

Obliczenia statyczne

Poz. 1.0 Obciążenia

Poz. 1.1 Obciążenia dachu

Poz. 1.1.1 Obciążenia stałe - część ocieplona

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Dachówka ceramiczna zakładkowa	0,500	1,20	0,600
Łaty (0,05m x 0,06m x 6kN/m ³) / 0,30m	0,060	1,20	0,072
Kontrłaty (0,06m x 0,025m x 6kN/m ³) / 0,80m	0,011	1,20	0,014
Papa na deskowaniu	0,300	1,20	0,360
Krokwie	0,000	1,10	0,000
Wełna mineralna (0,20m + 0,05m) x 0,60kN/m ³	0,150	1,20	0,180
Łaty (0,05m x 0,06m x 6kN/m ³) / 0,40m	0,045	1,20	0,054
Folia PE	0,003	1,20	0,004
Płyta gips-karton 2x 0,0125m x 12kN/m ³	0,300	1,20	0,360
$q_k =$	1,369	$q_o =$	1,643

Obciążenia obliczeniowe na 1m² rzutu poziomego dachu

$$\alpha = 25,00^\circ \quad \cos \alpha = 0,906 \quad \Rightarrow \quad q_k / \cos \alpha = \frac{1,369}{0,906} = 1,511 \quad \gamma_f = 1,20 \quad q_o = 1,813$$

Poz. 1.1.2 Obciążenia stałe - część nie ocieplona

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Dachówka ceramiczna	0,500	1,20	0,600
Łaty (0,05m x 0,06m x 6kN/m ³) / 0,30m	0,060	1,20	0,072
Kontrłaty (0,06m x 0,025m x 6kN/m ³) / 0,80m	0,011	1,20	0,014
Papa na deskowaniu	0,300	1,20	0,360
Krokwie	0,000	1,10	0,000
$q_k =$	0,871	$q_o =$	1,046

Obciążenia obliczeniowe na 1m² rzutu poziomego dachu

$$\alpha = 25,00^\circ \quad \cos \alpha = 0,906 \quad \Rightarrow \quad q_k / \cos \alpha = \frac{0,871}{0,906} = 0,961 \quad \gamma_f = 1,20 \quad q_o = 1,154$$

Poz. 1.1.3 Wiatr I strefa

Obciążenie wiatrem połaci dachu przyjęto zgodnie z normą "wiatrową" tabela Z1-3.

$$h = 8,80 \text{ m} \quad h/L = 0,15 < 2$$

$$L = 60 \text{ m}$$

$$q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2 \quad C_e = 1,00 \quad \beta = 1,8$$

$$\alpha = 25,00^\circ \quad C_n = 0,015\alpha - 0,2 = 0,18 \quad C_z = -0,40$$

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
połać nawietrzna	$p_k = q_k C_e C_n \beta = 0,095$	1,50	0,142
połać zawietrzna	$p_k = q_k C_e C_z \beta = -0,216$	1,50	-0,324

Poz. 1.1.4 Śnieg IV strefa

Obliczenia wykonano zgodnie z nowelizacją normy śniegowej PN-80/B-02010/Az1:2006

$$Q_k = 1,60 \text{ kN/m}^2 \quad \alpha = 25^\circ \quad \Rightarrow \quad C = 0,8 + 0,4 \left(\frac{\alpha - 15}{15} \right) = 1,07$$

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Obciążenie śniegiem	$S_k = Q_k C = 1,707$	1,50	2,560

Poz. 1.2 Obciążenia stropów

Poz. 1.2.1 Obciążenia stropów międzykondygnacyjnych

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Płytki ceramiczne (terakota) 0,01m x 21kN/m ³	0,210	1,20	0,252
Zaprawa cementowa (klej) 0,01m x 21kN/m ³	0,210	1,30	0,273
Szlichta betonowa 0,06m x 25kN/m ³	1,500	1,30	1,950
Styropian 0,10m x 0,45kN/m ³	0,045	1,20	0,054
Folia PE	0,003	1,20	0,004
Strop żelbetowy	0,000	1,10	0,000
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 19kN/m ³	0,285	1,30	0,371
Obciążenie zastępcze od ścianek 1,25kN/m ² x (2,70/2,65)	1,274	1,20	1,528
Obciążenie technologiczne - oświetlenie itp.	0,100	1,20	0,120
$q_k =$	3,627	1,26	4,551

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Obciążenie użytkowe (mieszkania)	1,500	1,40	2,100
Obciążenie użytkowe (komunikacja)	2,000	1,40	2,800

Ścianki działowe wykonać jako lekkie gipsowo kartonowe na konstrukcji metalowej lub jako murowane z gazobetonu o grubości 12cm i otynkowane. Stosować gazobeton o ciężarze objętościowym do 6,00kN/m³.

Poz. 1.3 Obciążenia ścian**Poz. 1.3.1 Ściana zewnętrzna warstwowa**

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 19kN/m ³	0,285	1,30	0,371
Ściana z bloczków silikatowych 0,24m x 19kN/m ³	4,560	1,10	5,016
Izolacja z wełny mineralnej 0,20m x 1,00kN/m ³	0,200	1,20	0,240
Tynk (wyptrawy i siatka) 0,01m x 19kN/m ³	0,190	1,30	0,247
$q_k =$	5,235	1,13	5,874

Poz. 1.3.2 Ściana zewnętrzna warstwowa - parter

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 19kN/m ³	0,285	1,30	0,371
Ściana z bloczków silikatowych 0,24m x 19kN/m ³	4,560	1,10	5,016
Izolacja z wełny mineralnej 0,20m x 1,00kN/m ³	0,200	1,20	0,240
Tynk (klej i siatka) 0,005m x 19kN/m ³	0,095	1,30	0,124
Zaprawa cementowa (klej) 0,005m x 21kN/m ³	0,105	1,30	0,137
Elewacyjne płytki klinkierowe 0,01m x 21kN/m ³	0,210	1,20	0,252
$q_k =$	5,455	1,13	6,139

Poz. 1.3.3 Ściana zewnętrzna warstwowa - piwnica

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 19kN/m ³	0,285	1,30	0,371
Ściana z bloczków betonowych 0,24m x 24kN/m ³	5,760	1,10	6,336
Izolacja ze styroduru 0,20m x 0,45kN/m ³	0,090	1,20	0,108
Tynk (wyptrawy i siatka) 0,01m x 19kN/m ³	0,190	1,30	0,247
$q_k =$	6,325	1,12	7,062

Poz. 1.3.4 Ściana wewnętrzna - nadziemna

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 19kN/m ³	0,285	1,30	0,371
Ściana z bloczków silikatowych 0,24m x 19kN/m ³	4,560	1,10	5,016
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 19kN/m ³	0,285	1,30	0,371
$q_k =$	5,130	1,13	5,757

Poz. 1.3.5 Ściana wewnętrzna - piwnica

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 19kN/m ³	0,285	1,30	0,371
Ściana z bloczków betonowych 0,24m x 24kN/m ³	5,760	1,10	6,336

Tynk cementowo wapienny 0,015m x 19kN/m³

$$q_k = \frac{0,285}{6,330} \quad \frac{1,30}{1,12} \quad \frac{0,371}{7,077}$$

Poz. 1.3.6 Ściana wewnętrzna z dylatacją

Tynk cementowo wapienny 0,015m x 19kN/m³

Ściana z bloczków silikatowych 2x 0,18m x 19kN/m³

Tynk cementowo wapienny 0,015m x 19kN/m³

	kN/m ²	γ _f	kN/m ²
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 19kN/m ³	0,285	1,30	0,371
Ściana z bloczków silikatowych 2x 0,18m x 19kN/m ³	6,840	1,10	7,524
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 19kN/m ³	0,285	1,30	0,371
q_k =	7,410	1,12	8,265

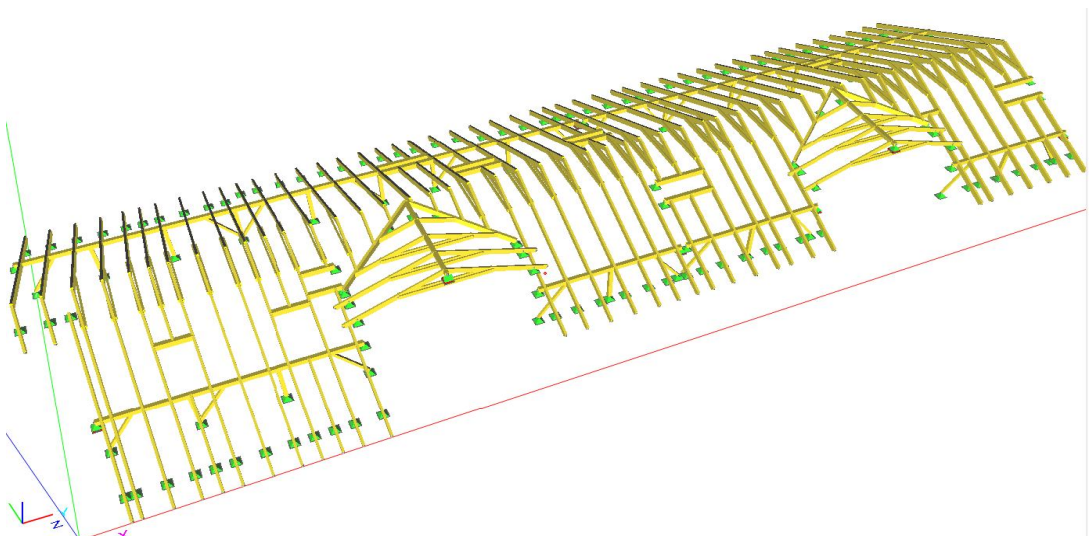
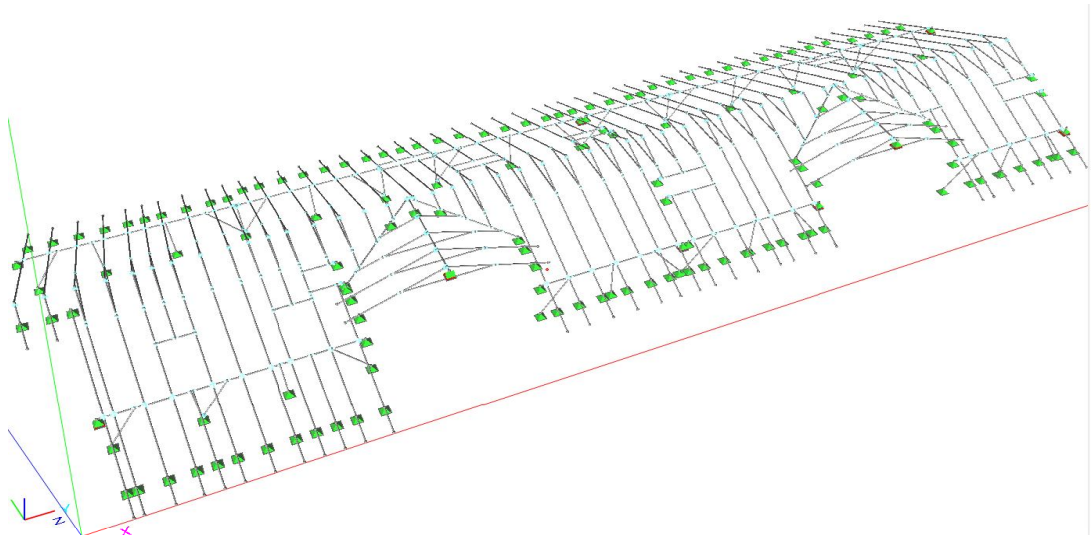
Poz. 2.0 Konstrukcja dachu głównego

Projektuje się dach o konstrukcji krokwiowo - płatwiowej z drewna klasy C24 o następujących parametrach wytrzymałościowych:

$$\begin{aligned} f_{c,0,k} &= 23 \text{ MPa} \\ f_{m,y,k} &= 30 \text{ MPa} \\ f_{v,k} &= 3 \text{ MPa} \\ f_{t,0,k} &= 18 \text{ MPa} \\ E_k &= E_{0,05} = 8 \text{ GPa} \end{aligned} \Rightarrow x_d = \frac{k_{mod} \cdot x_k}{\gamma_M} \Rightarrow \begin{aligned} f_{c,0,d} &= 12,4 \text{ MPa} \\ f_{m,y,d} &= 16,2 \text{ MPa} \\ f_{v,d} &= 1,62 \text{ MPa} \\ f_{t,0,d} &= 9,69 \text{ MPa} \\ E_{0,mean} &= 12,0 \text{ GPa} \\ G_{mean} &= 0,75 \text{ GPa} \end{aligned}$$

$k_{mod} = 0,7$
 $\gamma_M = 1,3$
 $\gamma_{Ms} = 1,1$

Dalsze obliczenia statyczne wykonano dla poniższego schematu obliczeniowego:



Poz. 2.1 Kroki przy wymianach

Dla obciążeń oraz schematu statycznego jak w Poz. 2.0 uzyskano następujące maksymalne i towarzyszące im siły przekrojowe:

$$\begin{array}{llll} M_{y,max} = 6,630 \text{ kNm} & M_y = 4,81 \text{ kNm} & M_y = 0,000 \text{ kNm} & M_y = 4,810 \text{ kNm} \\ M_z = 0,040 \text{ kNm} & M_{z,max} = 0,77 \text{ kNm} & M_z = 0,000 \text{ kNm} & M_z = 0,770 \text{ kNm} \\ N_{sci} = 36,690 \text{ kN} & N_{sci} = 54,260 \text{ kN} & N_{roz,max} = 5,900 \text{ kN} & N_{sci,max} = 54,260 \text{ kN} \end{array}$$

Kroki pracują jako mimośrodowo ściskane lub rozciągane. Dalsze obliczenia wykonano przy uwzględnieniu deskowania całej połaci dachowej, które w pewnym stopniu zabezpieczy kroki przed wyboczeniem.

Do dalszych obliczeń przyjęto kroki prostokątne o przekroju 10x20cm jednak z uwagi na 3cm podcięcie nad płatwiami i murlatami dalej przyjęto kroki o wymiarach 10x17cm o następujących wielkościach przekrojowych:

$$\begin{array}{lll} h = 17,00 \text{ cm} & I_y = 4094,17 \text{ cm}^4 & W_y = 481,67 \text{ cm}^3 \\ b = 10,00 \text{ cm} & I_z = 1416,67 \text{ cm}^4 & W_z = 283,33 \text{ cm}^3 \\ L = L_{dy} = 3,20 \text{ m} & A_d = 170,00 \text{ cm}^2 & \beta_c = 0,2 \\ L_{dz} = 0,30 \text{ m} & & \end{array}$$

Stan graniczny nośności

$$\begin{array}{llll} i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_d}} = 4,91 \text{ cm} & \lambda_y = \frac{L_{dy}}{i_y} = 65,21 & \Rightarrow & \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 18,6 \text{ MPa} \\ i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_d}} = 2,89 \text{ cm} & \lambda_z = \frac{L_{dz}}{i_z} = 10,39 & \Rightarrow & \sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 731,1 \text{ MPa} \\ \lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 1,113 & \Rightarrow & k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 1,181 \\ \lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = 0,177 & \Rightarrow & k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,483 \\ k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,635 & k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1,072 \end{array}$$

Dalej przyjęto $k_{c,y} = 0,635$ $k_{c,z} = 1,000$

Sprawdzenie naprężeń

Przypadek dla $M_{y,max}$

$$\begin{array}{llll} \sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 3,398 \text{ MPa} & < & f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 13,8 \text{ MPa} \\ \sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 2,158 \text{ MPa} & < & f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,1 \text{ MPa} \\ \left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,936 < 1 & & \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,891 < 1 \\ \lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,374 < 0,75 & \Rightarrow & k_{crit} = 1,000 \\ \sigma_{m,y,d} = 13,76 \text{ MPa} & < & k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa} \end{array}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $M_{z,max}$

$$\begin{array}{llll} \sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 5,025 \text{ MPa} & < & f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 10,0 \text{ MPa} \\ \sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 3,192 \text{ MPa} & < & f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 2,7 \text{ MPa} \end{array}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,951 < 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,853 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,374 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 9,99 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{roz,max}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_d} = 0,347 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 0,0 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} = 0,036 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,374 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{sci,max}$

$$\sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 5,025 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 10,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 3,192 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 2,7 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,951 < 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,853 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,374 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 9,99 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Wpływ siły ścinającej

$$T_y = 12,010 \text{ kN} \quad T_z = 3,010 \text{ kN} \quad T = \sqrt{T_y^2 + T_z^2} = 12,381 \text{ kN}$$

$$\tau_d = 1,5 \frac{T}{bh} = 1,092 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,62 \text{ MPa}$$

Warunek normowy spełniony

Stan graniczny użytkowania

ugięcie krokwi

$$u_{inst,y} = 0,93 \text{ cm} \quad u_{inst,z} = 0,00 \text{ cm} \quad u_{inst} = \sqrt{u_{inst,y}^2 + u_{inst,z}^2} = 0,93 \text{ cm}$$

$$k_{def} = 0,50$$

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def}) = 1,40 \text{ cm} < u_{net,fin} = L / 200 = 1,60 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 2.2 Pozostałe krokwie - bryła główna

Dla obciążeń oraz schematu statycznego jak w Poz. 2.0 uzyskano następujące maksymalne i towarzyszące im siły przekrojowe:

$$\begin{array}{llll} M_{y,max} = 5,920 \text{ kNm} & M_y = 0,00 \text{ kNm} & M_y = 0,000 \text{ kNm} & M_y = 2,720 \text{ kNm} \\ M_z = 0,010 \text{ kNm} & M_{z,max} = 0,16 \text{ kNm} & M_z = 0,010 \text{ kNm} & M_z = 0,020 \text{ kNm} \end{array}$$

$$N_{\text{sci.}} = 18,560 \text{ kN} \quad N_{\text{sci.}} = 4,350 \text{ kN} \quad N_{\text{roz.max}} = 7,170 \text{ kN} \quad N_{\text{sci.max}} = 44,760 \text{ kN}$$

Krokowie pracują jako mimośrodowo ściskane lub rozciągane. Dalsze obliczenia wykonano przy uwzględnieniu deskowania całej połaci dachowej, które w pewnym stopniu zabezpieczy krokwie przed wyboczeniem.

Do dalszych obliczeń przyjęto krokwie prostokątne o przekroju 8x20cm jednak z uwagi na 3cm podcięcie nad płytami i murlatami dalej przyjęto krokwie o wymiarach 8x17cm o następujących wielkościach przekrojowych:

$$\begin{aligned} h &= 17,00 \text{ cm} & I_y &= 3275,33 \text{ cm}^4 & W_y &= 385,33 \text{ cm}^3 \\ b &= 8,00 \text{ cm} & I_z &= 725,33 \text{ cm}^4 & W_z &= 181,33 \text{ cm}^3 \\ L = L_{dy} &= 3,20 \text{ m} & A_d &= 136,00 \text{ cm}^2 & \beta_c &= 0,2 \\ L_{dz} &= 0,30 \text{ m} \end{aligned}$$

Stan graniczny nośności

$$\begin{aligned} i_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A_d}} = 4,91 \text{ cm} & \lambda_y &= \frac{L_{dy}}{i_y} = 65,21 \Rightarrow \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 18,6 \text{ MPa} \\ i_z &= \sqrt{\frac{I_z}{A_d}} = 2,31 \text{ cm} & \lambda_z &= \frac{L_{dz}}{i_z} = 12,99 \Rightarrow \sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 467,9 \text{ MPa} \\ \lambda_{rel,y} &= \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 1,113 \Rightarrow k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 1,181 \\ \lambda_{rel,z} &= \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = 0,222 \Rightarrow k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,497 \\ k_{c,y} &= \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,635 & k_{c,z} &= \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1,062 \end{aligned}$$

Dalej przyjęto $k_{c,y} = 0,635$ $k_{c,z} = 1,000$

Sprawdzenie naprężeń

Przypadek dla $M_{y,max}$

$$\begin{aligned} \sigma_{c,0,d,y} &= \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 2,149 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,y,d} &= \frac{M_y}{W_y} = 15,4 \text{ MPa} \\ \sigma_{c,0,d,z} &= \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 1,365 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,z,d} &= \frac{M_z}{W_z} = 0,1 \text{ MPa} \\ \left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,985 < 1 & \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,967 < 1 \\ \lambda_{rel,m} &= \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,467 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000 \\ \sigma_{m,y,d} &= 15,36 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $M_{z,max}$

$$\begin{aligned} \sigma_{c,0,d,y} &= \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 0,504 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,y,d} &= \frac{M_y}{W_y} = 0,0 \text{ MPa} \\ \sigma_{c,0,d,z} &= \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 0,320 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,z,d} &= \frac{M_z}{W_z} = 0,9 \text{ MPa} \\ \left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,056 < 1 & \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,055 < 1 \\ \lambda_{rel,m} &= \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,467 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000 \\ \sigma_{m,y,d} &= 0,88 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{roz,max}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_d} = 0,527 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 0,0 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,1 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} = 0,058 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,467 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{sci,max}$

$$\sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 5,182 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 7,1 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 3,291 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,1 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,619 < 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,514 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,467 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,06 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Wpływ siły ścinającej

$$T_y = 9,820 \text{ kN} \quad T_z = 0,260 \text{ kN} \quad T = \sqrt{T_y^2 + T_z^2} = 9,823 \text{ kN}$$

$$\tau_d = 1,5 \frac{T}{bh} = 1,083 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,62 \text{ MPa}$$

Warunek normowy spełniony

Stan graniczny użytkowania

ugięcie krokwi

$$u_{inst,y} = 1,06 \text{ cm} \quad u_{inst,z} = 0,01 \text{ cm} \quad u_{inst} = \sqrt{u_{inst,y}^2 + u_{inst,z}^2} = 1,06 \text{ cm}$$

$$k_{def} = 0,50$$

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def}) = 1,59 \text{ cm} < u_{net,fin} = L / 200 = 1,60 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 2.3 Krokwie lukarn

Dla obciążeń oraz schematu statycznego jak w Poz. 2.0 uzyskano następujące maksymalne i towarzyszące im siły przekrojowe:

$$\begin{array}{llll} M_{y,max} = 1,420 \text{ kNm} & M_y = 0,30 \text{ kNm} & M_y = 0,000 \text{ kNm} & M_y = 0,340 \text{ kNm} \\ M_z = 0,020 \text{ kNm} & M_{z,max} = 0,13 \text{ kNm} & M_z = 0,080 \text{ kNm} & M_z = 0,020 \text{ kNm} \\ N_{sci} = 2,980 \text{ kN} & N_{sci} = 7,900 \text{ kN} & N_{roz,max} = 1,820 \text{ kN} & N_{sci,max} = 38,990 \text{ kN} \end{array}$$

Krokwie pracują jako mimośrodowo ściskane lub rozciągane. Dalsze obliczenia wykonano przy uwzględnieniu deskowania całej połaci dachowej, które w pewnym stopniu zabezpieczy krokwie przed wyboczeniem.

Do dalszych obliczeń przyjęto krokwie prostokątne o przekroju 6x20cm jednak z uwagi na 3cm

podcięcie nad płytami i murlatami dalej przyjęto krokiew o wymiarach 8x17cm o następujących wielkościach przekrojowych:

$$\begin{array}{lll} h = 17,00 \text{ cm} & I_y = 2456,50 \text{ cm}^4 & W_y = 289,00 \text{ cm}^3 \\ b = 6,00 \text{ cm} & I_z = 306,00 \text{ cm}^4 & W_z = 102,00 \text{ cm}^3 \\ L = L_{dy} = 1,68 \text{ m} & A_d = 102,00 \text{ cm}^2 & \beta_c = 0,2 \\ L_{dz} = 0,30 \text{ m} & & \end{array}$$

Stan graniczny nośności

$$\begin{array}{lll} i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_d}} = 4,91 \text{ cm} & \lambda_y = \frac{L_{dy}}{i_y} = 34,23 & \Rightarrow \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 67,4 \text{ MPa} \\ i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_d}} = 1,73 \text{ cm} & \lambda_z = \frac{L_{dz}}{i_z} = 17,32 & \Rightarrow \sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 263,2 \text{ MPa} \\ \lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 0,584 & \Rightarrow & k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,679 \\ \lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = 0,296 & \Rightarrow & k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,523 \\ k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,975 & & k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1,047 \end{array}$$

Dalej przyjęto $k_{c,y} = 0,975$ $k_{c,z} = 1,000$

Sprawdzenie naprężeń

Przypadek dla $M_{y,max}$

$$\begin{array}{lll} \sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 0,300 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 4,9 \text{ MPa} \\ \sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 0,292 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,2 \text{ MPa} \\ \left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,317 < 1 & \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,317 < 1 \\ \lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,452 < 0,75 & \Rightarrow & k_{crit} = 1,000 \\ \sigma_{m,y,d} = 4,91 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa} & & \end{array}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $M_{z,max}$

$$\begin{array}{lll} \sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 0,794 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 1,0 \text{ MPa} \\ \sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 0,775 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 1,3 \text{ MPa} \\ \left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,147 < 1 & \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,147 < 1 \\ \lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,452 < 0,75 & \Rightarrow & k_{crit} = 1,000 \\ \sigma_{m,y,d} = 1,27 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa} & & \end{array}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{roz,max}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_d} = 0,178 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 0,0 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,8 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} = 0,067 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,452 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{sci,max}$

$$\sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 3,919 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 1,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 3,823 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,2 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,185 < 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,180 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,452 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 1,18 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Wpływ siły ścinającej $T_y = 3,710 \text{ kN}$ $T_z = 0,090 \text{ kN}$ $T = \sqrt{T_y^2 + T_z^2} = 3,711 \text{ kN}$

$$\tau_d = 1,5 \frac{T}{bh} = 0,546 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,62 \text{ MPa}$$

Warunek normowy spełniony

Stan graniczny użytkowania

ugięcie krokwi $u_{inst,y} = 0,25 \text{ cm}$ $u_{inst,z} = 0,01 \text{ cm}$ $u_{inst} = \sqrt{u_{inst,y}^2 + u_{inst,z}^2} = 0,25 \text{ cm}$ $k_{def} = 0,50$

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def}) = 0,38 \text{ cm} < u_{net,fin} = L / 200 = 0,84 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 2.4 Krokwie koszarowe lukarn

Dla obciążeń oraz schematu statycznego jak w Poz. 2.0 uzyskano następujące maksymalne i towarzyszące im siły przekrojowe:

$M_{y,max} = 3,440 \text{ kNm}$	$M_y = 2,61 \text{ kNm}$	$M_y = 0,000 \text{ kNm}$	$M_y = 0,000 \text{ kNm}$
$M_z = 0,150 \text{ kNm}$	$M_{z,max} = 2,08 \text{ kNm}$	$M_z = 0,000 \text{ kNm}$	$M_z = 0,280 \text{ kNm}$
$N_{roz.} = 5,690 \text{ kN}$	$N_{sci.} = 0,780 \text{ kN}$	$N_{roz,max} = 13,470 \text{ kN}$	$N_{sci,max} = 23,840 \text{ kN}$

Krokwie pracują jako mimośrodowo ściskane lub rozciągane. Dalsze obliczenia wykonano przy uwzględnieniu deskowania całej połaci dachowej, które w pewnym stopniu zabezpieczy krokwie przed wyboczeniem.

