rs}*h) + e_x*N_{rs})/N_r = 0,00$ $< B/6 = 0,07$ **m**

Naprężenia pod ławą

$$q_{max} = N_r/(B*1)*(1+6*(e_x/B)) = 52,7 < q_{ro} = 137,2 \text{ kPa}$$

$$q_{min} = N_r/(B*1)*(1-6*(e_x/B)) = 52,7 < q_{ro} = 137,2 \text{ kPa}$$

$$q_{rs} = N_r/B*1 = 52,7 < q_{ro} = 137,2 \text{ kPa}$$

Pod ścianami głównymi przyjmuję ławę Ł1. - 40x40cm

Ławy zbroić podłużnie 4#12 ze stali RB500W i strzemionami f6 ze stali St0S w rozstawie co 25cm.

Poz.4.1.2. Stopy żelbetowe wiaty

Poz.4.1.2.1. Stopa fundamentowa St1

Geometra fundamentu

B [m]	L [m]	D _{min} [m]	h [m]	a _l [m]	b _l [m]	h _l [m]
1,00	1,20	1,80	0,40	0,25	0,25	0,00

Zestawienie obciążeń pod słupem S1.1.

N [kN]	H _x [kNm]	H _y [kNm]	M _y [kNm]	M _x [kNm]	e _x [m]	e _y [m]
92,20	0,00	0	0,00	0,00	0	0

Suma sił pionowych

$$G_r = 1,1 \cdot 20,0 \cdot B \cdot L \cdot D_{\min} = 47,52 \quad \text{kN}$$

$$N_r = N + G_r = 139,72 \quad \text{kN}$$

mimośrod

$$e_B = (M_x + (H_y \cdot (h_l + h) - N \cdot e_x) / N_r = 0,00 < B/6 = 0,17 \quad \text{m}$$

$$e_L = (M_y + (H_x \cdot (h_l + h) - N \cdot e_y) / N_r = 0,00 < L/6 = 0,20 \quad \text{m}$$

Obliczeniowy graniczny odpór podłoża

zwietrzelina gliniasta		I _D = 0,30		γ _m = 0,9			
Φ _u ⁿ [°]	Φ _u ^r [°]	c _u ⁿ [kPa]	c _u ^r [kPa]	ρ _{Dn} [t/m ³]	ρ _D ^r [t/m ³]	ρ _B [t/m ³]	ρ _B ^r [t/m ³]
26	23,4	0,0	0,00	1,70	1,530	1,90	1,710

N _D	N _C	N _B	g [m/s ²]	B` [m]	L` [m]	B`/L`
9,03	18,54	2,60	9,81	1,00	1,20	0,83

kierunek	tgδ _L	tgΦ	tgδ _L / tgΦ	i _B	i _D	i _C
L	0,00	0,43	0,00	0,95	0,95	0,95
B	0,00	0,43	0,00	0,95	0,95	0,95

parametry określone metodą B

$$m = 0,81$$

$$Q_{fN} = B' \cdot L' \cdot ((1 + 0,3 \cdot B'/L') \cdot N_c \cdot c_u \cdot i_c + (1 + 1,5 \cdot B'/L') \cdot N_D \cdot i_D \cdot D_{\min} \cdot \rho_D \cdot g + (1 - (0,25 \cdot B'/L')) \cdot N_B \cdot i_B \cdot \rho_B \cdot g \cdot L')$$

Q _{fNL} = 672,7	kN	m * Q _{fNL} = 544,9
Q _{fNB} = 664,8	kN	m * Q _{fNB} = 538,5

$$> N_r = 139,7 \quad \text{kN}$$

Opór jednostkowy podłoża

$$q_r = (1 + 0,3 \cdot B'/L') \cdot N_c \cdot c_u \cdot i_c + (1 + 1,5 \cdot B'/L') \cdot N_D \cdot i_D \cdot D_{\min} \cdot \rho_D \cdot g + (1 - 0,25 \cdot B'/L') \cdot N_B \cdot i_B \cdot \rho_B \cdot g = 583,2 \quad \text{kPa}$$

$$q_{ro} = m \cdot q_r = 472,4 \quad \text{kPa}$$

Napężenia

$$q_{\max} = N / (B \cdot L) \cdot (1 + 6 \cdot (e_B/B + e_L/L)) = 116,43 < 1,2 \cdot q_{ro} = 566,87 \quad \text{kN/m}^2$$

$$q_{\min} = N / (B \cdot L) \cdot (1 - 6 \cdot (e_B/B + e_L/L)) = 116,43 \quad \text{kN/m}^2$$

$$q_{sr} = N / (B \cdot L) = 116,43 < q_{ro} = 472,4 \quad \text{kN/m}^2$$

Wymiarowanie fundamentu na zginanie

Beton B25			stal A-IIIIN	
f_{cd}	f_{ctm}	f_{ctd}	f_{yd}	f_{yk}
1,33	0,22	0,1	42	50

Zbrojenie teoretyczne

C [m]	$F_t [m^2]$	$e_t [m]$	$M_{sd} [kNm]$	a[m]	d=h-a [m]	$A_{s1} [cm^2]$	$A_{s1,min} [cm^2]$
wymiarowanie w kierunku L							
0,5	0,3	0,3	9,85	0,07	0,33	0,79	4,29
wymiarowanie w kierunku B							
0,4	0,3	0,2	7,23	0,08	0,32	0,58	4,99

Przyjęto zbrojenie:

w kierunku L # 12 -szt. 5 $A_{s1} = \underline{5,65} \text{ cm}^2$
w kierunku B # 12 -szt. 6 $A_{s1} = \underline{6,79} \text{ cm}^2$

Poz.4.1.2.2. Stopa fundamentowa St1.

Geometria fundamentu

B [m]	L [m]	$D_{min} [m]$	h [m]	$a_1 [m]$	$b_1 [m]$	$h_1 [m]$
1,00	1,20	1,80	0,40	0,25	0,25	0,00

Zestawienie obciążeń pod słupem S1.2.

N [kN]	$H_x [kNm]$	$H_y [kNm]$	$M_y [kNm]$	$M_x [kNm]$	$e_x [m]$	$e_y [m]$
22,80	0,00	0	13,61	0,00	0	0

Suma sił pionowych $G_r = 1,1 * 20,0 * B * L * D_{min} = 47,52 \text{ kN}$
 $N_r = N + G_r = 70,32 \text{ kN}$

mimośrod

$$e_B = (M_x + (H_y * (h_1 + h) - N * e_x) / N_r = 0,00 < B/6 = 0,17 \text{ m}$$

$$e_L = (M_y + (H_x * (h_1 + h) - N * e_y) / N_r = 0,19 < L/6 = 0,20 \text{ m}$$

Obliczeniowy graniczny odpór podłoża

zwietrzelnina gliniasta		$I_D = 0,30$		$\gamma_m = 0,9$			
$\Phi_u^n [^\circ]$	$\Phi_u^r [^\circ]$	$c_u^n [kPa]$	$c_u^r [kPa]$	$\rho_{Dn} [t/m^3]$	$\rho_D^r [t/m^3]$	$\rho_B [t/m^3]$	$\rho_B^r [t/m^3]$
26	23,4	0,0	0,00	1,70	1,530	1,90	1,710

N_D	N_C	N_B	$g [m/s^2]$	$B^* [m]$	$L^* [m]$	B^*/L^*
9,03	18,54	2,60	9,81	1,00	0,81	1,23

kierunek	$tg\delta_L$	$tg\Phi$	$tg\delta_L / tg\Phi$	i_B	i_D	i_C
L	0,00	0,43	0,00	0,95	0,95	0,95
B	0,00	0,43	0,00	0,95	0,95	0,95

parametry określone metodą B

$m = 0,81$

$$Q_{fn} = B^* L^* ((1 + 0,3 B^*/L^*) N_C * c_u * i_C + (1 + 1,5 B^*/L^*) N_D * i_D * D_{min} * \rho_D * g + (1 - (0,25 B^*/L^*)) N_B * i_B * \rho_B * g * L^*)$$

PROJEKT	ROZBUDOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W MIEJSCOWOŚCI	NR
BUDOWLANY	PIERZCHNICA	STRONY
KONSTRUKCJA		

$Q_{fNL} = 554,8$	kN	$m \cdot Q_{fNL} = 449,4$			
$Q_{fNB} = 559,1$	kN	$m \cdot Q_{fNB} = 452,9$	$>$	$N_r =$	$70,3$ kN

Opór jednostkowy podłoża

$$q_f = (1 + 0,3 \cdot B/L) \cdot N_c \cdot c_u^r + (1 + 1,5 \cdot B/L) \cdot N_D \cdot D_{min} \cdot \rho_D^r \cdot g + (1 - 0,25 \cdot B/L) \cdot N_B \cdot B \cdot \rho_B^r \cdot g = 583,2 \text{ kPa}$$

$$q_{ro} = m \cdot q_f = 472,4 \text{ kPa}$$

Napężenia

$$q_{max} = N / (B \cdot L) \cdot (1 + 6 \cdot (e_B / B + e_L / L)) = 115,30 < 1,2 \cdot q_{ro} = 566,87 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{min} = N / (B \cdot L) \cdot (1 - 6 \cdot (e_B / B + e_L / L)) = 1,90 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{sr} = N / (B \cdot L) = 58,60 < q_{ro} = 472,4 \text{ kN/m}^2$$

Wymiarowanie fundamentu na zginanie

Beton B25			stal A-IIIIN	
f_{cd}	f_{ctm}	f_{ctd}	f_{yd}	f_{yk}
1,33	0,22	0,1	42	50

Zbrojenie teoretyczne

C [m]	F_t [m ²]	e_t [m]	M_{sd} [kNm]	a [m]	d=h-a [m]	A_{sI} [cm ²]	$A_{sI,min}$ [cm ²]
wymiarowanie w kierunku L							
0,5	0,3	0,3	9,76	0,07	0,33	0,78	4,29
wymiarowanie w kierunku B							
0,4	0,3	0,2	7,16	0,08	0,32	0,57	4,99

Przyjęto zbrojenie:

w kierunku L $\# 12$ -szt. 5 $A_{sI} = \frac{5,65}{\text{cm}^2}$

w kierunku B $\# 12$ -szt. 6 $A_{sI} = \frac{6,79}{\text{cm}^2}$

Poz.4.1.2.3. Stopa fundamentowa St2.

Geometra fundamentu

B [m]	L [m]	D_{min} [m]	h [m]	a_l [m]	b_l [m]	h_l [m]
1,00	1,00	1,80	0,40	0,25	0,25	0,00

Zestawienie obciążeń pod słupem S1.1.

N [kN]	H_x [kNm]	H_y [kNm]	M_y [kNm]	M_x [kNm]	e_x [m]	e_y [m]
20,96	0,00	0	0,00	0,00	0,3	0

Suma sił pionowych $G_r = 1,1 \cdot 20,0 \cdot B \cdot L \cdot D_{min} = 39,6$ kN

$N_r = N + G_r = 60,56$ kN

mimośrod

$e_B = (M_x + (H_y \cdot (h_l + h) - N \cdot e_x)) / N_r = 0,10 < B/6 = 0,17$ m

$e_L = (M_y + (H_x \cdot (h_l + h) - N \cdot e_y)) / N_r = 0,00 < L/6 = 0,17$ m

PROJEKT	ROZBUDOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W MIEJSCOWOŚCI	NR
BUDOWLANY	PIERZCHNICA	STRONY
KONSTRUKCJA		

Obliczeniowy graniczny odpór podłoża

zwietrzelina gliniasta		$I_D = 0,30$		$\gamma_m = 0,9$			
$\Phi_u^n [^\circ]$	$\Phi_u^r [^\circ]$	c_u^n [kPa]	c_u^r [kPa]	ρ_{Dn} [t/m ³]	ρ_D^r [t/m ³]	ρ_B [t/m ³]	ρ_B^r [t/m ³]
26	23,4	0,0	0,00	1,70	1,530	1,90	1,710