Do dalszych obliczeń przyjęto krokwie prostokątne o przekroju 10x20cm jednak z uwagi na 3cm podcięcie nad płatwiami i murlatami dalej przyjęto krokwie o wymiarach 10x17cm o następujących wielkościach przekrojowych:

$h = 17,00 \text{ cm}$	$I_y = 4094,17 \text{ cm}^4$	$W_y = 481,67 \text{ cm}^3$
$b = 10,00 \text{ cm}$	$I_z = 1416,67 \text{ cm}^4$	$W_z = 283,33 \text{ cm}^3$

$$L = L_{dy} = 2,80 \text{ m} \quad A_d = 170,00 \text{ cm}^2 \quad \beta_c = 0,2$$

$$L_{dz} = 0,30 \text{ m}$$

Stan graniczny nośności

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_d}} = 4,91 \text{ cm} \quad \lambda_y = \frac{L_{dy}}{i_y} = 57,06 \Rightarrow \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 24,3 \text{ MPa}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_d}} = 2,89 \text{ cm} \quad \lambda_z = \frac{L_{dz}}{i_z} = 10,39 \Rightarrow \sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 731,1 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 0,974 \Rightarrow k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 1,022$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = 0,177 \Rightarrow k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,483$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,752 \quad k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1,072$$

Dalej przyjęto $k_{c,y} = 0,752$ $k_{c,z} = 1,000$

Sprawdzenie naprężeń

Przypadek dla $M_{y,max}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_d} = 0,335 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 7,1 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,5 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} = 0,509 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,350 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,14 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $M_{z,max}$

$$\sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 0,061 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 5,4 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 0,046 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 7,3 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,790 < 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,790 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,350 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 7,34 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{roz,max}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_d} = 0,792 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 0,0 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} = 0,082 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,350 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{sci,max}$

$$\begin{aligned}\sigma_{c,0,d,y} &= \frac{N}{k_{c,y}A_d} = 1,865 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,y,d} &= \frac{M_y}{W_y} = 0,0 \text{ MPa} \\ \sigma_{c,0,d,z} &= \frac{N}{k_{c,z}A_d} = 1,402 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,z,d} &= \frac{M_z}{W_z} = 1,0 \text{ MPa} \\ \left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,084 < 1 & \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,074 < 1 \\ \lambda_{rel,m} &= \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,350 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000 \\ \sigma_{m,y,d} &= 0,99 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Warunki normowe spełnione

Wpływ siły ścinającej $T_y = 5,820 \text{ kN}$ $T_z = 8,740 \text{ kN}$ $T = \sqrt{T_y^2 + T_z^2} = 10,500 \text{ kN}$

$$\tau_d = 1,5 \frac{T}{bh} = 0,927 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,62 \text{ MPa}$$

Warunek normowy spełniony

Stan graniczny użytkowania

ugięcie krokwi $u_{inst,y} = 0,21 \text{ cm}$ $u_{inst,z} = 0,07 \text{ cm}$ $u_{inst} = \sqrt{u_{inst,y}^2 + u_{inst,z}^2} = 0,22 \text{ cm}$ $k_{def} = 0,50$

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def}) = 0,33 \text{ cm} < u_{net,fin} = L / 200 = 1,40 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 2.5 Wymiany bardziej obciążone - górne z pary

Z uwagi na kolizję krokwi z kominami projektuje się przedmiotowy wymian.

Dla obciążeń oraz schematu statycznego jak w Poz. 2.0 uzyskano następujące maksymalne i towarzyszące im siły przekrojowe:

$$\begin{aligned}M_{y,max} &= 9,140 \text{ kNm} & M_y &= 4,200 \text{ kNm} \\ M_z &= 11,91 \text{ kNm} & M_z &= 12,63 \text{ kNm} \\ N_{roz.} &= 3,080 \text{ kN} & N_{sci.} &= 0,030 \text{ kN}\end{aligned}$$

Wymian pracuje jako mimośrodowo ściskany lub rozciągany.

Do dalszych obliczeń przyjęto wymian prostokątny o przekroju 20x20cm o następujących wielkościach przekrojowych:

$$\begin{aligned}h &= 20,00 \text{ cm} & I_y &= 13333,33 \text{ cm}^4 & W_y &= 1333,33 \text{ cm}^3 \\ b &= 20,00 \text{ cm} & I_z &= 13333,33 \text{ cm}^4 & W_z &= 1333,33 \text{ cm}^3 \\ L = L_{dy} &= 2,08 \text{ m} & A_d &= 400,00 \text{ cm}^2 & \beta_c &= 0,2 \\ L_{dz} &= 0,82 \text{ m}\end{aligned}$$

Stan graniczny nośności

$$\begin{aligned}i_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A_d}} = 5,77 \text{ cm} & \lambda_y &= \frac{L_{dy}}{i_y} = 36,03 \Rightarrow \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 60,8 \text{ MPa} \\ i_z &= \sqrt{\frac{I_z}{A_d}} = 5,77 \text{ cm} & \lambda_z &= \frac{L_{dz}}{i_z} = 14,20 \Rightarrow \sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 391,4 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 0,615 \quad \Rightarrow \quad k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,701$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = 0,242 \quad \Rightarrow \quad k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,504$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,965 \quad k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1,058$$

Dalej przyjęto $k_{c,y} = 0,965$ $k_{c,z} = 1,000$

Sprawdzenie naprężeń

Przypadek dla $M_{y,max}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_d} = 0,077 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 6,9 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 8,9 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} = 0,985 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,164 < 0,75 \quad \Rightarrow \quad k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 8,93 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla N_{sci}

$$\sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 0,001 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 3,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 0,001 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 9,5 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,781 < 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,781 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,164 < 0,75 \quad \Rightarrow \quad k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 9,47 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Wpływ siły ścinającej

$$T_y = 9,330 \text{ kN} \quad T_z = 31,230 \text{ kN} \quad T = \sqrt{T_y^2 + T_z^2} = 32,594 \text{ kN}$$

$$\tau_d = 1,5 \frac{T}{bh} = 1,222 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,62 \text{ MPa}$$

Warunek normowy spełniony

Stan graniczny użytkowania

ugięcie

$$u_{inst,y} = 0,11 \text{ cm} \quad u_{inst,z} = 0,04 \text{ cm} \quad u_{inst} = \sqrt{u_{inst,y}^2 + u_{inst,z}^2} = 0,12 \text{ cm}$$

$$k_{def} = 0,50$$

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def}) = 0,18 \text{ cm} < u_{net,fin} = L / 200 = 1,04 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 2.6 Wymiany mniej obciążone - górne z pary

Z uwagi na kolizję krokwi z kominami projektuje się przedmiotowy wymian.

Dla obciążeń oraz schematu statycznego jak w Poz. 2.0 uzyskano następujące maksymalne

i towarzyszące im siły przekrojowe:

$$M_y = 2,620 \text{ kNm} \quad M_z = 5,480 \text{ kNm} \quad N_{sci.} = 0,010 \text{ kN}$$

Wymian pracuje jako mimośrodowo ściskany.

Do dalszych obliczeń przyjęto wymian prostokątny o przekroju 12x20cm o następujących wielkościach przekrojowych:

$$\begin{aligned} h &= 20,00 \text{ cm} & I_y &= 8000,00 \text{ cm}^4 & W_y &= 800,00 \text{ cm}^3 \\ b &= 12,00 \text{ cm} & I_z &= 2880,00 \text{ cm}^4 & W_z &= 480,00 \text{ cm}^3 \\ L = L_{dy} &= 1,70 \text{ m} & A_d &= 240,00 \text{ cm}^2 & \beta_c &= 0,2 \\ L_{dz} &= 0,85 \text{ m} \end{aligned}$$

Stan graniczny nośności

$$\begin{aligned} i_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A_d}} = 5,77 \text{ cm} & \lambda_y &= \frac{L_{dy}}{i_y} = 29,44 \Rightarrow \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 91,1 \text{ MPa} \\ i_z &= \sqrt{\frac{I_z}{A_d}} = 3,46 \text{ cm} & \lambda_z &= \frac{L_{dz}}{i_z} = 24,54 \Rightarrow \sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 131,1 \text{ MPa} \\ \lambda_{rel,y} &= \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 0,503 \Rightarrow k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,627 \\ \lambda_{rel,z} &= \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = 0,419 \Rightarrow k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,580 \\ k_{c,y} &= \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,999 & k_{c,z} &= \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1,020 \end{aligned}$$

Dalej przyjęto $k_{c,y} = 0,999$ $k_{c,z} = 1,000$

Sprawdzenie naprężeń

$$\begin{aligned} \sigma_{c,0,d,y} &= \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 0,000 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,y,d} &= \frac{M_y}{W_y} = 3,3 \text{ MPa} \\ \sigma_{c,0,d,z} &= \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 0,000 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,z,d} &= \frac{M_z}{W_z} = 11,4 \text{ MPa} \\ \left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,909 < 1 & \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,909 < 1 \\ \lambda_{rel,m} &= \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,246 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000 \\ \sigma_{m,y,d} &= 11,42 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Warunki normowe spełnione

Wpływ siły ścinającej $T_y = 5,190 \text{ kN}$ $T_z = 19,160 \text{ kN}$ $T = \sqrt{T_y^2 + T_z^2} = 19,850 \text{ kN}$

$$\tau_d = 1,5 \frac{T}{bh} = 1,241 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,62 \text{ MPa}$$

Warunek normowy spełniony

Stan graniczny użytkowania

ugięcie krokwi $u_{inst,y} = 0,32 \text{ cm}$ $u_{inst,z} = 0,07 \text{ cm}$ $u_{inst} = \sqrt{u_{inst,y}^2 + u_{inst,z}^2} = 0,33 \text{ cm}$ $k_{def} = 0,50$

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def}) = 0,49 \text{ cm} < u_{net,fin} = L / 200 = 0,85 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 2.6.1 Pozostałe wymiany - dolne z pary

Konstrukcyjnie przyjęto wymiany 8x20cm.

Poz. 2.7 Jętki - bryła główna

Dla obciążeń oraz schematu statycznego jak w Poz. 2.0 uzyskano następujące maksymalne i towarzyszące im siły przekrojowe:

$$\begin{aligned}M_y &= 3,000 \text{ kNm} & M_y &= 3,000 \text{ kNm} \\M_z &= 0,000 \text{ kNm} & M_z &= 0,000 \text{ kNm} \\N_{roz.,max} &= 5,270 \text{ kN} & N_{sci.,max} &= 25,990 \text{ kN}\end{aligned}$$

Kleszcze pracują jako mimośrodowo rozciągane lub ściskane.

Do dalszych obliczeń przyjęto kleszcze w postaci dwóch prostokątnych belek o przekroju 5x15cm oddzielonych przekładkami o grubości $a = 8 \text{ cm}$ o następujących wielkościach przekrojowych:

$$\begin{aligned}h &= 15,00 \text{ cm} & I_y &= 2812,50 \text{ cm}^4 & W_y &= 375,00 \text{ cm}^3 \\b &= 5,00 \text{ cm} & I_z &= 6650,00 \text{ cm}^4 & W_z &= 738,89 \text{ cm}^3 \\L = L_d &= 2,50 \text{ m} & A_d &= 150,00 \text{ cm}^2 & \beta_c &= 0,2 \\L_1 &= 0,84 \text{ m} & I_1 &= 156,25 \text{ cm}^4 & n &= 2 \\& & A_1 &= 75,00 \text{ cm}^2 & \eta &= 4\end{aligned}$$

Stan graniczny nośności

$$\begin{aligned}i_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A_d}} = 4,33 \text{ cm} & \lambda_y &= \frac{L_{dy}}{i_y} = 57,74 \Rightarrow \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 23,7 \text{ MPa} \\i_z &= \sqrt{\frac{I_z}{A_d}} = 6,66 \text{ cm} & \lambda_z &= \frac{L_{dz}}{i_z} = 37,55 \Rightarrow \sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 56,0 \text{ MPa} \\i_1 &= \sqrt{\frac{I_1}{A_1}} = 1,44 \text{ cm} & \lambda_1 &= \frac{L_1}{i_1} = 58,20 \Rightarrow \sigma_{c,crit,1} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_1^2} = 23,3 \text{ MPa} \\ \lambda_{ef} &= \sqrt{\lambda_z^2 + \eta \frac{n}{2} \lambda_1^2} = 122,30 \Rightarrow \sigma_{c,crit,ef} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_{ef}^2} = 5,3 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\lambda_{rel,y} &= \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 0,985 \Rightarrow k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 1,034 \\ \lambda_{rel,z} &= \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,ef}}} = 2,087 \Rightarrow k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 2,837 \\ k_{c,y} &= \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,742 & k_{c,z} &= \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,210\end{aligned}$$

Przypadek dla $N_{roz,max}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_d} = 0,35 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 8,00 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} = 0,531 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,621 < 1,4 \Rightarrow k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} = 1,094$$

$$\sigma_{m,y,d} = 8,00 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 17,68 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{sci,max}$

$$\sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 2,335 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 8,0 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 8,246 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,531 < 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,939 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,621 < 1,4 \Rightarrow k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} = 1,094$$

$$\sigma_{m,y,d} = 8,00 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 17,68 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Wpływ siły ścinającej $T_y = 5,000 \text{ kN}$ $T_z = 0,010 \text{ kN}$ $T = \sqrt{T_y^2 + T_z^2} = 5,000 \text{ kN}$

$$\tau_d = 1,5 \frac{T}{bh} = 1,000 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,615 \text{ MPa}$$

Warunek normowy spełniony

Stan graniczny użytkowania $u_{inst,y} = 0,65 \text{ cm}$ $u_{inst,z} = 0,13 \text{ cm}$ $u_{inst} = \sqrt{u_{inst,y}^2 + u_{inst,z}^2} = 0,66 \text{ cm}$ $k_{def} = 0,50$

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def}) = 0,99 \text{ cm} < u_{net,fin} = L / 200 = 1,25 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 2.8 Jętki lukarn

Dla obciążeń oraz schematu statycznego jak w Poz. 2.0 uzyskano następujące maksymalne i towarzyszące im siły przekrojowe:

$$\begin{aligned} M_y &= 4,000 \text{ kNm} & M_y &= 4,000 \text{ kNm} \\ M_z &= 0,000 \text{ kNm} & M_z &= 0,000 \text{ kNm} \\ N_{roz.,max} &= 3,560 \text{ kN} & N_{sci.,max} &= 20,690 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kleszcze pracują jako mimośrodowo rozciągane lub ściskane.

Do dalszych obliczeń przyjęto kleszcze w postaci dwóch prostokątnych belek o przekroju 5x15cm oddzielonych przekładkami o grubości $a = 6 \text{ cm}$ o następujących wielkościach przekrojowych:

$$\begin{aligned} h &= 15,00 \text{ cm} & I_y &= 2812,50 \text{ cm}^4 & W_y &= 375,00 \text{ cm}^3 \\ b &= 5,00 \text{ cm} & I_z &= 4850,00 \text{ cm}^4 & W_z &= 606,25 \text{ cm}^3 \\ L = L_d &= 3,20 \text{ m} & A_d &= 150,00 \text{ cm}^2 & \beta_c &= 0,2 \\ L_1 &= 0,80 \text{ m} & I_1 &= 156,25 \text{ cm}^4 & n &= 2 \\ & & A_1 &= 75,00 \text{ cm}^2 & \eta &= 4 \end{aligned}$$

Stan graniczny nośności

$$\begin{aligned} i_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A_d}} = 4,33 \text{ cm} & \lambda_y &= \frac{L_{dy}}{i_y} = 73,90 \Rightarrow \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 14,5 \text{ MPa} \\ i_z &= \sqrt{\frac{I_z}{A_d}} = 5,69 \text{ cm} & \lambda_z &= \frac{L_{dz}}{i_z} = 56,28 \Rightarrow \sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 24,9 \text{ MPa} \\ i_1 &= \sqrt{\frac{I_1}{A_1}} = 1,44 \text{ cm} & \lambda_1 &= \frac{L_1}{i_1} = 55,43 \Rightarrow \sigma_{c,crit,1} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_1^2} = 25,7 \text{ MPa} \\ \lambda_{ef} &= \sqrt{\lambda_z^2 + \eta \frac{n}{2} \lambda_1^2} = 124,32 \Rightarrow \sigma_{c,crit,ef} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_{ef}^2} = 5,1 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 1,261 \Rightarrow k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 1,372$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,ef}}} = 2,122 \quad \Rightarrow \quad k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 2,913$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,523 \quad k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,204$$

Przypadek dla $N_{roz,max}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_d} = 0,24 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 10,67 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} = 0,685 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,703 < 1,4 \quad \Rightarrow \quad k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} = 1,033$$

$$\sigma_{m,y,d} = 10,67 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,69 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{sci,max}$

$$\sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 2,635 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 10,7 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 6,772 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,706 < 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,959 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,703 < 1,4 \quad \Rightarrow \quad k_{crit} = 1,56 - 0,75 \lambda_{rel,m} = 1,033$$

$$\sigma_{m,y,d} = 10,67 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,69 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Wpływ siły ścinającej

$$T_y = 5,000 \text{ kN} \quad T = \sqrt{T_y^2 + T_z^2} = 5,000 \text{ kN}$$

$$T_z = 0,010 \text{ kN}$$

$$\tau_d = 1,5 \frac{T}{bh} = 1,000 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,615 \text{ MPa}$$

Warunek normowy spełniony

Stan graniczny użytkowania

$$u_{inst,y} = 0,27 \text{ cm} \quad u_{inst} = \sqrt{u_{inst,y}^2 + u_{inst,z}^2} = 0,30 \text{ cm}$$

$$u_{inst,z} = 0,13 \text{ cm} \quad k_{def} = 0,50$$

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def}) = 0,45 \text{ cm} < u_{net,fin} = L / 200 = 1,60 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 2.9 Płatwie - bryła główna

Dla obciążeń oraz schematu statycznego jak w Poz. 2.0 uzyskano następujące maksymalne i towarzyszące im siły przekrojowe:

$M_{y,max} = 6,230 \text{ kNm}$	$M_y = 0,00 \text{ kNm}$	$M_y = 2,260 \text{ kNm}$	$M_y = 1,720 \text{ kNm}$
$M_z = 0,160 \text{ kNm}$	$M_{z,max} = 1,67 \text{ kNm}$	$M_z = 0,260 \text{ kNm}$	$M_z = 0,040 \text{ kNm}$
$N_{sci} = 13,310 \text{ kN}$	$N_{roz} = 6,550 \text{ kN}$	$N_{roz,max} = 7,150 \text{ kN}$	$N_{sci,max} = 29,040 \text{ kN}$

Płatwie pracują jako mimośrodowo ściskane lub rozciągane. Do dalszych obliczeń przyjęto płatwie prostokątne o przekroju 14x18cm o następujących wielkościach przekrojowych:

$h = 18,00 \text{ cm}$	$I_y = 6804,00 \text{ cm}^4$	$W_y = 756,00 \text{ cm}^3$
$b = 14,00 \text{ cm}$	$I_z = 4116,00 \text{ cm}^4$	$W_z = 588,00 \text{ cm}^3$
$L = L_{dy} = 1,50 \text{ m}$	$A_d = 252,00 \text{ cm}^2$	$\beta_c = 0,2$
$L_{dz} = 0,85 \text{ m}$		

Stan graniczny nośności

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_d}} = 5,20 \text{ cm} \quad \lambda_y = \frac{L_{dy}}{i_y} = 28,87 \Rightarrow \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 94,7 \text{ MPa}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_d}} = 4,04 \text{ cm} \quad \lambda_z = \frac{L_{dz}}{i_z} = 21,03 \Rightarrow \sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 178,5 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 0,493 \Rightarrow k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,621$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = 0,359 \Rightarrow k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,550$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 1,002 \quad k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1,034$$

Dalej przyjęto $k_{c,y} = 1,000$ $k_{c,z} = 1,000$

Sprawdzenie naprężeń

Przypadek dla $M_{y,max}$

$$\sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 0,528 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 8,2 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 0,528 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,3 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,529 < 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,529 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,188 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 8,24 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $M_{z,max}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_d} = 0,260 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 0,0 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 2,8 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,203 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,188 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,84 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{roz,max}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_d} = 0,284 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 3,0 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,4 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,242 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,188 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 2,99 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{sci,max}$

$$\begin{aligned}\sigma_{c,0,d,y} &= \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 1,152 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,y,d} &= \frac{M_y}{W_y} = 2,3 \text{ MPa} \\ \sigma_{c,0,d,z} &= \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 1,152 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,z,d} &= \frac{M_z}{W_z} = 0,1 \text{ MPa} \\ \left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,154 < 1 & \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,154 < 1 \\ \lambda_{rel,m} &= \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,188 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000 \\ \sigma_{m,y,d} &= 2,28 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Warunki normowe spełnione

Wpływ siły ścinającej $T_y = 20,540 \text{ kN}$ $T = \sqrt{T_y^2 + T_z^2} = 20,593 \text{ kN}$
 $T_z = 1,470 \text{ kN}$

$$\tau_d = 1,5 \frac{T}{bh} = 1,226 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,62 \text{ MPa}$$

Warunek normowy spełniony

Stan graniczny użytkowania

ugięcie płatwi $u_{inst,y} = 0,19 \text{ cm}$ $u_{inst} = \sqrt{u_{inst,y}^2 + u_{inst,z}^2} = 0,20 \text{ cm}$
 $u_{inst,z} = 0,07 \text{ cm}$ $k_{def} = 0,50$

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def}) = 0,30 \text{ cm} < u_{net,fin} = L / 200 = 0,75 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 2.10 Płatwie lukarn

Dla obciążeń oraz schematu statycznego jak w Poz. 2.0 uzyskano następujące maksymalne i towarzyszące im siły przekrojowe:

$M_{y,max} = 2,990 \text{ kNm}$	$M_y = 2,86 \text{ kNm}$	$M_y = 0,320 \text{ kNm}$	$M_y = 2,990 \text{ kNm}$
$M_z = 0,760 \text{ kNm}$	$M_{z,max} = 0,84 \text{ kNm}$	$M_z = 0,000 \text{ kNm}$	$M_z = 0,760 \text{ kNm}$
$N_{sci} = 17,080 \text{ kN}$	$N_{roz} = 0,010 \text{ kN}$	$N_{roz,max} = 0,570 \text{ kN}$	$N_{sci,max} = 17,080 \text{ kN}$

Płatwie pracują jako mimośrodowo ściskane lub rozciągane. Do dalszych obliczeń przyjęto płatwie prostokątne o przekroju 14x14cm o następujących wielkościach przekrojowych:

$h = 14,00 \text{ cm}$	$I_y = 3201,33 \text{ cm}^4$	$W_y = 457,33 \text{ cm}^3$
$b = 14,00 \text{ cm}$	$I_z = 3201,33 \text{ cm}^4$	$W_z = 457,33 \text{ cm}^3$
$L = L_{dy} = 3,30 \text{ m}$	$A_d = 196,00 \text{ cm}^2$	$\beta_c = 0,2$
$L_{dz} = 0,85 \text{ m}$		

Stan graniczny nośności

$$\begin{aligned}i_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A_d}} = 4,04 \text{ cm} & \lambda_y &= \frac{L_{dy}}{i_y} = 81,65 \Rightarrow \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 11,8 \text{ MPa} \\ i_z &= \sqrt{\frac{I_z}{A_d}} = 4,04 \text{ cm} & \lambda_z &= \frac{L_{dz}}{i_z} = 21,03 \Rightarrow \sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 178,5 \text{ MPa} \\ \lambda_{rel,y} &= \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 1,394 \Rightarrow k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 1,560\end{aligned}$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = 0,359 \quad \Rightarrow \quad k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,550$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,442 \quad k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1,034$$

Dalej przyjęto $k_{c,y} = 0,442$ $k_{c,z} = 1,000$

Sprawdzenie naprężeń

Przypadek dla $M_{y,max}$

$$\sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y}A_d} = 1,972 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 6,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z}A_d} = 0,871 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 1,7 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,533 < 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,513 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,246 < 0,75 \quad \Rightarrow \quad k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,54 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $M_{z,max}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_d} = 0,001 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 6,3 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 1,8 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} = 0,501 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,246 < 0,75 \quad \Rightarrow \quad k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,25 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{roz,max}$

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N}{A_d} = 0,029 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 0,7 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,0 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,y,d}} = 0,046 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,246 < 0,75 \quad \Rightarrow \quad k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,70 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Przypadek dla $N_{sci,max}$

$$\sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y}A_d} = 1,972 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 6,5 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z}A_d} = 0,871 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 1,7 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,533 < 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,513 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,246 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 6,54 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Wpływ siły ścinającej $T_y = 9,170 \text{ kN}$ $T_z = 2,890 \text{ kN}$ $T = \sqrt{T_y^2 + T_z^2} = 9,615 \text{ kN}$

$$\tau_d = 1,5 \frac{T}{bh} = 0,736 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,62 \text{ MPa}$$

Warunek normowy spełniony

Stan graniczny użytkowania

ugięcie płatwi $u_{inst,y} = 0,25 \text{ cm}$ $u_{inst} = \sqrt{u_{inst,y}^2 + u_{inst,z}^2} = 0,25 \text{ cm}$
 $u_{inst,z} = 0,01 \text{ cm}$ $k_{def} = 0,50$

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def}) = 0,38 \text{ cm} < u_{net,fin} = L / 200 = 1,65 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 2.11 Miecze

Dla obciążeń oraz schematu statycznego jak w Poz. 2.0 uzyskano następujące maksymalne i towarzyszące im siły przekrojowe:

$$M_y = 0,100 \text{ kNm} \quad M_z = 0,100 \text{ kNm} \quad N_{sci.} = 34,690 \text{ kN}$$

Miecze pracuje jako mimośrodowo ściskany.

Do dalszych obliczeń przyjęto miecze kwadratowe o przekroju 10x10cm o następujących wielkościach przekrojowych:

$$\begin{aligned} h &= 10,00 \text{ cm} & I_y &= 833,33 \text{ cm}^4 & W_y &= 166,67 \text{ cm}^3 \\ b &= 10,00 \text{ cm} & I_z &= 833,33 \text{ cm}^4 & W_z &= 166,67 \text{ cm}^3 \\ L = L_{dy} &= 1,90 \text{ m} & A_d &= 100,00 \text{ cm}^2 & \beta_c &= 0,2 \\ L_{dz} &= 1,90 \text{ m} \end{aligned}$$

Stan graniczny nośności

$$\begin{aligned} i_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A_d}} = 2,89 \text{ cm} & \lambda_y &= \frac{L_{dy}}{i_y} = 65,82 \Rightarrow \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 18,2 \text{ MPa} \\ i_z &= \sqrt{\frac{I_z}{A_d}} = 2,89 \text{ cm} & \lambda_z &= \frac{L_{dz}}{i_z} = 65,82 \Rightarrow \sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 18,2 \text{ MPa} \\ \lambda_{rel,y} &= \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 1,123 \Rightarrow k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 1,193 \\ \lambda_{rel,z} &= \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = 1,123 \Rightarrow k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 1,193 \\ k_{c,y} &= \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,627 & k_{c,z} &= \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,627 \end{aligned}$$

Dalej przyjęto $k_{c,y} = 0,627$ $k_{c,z} = 0,627$

Sprawdzenie naprężeń

$$\begin{aligned} \sigma_{c,0,d,y} &= \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 5,536 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,y,d} &= \frac{M_y}{W_y} = 0,6 \text{ MPa} \\ \sigma_{c,0,d,z} &= \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 5,536 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,z,d} &= \frac{M_z}{W_z} = 0,6 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,274 < 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,274 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,221 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 0,60 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Poz. 2.12 Słupki

Dla obciążeń oraz schematu statycznego jak w Poz. 2.0 uzyskano następujące maksymalne i towarzyszące im siły przekrojowe:

$$M_y = 0,100 \text{ kNm} \quad M_z = 0,100 \text{ kNm} \quad N_{sci.} = 31,580 \text{ kN}$$

Słupki pracują jako mimośrodowo ściskane.

Do dalszych obliczeń przyjęto słupki kwadratowe o przekroju 14x14cm o następujących wielkościach przekrojowych:

$$\begin{aligned} h &= 14,00 \text{ cm} & I_y &= 3201,33 \text{ cm}^4 & W_y &= 457,33 \text{ cm}^3 \\ b &= 14,00 \text{ cm} & I_z &= 3201,33 \text{ cm}^4 & W_z &= 457,33 \text{ cm}^3 \\ L = L_{dy} &= 1,50 \text{ m} & A_d &= 196,00 \text{ cm}^2 & \beta_c &= 0,2 \\ L_{dz} &= 1,50 \text{ m} \end{aligned}$$

Stan graniczny nośności

$$\begin{aligned} i_y &= \sqrt{\frac{I_y}{A_d}} = 4,04 \text{ cm} & \lambda_y &= \frac{L_{dy}}{i_y} = 37,12 \Rightarrow \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 57,3 \text{ MPa} \\ i_z &= \sqrt{\frac{I_z}{A_d}} = 4,04 \text{ cm} & \lambda_z &= \frac{L_{dz}}{i_z} = 37,12 \Rightarrow \sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 57,3 \text{ MPa} \\ \lambda_{rel,y} &= \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 0,633 \Rightarrow k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,714 \\ \lambda_{rel,z} &= \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = 0,633 \Rightarrow k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,714 \\ k_{c,y} &= \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,958 & k_{c,z} &= \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 0,958 \end{aligned}$$

Dalej przyjęto $k_{c,y} = 0,958$ $k_{c,z} = 0,958$

Sprawdzenie naprężeń

$$\begin{aligned} \sigma_{c,0,d,y} &= \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 1,681 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,y,d} &= \frac{M_y}{W_y} = 0,2 \text{ MPa} \\ \sigma_{c,0,d,z} &= \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 1,681 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} & \sigma_{m,z,d} &= \frac{M_z}{W_z} = 0,2 \text{ MPa} \\ \left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,045 < 1 & \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}}\right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,045 < 1 \\ \lambda_{rel,m} &= \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,166 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000 \\ \sigma_{m,y,d} &= 0,22 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa} \end{aligned}$$

Warunki normowe spełnione

Poz. 2.13 Podwaliny pod słupki

Konstrukcyjnie przyjęto podwaliny o przekroju 14x10cm.

Poz. 2.14 Murlaty

Konstrukcyjnie przyjęto murlaty o przekroju 12x12cm. Murlaty mocować do płyty stropowej przy pomocy śrub M16 rozporowych lub wklejanych chemicznie w rozstawie co 1,50m.