N_D	N_C	N_B	g [m/s ²]	B^* [m]	L^* [m]	B^*/L^*
9,03	18,54	2,60	9,81	0,79	1,00	0,79

kierunek	$\text{tg}\delta_L$	$\text{tg}\Phi$	$\text{tg}\delta_L / \text{tg}\Phi$	i_B	i_D	i_C
L	0,00	0,43	0,00	0,95	0,95	0,95
B	0,00	0,43	0,00	0,95	0,95	0,95

parametry określone metodą B

$m = 0,81$

$$Q_{fN} = B^* \cdot L^* ((1 + 0,3 \cdot B^*/L^*) \cdot N_C \cdot c_u^r \cdot i_C + (1 + 1,5 \cdot B^*/L^*) \cdot N_D \cdot i_D \cdot D_{\min} \cdot \rho_D^r \cdot g + (1 - (0,25 \cdot B^*/L^*)) \cdot N_B \cdot i_B \cdot \rho_B^r \cdot g \cdot L^*)$$

$Q_{fNL} = 428,0$	kN	$m \cdot Q_{fNL} = 346,7$
$Q_{fNB} = 422,6$	kN	$m \cdot Q_{fNB} = 342,3$

$$> N_r = 60,6 \text{ kN}$$

Opór jednostkowy podłoża

$$q_r = (1 + 0,3 \cdot B/L) \cdot N_C \cdot c_u^r + (1 + 1,5 \cdot B/L) \cdot N_D \cdot D_{\min} \cdot \rho_D^r \cdot g + (1 - 0,25 \cdot B/L) \cdot N_B \cdot B^* \cdot \rho_B^r \cdot g = 642,3 \text{ kPa}$$

$$q_{r0} = m \cdot q_r = 520,3 \text{ kPa}$$

Napężenia

$$q_{\max} = N/(B^* \cdot L^*) \cdot (1 + 6 \cdot (e_B/B + e_L/L)) = 98,29 < 1,2 \cdot q_{r0} = 624,35 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{\min} = N/(B^* \cdot L^*) \cdot (1 - 6 \cdot (e_B/B + e_L/L)) = 22,83 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{sr} = N/(B^* \cdot L^*) = 60,56 < q_{r0} = 520,3 \text{ kN/m}^2$$

Wymiarowanie fundamentu na zginanie

Beton B25			stal A-IIIIN	
f_{cd}	f_{ctm}	f_{ctd}	f_{yd}	f_{yk}
1,33	0,22	0,1	42	50

Zbrojenie teoretyczne

C [m]	F_t [m ²]	e_t [m]	M_{sd} [kNm]	a [m]	d=h-a [m]	A_{S1} [cm ²]	$A_{S1,min}$ [cm ²]
wymiarowanie w kierunku L							
0,4	0,2	0,2	5,18	0,07	0,33	0,42	4,29
wymiarowanie w kierunku B							
0,7	0,4	0,4	16,79	0,08	0,32	1,35	4,16

Przyjęto zbrojenie:

w kierunku L $\# 12$ -szt. 5 $A_{S1} = 5,65 \text{ cm}^2$

w kierunku B $\# 12$ -szt. 5 $A_{S1} = 5,65 \text{ cm}^2$

PROJEKT	ROZBUDOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W MIEJSCOWOŚCI	NR
BUDOWLANY	PIERZCHNICA	STRONY
KONSTRUKCJA		

Poz.4.2.Fundamenty hali reaktorów.

Parametry geotechniczne gruntu

Piasek średni		I_L / I_D	grupa kons.	N_D	N_C	N_B
		0,3		9,03	18,54	2,60
g_m	$g \text{ [m/s}^2\text{]}$	$F_u^{n(r)} \text{ [}^\circ\text{]}$	tg_f / ctg_f	$C_u^{n(r)} \text{ [kPa]}$	$r_D^{n(r)} \text{ [t/m}^3\text{]}$	$r_B^{n(r)} \text{ [t/m}^3\text{]}$
0,90	9,81	26,0	0,43	0,00	1,70	1,90
		23,40	2,31	0,00	1,53	1,71

Poz.4.2.1. Płyta fundamentowa hali reaktorów.

Zestawienie obciążeń na płytę fundamentową od posadzki.

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. g_k [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. obl. g_o [kN/m ²]
Obciążenia stałe				
posadzka.		0,44	1,2	0,53
wylewka zbrojona gr. 6 cm	24*0,06=	1,44	1,3	1,87
styropian gr.12 cm.	0,45*0,12=	0,05	1,2	0,06
hydroizolacja	11*0,01=	0,11	1,2	0,13
płyta żelbetowa	25*0,3=	7,50	1,1	8,25
stałe bez ciężaru własnego		2,04	1,27	2,60
razem stałe		9,54	1,14	10,85
obciążenia zmienne				
obciążenia użytkowe (hala reaktorów)		1,50	1,4	2,10
razem zmienne		1,50	1,40	2,10
Razem stałe +zmienne		11,04	1,17	12,95

Zestawienie obciążeń na płytę fundamentową od zbiorników średnicy 5,08 m.

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. g_k [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. obl. g_o [kN/m ²]
Obciążenia stałe				
zbiornik		1,00	1,2	1,20
wypełnienie zbiornika	10*5,95=	59,50	1,1	65,45
stałe bez ciężaru własnego		59,50	1,10	65,45
razem stałe		60,50	1,10	66,65

Zestawienie obciążeń na płytę fundamentową od zbiorników średnicy 4,08 m.

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. g_k [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. obl. g_o [kN/m ²]
Obciążenia stałe				
zbiornik		1,00	1,2	1,20
wypełnienie zbiornika	10*4,85=	48,50	1,1	53,35
stałe bez ciężaru własnego		48,50	1,10	53,35
razem stałe		49,50	1,10	54,55

Zestawienie obciążeń od ścian nośnych

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. q_k [kN/m]	współcz. obc.	obc. obl. q [kN/m]
obciążenia stałe				
z dachu;	$1,5 \cdot 0,84 =$	1,26	1,19	1,50
1 x wieniec żelbetowy	$1 \cdot 25 \cdot 0,29 \cdot 0,25 =$	1,81	1,1	1,99
ściana z pustaka ceramicznego MAX gr 29 cm.	$14 \cdot 0,29 \cdot 3,59 =$	14,58	1,1	16,03
tynk cem-wap.	$19 \cdot 0,015 \cdot 3,88 =$	1,11	1,3	1,44
styropian gr.12 cm.	$1,2 \cdot 0,12 \cdot 3,88 =$	0,56	1,2	0,67
tynk min.	$21 \cdot 0,01 \cdot 3,88 =$	0,81	1,3	1,06
Razem stałe		20,13	1,13	22,69
obciążenia zmienne				
z dachu;	$1,5 \cdot 1,53 =$	2,30	1,50	3,44
Razem zmienne		2,30	1,50	3,44
Razem, zmienne + stałe		$q_k = 22,42$	1,17	26,13