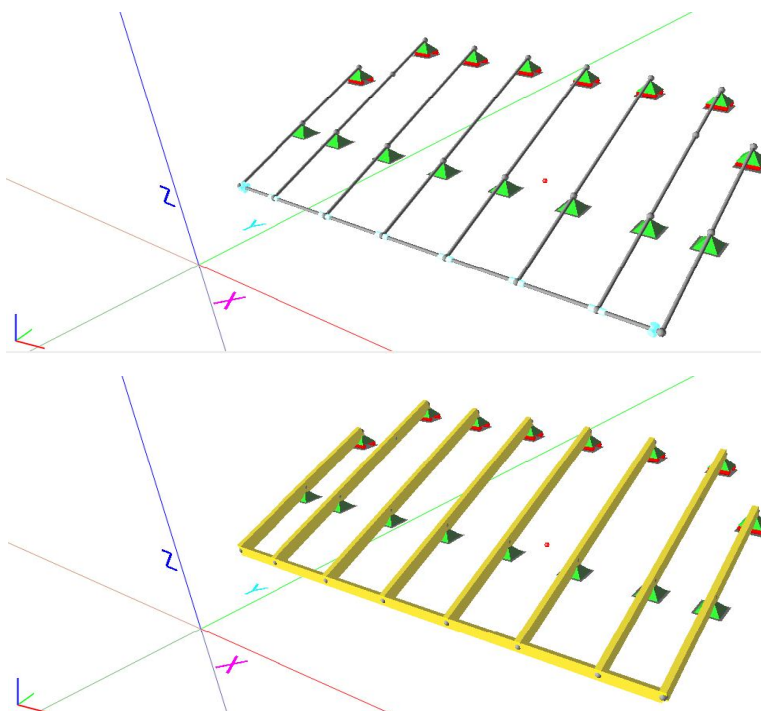
Poz. 3.0 Konstrukcja zadaszenia nad wiatrołapem

Projektuje się zadaszenie wejścia do budynku w postaci krokwi opartych na murlatach z drewna klasy C24.

Na przedmiotowe zadaszenie będą działać następujące obciążenia:

		kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Obciążenia stałe dachu Poz. 1.1.2	$q_k =$	0,961	1,20	1,154
Obciążenia zmienne - wiatr Poz. 1.1.3	$q_k =$	0,095	1,51	0,142
Obciążenia zmienne - śnieg Poz. 1.1.4 + 50%	$q_k =$	2,560	1,50	3,840

Jako schemat statyczny przyjęto poniższy układ krokwi:



Poz. 3.1 Krokwie

Dla obciążeń oraz schematu statycznego jak w Poz. 2.0 uzyskano następujące maksymalne i towarzyszące im siły przekrojowe:

$$M_y = 5,910 \text{ kNm} \quad M_z = 0,020 \text{ kNm} \quad N_{\text{ści.}} = 4,100 \text{ kN}$$

Krokwie pracują jako mimośrodowo ściskane lub rozciągane. Dalsze obliczenia wykonano przy uwzględnieniu deskowania całej połaci dachowej, które w pewnym stopniu zabezpieczy krokwie przed wyboczeniem.

Do dalszych obliczeń przyjęto krokwie prostokątne o przekroju 8x20cm jednak z uwagi na 3cm podcięcie nad płatwiami i murlatami dalej przyjęto krokwie o wymiarach 8x15cm o następujących wielkościach przekrojowych:

$$\begin{array}{lll} h = 17,00 \text{ cm} & I_y = 3275,33 \text{ cm}^4 & W_y = 385,33 \text{ cm}^3 \\ b = 8,00 \text{ cm} & I_z = 725,33 \text{ cm}^4 & W_z = 181,33 \text{ cm}^3 \\ L = L_{dy} = 2,45 \text{ m} & A_d = 136,00 \text{ cm}^2 & \beta_c = 0,2 \\ L_{dz} = 0,30 \text{ m} & & \end{array}$$

Stan graniczny nośności

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_d}} = 4,91 \text{ cm} \quad \lambda_y = \frac{L_{dy}}{i_y} = 49,92 \Rightarrow \sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_y^2} = 31,7 \text{ MPa}$$

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A_d}} = 2,31 \text{ cm} \quad \lambda_z = \frac{L_{dz}}{i_z} = 12,99 \Rightarrow \sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0,05}}{\lambda_z^2} = 467,9 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}} = 0,852 \Rightarrow k_y = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0,5) + \lambda_{rel,y}^2] = 0,898$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}} = 0,222 \Rightarrow k_z = 0,5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0,5) + \lambda_{rel,z}^2] = 0,497$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = 0,846 \quad k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = 1,062$$

Dalej przyjęto $k_{c,y} = 0,846$ $k_{c,z} = 1,000$

Sprawdzenie naprężeń

$$\sigma_{c,0,d,y} = \frac{N}{k_{c,y} A_d} = 0,356 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,y,d} = \frac{M_y}{W_y} = 15,3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,d,z} = \frac{N}{k_{c,z} A_d} = 0,301 \text{ MPa} < f_{c,0,d} = 12,38 \text{ MPa} \quad \sigma_{m,z,d} = \frac{M_z}{W_z} = 0,1 \text{ MPa}$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d,y}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,957 < 1 \quad \left(\frac{\sigma_{c,0,d,z}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,957 < 1$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{I_d h f_{m,d}}{\pi b^2 E_k}} \sqrt{\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}}} = 0,409 < 0,75 \Rightarrow k_{crit} = 1,000$$

$$\sigma_{m,y,d} = 15,34 \text{ MPa} < k_{crit} f_{m,y,d} = 16,15 \text{ MPa}$$

Warunki normowe spełnione

Wpływ siły ścinającej $T_y = 9,050 \text{ kN}$ $T_z = 0,020 \text{ kN}$ $T = \sqrt{T_y^2 + T_z^2} = 9,050 \text{ kN}$

$$\tau_d = 1,5 \frac{T}{bh} = 0,998 \text{ MPa} < f_{v,d} = 1,62 \text{ MPa}$$

Warunek normowy spełniony

Stan graniczny użytkowania

ugięcie krokwi $u_{inst,y} = 0,66 \text{ cm}$ $u_{inst,z} = 0,05 \text{ cm}$ $u_{inst} = \sqrt{u_{inst,y}^2 + u_{inst,z}^2} = 0,66 \text{ cm}$ $k_{def} = 0,50$

$$u_{fin} = u_{inst} (1 + k_{def}) = 0,99 \text{ cm} < u_{net,fin} = L / 200 = 1,23 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 3.2 Poprzeczka łącząca

Konstrukcyjnie przyjęto poprzeczkę o przekroju 6x16cm.

Poz. 3.3 Mury

Konstrukcyjnie przyjęto mury o przekroju 12x12cm. Mury mocować do płyty stropowej przy pomocy śrub M16 rozporowych lub wklejanych chemicznie w rozstawie co 1,50m.

Poz. 4.0 Rdzenie ścian stropodachu

Poz. 4.1 Rdzenie o przekroju 24x24cm

Konstrukcyjnie przyjęto monolityczne rdzenie żelbetowe z betonu C20/25 (B-25) o przekroju

24x24cm zbrojone prętami podłużnymi 4 ϕ 12mm ze stali A-III N oraz strzemionami dwuciętymi ϕ 6 ze stali A-0 w rozstawie co 9 i 18cm.

Poz. 5.0 Strop nad II piętrzem

Poz. 5.1 Żelbetowa monolityczna płyta stropowa - segmenty od osi 1 do 8 i od 13' do 20

Projektuje się strop jako żelbetowy w technologii mieszanej w postaci prefabrykowanych płyt "Filigran" o grubości 5cm (ze zbrojeniem w jednym kierunku) i monolitycznej wylewki z betonu C20/25 i dodatkowego zbrojnia (w drugim kierunku) ułożonego na płytach "Filigran". Zbrojenie stropu należy wykonać ze stali A-III N.

Na przedmiotowy strop będą działać następujące obciążenia:

		kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Obciążenia stałe stropu Poz. 1.2.2	$q_k =$	3,627	1,26	4,551
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k =$	1,500	1,40	2,100
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k =$	2,000	1,40	2,800

Reakcje od słupków więźby dachowej:

		kN	γ_f	kN
Reakcja od słupka Nr1	$N_{1,1} =$	19,430	1,38	26,740
Reakcja od słupka Nr2	$N_{1,2} =$	20,490	1,38	28,250
Reakcja od słupka Nr3	$N_{1,3} =$	19,940	1,36	26,950
Reakcja od słupka Nr4	$N_{1,4} =$	31,110	1,35	41,910
Reakcja od słupka Nr5	$N_{1,5} =$	21,800	1,38	29,960

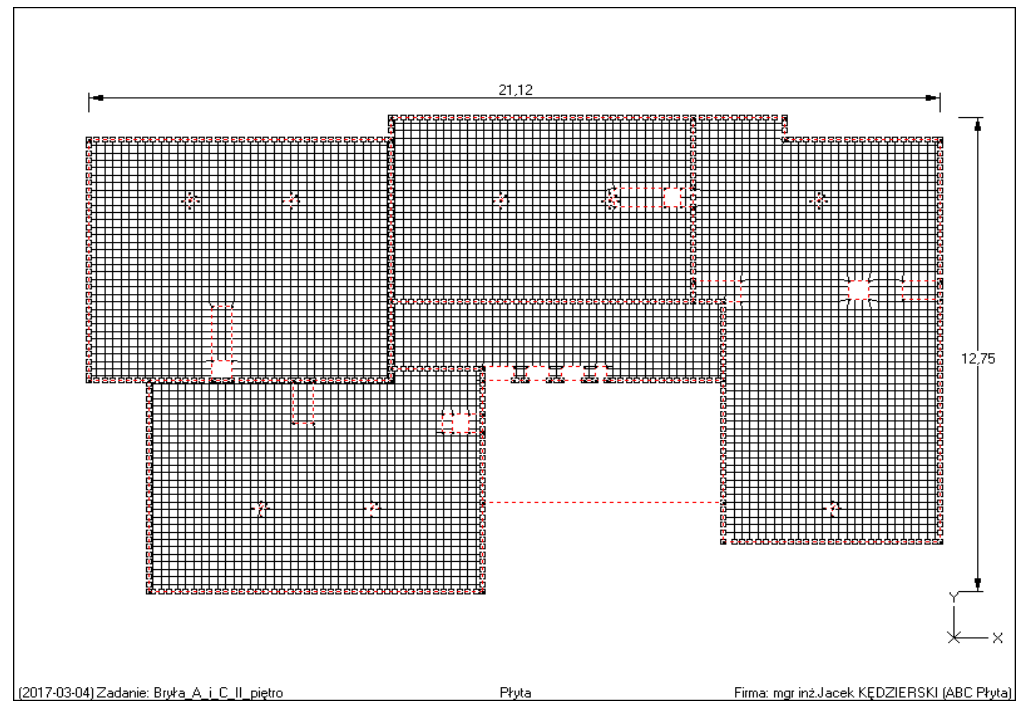
		kN	γ_f	kN
Reakcja od słupka Nr1	$N_{2,1} =$	31,520	1,37	43,080
Reakcja od słupka Nr2	$N_{2,2} =$	23,110	1,37	31,580
Reakcja od słupka Nr3	$N_{2,3} =$	19,750	1,39	27,440

Ponadto na płytę stropową będą działać następujące krawędziowe obciążenie liniowe od kominów wentylacyjnych i ich obudowy:

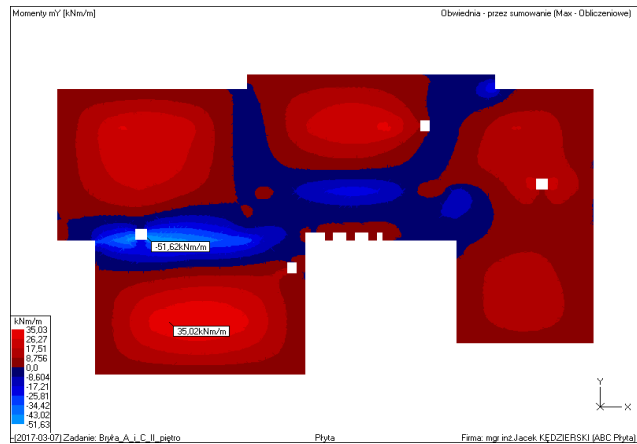
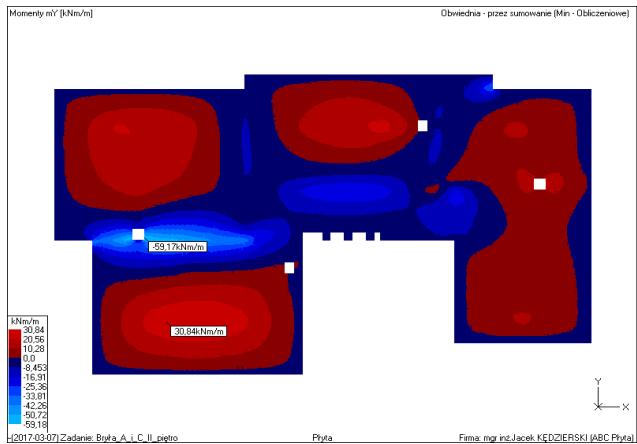
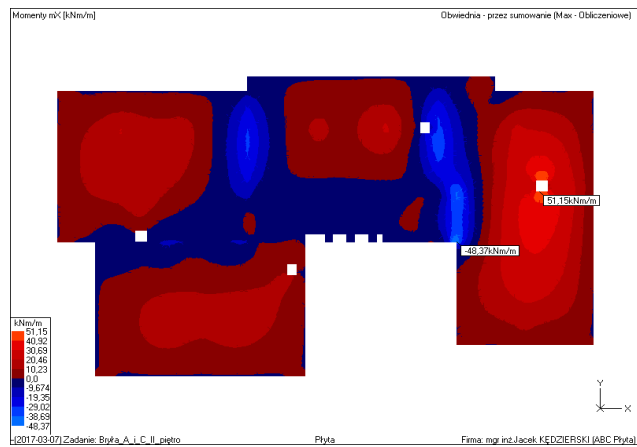
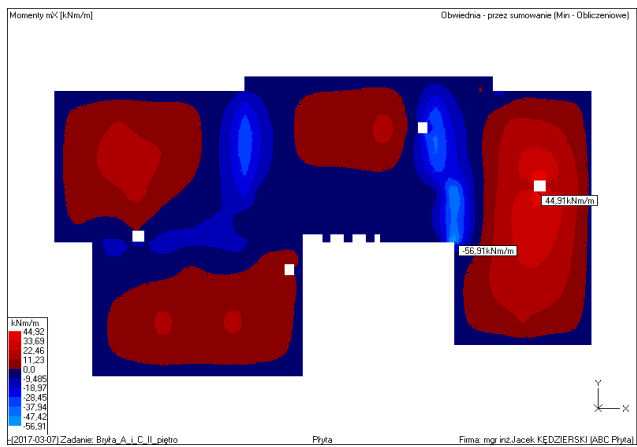
	kN/m	γ_f	kN/m
Cera. kształ. komin. 0,19x0,19x24cm 7,5kg x 15szt. x 5szt.	5,625	1,30	7,313
Obudo. komina - bloczek silikato. 0,10m x 3,80m x 19kN/m ³	7,220	1,30	9,386
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 3,80m x 19kN/m ³	1,083	1,30	1,408
$q_k =$	13,928	1,30	18,106

Ciężar własny płyty stropowej uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym ABC Płyta.

Jako schemat statyczny przyjęto całą płytę stropową swobodnie podpartą na ścianach wewnętrznych i zewnętrznych jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekrojowe:



$M_{x,prze} = 51,2 \text{ kNm}$

$M_{y,prze} = 35,0 \text{ kNm}$

$$M_{x, \text{podp}} = 56,9 \text{ kNm}$$

$$M_{y, \text{podp}} = 59,2 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

Klasa ekspozycji XC1

$c_{\min} = 15 \text{ mm}$

$\Delta c = 10 \text{ mm}$

rozpiętość efektywna $l_{\text{eff}} = 5,37 \text{ m}$

wysokość płyty $h = 0,18 \text{ m}$

szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$

średnica pręta podłużnego $\phi = 12 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c = 25 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 31 \text{ mm}$

użyte. wyso. przek. $d_{x, \text{dol}} = h - 0,05 \text{ m} - 0,5 \phi = 0,099 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_{x, \text{gór}} = d_y - \phi = 0,137 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_y = h - a_1 = 0,149 \text{ m}$

Zbrojenie przęsłowe dla M_x

$$\mu_{\text{eff}} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,392$$

$$\zeta_{\text{eff}} = 1 - 0,5 \zeta_{\text{eff}} = 0,732$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\Rightarrow \zeta_{\text{eff}} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{\text{eff}}} = 0,536$$

$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{\text{eff}} d f_{yd}} = 16,807 \text{ cm}^2$$

$$\text{co } 6 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1, \text{prov}} = 18,850 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_x

$$\mu_{\text{eff}} = 0,228$$

$$\zeta_{\text{eff}} = 0,262$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\zeta_{\text{eff}} = 0,869$$

$$A_{s2} = 11,384 \text{ cm}^2$$

$$\text{co } 8 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s2, \text{prov}} = 14,137 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie przęsłowe dla M_y

$$\mu_{\text{eff}} = 0,119$$

$$\zeta_{\text{eff}} = 0,127$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\zeta_{\text{eff}} = 0,937$$

$$A_{s1} = 5,974 \text{ cm}^2$$

$$\text{co } 15 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1, \text{prov}} = 7,540 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_y

$$\mu_{\text{eff}} = 0,200$$

$$\zeta_{\text{eff}} = 0,226$$

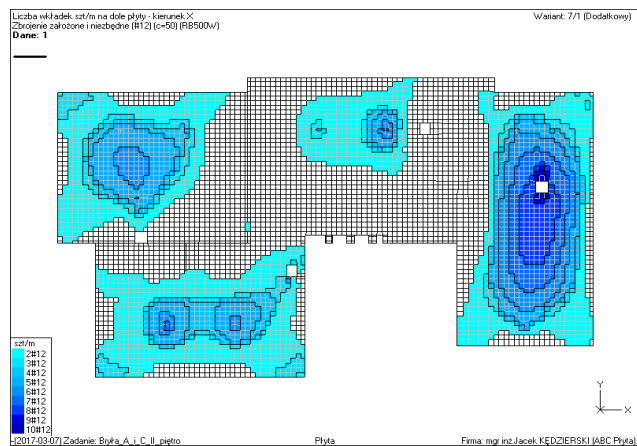
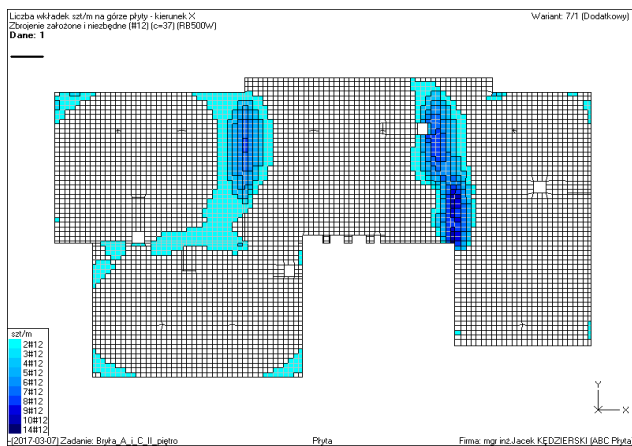
przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

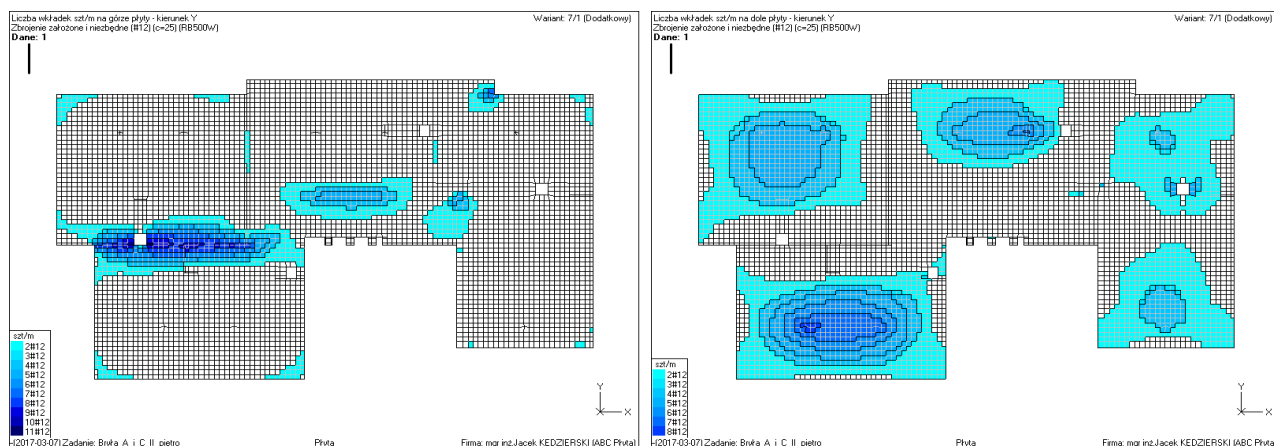
$$\zeta_{\text{eff}} = 0,887$$

$$A_{s2} = 10,659 \text{ cm}^2$$

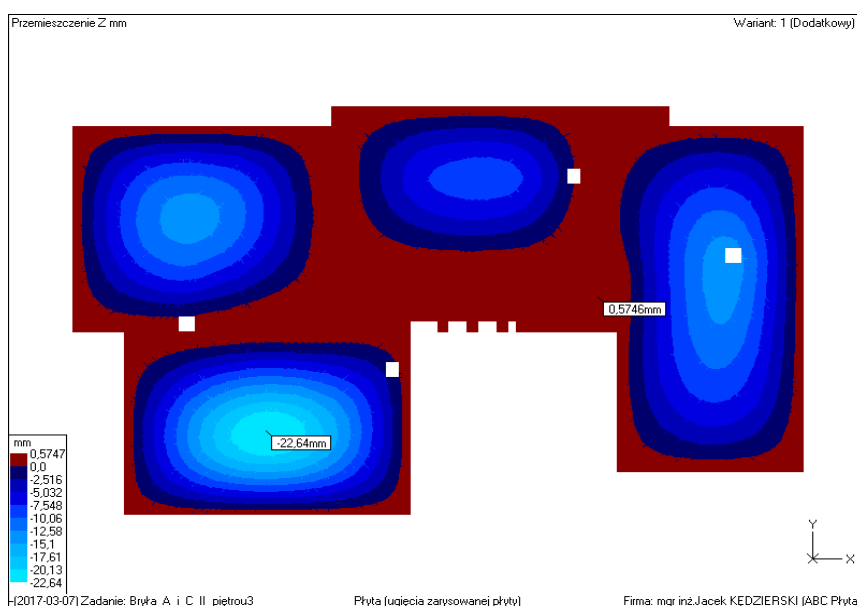
$$\text{co } 10 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s2, \text{prov}} = 11,310 \text{ cm}^2$$

Powyższe zbrojenie zostało określone dla największych sił występujących lokalnie w płycie stropowej. Szczegółowy rozkład i ilość zbrojenia w poszczególnych miejscach z uwzględnieniem dozbrojenia z uwagi na rozwarcie rys, przedstawiono poniżej.





Ugięcie konstrukcji w stanie zarysowanym



$$a = 2,26 \text{ cm} < a_{\text{lim}} = l_{\text{eff}} / 200 = 2,69 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 5.2 Żelbetowa monolityczna płyta stropowa - segment od osi 8' do 13

Projektuje się strop jako żelbetowy w technologii mieszanej w postaci prefabrykowanych płyt "Filigran" o grubości 5cm (ze zbrojeniem w jednym kierunku) i monolitycznej wylewki z betonu C20/25 i dodatkowego zbrojnia (w drugim kierunku) ułożonego na płytach "Filigran". Zbrojenie stropu należy wykonać ze stali A-III N.

Na przedmiotowy strop będą działać następujące obciążenia:

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Obciążenia stałe stropu Poz. 1.2.2	$q_k = 3,627$	1,26	4,551
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k = 1,500$	1,40	2,100
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k = 2,000$	1,40	2,800

Reakcje od słupków więźby dachowej:

	kN	γ_f	kN
Reakcja od słupka Nr1	$N_{1,1} = 28,780$	1,36	38,870
Reakcja od słupka Nr2	$N_{1,2} = 28,300$	1,35	38,160

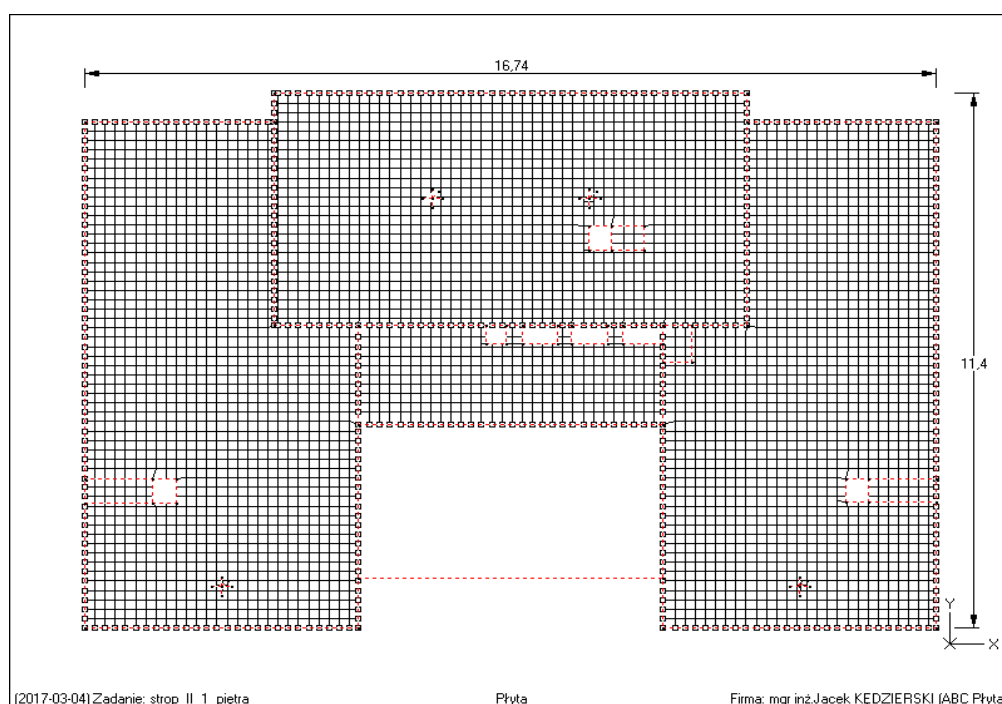
	kN	γ_f	kN
Reakcja od słupka Nr1	$N_{2,1} = 21,930$	1,39	30,340
Reakcja od słupka Nr2	$N_{2,2} = 22,650$	1,39	31,310

Ponadto na płytę stropową będą działać następujące krawędziowe obciążenie liniowe od kominów wentylacyjnych i ich obudowy:

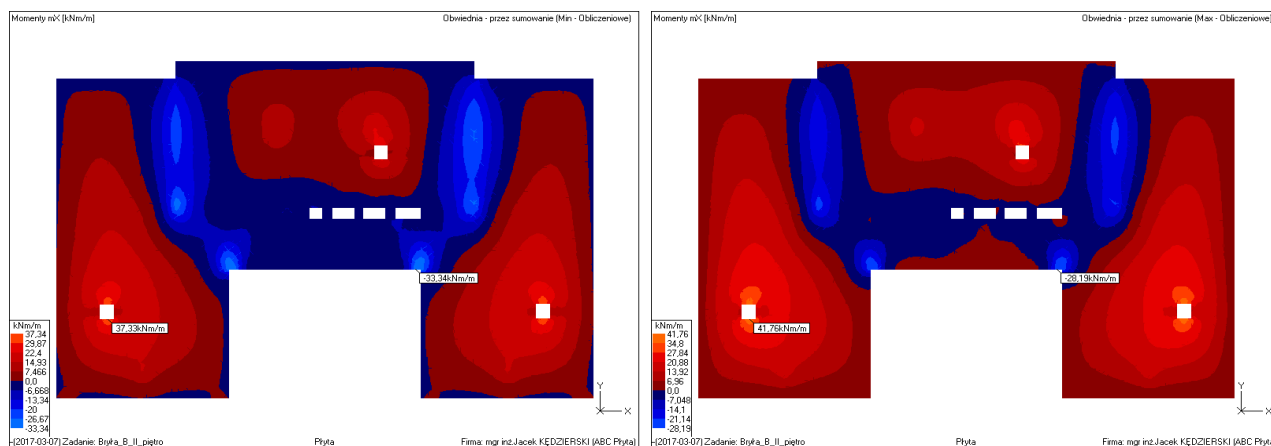
	kN/m	γ_f	kN/m
Cera. kształ. komin. 0,19x0,19x24cm 7,5kg x 15szt. x 5szt.	5,625	1,30	7,313
Obudo. komina - bloczek silikato. 0,10m x 3,80m x 19kN/m ³	7,220	1,30	9,386
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 3,80m x 19kN/m ³	1,083	1,30	1,408
$q_k =$	13,928	1,30	18,106

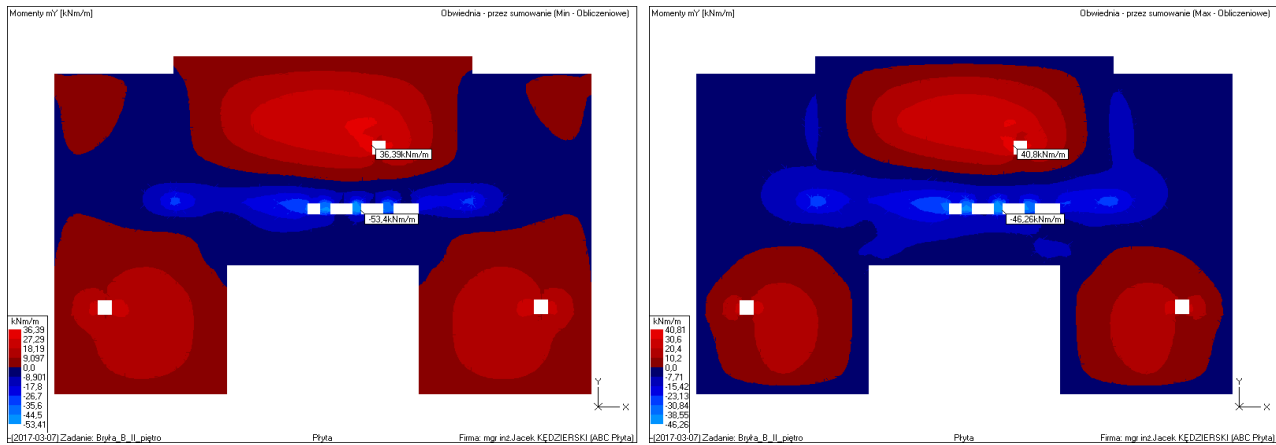
Ciężar własny płyty stropowej uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym ABC Płyta.