Obciążenie od słupa ramy żelbetowej

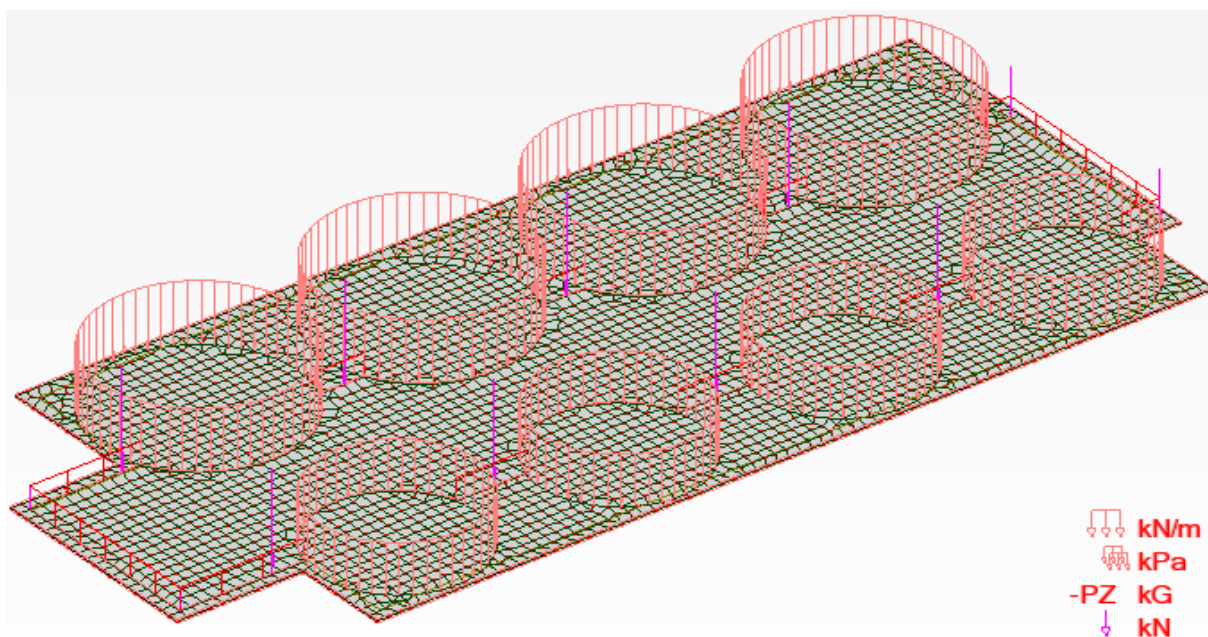
P =

38,17	1,37	52,32
-------	------	-------

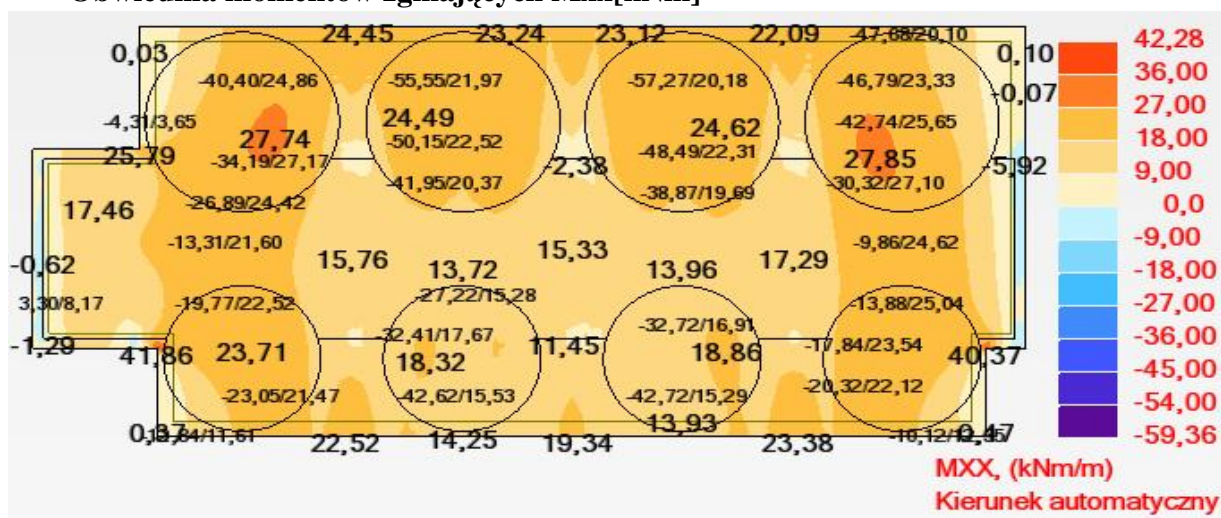
 kN

Obliczenia statyczne płyty fundamentowej hali reaktorów

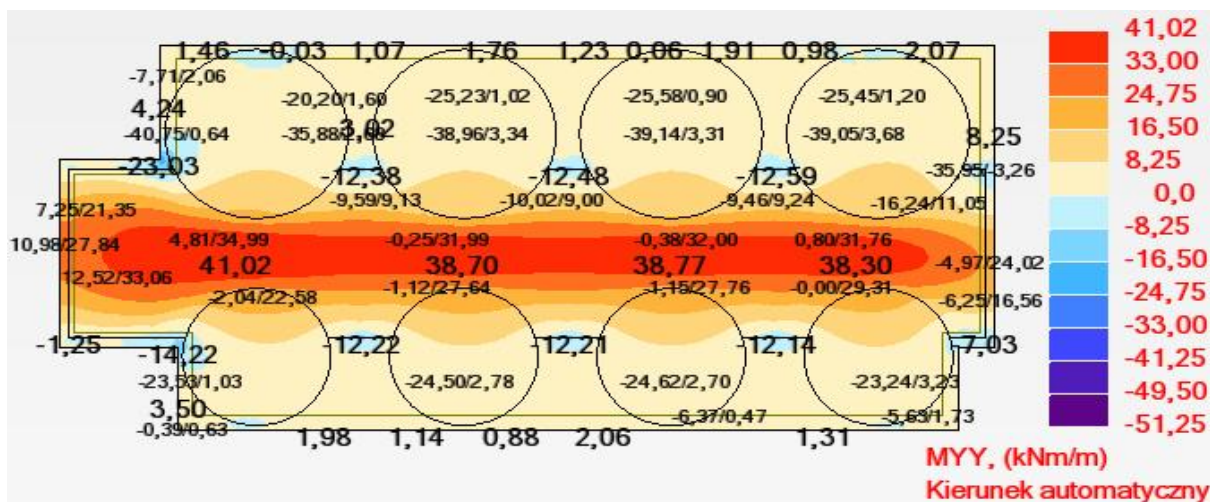
Schemat statyczny, obciążenia



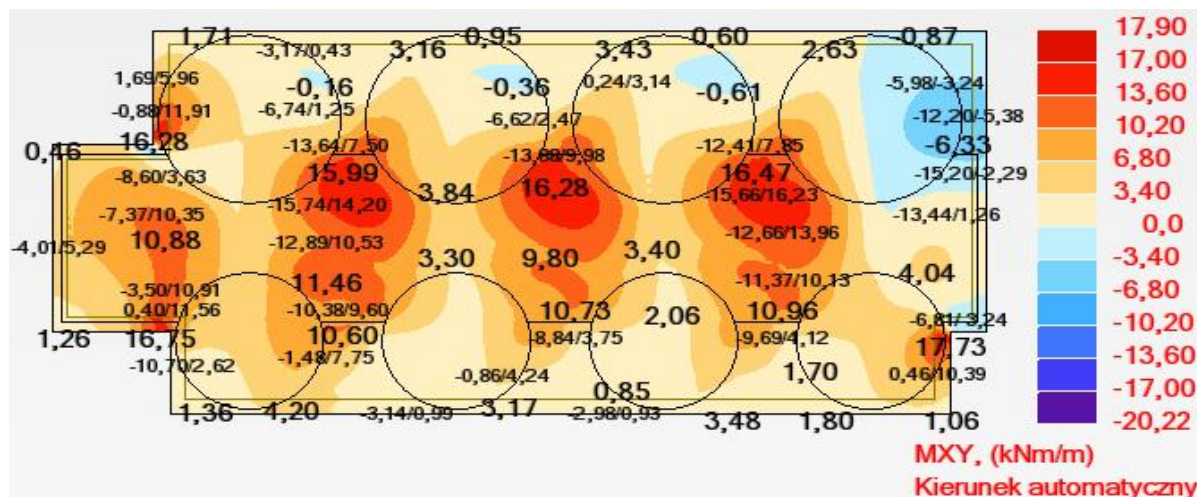
Obwiednia momentów zginających M_{xx} [kNm]



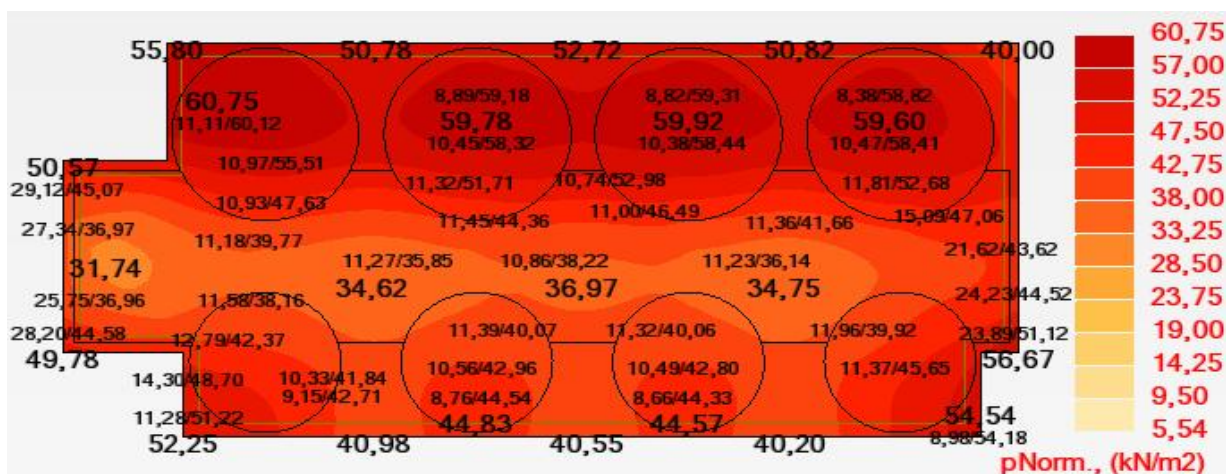
Obwiednia momentów zginających M_{yy} [kNm]



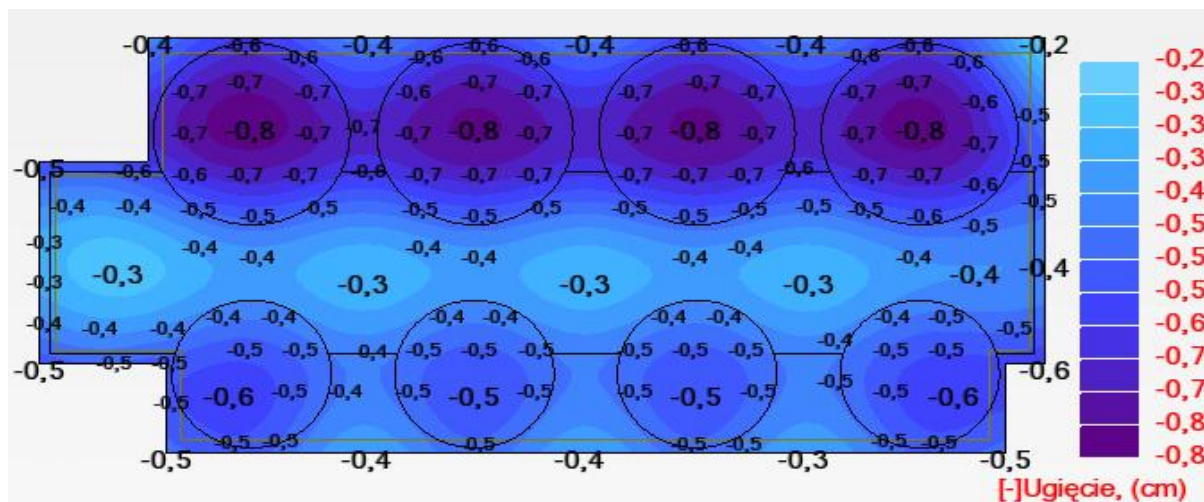
Obwiednia momentów zginających M_{xy} [kNm]



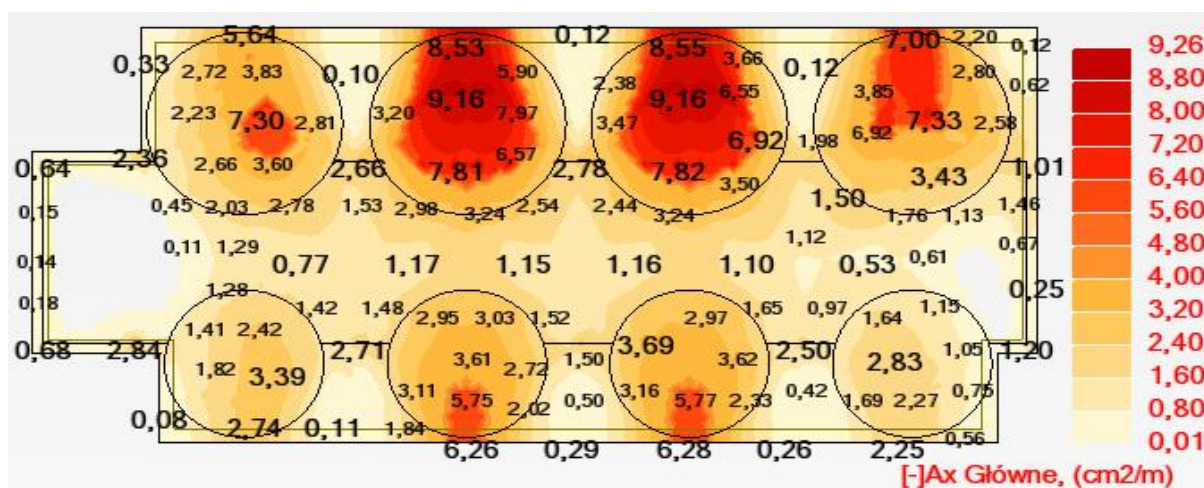
Odpór gruntu [kN/m^2]



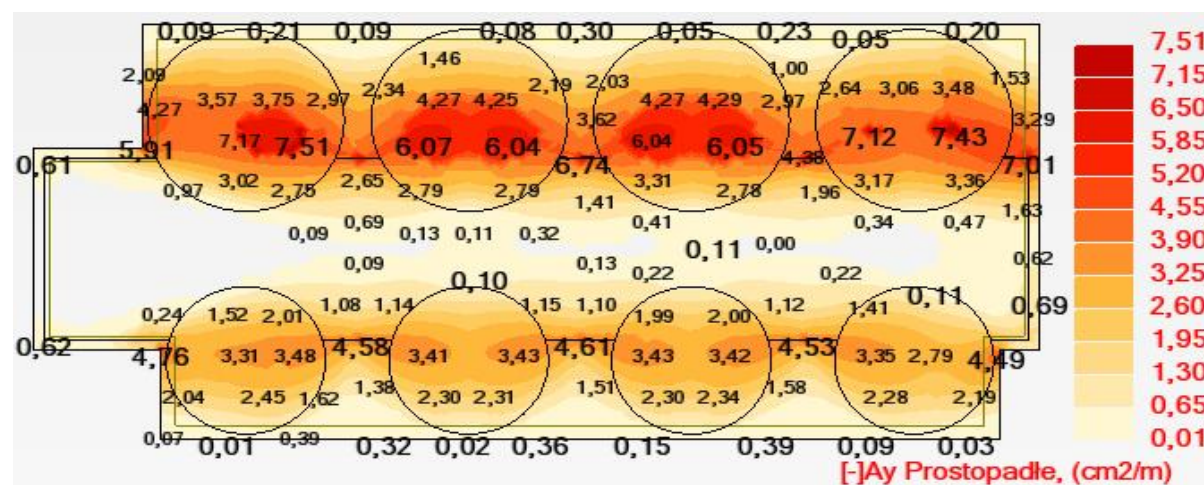
Ugięcie [cm]