Jako schemat statyczny przyjęto całą płytę stropową swobodnie podpartą na ścianach wewnętrznych i zewnętrznych jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekrojowe:





$$M_{x,prz\acute{e}} = 41,8 \text{ kNm}$$

$$M_{x,podp} = 33,3 \text{ kNm}$$

$$M_{y,prz\acute{e}} = 40,8 \text{ kNm}$$

$$M_{y,podp} = 53,4 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

Klasa ekspozycji XC1

$c_{min} = 15 \text{ mm}$

$\Delta C = 10 \text{ mm}$

rozpiętość efektywna $l_{eff} = 4,95 \text{ m}$

wysokość płyty $h = 0,18 \text{ m}$

szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$

średnica pręta podłużnego $\phi = 12 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta C = 25 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 31 \text{ mm}$

użyte. wyso. przek. $d_{x,dol} = h - 0,05 \text{ m} - 0,5 \phi = 0,099 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_{x,g\acute{o}r} = d_y - \phi = 0,137 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_y = h - a_1 = 0,149 \text{ m}$

Zbrojenie przęsłowe dla M_x

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,320$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5 \zeta_{eff} = 0,800$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\Rightarrow \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,401$$

$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 12,559 \text{ cm}^2$$

$$\text{co } 8 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1,prov} = 14,137 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_x

$$\mu_{eff} = 0,134$$

$$\zeta_{eff} = 0,144$$

$$\zeta_{eff} = 0,928$$

$$A_{s2} = 6,243 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\text{co } 15 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s2,prov} = 7,540 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie przęsłowe dla M_y

$$\mu_{eff} = 0,138$$

$$\zeta_{eff} = 0,149$$

$$\zeta_{eff} = 0,925$$

$$A_{s1} = 7,046 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\text{co } 12 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1,prov} = 9,425 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_y

$$\mu_{eff} = 0,181$$

$$\zeta_{eff} = 0,201$$

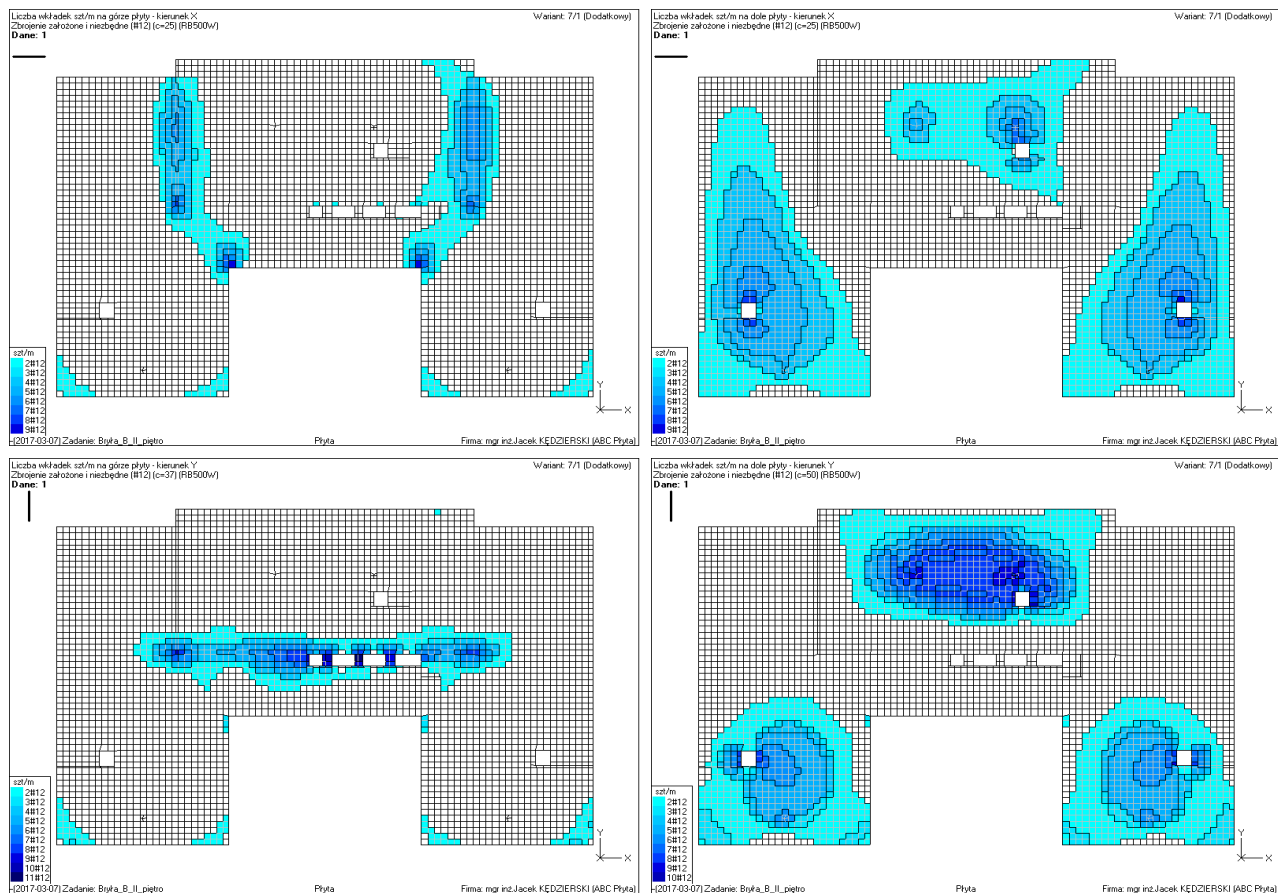
$$\zeta_{eff} = 0,899$$

$$A_{s2} = 9,487 \text{ cm}^2$$

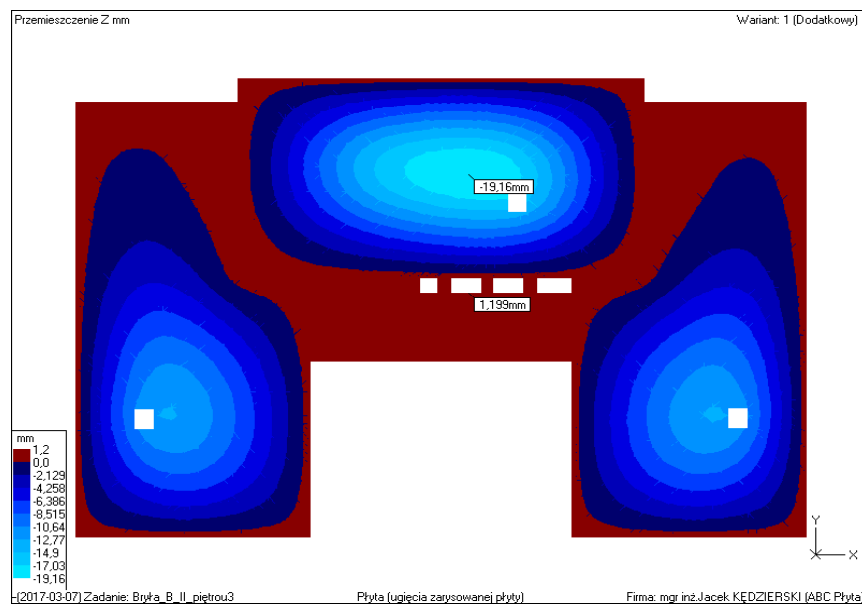
przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\text{co } 10 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s2,prov} = 11,310 \text{ cm}^2$$

Powyższe zbrojenie zostało określone dla największych sił występujących lokalnie w płycie stropowej. Szczegółowy rozkład i ilość zbrojenia w poszczególnych miejscach z uwzględnieniem dozbrojenia z uwagi na rozwarcie rys, przedstawiono poniżej.



Ugięcie konstrukcji w stanie zarysowanym



$$a = 1,92 \text{ cm} < a_{\text{lim}} = l_{\text{eff}} / 200 = 2,48 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 6.0 Podciągi i nadproża II piętra

Poz. 6.1 Nadproża

Konstrukcyjnie przyjęto nadproża z dwóch prefabrykowanych belek L19 odmiany "N" o długości

dostosowanej do rozpiętości otworów.

Poz. 7.0 Słupy i rdzenie II piętra

Poz. 7.1 Rdzenie ścian 24x24cm

Konstrukcyjnie przyjęto monolityczne rdzenie żelbetowe z betonu C20/25 (B-25) o przekroju 24x24cm zbrojone prętami podłużnymi 4φ12mm ze stali A-III N oraz strzemionami dwuciętymi φ6 ze stali A-0 w rozstawie co 9 i 18cm.

Poz. 7.2 Rdzenie ścian 18x24cm

Konstrukcyjnie przyjęto monolityczne rdzenie żelbetowe z betonu C20/25 (B-25) o przekroju 18x24cm zbrojone prętami podłużnymi 4φ12mm ze stali A-III N oraz strzemionami dwuciętymi φ6 ze stali A-0 w rozstawie co 9 i 18cm.

Poz. 8.0 Strop nad I piętrem

Poz. 8.1 Żelbetowa monolityczna płyta stropowa - segmenty od osi 1 do 8 i od 13' do 20

Projektuje się strop jako żelbetowy w technologii mieszanej w postaci prefabrykowanych płyt "Filigran" o grubości 5cm (ze zbrojeniem w jednym kierunku) i monolitycznej wylewki z betonu C20/25 i dodatkowego zbrojnia (w drugim kierunku) ułożonego na płytach "Filigran". Zbrojenie stropu należy wykonać ze stali A-III N.

Na przedmiotowy strop będą działać następujące obciążenia:

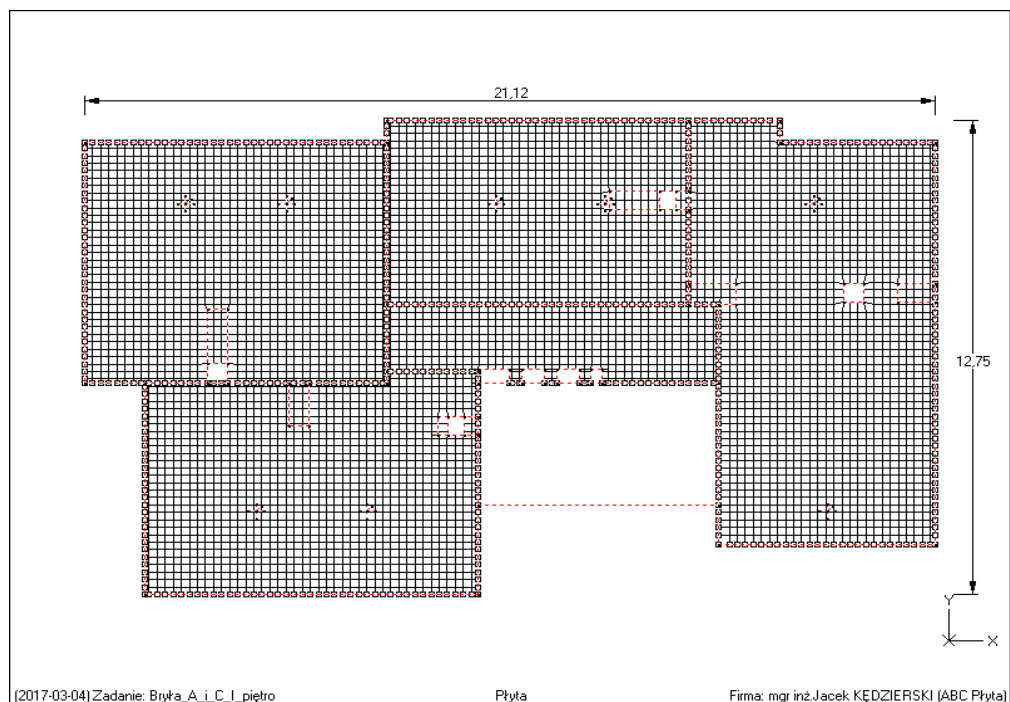
		kN/m ²	γ _f	kN/m ²
Obciążenia stałe stropu Poz. 1.2.2	q _k =	3,627	1,26	4,551
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	q _k =	1,500	1,40	2,100
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	q _k =	2,000	1,40	2,800

Ponadto na płytę stropową będą działać następujące krawędziowe obciążenie liniowe od kominów wentylacyjnych i ich obudowy:

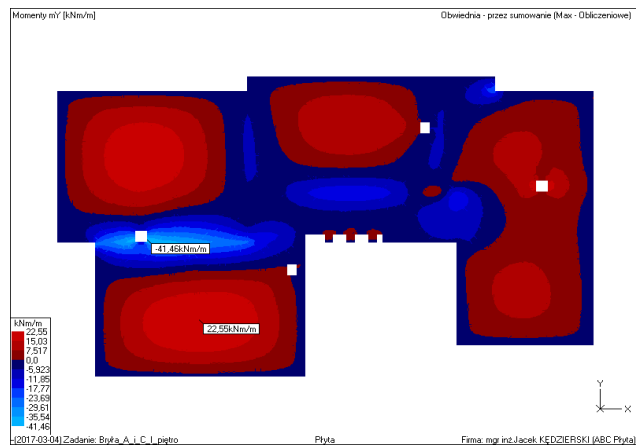
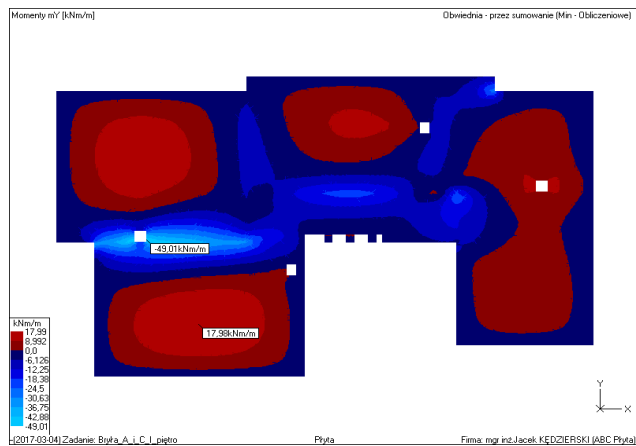
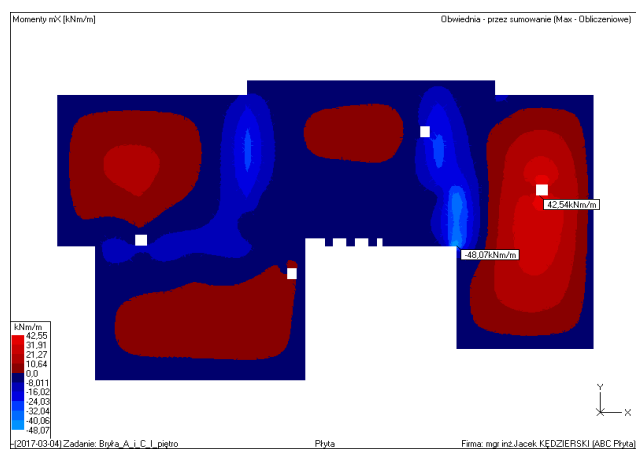
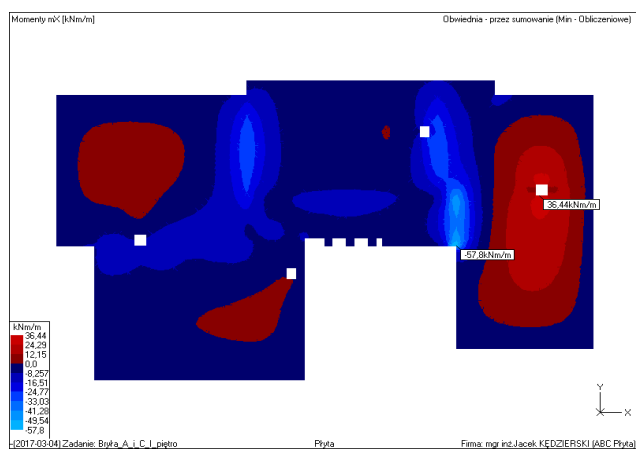
	kN/m	γ _f	kN/m
Cera. kształ. komin. 0,19x0,19x24cm 7,5kg x 12szt. x 5szt.	4,500	1,30	5,850
Obudo. komina - błoček silikato. 0,08m x 2,70m x 19kN/m ³	4,104	1,30	5,335
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 2,70m x 19kN/m ³	0,770	1,30	1,000
q _k =	9,374	1,30	12,186

Ciężar własny płyty stropowej uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym ABC Płyta.

Jako schemat statyczny przyjęto całą płytę stropową swobodnie podpartą na ścianach wewnętrznych i zewnętrznych jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekroju:



$$M_{x,prze} = 42,5 \text{ kNm}$$

$$M_{y,prze} = 22,6 \text{ kNm}$$

$$M_{x, \text{podp}} = 57,8 \text{ kNm}$$

$$M_{y, \text{podp}} = 49,0 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

Klasa ekspozycji XC1

$c_{min} = 15 \text{ mm}$

$\Delta c = 10 \text{ mm}$

rozpiętość efektywna $l_{eff} = 5,37 \text{ m}$

wysokość płyty $h = 0,18 \text{ m}$

szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$

średnica pręta podłużnego $\phi = 12 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 25 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 31 \text{ mm}$

użyte. wyso. przek. $d_{x, \text{dol}} = h - 0,05 \text{ m} - 0,5 \phi = 0,099 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_{x, \text{gor}} = d_y - \phi = 0,137 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_y = h - a_1 = 0,149 \text{ m}$

Zbrojenie przęsłowe dla M_x

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,326$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5 \zeta_{eff} = 0,795$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\Rightarrow \zeta_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,411$$

$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 12,874 \text{ cm}^2$$

$$\text{co } 8 \text{ cm} \quad o \quad A_{s1, \text{prov}} = 14,137 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_x

$$\mu_{eff} = 0,232$$

$$\zeta_{eff} = 0,267$$

$$\zeta_{eff} = 0,866$$

$$A_{s2} = 11,595 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\text{co } 9 \text{ cm} \quad o \quad A_{s2, \text{prov}} = 12,566 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie przęsłowe dla M_y

$$\mu_{eff} = 0,076$$

$$\zeta_{eff} = 0,080$$

$$\zeta_{eff} = 0,960$$

$$A_{s1} = 3,753 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\text{co } 24 \text{ cm} \quad o \quad A_{s1, \text{prov}} = 4,712 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_y

$$\mu_{eff} = 0,166$$

$$\zeta_{eff} = 0,183$$

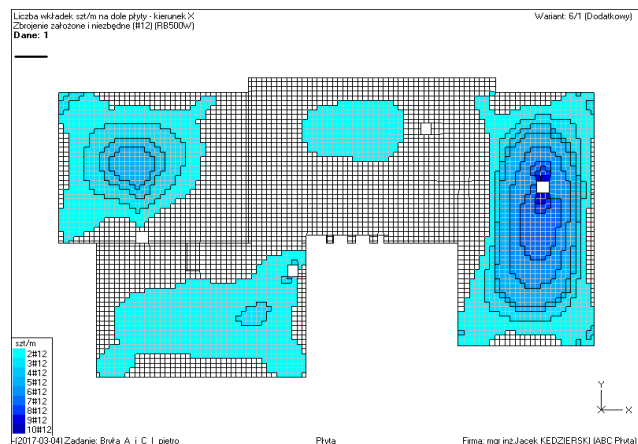
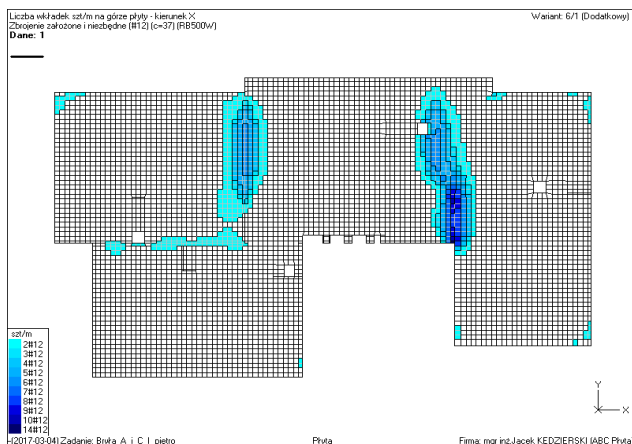
$$\zeta_{eff} = 0,909$$

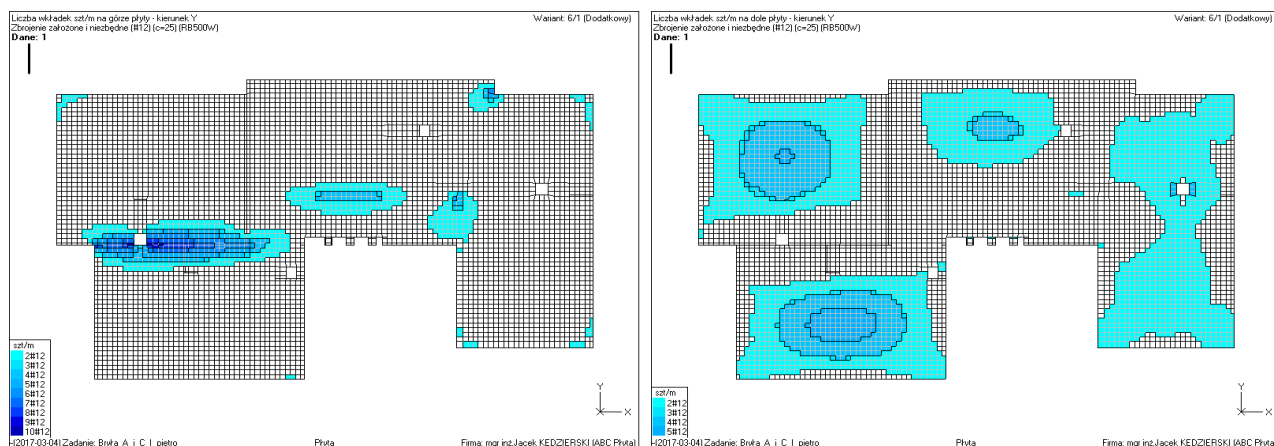
$$A_{s2} = 8,619 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

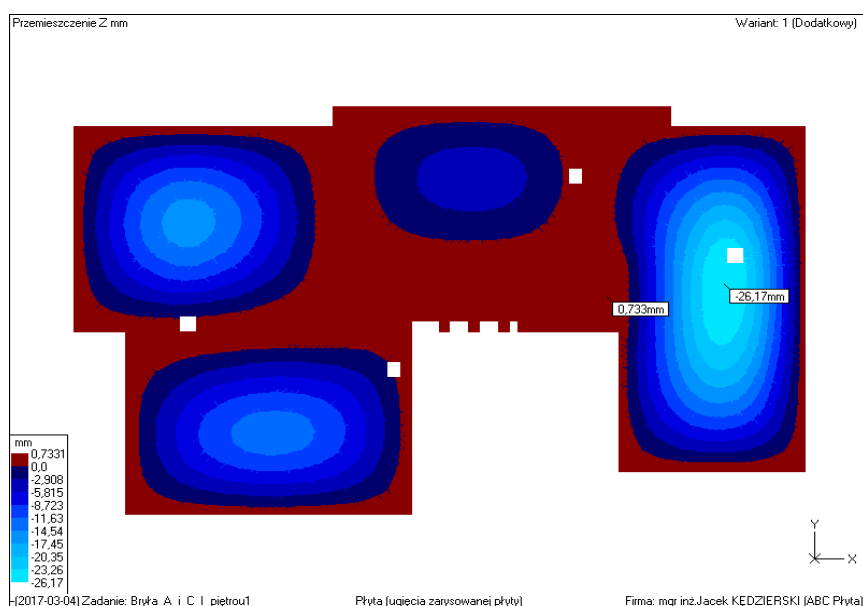
$$\text{co } 12 \text{ cm} \quad o \quad A_{s2, \text{prov}} = 9,425 \text{ cm}^2$$

Powyższe zbrojenie zostało określone dla największych sił występujących lokalnie w płycie stropowej. Szczegółowy rozkład i ilość zbrojenia w poszczególnych miejscach z uwzględnieniem dozbrojenia z uwagi na rozwarcie rys, przedstawiono poniżej.





Ugięcie konstrukcji w stanie zarysowanym



$$a = 2,62 \text{ cm} < a_{\text{lim}} = l_{\text{eff}} / 200 = 2,69 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 8.2 Żelbetowa monolityczna płyta stropowa - segment od osi 8' do 13

Projektuje się strop jako żelbetowy w technologii mieszanej w postaci prefabrykowanych płyt "Filigran" o grubości 5cm (ze zbrojeniem w jednym kierunku) i monolitycznej wylewki z betonu C20/25 i dodatkowego zbrojnia (w drugim kierunku) ułożonego na płytach "Filigran". Zbrojenie stropu należy wykonać ze stali A-III N.

Na przedmiotowy strop będą działać następujące obciążenia:

		kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Obciążenia stałe stropu Poz. 1.2.2	$q_k =$	3,627	1,26	4,551
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k =$	1,500	1,40	2,100
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k =$	2,000	1,40	2,800

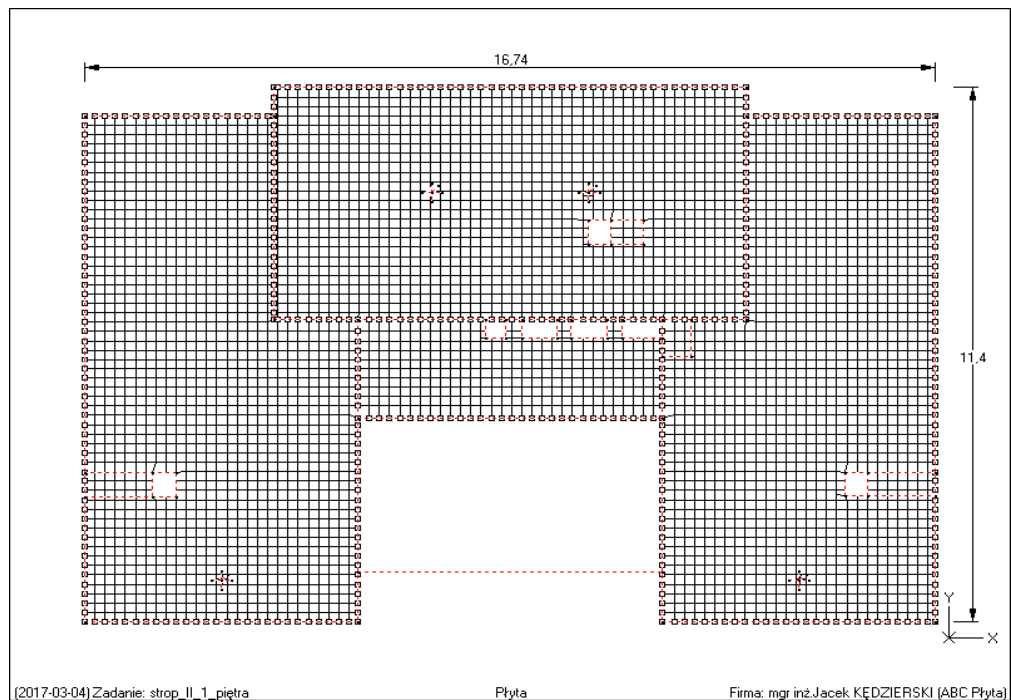
Ponadto na płytę stropową będą działać następujące krawędziowe obciążenie liniowe od kominów wentylacyjnych i ich obudowy:

		kN/m	γ_f	kN/m
Cera. kształ. komin. 0,19x0,19x24cm 7,5kg x 12szt. x 5szt.		4,500	1,30	5,850
Obudo. komina - bloczek silikato. 0,08m x 2,70m x 19kN/m ³		4,104	1,30	5,335

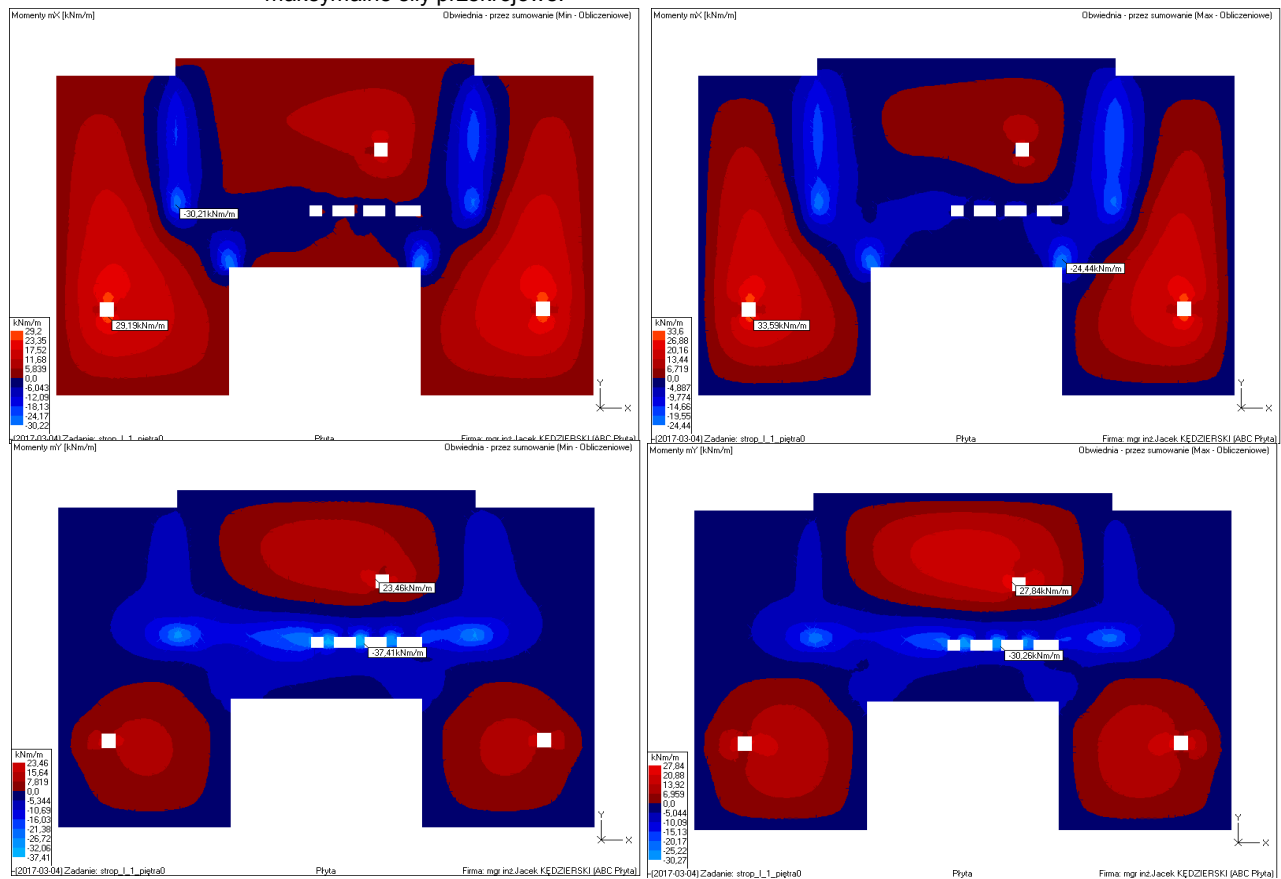
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 2,70m x 19kN/m³

$$q_k = \frac{0,770}{9,374} \quad 1,30 \quad \frac{1,000}{12,186}$$

Ciężar własny płyty stropowej uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym ABC Płyta. Jako schemat statyczny przyjęto całą płytę stropową swobodnie podpartą na ścianach wewnętrznych i zewnętrznych jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekrojowe:



$$M_{x,prz\acute{e}} = 33,6 \text{ kNm}$$

$$M_{x,podp} = 30,2 \text{ kNm}$$

$$M_{y,prz\acute{e}} = 27,8 \text{ kNm}$$

$$M_{y,podp} = 37,4 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

Klasa ekspozycji XC1

$c_{min} = 15 \text{ mm}$

$\Delta C = 10 \text{ mm}$

rozpiętość efektywna $l_{eff} = 4,95 \text{ m}$

wysokość płyty $h = 0,16 \text{ m}$

szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$

średnica pręta podłużnego $\phi = 12 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta C = 25 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 31 \text{ mm}$

użyte. wyso. przek. $d_{x,dol} = h - 0,05m - 0,5 \phi = 0,079 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_{x,g\acute{o}r} = d_y - \phi = 0,117 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_y = h - a_1 = 0,129 \text{ m}$

Zbrojenie przęsłowe dla M_x

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,405$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5 \zeta_{eff} = 0,718$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\Rightarrow \zeta_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,563$$

$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 14,093 \text{ cm}^2$$

$$\text{co } 8 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1,prov} = 14,137 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_x

$$\mu_{eff} = 0,166$$

$$\zeta_{eff} = 0,183$$

$$\zeta_{eff} = 0,909$$

$$A_{s2} = 6,765 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\text{co } 15 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s2,prov} = 7,540 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie przęsłowe dla M_y

$$\mu_{eff} = 0,126$$

$$\zeta_{eff} = 0,135$$

$$\zeta_{eff} = 0,933$$

$$A_{s1} = 5,510 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\text{co } 20 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1,prov} = 5,655 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_y

$$\mu_{eff} = 0,169$$

$$\zeta_{eff} = 0,186$$

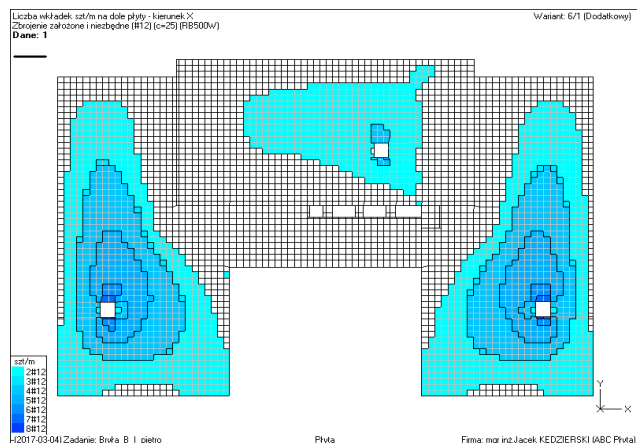
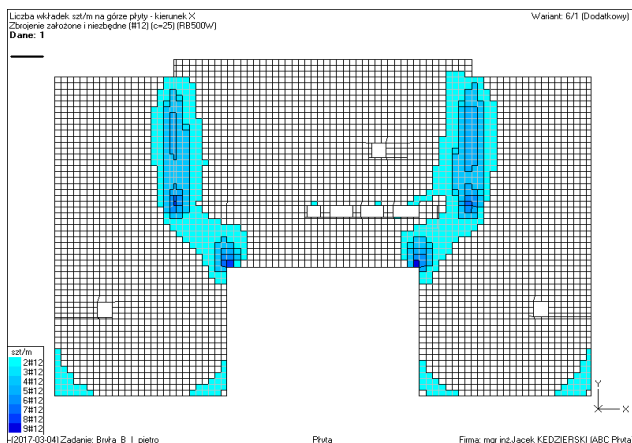
$$\zeta_{eff} = 0,907$$

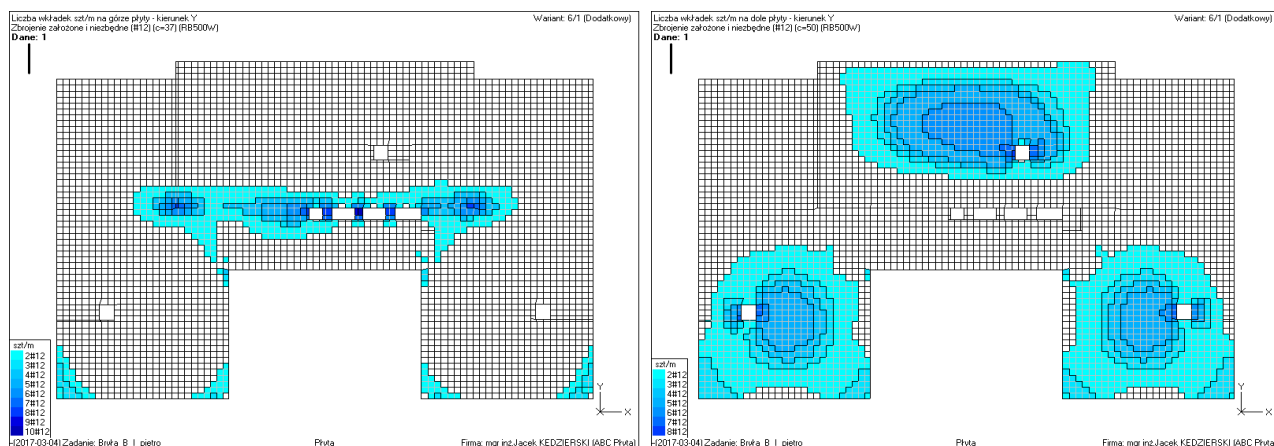
$$A_{s2} = 7,614 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

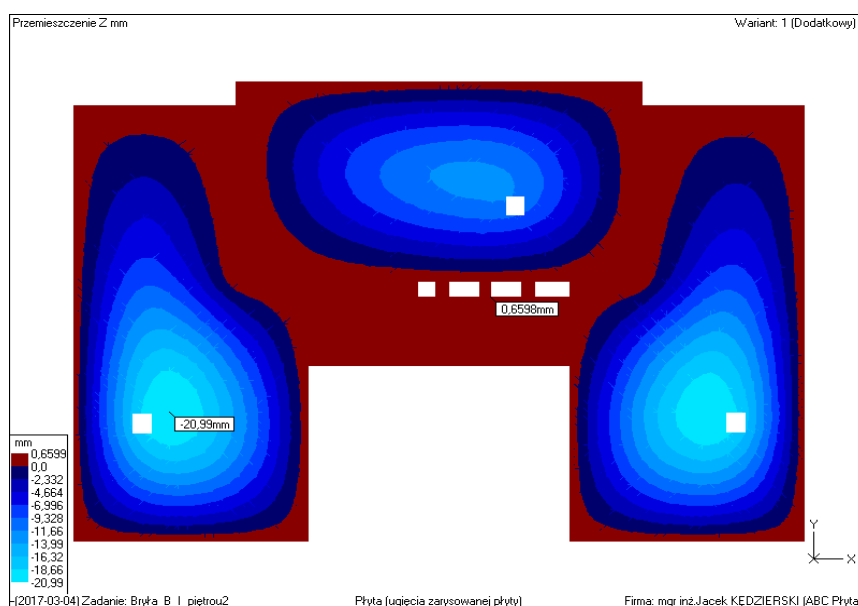
$$\text{co } 12 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s2,prov} = 9,425 \text{ cm}^2$$

Powyższe zbrojenie zostało określone dla największych sił występujących lokalnie w płycie stropowej. Szczegółowy rozkład i ilość zbrojenia w poszczególnych miejscach z uwzględnieniem dozbrojenia z uwagi na rozwarcie rys, przedstawiono poniżej.





Ugięcie konstrukcji w stanie zarysowanym



$$a = 2,10 \text{ cm} < a_{\text{lim}} = l_{\text{eff}} / 200 = 2,48 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 9.0 Podciągi i nadproża I piętra

Poz. 9.1 Nadproża

Konstrukcyjnie przyjęto nadproża z dwóch prefabrykowanych belek L19 odmiany "N" o długości dostosowanej do rozpiętości otworów.

Poz. 10.0 Słupy i rdzenie I piętra

Poz. 10.1 Rdzenie ścian 24x24cm

Konstrukcyjnie przyjęto monolityczne rdzenie żelbetowe z betonu C20/25 (B-25) o przekroju 24x24cm zbrojone prętami podłużnymi 4φ12mm ze stali A-III N oraz strzemionami dwuciętymi φ6 ze stali A-0 w rozstawie co 9 i 18cm.

Poz. 10.2 Rdzenie ścian 18x24cm

Konstrukcyjnie przyjęto monolityczne rdzenie żelbetowe z betonu C20/25 (B-25) o przekroju 18x24cm zbrojone prętami podłużnymi 4φ12mm ze stali A-III N oraz strzemionami dwuciętymi φ6 ze stali A-0 w rozstawie co 9 i 18cm.

Poz. 11.0 Strop nad parterem

Poz. 11.1 Żelbetowa monolityczna płyta stropowa - segmenty od osi 1 do 8 i od 13' do 20

Projektuje się strop jako żelbetowy w technologii mieszanej w postaci prefabrykowanych płyt "Filigran" o grubości 5cm (ze zbrojeniem w jednym kierunku) i monolitycznej wylewki z betonu C20/25 i dodatkowego zbrojnia (w drugim kierunku) ułożonego na płytach "Filigran". Zbrojenie stropu należy wykonać ze stali A-III N.

Na przedmiotowy strop będą działać następujące obciążenia:

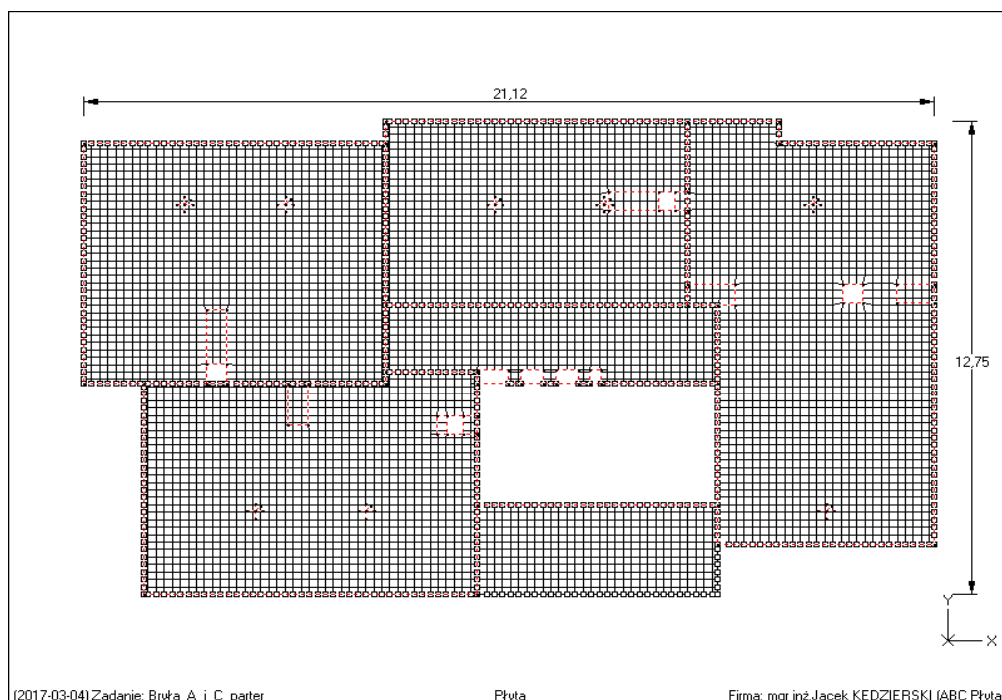
		kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Obciążenia stałe stropu Poz. 1.2.2	$q_k =$	3,627	1,26	4,551
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k =$	1,500	1,40	2,100
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k =$	2,000	1,40	2,800

Ponadto na płytę stropową będą działać następujące krawędziowe obciążenie liniowe od kominów wentylacyjnych i ich obudowy:

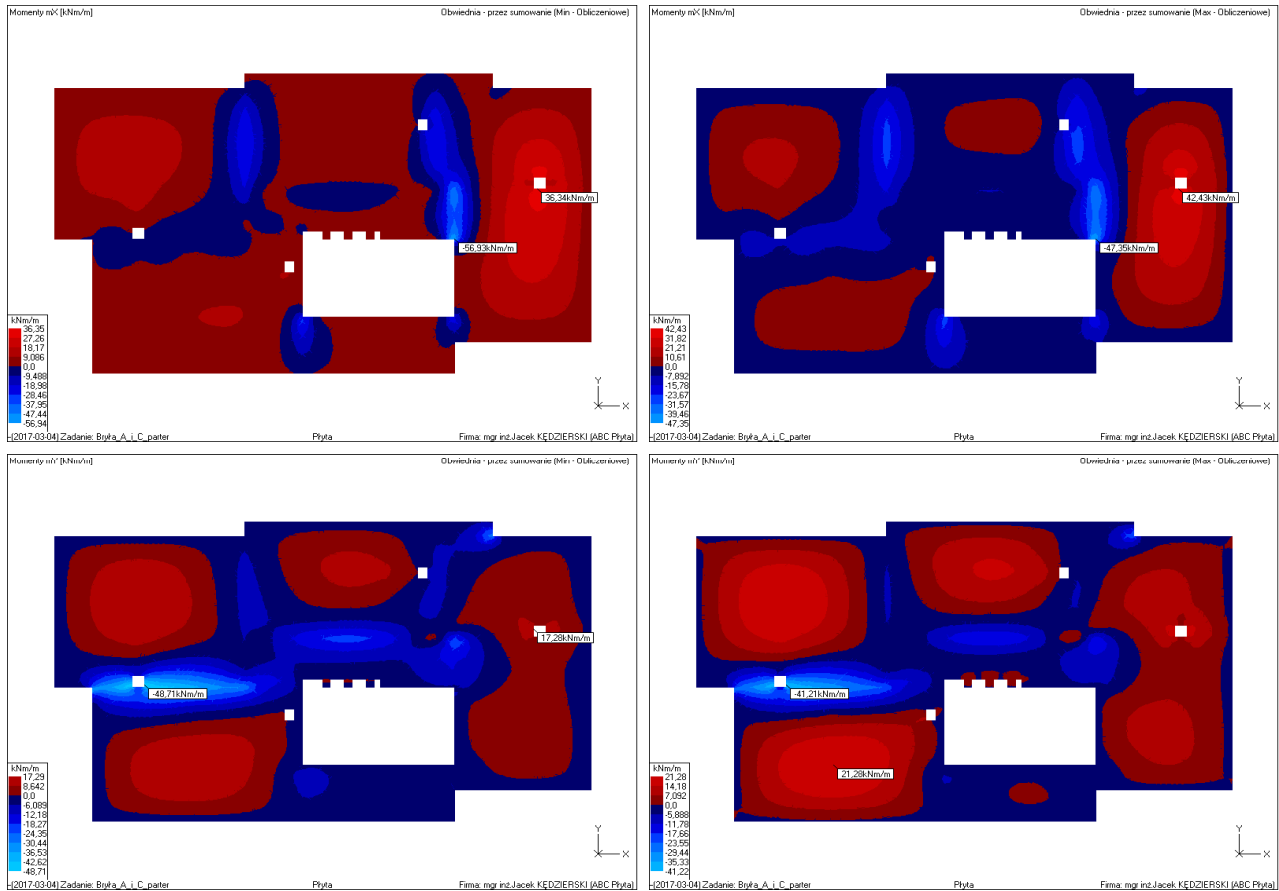
	kN/m	γ_f	kN/m
Cera. kształ. komin. 0,19x0,19x24cm 7,5kg x 12szt. x 5szt.	4,500	1,30	5,850
Obudo. komina - bloczek silikato. 0,08m x 2,70m x 19kN/m ³	4,104	1,30	5,335
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 2,70m x 19kN/m ³	0,770	1,30	1,000
$q_k =$	9,374	1,30	12,186

Ciężar własny płyty stropowej uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym ABC Płyta.

Jako schemat statyczny przyjęto całą płytę stropową swobodnie podpartą na ścianach wewnętrznych i zewnętrznych jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekrojowe:



$$M_{x,prz\acute{e}} = 42,4 \text{ kNm}$$

$$M_{x,podp} = 56,9 \text{ kNm}$$

$$M_{y,prz\acute{e}} = 21,3 \text{ kNm}$$

$$M_{y,podp} = 48,7 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

Klasa ekspozycji XC1

$c_{min} = 15 \text{ mm}$

$\Delta c = 10 \text{ mm}$

rozpiętość efektywna $l_{eff} = 5,37 \text{ m}$

wysokość płyty $h = 0,18 \text{ m}$

szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$

średnica pręta podłużnego $\phi = 12 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 25 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 31 \text{ mm}$

użyte. wyso. przek. $d_{x,dol} = h - 0,05m - 0,5 \phi = 0,099 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_{x,g\acute{o}r} = d_y - \phi = 0,137 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_y = h - a_1 = 0,149 \text{ m}$

Zbrojenie przęsłowe dla M_x

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,326$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5 \zeta_{eff} = 0,795$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\Rightarrow \zeta_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,409$$

$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 12,830 \text{ cm}^2$$

$$\text{co } 8 \text{ cm o } A_{s1,prov} = 14,137 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_x

$$\mu_{eff} = 0,228$$

$$\zeta_{eff} = 0,263$$

$$\zeta_{eff} = 0,869$$

$$A_{s2} = 11,389 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

co 9 cm o

$A_{s2,prov} = 12,566 \text{ cm}^2$

Zbrojenie przęsłowe dla M_y

$\mu_{eff} = 0,072$

$\xi_{eff} = 0,075$

$\zeta_{eff} = 0,963$

$A_{s1} = 3,533 \text{ cm}^2$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

co 24 cm o

$A_{s1,prov} = 4,712 \text{ cm}^2$

Zbrojenie podporowe dla M_y

$\mu_{eff} = 0,165$

$\xi_{eff} = 0,181$

$\zeta_{eff} = 0,909$

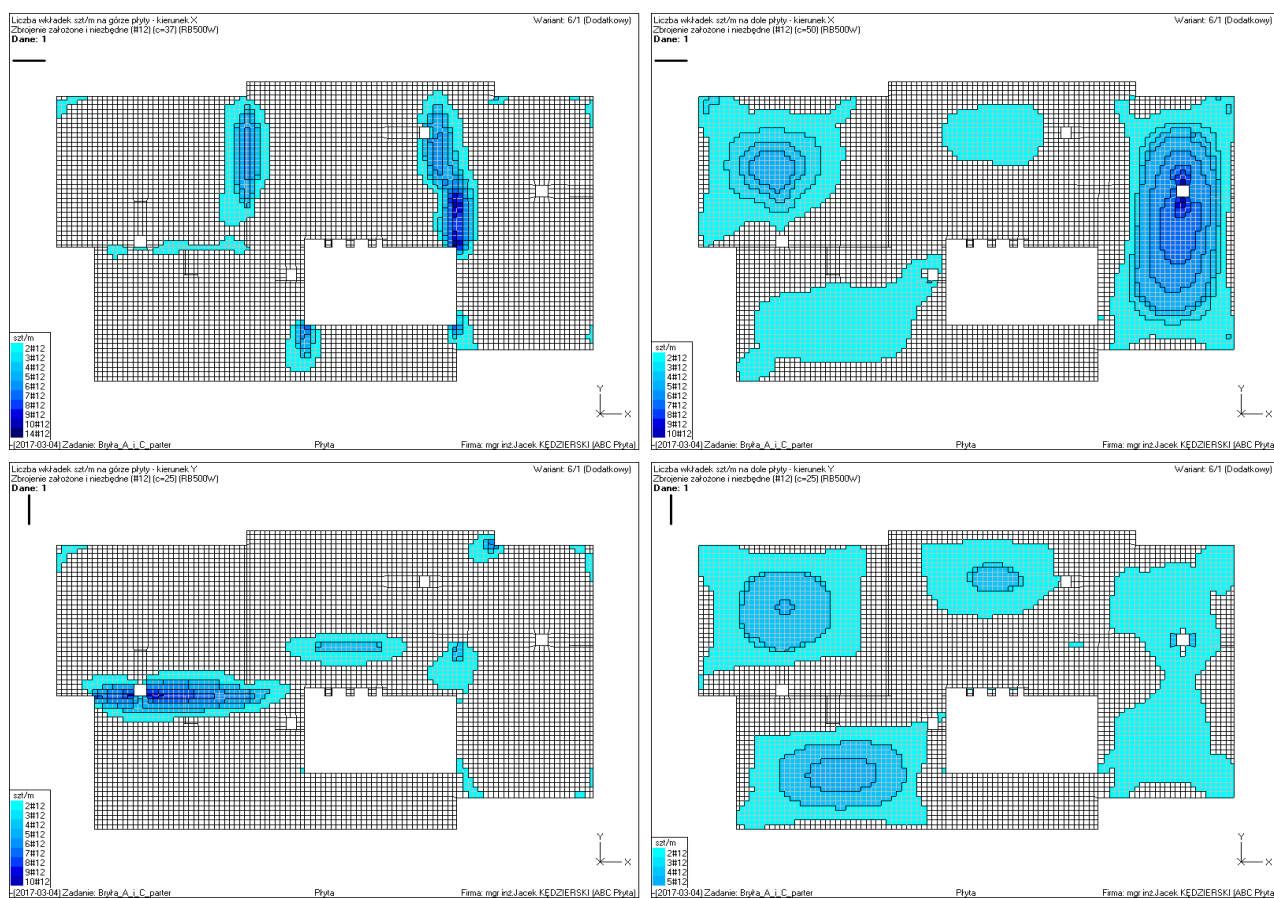
$A_{s2} = 8,560 \text{ cm}^2$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

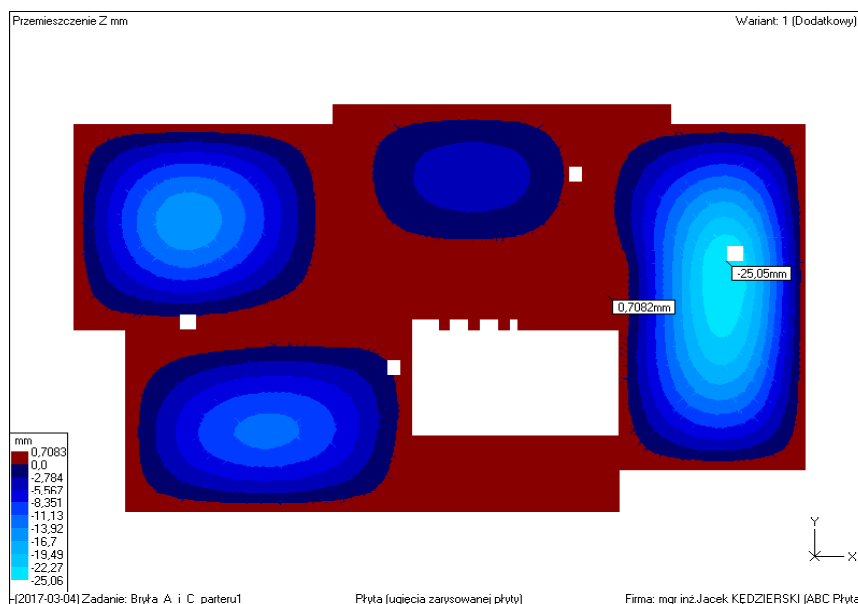
co 12 cm o

$A_{s2,prov} = 9,425 \text{ cm}^2$

Powyższe zbrojenie zostało określone dla największych sił występujących lokalnie w płycie stropowej. Szczegółowy rozkład i ilość zbrojenia w poszczególnych miejscach z uwzględnieniem dozbrojenia z uwagi na rozwarcie rys, przedstawiono poniżej.