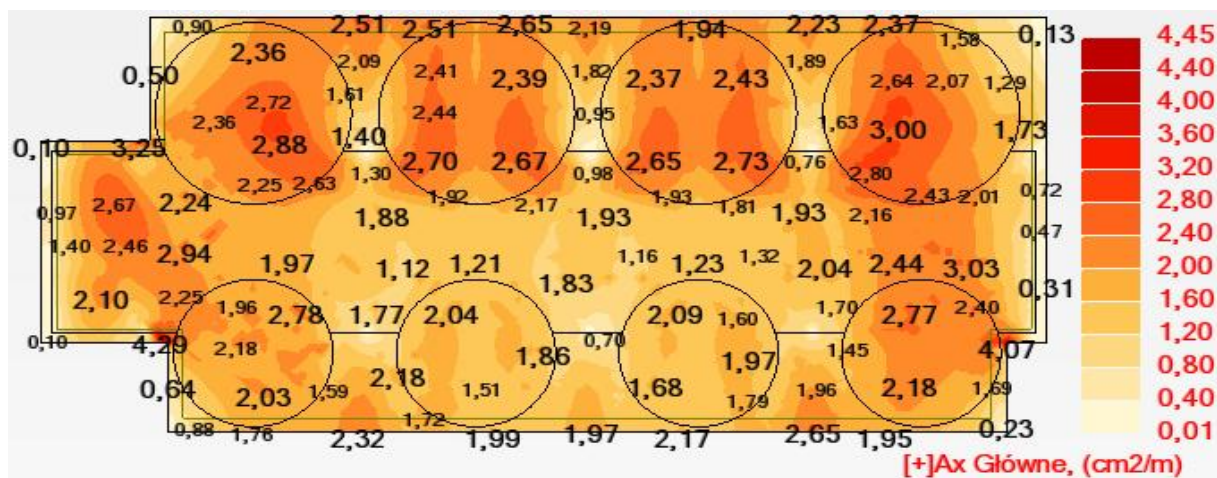
Zbrojenie dolne w kierunku X [cm^2/m]



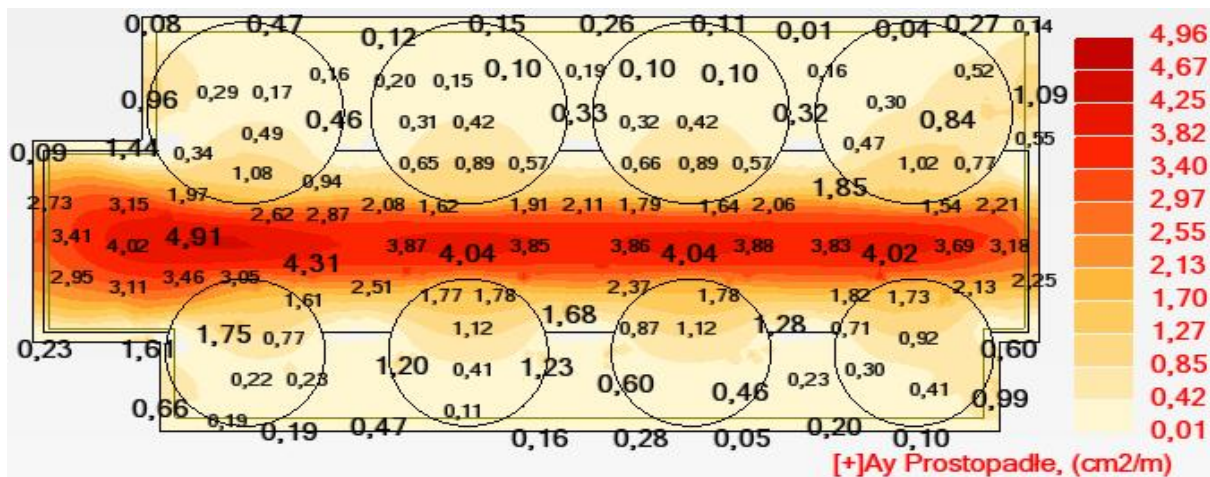
Zbrojenie dolne w kierunku Y [cm^2/m]



Zbrojenie górne w kierunku X [cm^2/m]



Zbrojenie górne w kierunku Y [cm^2/m]



PROJEKT	ROZBUDOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W MIEJSCOWOŚCI	NR
BUDOWLANY	PIERZCHNICA	STRONY
KONSTRUKCJA		

Poz.4.3. Fundamenty budynku agregatu.

Poz.4.3.1. Ławy fundamentowe budynku agregatu.

Parametry geotechniczne gruntu

Piasek średni		I_L / I_D	grupa kons.	N_D	N_C	N_B
		0,3		9,03	18,54	2,60
g_m	$g [m/s^2]$	$F_u^{n(r)} [^\circ]$	tg_f / ctg_f	$C_u^{n(r)} [kPa]$	$r_D^{n(r)} [t/m^3]$	$r_B^{n(r)} [t/m^3]$
0,90	9,81	26,0	0,43	0,00	1,58	1,90
		23,40	2,31	0,00	1,42	1,71

Poz.4.3.1.1. Ława fundamentowa Ł1.1.

Zestawienie obciążeń od ściany w osi A.

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. $q_k [kN/m]$	współcz. obc.	obc. obl. $q [kN/m]$
obciążenia stałe				
z dachu;	$2,95 \cdot 0,82 =$	2,42	1,19	2,87
1 x wieniec żelbetowy	$1 \cdot 25 \cdot 0,25 \cdot 0,25 =$	1,56	1,1	1,72
ściana z pustaka ceramicznego MAX gr 25 cm.	$14 \cdot 0,25 \cdot 2,35 =$	8,23	1,1	9,05
tynek cem-wap.	$19 \cdot 0,015 \cdot 2,6 =$	0,74	1,3	0,96
styropian gr.12 cm.	$1,2 \cdot 0,12 \cdot 2,6 =$	0,37	1,2	0,45
tynek min.	$21 \cdot 0,01 \cdot 2,6 =$	0,55	1,3	0,71
mur fundamentowy z bloczków betonowych	$22 \cdot 0,25 \cdot 1,2 =$	6,60	1,1	7,26
styrodur	$0,45 \cdot 0,1 \cdot 1,2 =$	0,05	1,2	0,06
Razem stałe		20,52	1,13	23,09
obciążenia zmienne				
z dachu;	$2,95 \cdot 1,52 =$	4,48	1,50	6,73
Razem zmienne		4,48	1,50	6,73
Razem, zmienne + stałe		$q_k = 25,01$	1,19	29,81