Ugięcie konstrukcji w stanie zarysowanym



$$a = 2,51 \text{ cm} < a_{\text{lim}} = l_{\text{eff}} / 200 = 2,69 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 11.2 Żelbetowa monolityczna płyta stropowa - segment od osi 8' do 13

Projektuje się strop jako żelbetowy w technologii mieszanej w postaci prefabrykowanych płyt "Filigran" o grubości 5cm (ze zbrojeniem w jednym kierunku) i monolitycznej wylewki z betonu C20/25 i dodatkowego zbrojnia (w drugim kierunku) ułożonego na płytach "Filigran". Zbrojenie stropu należy wykonać ze stali A-III N.

Na przedmiotowy strop będą działać następujące obciążenia:

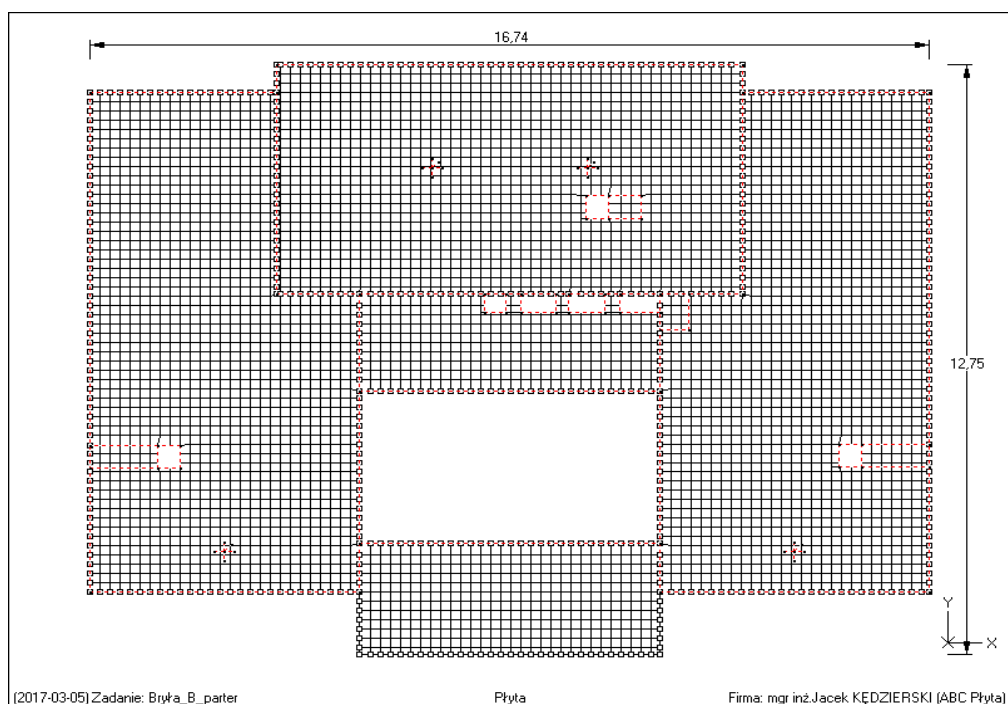
	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Obciążenia stałe stropu Poz. 1.2.2	$q_k = 3,627$	1,26	4,551
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k = 1,500$	1,40	2,100
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k = 2,000$	1,40	2,800

Ponadto na płytę stropową będą działać następujące krawędziowe obciążenie liniowe od kominów wentylacyjnych i ich obudowy:

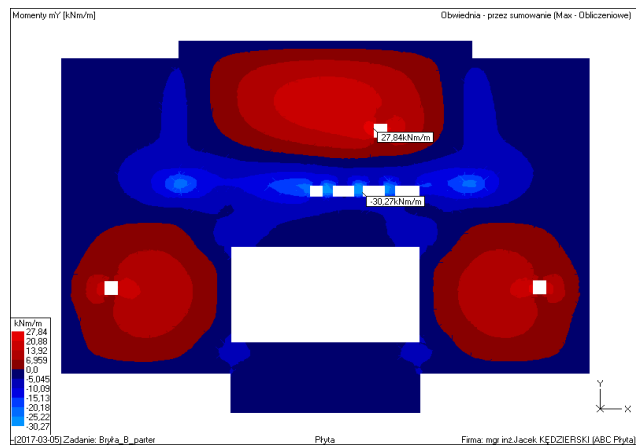
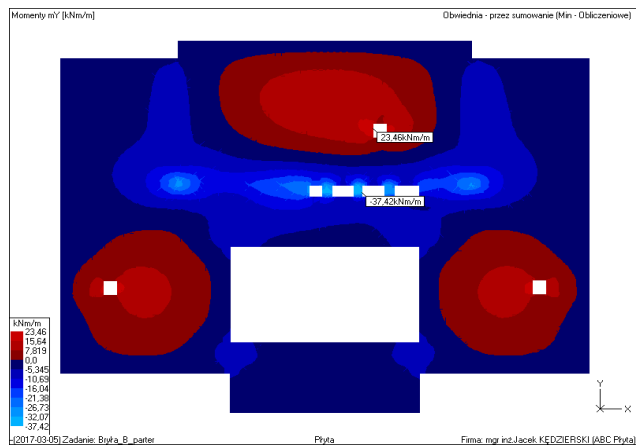
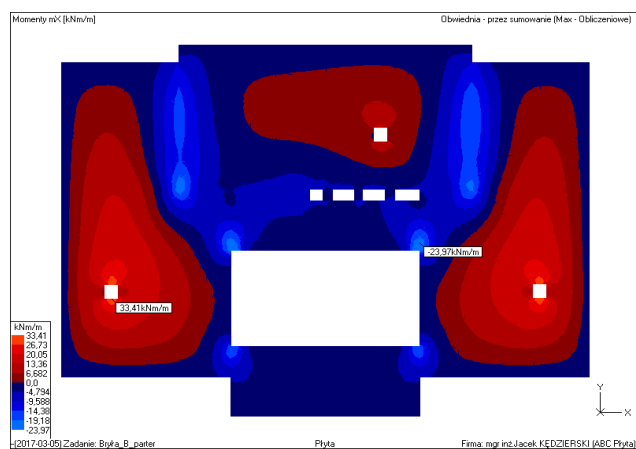
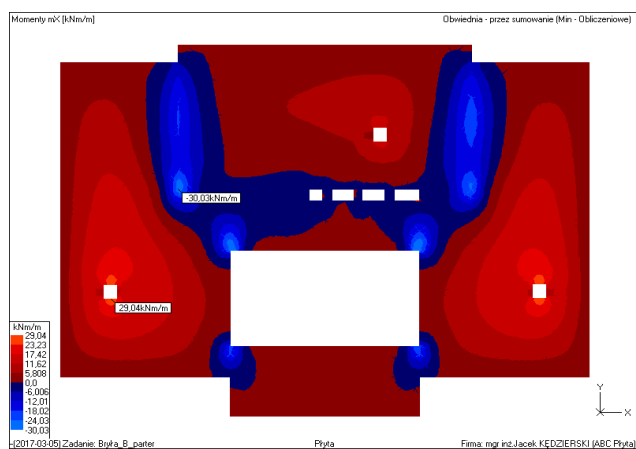
	kN/m	γ_f	kN/m
Cera. kształ. komin. 0,19x0,19x24cm 7,5kg x 12szt. x 5szt.	4,500	1,30	5,850
Obudo. komina - błocek silikato. 0,08m x 2,70m x 19kN/m ³	4,104	1,30	5,335
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 2,70m x 19kN/m ³	0,770	1,30	1,000
$q_k =$	9,374	1,30	12,186

Ciążar własny płyty stropowej uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym ABC Płyta.

Jako schemat statyczny przyjęto całą płytę stropową swobodnie podpartą na ścianach wewnętrznych i zewnętrznych jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekroju:



$$M_{x,prze} = 33,4 \text{ kNm}$$

$$M_{y,prze} = 27,8 \text{ kNm}$$

$$M_{x, \text{podp}} = 30,0 \text{ kNm}$$

$$M_{y, \text{podp}} = 37,4 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

Klasa ekspozycji XC1

$c_{\min} = 15 \text{ mm}$

$\Delta c = 10 \text{ mm}$

rozpiętość efektywna $l_{\text{eff}} = 4,95 \text{ m}$

wysokość płyty $h = 0,16 \text{ m}$

szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$

średnica pręta podłużnego $\phi = 12 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{\text{nom}} = c_{\min} + \Delta c = 25 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 31 \text{ mm}$

użyte. wyso. przek. $d_{x, \text{dol}} = h - 0,05 \text{ m} - 0,5 \phi = 0,079 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_{x, \text{gor}} = d_y - \phi = 0,117 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_y = h - a_1 = 0,129 \text{ m}$

Zbrojenie przęsłowe dla M_x

$$\mu_{\text{eff}} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,403$$

$$\zeta_{\text{eff}} = 1 - 0,5 \zeta_{\text{eff}} = 0,721$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\Rightarrow \zeta_{\text{eff}} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{\text{eff}}} = 0,558$$

$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{\text{eff}} d f_{yd}} = 13,970 \text{ cm}^2$$

$$\text{co } 8 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1, \text{prov}} = 14,137 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_x

$$\mu_{\text{eff}} = 0,165$$

$$\zeta_{\text{eff}} = 0,181$$

$$\zeta_{\text{eff}} = 0,909$$

$$A_{s2} = 6,721 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\text{co } 15 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s2, \text{prov}} = 7,540 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie przęsłowe dla M_y

$$\mu_{\text{eff}} = 0,126$$

$$\zeta_{\text{eff}} = 0,135$$

$$\zeta_{\text{eff}} = 0,933$$

$$A_{s1} = 5,510 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\text{co } 20 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1, \text{prov}} = 5,655 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_y

$$\mu_{\text{eff}} = 0,169$$

$$\zeta_{\text{eff}} = 0,186$$

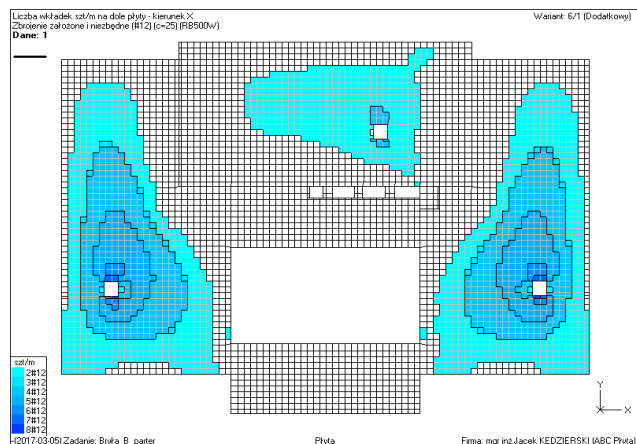
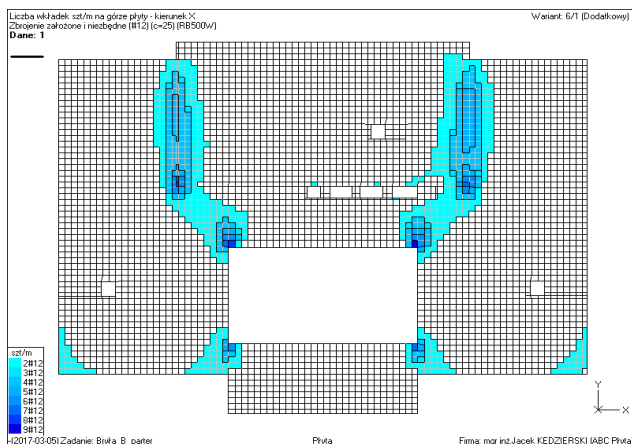
$$\zeta_{\text{eff}} = 0,907$$

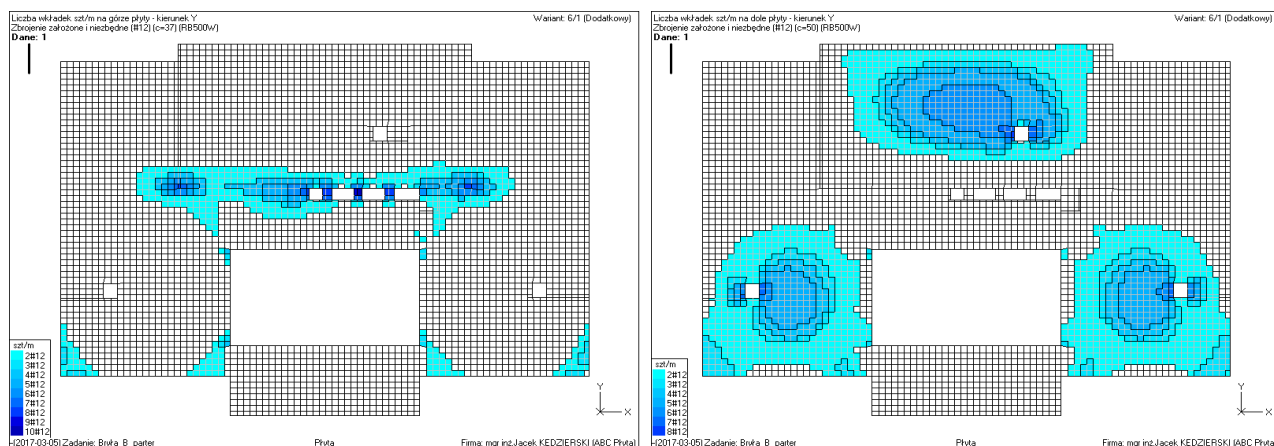
$$A_{s2} = 7,617 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

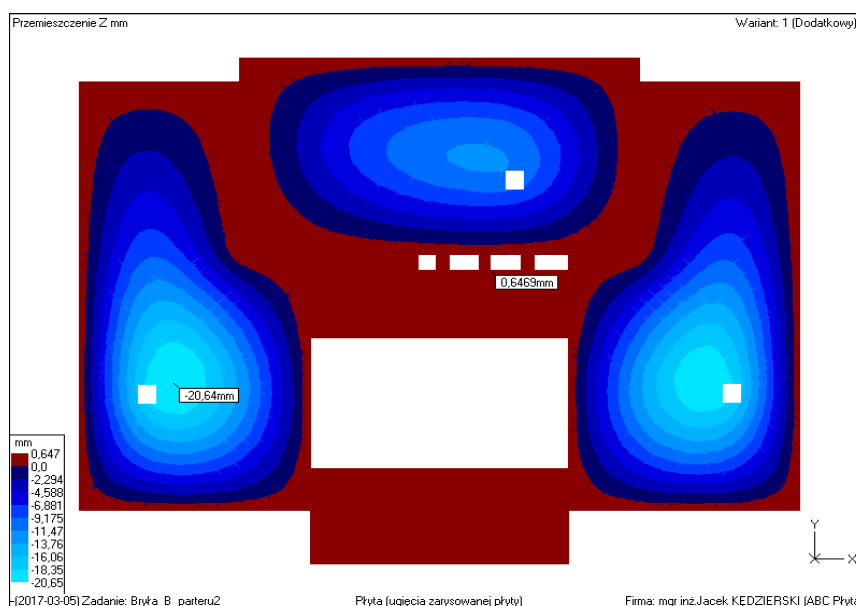
$$\text{co } 12 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s2, \text{prov}} = 9,425 \text{ cm}^2$$

Powyższe zbrojenie zostało określone dla największych sił występujących lokalnie w płycie stropowej. Szczegółowy rozkład i ilość zbrojenia w poszczególnych miejscach z uwzględnieniem dozbrojenia z uwagi na rozwarcie rys, przedstawiono poniżej.





Ugięcie konstrukcji w stanie zarysowanym



$$a = 2,06 \text{ cm} < a_{\text{lim}} = l_{\text{eff}} / 200 = 2,48 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 12.0 Podciągi i nadproża parteru

Poz. 12.1 Nadproża

Konstrukcyjnie przyjęto nadproża z dwóch prefabrykowanych belek L19 odmiany "N" o długości dostosowanej do rozpiętości otworów.

Poz. 13.0 Słupy i rdzenie parteru

Poz. 13.1 Rdzenie ścian 24x24cm

Konstrukcyjnie przyjęto monolityczne rdzenie żelbetowe z betonu C20/25 (B-25) o przekroju 24x24cm zbrojone prętami podłużnymi 4φ12mm ze stali A-III N oraz strzemionami dwuciętymi φ6 ze stali A-0 w rozstawie co 9 i 18cm.

Poz. 13.2 Rdzenie ścian 18x24cm

Konstrukcyjnie przyjęto monolityczne rdzenie żelbetowe z betonu C20/25 (B-25) o przekroju 18x24cm zbrojone prętami podłużnymi 4φ12mm ze stali A-III N oraz strzemionami dwuciętymi φ6 ze stali A-0 w rozstawie co 9 i 18cm.

Poz. 14.0 Strop nad piwnicą

Poz. 14.1 Żelbetowa monolityczna płyta stropowa - segmenty od osi 1 do 8 i od 13' do 20

Projektuje się strop jako żelbetowy w technologii mieszanej w postaci prefabrykowanych płyt "Filigran" o grubości 5cm (ze zbrojeniem w jednym kierunku) i monolitycznej wylewki z betonu C20/25 i dodatkowego zbrojnia (w drugim kierunku) ułożonego na płytach "Filigran". Zbrojenie stropu należy wykonać ze stali A-III N.

Na przedmiotowy strop będą działać następujące obciążenia:

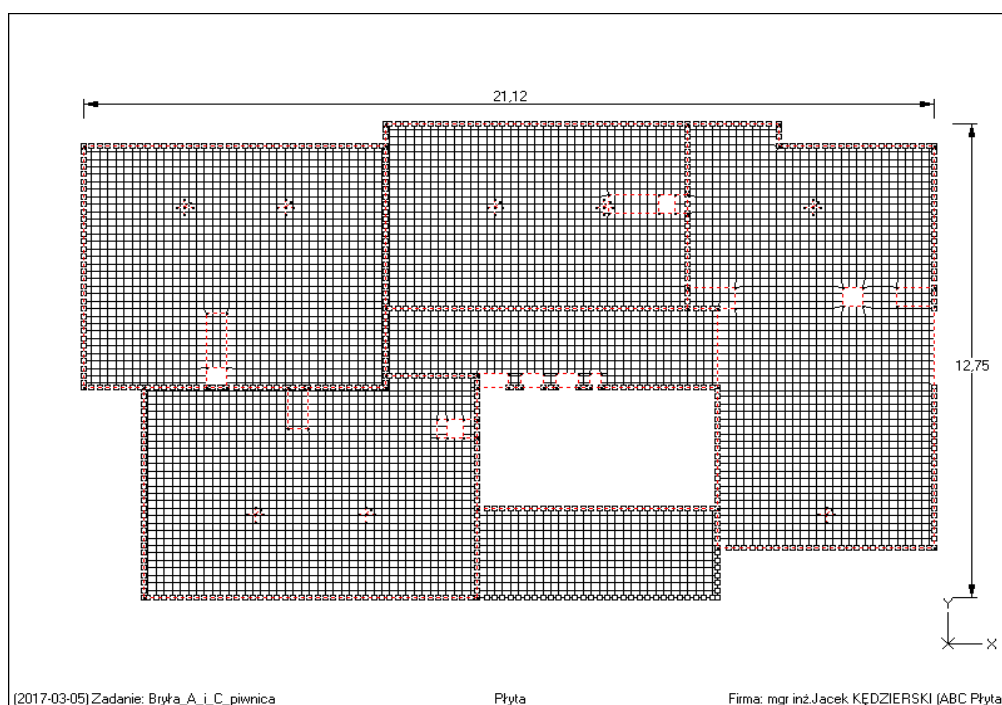
		kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Obciążenia stałe stropu Poz. 1.2.2	$q_k =$	3,627	1,26	4,551
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k =$	1,500	1,40	2,100
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k =$	2,000	1,40	2,800

Ponadto na płytę stropową będą działać następujące krawędziowe obciążenie liniowe od kominów wentylacyjnych i ich obudowy:

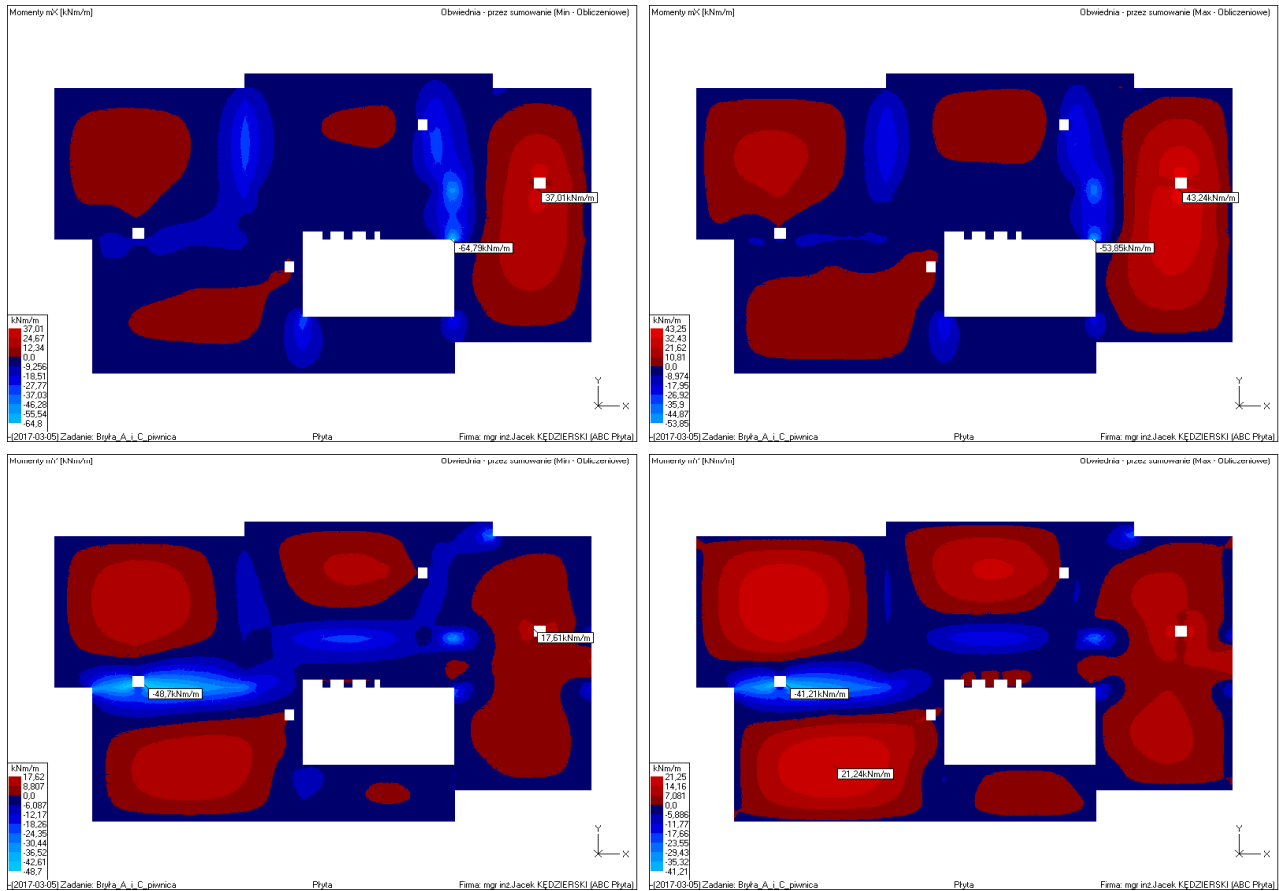
	kN/m	γ_f	kN/m
Cera. kształ. komin. 0,19x0,19x24cm 7,5kg x 12szt. x 5szt.	4,500	1,30	5,850
Obudo. komina - bloczek silikato. 0,08m x 2,70m x 19kN/m ³	4,104	1,30	5,335
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 2,70m x 19kN/m ³	0,770	1,30	1,000
$q_k =$	9,374	1,30	12,186

Ciężar własny płyty stropowej uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym ABC Płyta.

Jako schemat statyczny przyjęto całą płytę stropową swobodnie podpartą na ścianach wewnętrznych i zewnętrznych jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekrojowe:



$$M_{x,prze} = 43,2 \text{ kNm}$$

$$M_{x,podp} = 64,8 \text{ kNm}$$

$$M_{y,prze} = 21,2 \text{ kNm}$$

$$M_{y,podp} = 48,7 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$
 $E_{cm} = 30 \text{ GPa}$
 Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

Klasa ekspozycji XC1

$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c = 10 \text{ mm}$$

rozpiętość efektywna $l_{eff} = 5,37 \text{ m}$

wysokość płyty $h = 0,18 \text{ m}$

szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$

średnica pręta podłużnego $\phi = 12 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 25 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 31 \text{ mm}$

użyte. wyso. przek. $d_{x,dol} = h - 0,05m - 0,5 \phi = 0,099 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_{x,gór} = d_y - \phi = 0,137 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_y = h - a_1 = 0,149 \text{ m}$

Zbrojenie przęsłowe dla M_x

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,332$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5 \zeta_{eff} = 0,790$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\Rightarrow \zeta_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,420$$

$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 13,162 \text{ cm}^2$$

$$\text{co } 8 \text{ cm o } A_{s1,prov} = 14,137 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_x

$$\mu_{eff} = 0,260$$

$$\zeta_{eff} = 0,307$$

$$\zeta_{eff} = 0,847$$

$$A_{s2} = 13,298 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

co 8 cm o

$A_{s2,prov} = 14,137 \text{ cm}^2$

Zbrojenie przęsłowe dla M_y

$\mu_{eff} = 0,072$

$\xi_{eff} = 0,075$

$\zeta_{eff} = 0,963$

$A_{s1} = 3,526 \text{ cm}^2$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

co 24 cm o

$A_{s1,prov} = 4,712 \text{ cm}^2$

Zbrojenie podporowe dla M_y

$\mu_{eff} = 0,165$

$\xi_{eff} = 0,181$

$\zeta_{eff} = 0,909$

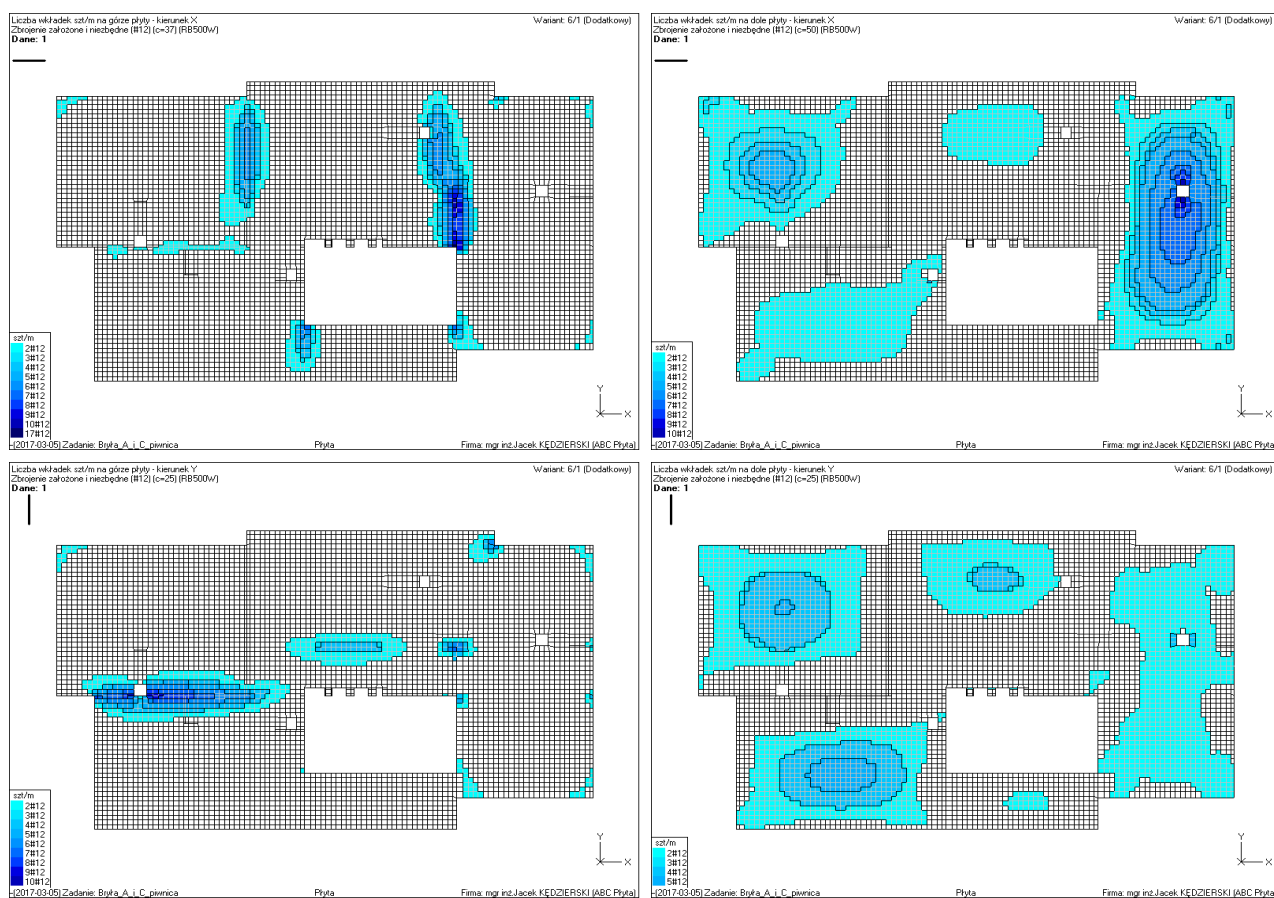
$A_{s2} = 8,558 \text{ cm}^2$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

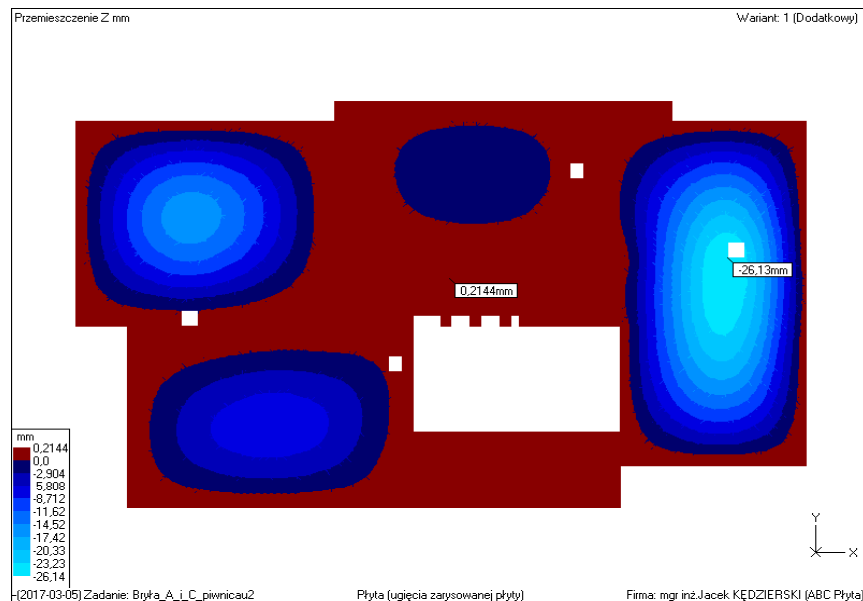
co 12 cm o

$A_{s2,prov} = 9,425 \text{ cm}^2$

Powyższe zbrojenie zostało określone dla największych sił występujących lokalnie w płycie stropowej. Szczegółowy rozkład i ilość zbrojenia w poszczególnych miejscach z uwzględnieniem dozbrojenia z uwagi na rozwarcie rys, przedstawiono poniżej.