Razem siły $N_k = 25,01$ $N_{rs} = 29,8$ **kN/m**
 $M_{rs} = 0,0$ **kN*m**
 $H_{rs} = 0$ **kN/m**

B [m]	L [m]	D_{min} [m]	b [m]	e_x [m]	h [m]
0,40	100,00	1,80	0,25	0	0,4

$$q_{fN} = (1 + 0,3 \cdot B/L) \cdot N_c \cdot C_u + (1 + 1,5 \cdot B/L) \cdot N_D \cdot D_{min} \cdot r_D \cdot g + (1 - (0,25 \cdot B/L)) \cdot N_B \cdot B \cdot r_B \cdot g$$

$$\begin{aligned}
 B/L &= 0,004 \\
 m &= 0,81 \\
 q_{fN} &= 245,4 \\
 m \cdot q_{fN} &= 198,8
 \end{aligned}$$

Ciężar ławy $Q = 1,1 \cdot 25 \cdot B \cdot 1 \cdot h = 4,4$ **kN/m**
 Ciężar gruntu $G_r = \rho_{Dn} \cdot (B-b) \cdot 1 \cdot (D_{min}-h) = 3,99$ **kN/m**
 $N_r = Q + G_r + N_{rs} = 38,20$ **kN/m**
 mimośród $e_B = (M_{rs} + (H_{rs} \cdot h) + e_x \cdot N_{rs}) / N_r = 0,00$ $< B / 6 = 0,07$ **m**

PROJEKT BUDOWLANY KONSTRUKCJA	ROZBUDOWA OCZYSZCZALNI ŚCIEKÓW W MIEJSCOWOŚCI PIERZCHNICA	NR STRONY
-------------------------------------	--	--------------

Napężenia pod ławą

$$\begin{aligned}
 q_{\max} &= N_r / (B \cdot 1) \cdot (1 + 6 \cdot (e_x / B)) = 95,5 < q_{ro} = 198,8 \text{ kPa} \\
 q_{\min} &= N_r / (B \cdot 1) \cdot (1 - 6 \cdot (e_x / B)) = 95,5 < q_{ro} = 198,8 \text{ kPa} \\
 q_{rs} &= N_r / B \cdot 1 = 95,5 < q_{ro} = 198,8 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

Pod ścianami głównymi przyjmuję ławę L1. - 40x40cm

Ławy zbroić podłużnie 4#12 ze stali RB500W i strzemionami f6 ze stali St0S w rozstawie co 25cm.

Zestawienie obciążeń od ściany w osi 1.

Rodzaj obciążenia	obliczenie	obc. charakt. q_k [kN/m]	współcz. obc.	obc. obl. q [kN/m]
obciążenia stałe				
1 x wieniec żelbetowy	$1 \cdot 25 \cdot 0,25 \cdot 0,25 =$	1,56	1,1	1,72
ściana z pustaka ceramicznego MAX gr 25 cm.	$14 \cdot 0,25 \cdot 3,35 =$	11,73	1,1	12,90
tynk cem-wap.	$19 \cdot 0,015 \cdot 3,6 =$	1,03	1,3	1,33
styropian gr.12 cm.	$1,2 \cdot 0,12 \cdot 3,6 =$	0,52	1,2	0,62
tynk min.	$21 \cdot 0,01 \cdot 3,6 =$	0,76	1,3	0,98
mur fundamentowy z bloczków betonowych	$22 \cdot 0,25 \cdot 1,2 =$	6,60	1,1	7,26
styrodur	$0,45 \cdot 0,1 \cdot 1,2 =$	0,05	1,2	0,06
Razem stałe	$q_k =$	22,24	1,12	24,88

$$\begin{aligned}
 \text{Razem siły} \quad N_k &= 22,24 \quad N_{rs} = 24,9 \text{ kN/m} \\
 M_{rs} &= 0,0 \text{ kN*m} \\
 H_{rs} &= 0 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

B [m]	L [m]	D_{\min} [m]	b [m]	e_x [m]	h [m]
0,40	100,00	1,80	0,25	0	0,4

$$q_{fN} = (1 + 0,3 \cdot B/L) \cdot N_c \cdot C_u + (1 + 1,5 \cdot B/L) \cdot N_D \cdot D_{\min} \cdot r_D \cdot g + (1 - (0,25 \cdot B/L)) \cdot N_B \cdot B \cdot r_B \cdot g$$

$$\begin{aligned}
 B/L &= 0,004 \\
 m &= 0,81 \\
 q_{fN} &= 245,4 \\
 m \cdot q_{fN} &= 198,8
 \end{aligned}$$

$$\text{Ciężar ławy} \quad Q = 1,1 \cdot 25 \cdot B \cdot 1 \cdot h = 4,4 \text{ kN/m}$$

$$\text{Ciężar gruntu} \quad G_r = \rho_{Dn} \cdot (B - b) \cdot 1 \cdot (D_{\min} - h) = 3,99 \text{ kN/m}$$

$$N_r = Q + G_r + N_{rs} = 33,27 \text{ kN/m}$$

$$\text{mimośród} \quad e_B = (M_{rs} + (H_{rs} \cdot h) + e_x \cdot N_{rs}) / N_r = 0,00 < B / 6 = 0,07 \text{ m}$$

Napężenia pod ławą

$$\begin{aligned}
 q_{\max} &= N_r / (B \cdot 1) \cdot (1 + 6 \cdot (e_x / B)) = 83,2 < q_{ro} = 198,8 \text{ kPa} \\
 q_{\min} &= N_r / (B \cdot 1) \cdot (1 - 6 \cdot (e_x / B)) = 83,2 < q_{ro} = 198,8 \text{ kPa} \\
 q_{rs} &= N_r / B \cdot 1 = 83,2 < q_{ro} = 198,8 \text{ kPa}
 \end{aligned}$$

Pod ścianami głównymi przyjmuję ławę L1. - 40x40cm

Ławy zbroić podłużnie 4#12 ze stali RB500W i strzemionami f6 ze stali St0S w rozstawie co 25cm.