Ugięcie konstrukcji w stanie zarysowanym



$$a = 2,61 \text{ cm} < a_{\text{lim}} = l_{\text{eff}} / 200 = 2,69 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 14.2 Żelbetowa monolityczna płyta stropowa - segment od osi 8' do 13

Projektuje się strop jako żelbetowy w technologii mieszanej w postaci prefabrykowanych płyt "Filigran" o grubości 5cm (ze zbrojeniem w jednym kierunku) i monolitycznej wylewki z betonu C20/25 i dodatkowego zbrojenia (w drugim kierunku) ułożonego na płytach "Filigran". Zbrojenie stropu należy wykonać ze stali A-III N.

Na przedmiotowy strop będą działać następujące obciążenia:

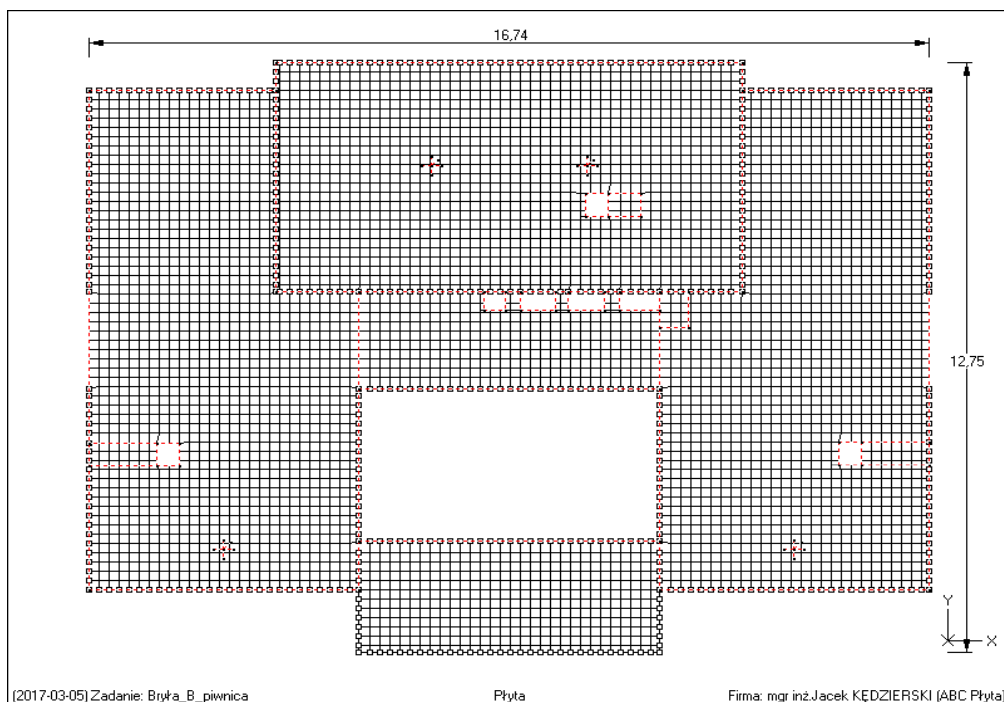
	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Obciążenia stałe stropu Poz. 1.2.2	$q_k = 3,627$	1,26	4,551
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k = 1,500$	1,40	2,100
Obciążenia zmienne Poz. 1.2.2	$q_k = 2,000$	1,40	2,800

Ponadto na płytę stropową będą działać następujące krawędziowe obciążenie liniowe od kominów wentylacyjnych i ich obudowy:

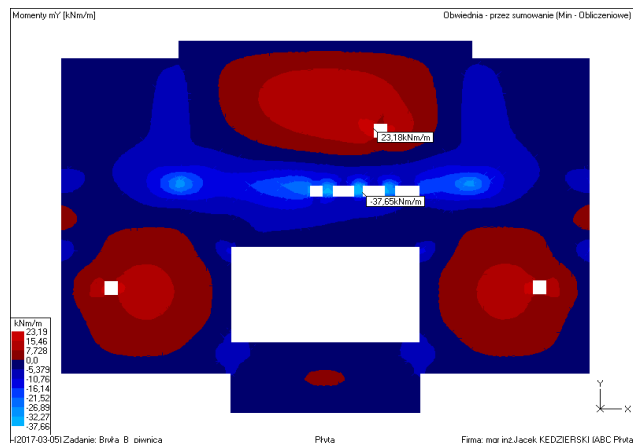
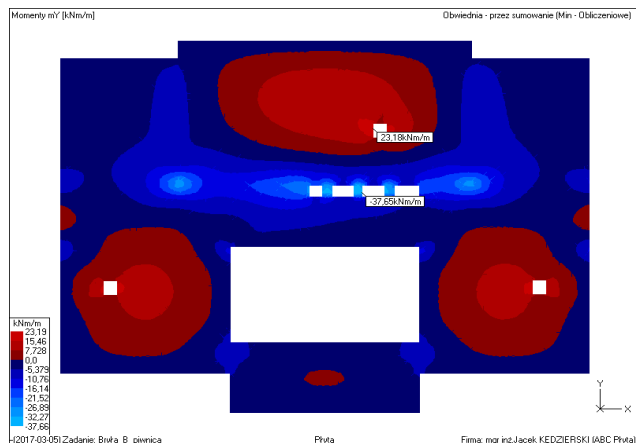
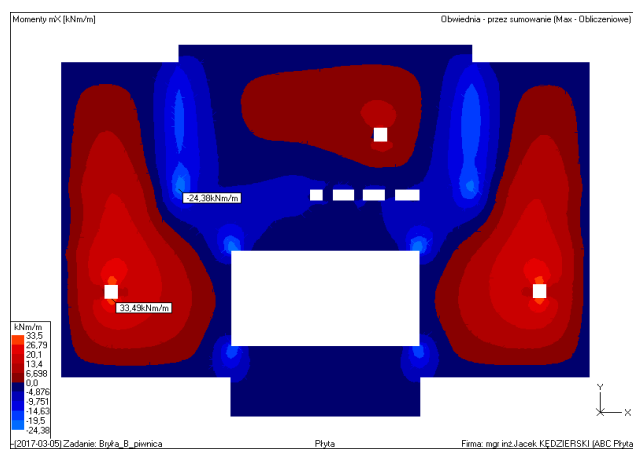
	kN/m	γ_f	kN/m
Cera. kształ. komin. 0,19x0,19x24cm 7,5kg x 12szt. x 5szt.	4,500	1,30	5,850
Obudo. komina - błocek silikato. 0,08m x 2,70m x 19kN/m ³	4,104	1,30	5,335
Tynk cementowo wapienny 0,015m x 2,70m x 19kN/m ³	0,770	1,30	1,000
$q_k =$	9,374	1,30	12,186

Ciążar własny płyty stropowej uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym ABC Płyta.

Jako schemat statyczny przyjęto całą płytę stropową swobodnie podpartą na ścianach wewnętrznych i zewnętrznych jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekrojowe:



$$M_{x,prze} = 33,5 \text{ kNm}$$

$$M_{y,prze} = 27,8 \text{ kNm}$$

$$M_{x, \text{podp}} = 30,9 \text{ kNm}$$

$$M_{y, \text{podp}} = 37,7 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

Klasa ekspozycji XC1

$c_{min} = 15 \text{ mm}$

$\Delta c = 10 \text{ mm}$

rozpiętość efektywna $l_{eff} = 4,95 \text{ m}$

wysokość płyty $h = 0,16 \text{ m}$

szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$

średnica pręta podłużnego $\phi = 12 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 25 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 31 \text{ mm}$

użyte. wyso. przek. $d_{x, \text{dol}} = h - 0,05m - 0,5 \phi = 0,079 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_{x, \text{gor}} = d_y - \phi = 0,117 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_y = h - a_1 = 0,129 \text{ m}$

Zbrojenie przęsłowe dla M_x

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,403$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5 \zeta_{eff} = 0,720$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\Rightarrow \zeta_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,561$$

$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 14,025 \text{ cm}^2$$

$$\text{co } 8 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1, \text{prov}} = 14,137 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_x

$$\mu_{eff} = 0,170$$

$$\zeta_{eff} = 0,187$$

$$\zeta_{eff} = 0,906$$

$$A_{s2} = 6,938 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\text{co } 15 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s2, \text{prov}} = 7,540 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie przęsłowe dla M_y

$$\mu_{eff} = 0,126$$

$$\zeta_{eff} = 0,135$$

$$\zeta_{eff} = 0,933$$

$$A_{s1} = 5,506 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\text{co } 20 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1, \text{prov}} = 5,655 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie podporowe dla M_y

$$\mu_{eff} = 0,170$$

$$\zeta_{eff} = 0,188$$

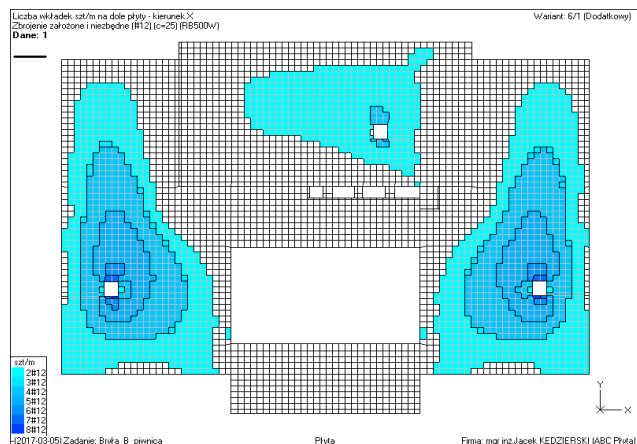
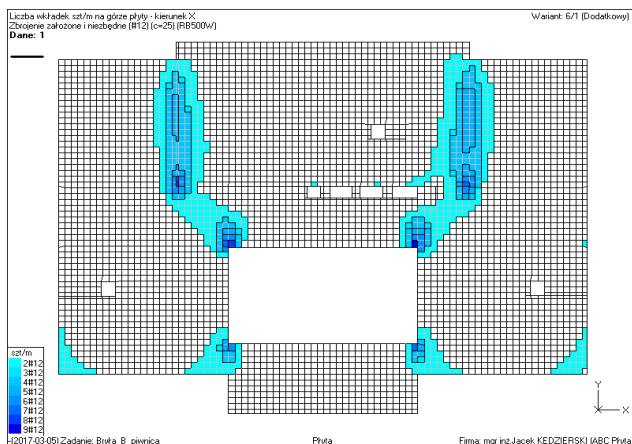
$$\zeta_{eff} = 0,906$$

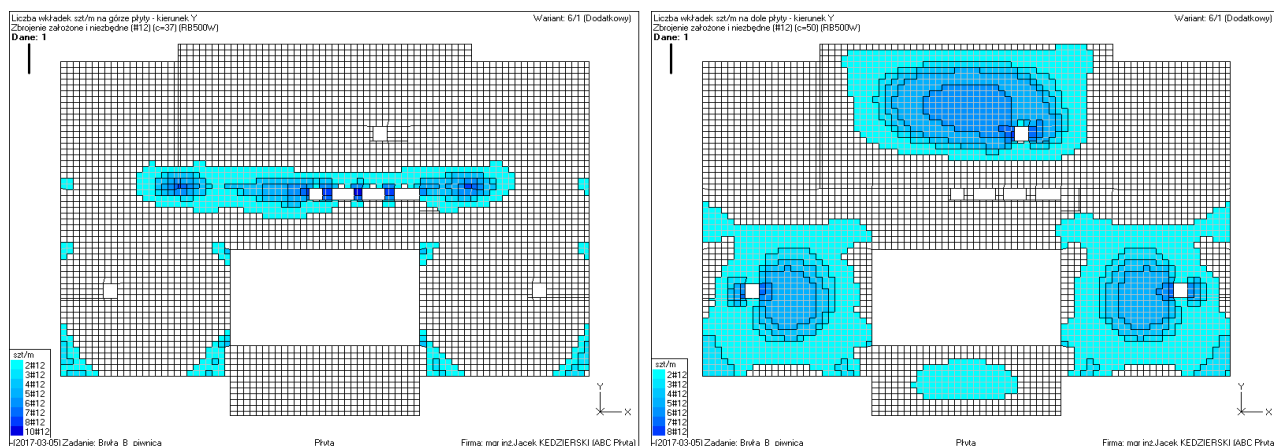
$$A_{s2} = 7,669 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

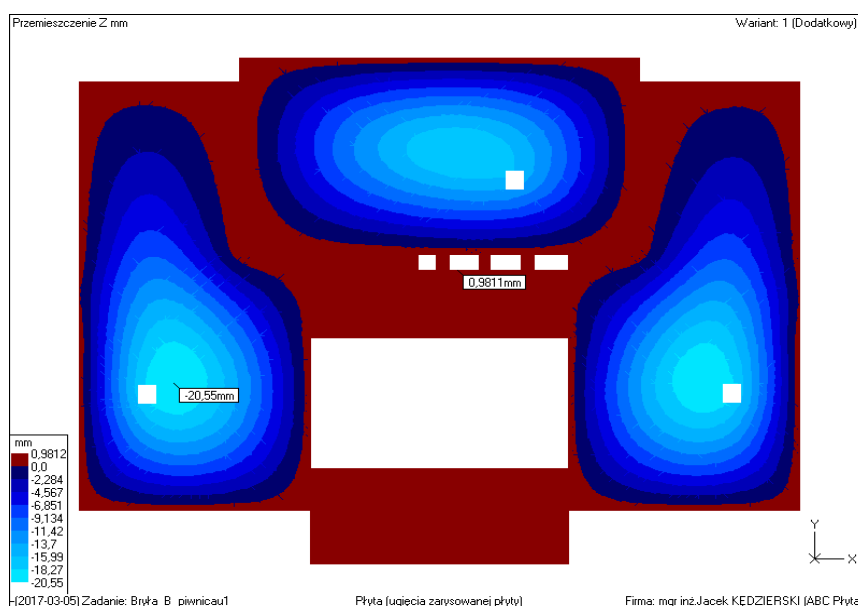
$$\text{co } 12 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s2, \text{prov}} = 9,425 \text{ cm}^2$$

Powyższe zbrojenie zostało określone dla największych sił występujących lokalnie w płycie stropowej. Szczegółowy rozkład i ilość zbrojenia w poszczególnych miejscach z uwzględnieniem dozbrojenia z uwagi na rozwarcie rys, przedstawiono poniżej.





Ugięcie konstrukcji w stanie zarysowanym



$$a = 2,06 \text{ cm} < a_{\text{lim}} = l_{\text{eff}} / 200 = 2,48 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony

Poz. 15.0 Podciągi i nadproża piwnicy

Poz. 15.1 Nadproża

Konstrukcyjnie przyjęto nadproża z dwóch prefabrykowanych belek L19 odmiany "N" o długości dostosowanej do rozpiętości otworów.

Poz. 16.0 Słupy i rdzenie piwnicy

Poz. 16.1 Rdzenie ścian 24x24cm

Konstrukcyjnie przyjęto monolityczne rdzenie żelbetowe z betonu C20/25 (B-25) o przekroju 24x24cm zbrojone prętami podłużnymi 4φ12mm ze stali A-III N oraz strzemionami dwuciętymi φ6 ze stali A-0 w rozstawie co 9 i 18cm.

Poz. 16.2 Rdzenie ścian 18x24cm

Konstrukcyjnie przyjęto monolityczne rdzenie żelbetowe z betonu C20/25 (B-25) o przekroju 18x24cm zbrojone prętami podłużnymi 4φ12mm ze stali A-III N oraz strzemionami dwuciętymi φ6 ze stali A-0 w rozstawie co 9 i 18cm.

Poz. 16.3 Rdzenie usztywniające i wzmacniające ściany piwnicy

Projektuje się monolityczne żelbetowe rdzenie ścian piwnicy wykonane z betonu C20/25 (B-25) zbrojone prętami głównymi ze stali A-III N i strzemionami ze stali A-0.

Z uwagi na ukształtowanie terenu oraz zagłębienie budynku na ściany piwnicy budynku będzie działać poza obciążeniem pionowym również obciążenie poziome od parcia gruntu.

Obciążenie poziome

Na przedmiotowe rdzenie będzie działać parcie gruntu obsypki oraz obciążenie naziomu.

Dalej przyjęto następujące obciążenie naziomu $q = 10,00 \text{ kN/m}^2$

Wysokość ścian piwnicy $h = 3,10 \text{ m}$

Po wykonaniu ścian piwnicy oraz stropu nad piwnicą projektuje się zasypanie wykopu pospółką zagęszczoną do $I_D = 0,50$. Nie dopuszcza się wykonania obsypki w odległości mniejszej niż 2,00m od ściany budynku (zasypania wykopów po wykonaniu ścian budynku) gruntami rodzimymi w szczególności gruntami spoistymi.

Pospółka $\Phi_u^{(n)} = 38,50$ o $\gamma^{(n)} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Boczne parcie jednostkowe gruntu działające na ściany budynku:

$$\begin{aligned} p_{n1} &= q_n \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\Phi^{(n)}}{2} \right) = \frac{\text{kN/m}^2}{2,327} \quad \gamma_f = 1,20 \quad \frac{\text{kN/m}^2}{2,792} \\ p_{n2} &= \gamma^{(n)} h \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\Phi^{(n)}}{2} \right) = 13,703 \quad 1,20 \quad 16,444 \end{aligned}$$

Ostatecznie przyjęto obciążenie poziome działające na ścianę na całej jej wysokości w postaci prostokąta o wartości p_{n1} i trójkąta o wartości p_{n2} .

Do dalszych obliczeń przyjęto rozstaw rdzeni $a = 3,10 \text{ m}$

Obciążenie poziome działające na jeden rdzeń

		kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenie prostokątne	$q_{k1} = p_{n1} \times a =$	7,212	1,20	8,655
Obciążenie trójkątne	$q_{k2} = p_{n2} \times a =$	42,480	1,20	50,976

Jako schemat statyczny rdzenia przyjęto słup obustronnie swobodnie podparty.

Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego otrzymano następujące maksymalne siły przekrojowe:

$$M = 34,0 \text{ kNm} \quad T = 59,69 \text{ kN}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

Klasa ekspozycji XC1

$c_{min} = 15 \text{ mm}$

$\Delta c = 10 \text{ mm}$

wysokość efektywna rdzenia $l_{eff} = 2,80 \text{ m}$

wysokość przekroju $h = 0,24 \text{ m}$

szerokość przekroju $b = 0,24 \text{ m}$

średnica pręta podłużnego $\phi = 12 \text{ mm}$

średnica pręta strzemion $\phi = 6 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 25 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 37 \text{ mm}$

użyteczna wysokość przekroju $d = 0,203 \text{ m}$

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,258 \quad \Rightarrow$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5 \zeta_{eff} = 0,848 \quad \Rightarrow$$

$$\zeta_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,305$$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 4,699 \text{ cm}^2$$

$$\text{przyjęto} \quad 5 \quad \phi 12 \quad \text{o} \quad A_{s1,prov} = 5,655 \text{ cm}^2$$

Wpływ siły ścinającej

Beton C20/25 (B-25)

Stal A-0

Strzemiona

$$f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = 190 \text{ MPa}$$

$$\text{średnica } \phi_s = 6 \text{ mm}$$

$$f_{ck} = 20 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} = 220 \text{ MPa}$$

$$a_{sg} = 0,283 \text{ cm}^2$$

$$f_{ctd} = 1 \text{ MPa}$$

$$f_{ywd} = 190 \text{ MPa}$$

$$m = 2$$

$$A_{sw} = a_{sw}m = 0,565 \text{ cm}^2$$

$$A_{sL} = A_{s1,prov} = 5,655 \text{ cm}^2$$

$$z = 0,9d = 0,183 \text{ m}$$

$$v = 0,6(1-f_{ck}/250) = 0,55 \text{ MPa}$$

$$k = 1,6 - d = 1,397 > 1$$

$$\theta = 26,67^\circ \Rightarrow$$

$$\cot\theta = 1,991$$

$$\rho_L = A_{sL} / bd = 0,012 < 0,01$$

$$V_{Rd1} = 0,35kf_{ctd}(1,2+40\rho_L)bd = 39,65 \text{ kN} < V_{Sd} = 59,69 \text{ kN}$$

Odcinek drugiego rodzaju o zasięgu

$$l = 0,50 \text{ m}$$

$$k_t = \frac{A_{sw}f_{ywd}}{V_{Sd}} = 0,180 \Rightarrow$$

$$s_1 = k_t \cot\theta \cdot 0,9d = 0,065 \text{ m}$$

Do dalszych obliczeń przyjęto rozstaw strzemion

$$s_1 = 0,06 \text{ m}$$

$$k_c = v f_{cd} \frac{\cot\theta}{1 + \cot^2\theta} = 2944,69$$

$$V_{Rd2} = 0,9dbk_c = 129,12 \text{ kN}$$

$$V_{Rd3} = \frac{A_{sw}f_{ywd}}{s_1} z \cot\theta = 65,134 \text{ kN}$$

$$V_{Sd} = 59,69 \text{ kN} < V_{Rd2} = 129,12 \text{ kN} \quad \text{- warunek normowy spełniony}$$

$$V_{Sd} = 59,69 \text{ kN} < V_{Rd3} = 65,13 \text{ kN} \quad \text{- warunek normowy spełniony}$$

Ostatecznie na odcinkach przyporowych 0,50m przyjęto strzemiona dwucięte $\phi 6\text{mm}$ ze stali A-0 w rozstawie co 6cm, a na pozostałym odcinku co 18cm.

Ugięcie konstrukcji

$$a = 1,02 \text{ cm} < a_{lim} = l_{eff} / 200 = 1,40 \text{ cm}$$

warunek normowy spełniony

Poz. 17.0 Klatka schodowa

Projektuje się monolityczną żelbetową klatkę schodową z betonu C20/25 (B-25) zbrojoną prętami głównymi ze stali A-III N oraz rozdzielczymi ze stali A-0.

Poz. 17.1 Bieg z poziomu -2,57m na poziom -1,13m

Projektuje się bieg schodów w postaci zakrzywionej monolitycznej płyty opartej na płycie spocznikowej i gruncie.

Na przedmiotowe schody będą działać następujące obciążenia:

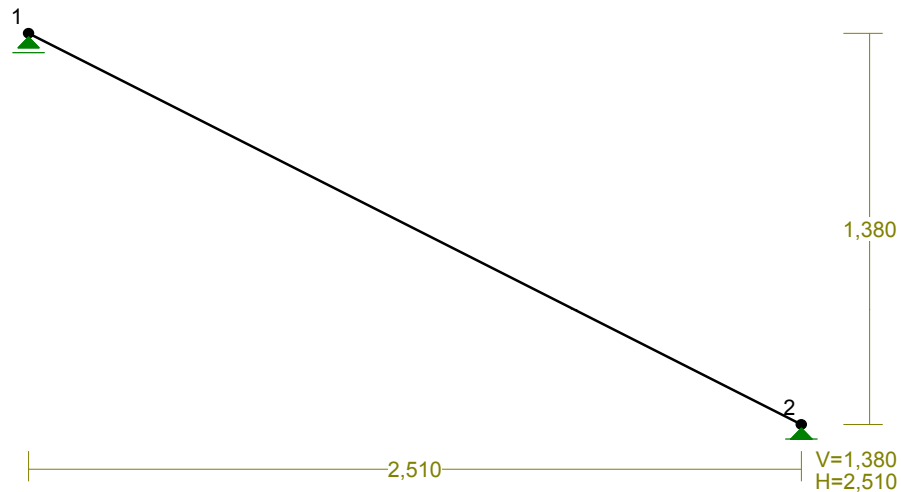
$$\text{kąt nachylenia biegu } \alpha = 28,89^\circ \Rightarrow \cos\alpha = 0,846$$

	kN/m^2	γ_f	kN/m^2
Płytki ceramiczne (terakota) $1,56 \times 0,01\text{m} \times 21\text{kN/m}^3$	0,328	1,20	0,393
Zaprawa cementowa (klej) $1,56 \times 0,01\text{m} \times 21\text{kN/m}^3$	0,328	1,30	0,426
Stopnie $0,5 \times 0,162\text{m} \times 24\text{kN/m}^3$	1,944	1,30	2,527
Płyta żelbetowa	0,000	1,10	0,000
Tynk cementowo - wapienny $0,015\text{m} \times 19\text{kN/m}^3 / \cos\alpha$	0,337	1,30	0,438
$q_k =$	2,936	1,29	3,784
Obciążenie użytkowe	$q_k = 3,000$	1,30	3,900

	kN/m	γ_f	kN/m
Balustrada	$q_k = 1,000$	1,20	1,200

Ciężar własny konstrukcji uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

Jako schemat obliczeniowy przyjęto belkę wolnopodpartą o szerokości 1m jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekrojowe:

$$M = 10,45 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$	rozpiętość efektywna $l_{eff} = 2,51 \text{ m}$
$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$	wysokość płyty $h = 0,14 \text{ m}$
Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$	szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$
Klasa ekspozycji XC1	średnica pręta podłużnego $\phi = 10 \text{ mm}$
$c_{min} = 15 \text{ mm}$	otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 25 \text{ mm}$
$\Delta c = 10 \text{ mm}$	$a_1 \text{ i } a_2 = 30 \text{ mm}$
	użyteczna wysokość przekroju $d = 0,11 \text{ m}$

Zbrojenie przęsłowe

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,065 \quad \Rightarrow \quad \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,067$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,966 \quad \Rightarrow \quad A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 2,341 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 10 \text{ mm}$ co 15 cm o $A_{s1,prov} = 5,236 \text{ cm}^2$

Ugięcie konstrukcji

$$a = 0,43 \text{ cm} < a_{lim} = l_{eff} / 200 = 1,26 \text{ cm} \quad \text{warunek normowy spełniony}$$

Poz. 17.2 Bieg z poziomu -1,13m na poziom 0,00m

Projektuje się bieg schodów w postaci zakrzywionej monolitycznej płyty opartej na płytach spoczynkowych.

Na przedmiotowe schody będą działać następujące obciążenia:

Bieg kąt nachylenia biegu $\alpha = 29,04^\circ \Rightarrow \cos \alpha = 0,846$

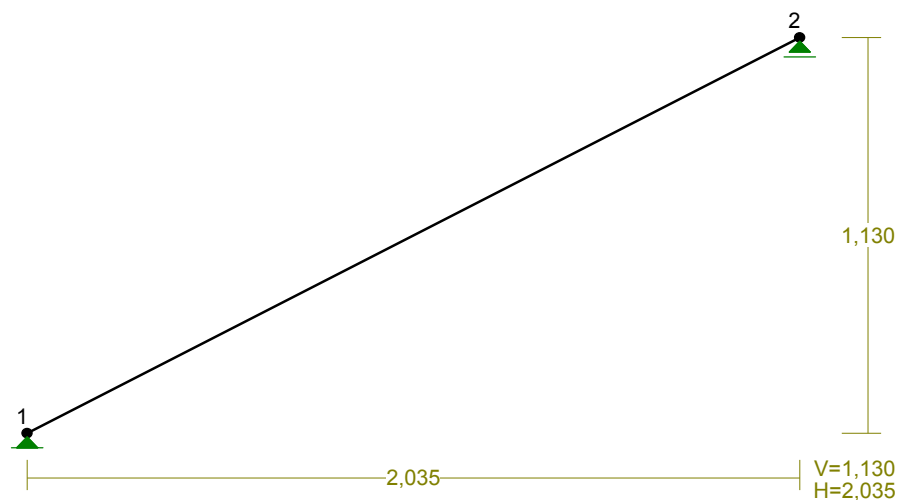
	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Płytki ceramiczne (terakota) 1,56 x 0,01m x 21kN/m ³	0,328	1,20	0,393
Zaprawa cementowa (klej) 1,56 x 0,01m x 21kN/m ³	0,328	1,30	0,426
Stopnie 0,5 x 0,162m x 24kN/m ³	1,944	1,30	2,527
Płyta żelbetowa	0,000	1,10	0,000
Tynk cementowo - wapienny 0,015m x 19kN/m ³ / cos α	0,337	1,30	0,438
$q_k =$	2,936	1,29	3,784

Obciążenie użytkowe $q_k = 3,000 \quad 1,30 \quad 3,900$

	kN/m	γ_f	kN/m
Balustrada	$q_k = 1,000$	1,20	1,200

Ciężar własny konstrukcji uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

Jako schemat obliczeniowy przyjęto belkę wolnopodpartą o szerokości 1m jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekrojowe:

$$M = 6,88 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$	rozpiętość efektywna $l_{eff} = 2,03 \text{ m}$
$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$	wysokość płyty $h = 0,14 \text{ m}$
Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$	szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$
Klasa ekspozycji XC1	średnica pręta podłużnego $\phi = 10 \text{ mm}$
$c_{min} = 15 \text{ mm}$	otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 25 \text{ mm}$
$\Delta c = 10 \text{ mm}$	$a_1 \text{ i } a_2 = 30 \text{ mm}$
	użyteczna wysokość przekroju $d = 0,11 \text{ m}$

Zbrojenie przęsłowe

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,043 \quad \Rightarrow \quad \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,044$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,978 \quad \Rightarrow \quad A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 1,522 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 10 \text{ mm}$ co 15 cm o $A_{s1,prov} = 5,236 \text{ cm}^2$

Ugięcie konstrukcji

$$a = 0,19 \text{ cm} < a_{lim} = l_{eff} / 200 = 1,015 \text{ cm} \quad \text{warunek normowy spełniony}$$

Poz. 17.3 Płyta spocznikowa na poziomie -1,13m

Projektuje się monolityczną żelbetową płytę spocznikową wykonaną z betonu C20/25 (B-25) krzyżowo zbrojoną prętami ze stali A-III N.

Na przedmiotową płytę będą działać następujące obciążenia:

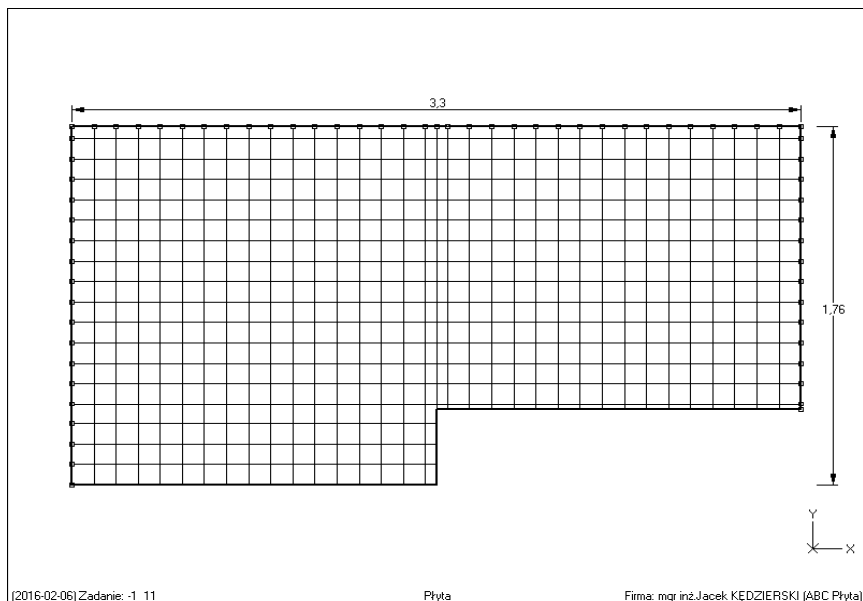
	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Płytki ceramiczne (terakota) 0,01m x 21kN/m ³	0,210	1,20	0,252
Zaprawa cementowa (klej) 0,01m x 21kN/m ³	0,210	1,30	0,273
Płyta żelbetowa	0,000	1,10	0,000
Tynk cementowo - wapienny 0,015m x 19kN/m ³	0,285	1,30	0,371
$q_k =$	0,705	1,28	0,896
Obciążenie użytkowe	$q_k =$ 3,000	1,30	3,900

Ponadto na krawędź płyty będą działać następujące obciążenia od biegów Poz. 17.1 i 17.2.

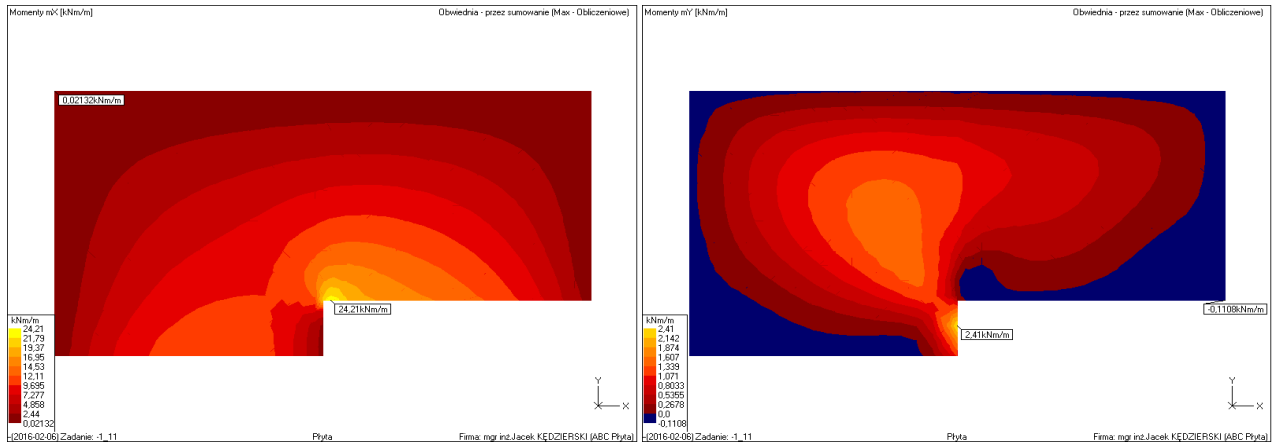
	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenie ciężarem własnym od biegu schodów Poz. 17.1	4,796	1,11	5,276
Obciążenie ciężarem własnym od biegu schodów Poz. 17.2	3,887	1,11	4,276
Obciążenie stałe od biegu schodów Poz. 17.1	4,742	1,27	6,022
Obciążenie stałe od biegu schodów Poz. 17.2	3,837	1,28	4,873
Obciążenie zmienne od biegu schodów Poz. 17.1	3,765	1,30	4,894
Obciążenie zmienne od biegu schodów Poz. 17.2	3,045	1,30	3,958

Ciężar własny konstrukcji uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

Jako schemat statyczny przyjęto płytę spocznikową podpartą na trzech krawędziach jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekrojowe:



$$M_x = 24,2 \text{ kNm/m}$$

$$M_y = 2,4 \text{ kNm/m}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

Klasa ekspozycji XC1

$c_{min} = 15 \text{ mm}$

$\Delta C = 10 \text{ mm}$

rozpiętość efektywna $l_{eff} = 3,30 \text{ m}$

wysokość płyty $h = 0,14 \text{ m}$

szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$

średnica pręta podłużnego $\phi = 10 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta C = 25 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 30 \text{ mm}$

użyteczna wysokość przekroju $d_x = 0,11 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_y = d_x - \phi = 0,1 \text{ m}$

Zbrojenie dla M_x

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,150$$

$$\Rightarrow \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,164$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,918$$

$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 5,708 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 10 \text{ mm}$

co 10 cm o $A_{s1,prov} = 7,854 \text{ cm}^2$

Zbrojenie dla M_y

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,018$$

$$\Rightarrow \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,018$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,991$$

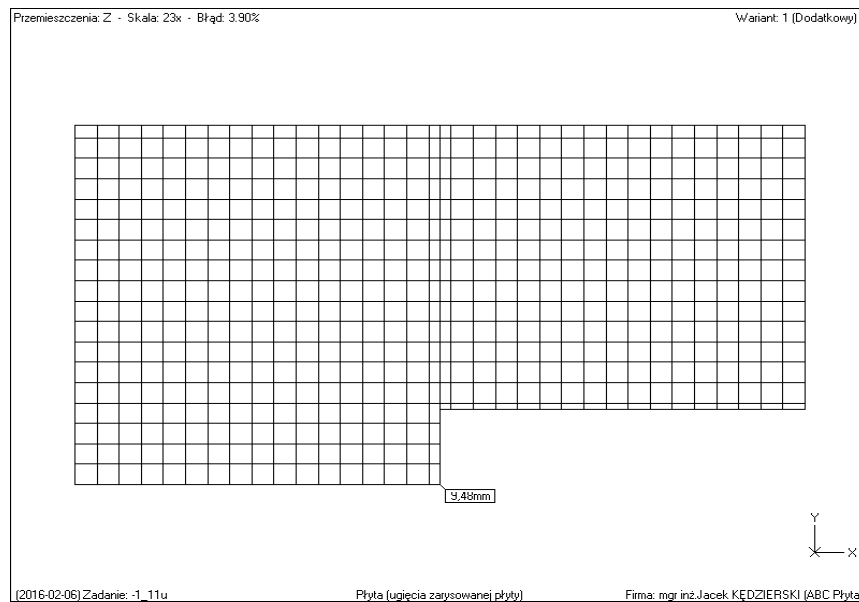
$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 0,579 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 10 \text{ mm}$

co 20 cm o $A_{s1,prov} = 3,927 \text{ cm}^2$

Powyższe zbrojenie zostało określone dla największych sił występujących lokalnie w płycie stropowej. Szczegółowy rozkład i ilość zbrojenia w poszczególnych miejscach dokładnie określono w dokumentacji graficznej.

Ugięcie konstrukcji w stanie zarysowanym



$$a = 0,95 \text{ cm} < f_{gr} = \frac{l_{eff}}{200} = 1,65 \text{ cm} \quad \text{Warunek normowy spełniony}$$

Poz. 17.4 Płyta spocznikowa na poziomie 0,00m

Projektuje się monolityczną żelbetową płytę spocznikową wykonaną z betonu C20/25 (B-25) krzyżowo zbrojoną prętami ze stali A-III N.

Na przedmiotową płytę będą działać następujące obciążenia:

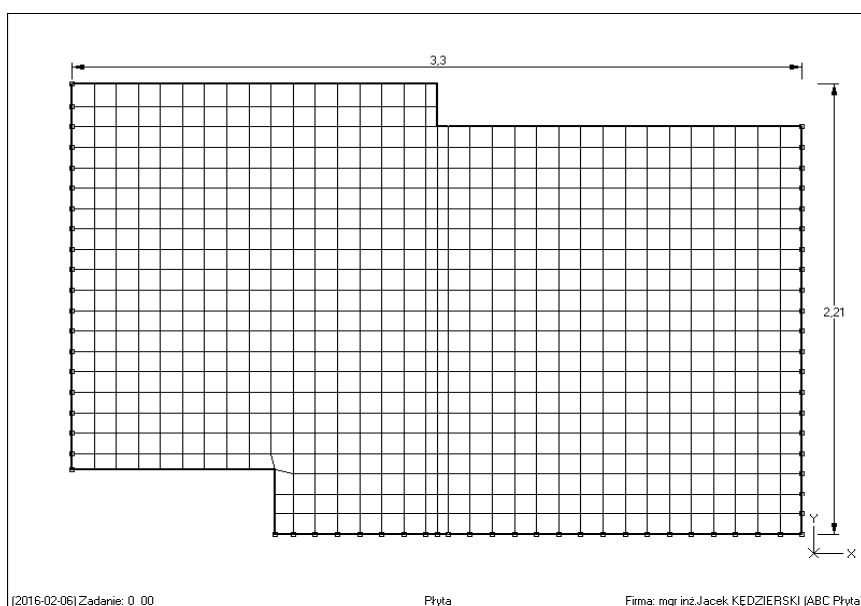
	kN/m ²	γ _f	kN/m ²
Płytki ceramiczne (terakota) 0,01m x 21kN/m ³	0,210	1,20	0,252
Zaprawa cementowa (klej) 0,01m x 21kN/m ³	0,210	1,30	0,273
Płyta żelbetowa	0,000	1,10	0,000
Tynk cementowo - wapienny 0,015m x 19kN/m ³	0,285	1,30	0,371
q_k =	0,705	1,28	0,896
 Obciążenie użytkowe	 q _k =	 3,000	 1,30
			3,900

Ponadto na krawędź płyty będą działać następujące obciążenia od biegów Poz. 17.2 i 17.5.

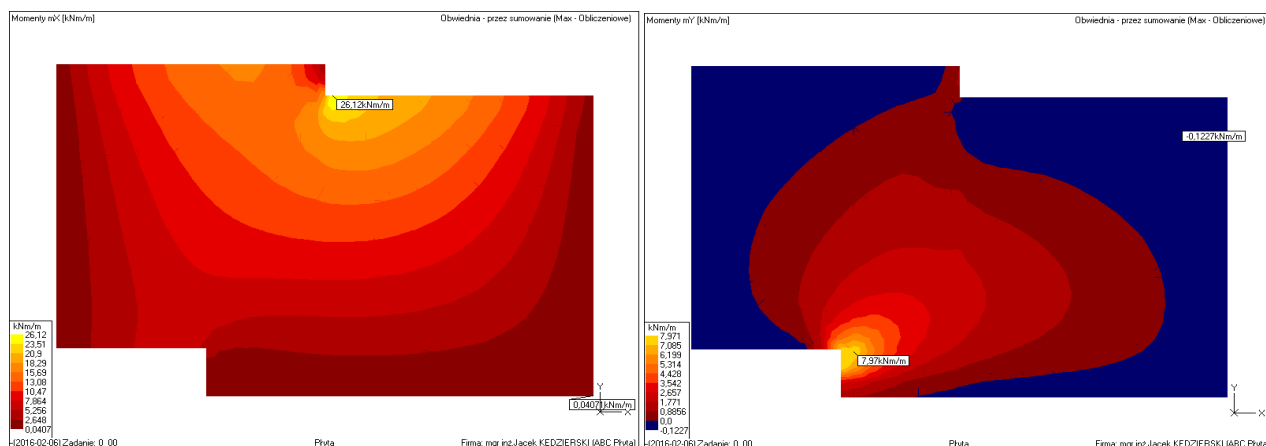
	kN/m	γ _f	kN/m
Obciążenie ciężarem własnym od biegu schodów Poz. 17.2	3,887	1,11	4,276
Obciążenie ciężarem własnym od biegu schodów Poz. 17.5	4,984	1,10	5,482
Obciążenie stałe od biegu schodów Poz. 17.2	3,837	1,28	4,873
Obciążenie stałe od biegu schodów Poz. 17.5	4,930	1,27	6,260
Obciążenie zmienne od biegu schodów Poz. 17.2	3,045	1,30	3,958
Obciążenie zmienne od biegu schodów Poz. 17.5	3,915	1,31	5,090

Ciężar własny konstrukcji uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

Jako schemat statyczny przyjęto płytę spocznikową podpartą na trzech krawędziach jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekrojowe:



$$M_x = 26,1 \text{ kNm/m}$$

$$M_y = 8,0 \text{ kNm/m}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

Klasa ekspozycji XC1

$c_{min} = 15 \text{ mm}$

$\Delta C = 10 \text{ mm}$

Zbrojenie dla M_x

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,162$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5 \zeta_{eff} = 0,911$$

przyjęto $\phi = 10 \text{ mm}$

rozpiętość efektywna $l_{eff} = 3,30 \text{ m}$

wysokość płyty $h = 0,14 \text{ m}$

szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$

średnica pręta podłużnego $\phi = 10 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta C = 25 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 30 \text{ mm}$

użyteczna wysokość przekroju $d_x = 0,11 \text{ m}$

użyteczna wysokość przekroju $d_y = d_x - \phi = 0,1 \text{ m}$

$$\Rightarrow \zeta_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,178$$

$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 6,207 \text{ cm}^2$$

$$\text{co } 10 \text{ cm o } A_{s1,prov} = 7,854 \text{ cm}^2$$

Zbrojenie dla M_y

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,060$$

$\Rightarrow$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,062$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\zeta_{eff} = 0,969$$

$\Rightarrow$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 1,958 \quad \text{cm}^2$$

przyjęto $\phi = 10 \text{ mm}$

co 20 cm

o

$$A_{s1,prov} = 3,927 \quad \text{cm}^2$$

Powyższe zbrojenie zostało określone dla największych sił występujących lokalnie w płycie stropowej. Szczegółowy rozkład i ilość zbrojenia w poszczególnych miejscach dokładnie określono w dokumentacji graficznej.

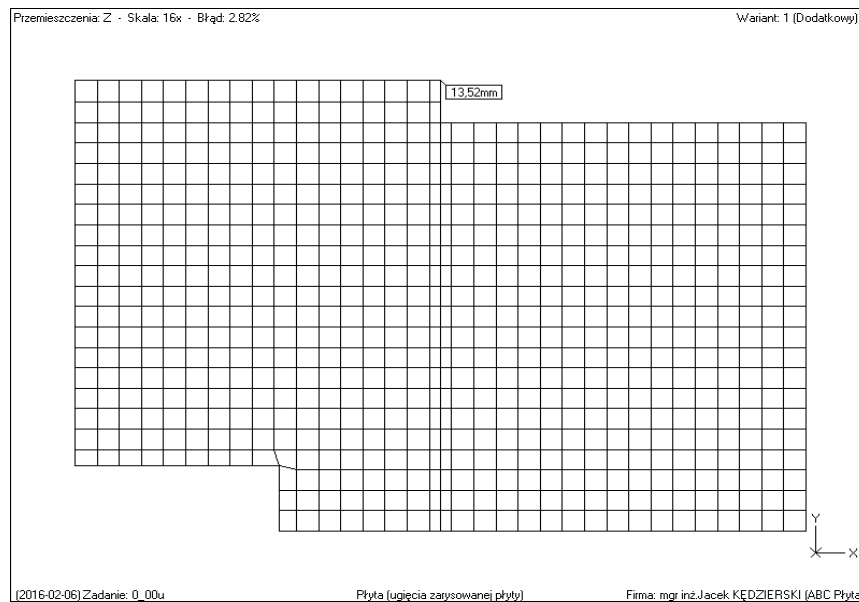
Ugięcie konstrukcji w stanie zarysowanym

$$a = 1,35 \text{ cm}$$

<

$$f_{gr} = \frac{l_{eff}}{200} = 1,65 \text{ cm}$$

Warunek normowy spełniony



Poz. 17.5 Bieg z poziomu 0,00m na poziom 1,415m

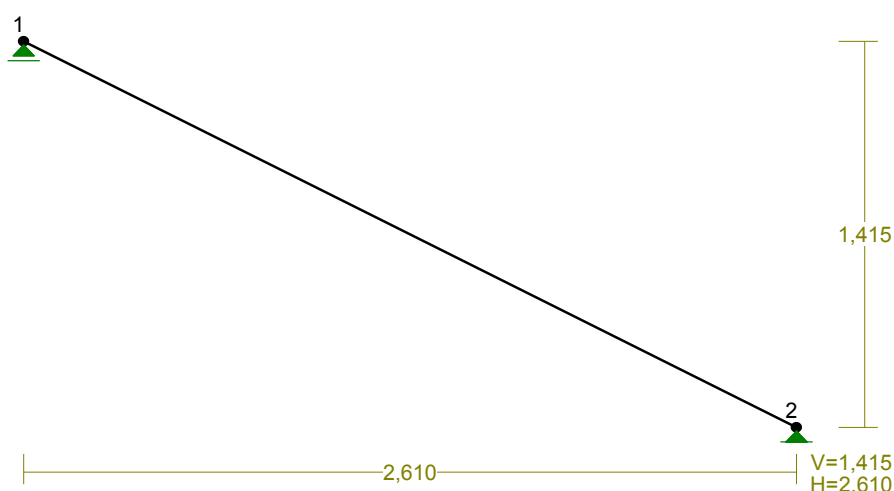
Projektuje się bieg schodów w postaci zakrzywionej monolitycznej płyty opartej na płytach spocznikowych.

Na przedmiotowe schody będą działać następujące obciążenia:

<i>Bieg</i>	kąt nachylenia biegu $\alpha =$	28,46°	$\Rightarrow$	$\cos \alpha = 0,846$	
		kN/m ²	γ_f		kN/m ²
Płytki ceramiczne (terakota) 1,56 x 0,01m x 21kN/m ³		0,328	1,20		0,393
Zaprawa cementowa (klej) 1,56 x 0,01m x 21kN/m ³		0,328	1,30		0,426
Stopnie 0,5 x 0,157m x 24kN/m ³		1,884	1,30		2,449
Płyta żelbetowa		0,000	1,10		0,000
Tynk cementowo - wapienny 0,015m x 19kN/m ³ / $\cos \alpha$		0,337	1,30		0,438
	$q_k =$	2,876	1,29		3,706
Obciążenie użytkowe	$q_k =$	3,000	1,30		3,900
		kN/m	γ_f		kN/m
Balustrada	$q_k =$	1,000	1,20		1,200

Ciężar własny konstrukcji uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

Jako schemat obliczeniowy przyjęto belkę wolnopodpartą o szerokości 1m jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekrojowe:

$$M = 11,22 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

Klasa ekspozycji XC1

$c_{min} = 15 \text{ mm}$

$\Delta c = 10 \text{ mm}$

rozpiętość efektywna $l_{eff} = 2,61 \text{ m}$

wysokość płyty $h = 0,14 \text{ m}$

szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$

średnica pręta podłużnego $\phi = 10 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 25 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 30 \text{ mm}$

użyteczna wysokość przekroju $d = 0,11 \text{ m}$

Zbrojenie przęsłowe

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,070$$

$\Rightarrow$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,072$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,964$$

$\Rightarrow$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 2,520 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 10 \text{ mm}$

co 15 cm

$$A_{s1,prov} = 5,236 \text{ cm}^2$$

Ugięcie konstrukcji

$$a = 0,49 \text{ cm} < a_{lim} = l_{eff} / 200 = 1,305 \text{ cm} \quad \text{warunek normowy spełniony}$$

Poz. 17.6 Bieg z poziomu 1,415m na poziom 2,83m

Konstrukcyjnie przyjęto jak w Poz. 17.5.

Poz. 17.7 Płyta spocznikowa na poziomie 1,415m

Projektuje się monolityczną żelbetową płytę spocznikową wykonaną z betonu C20/25 (B-25) krzyżowo zbrojoną prętami ze stali A-III N.

Na przedmiotową płytę będą działać następujące obciążenia:

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Płytki ceramiczne (terakota) 0,01m x 21kN/m ³	0,210	1,20	0,252
Zaprawa cementowa (klej) 0,01m x 21kN/m ³	0,210	1,30	0,273
Płyta żelbetowa	0,000	1,10	0,000
Tynk cementowo - wapienny 0,015m x 19kN/m ³	0,285	1,30	0,371
$q_k =$	0,705	1,28	0,896

Obciążenie użytkowe

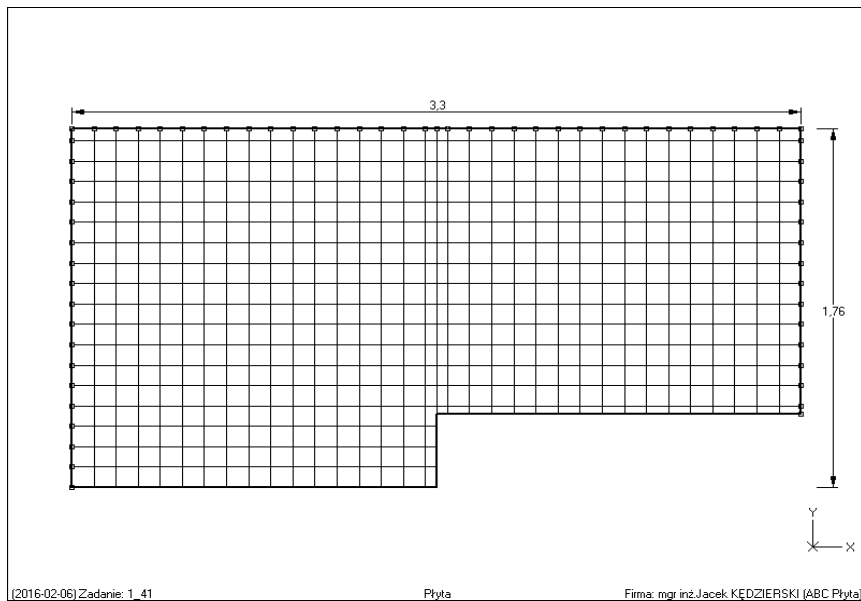
$$q_k = 3,000 \quad 1,30 \quad 3,900$$

Ponadto na krawędź płyty będą działać następujące obciążenia od biegów Poz. 17.5 i 17.6.

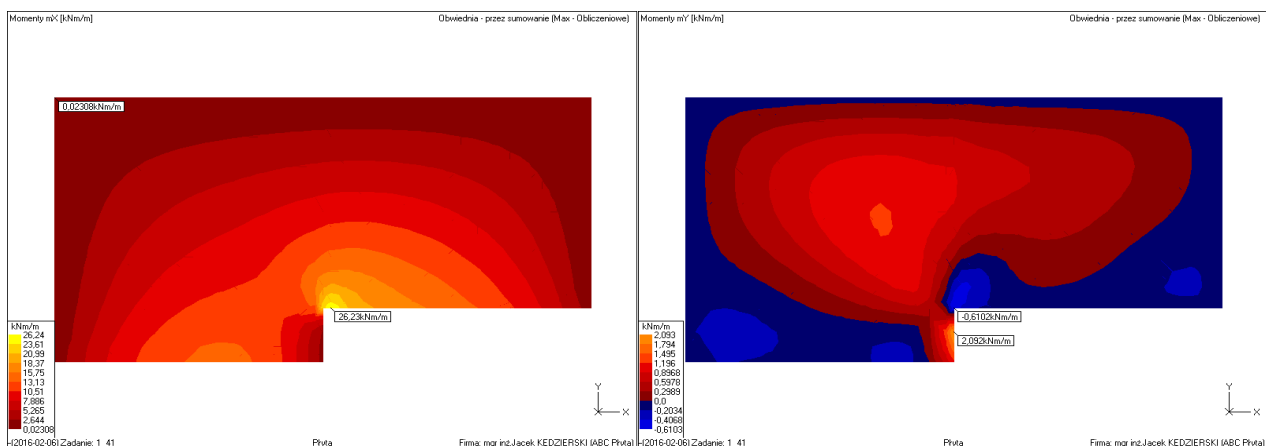
	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenie ciężarem własnym od biegu schodów Poz. 17.5	4,984	1,10	5,482
Obciążenie ciężarem własnym od biegu schodów Poz. 17.6	4,992	1,10	5,491
Obciążenie stałe od biegu schodów Poz. 17.5	4,930	1,27	6,260
Obciążenie stałe od biegu schodów Poz. 17.6	4,932	1,27	6,263
Obciążenie zmienne od biegu schodów Poz. 17.5	3,915	1,31	5,090
Obciążenie zmienne od biegu schodów Poz. 17.6	3,915	1,31	5,090

Ciężar własny konstrukcji uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

Jako schemat statyczny przyjęto płytę spocznikową podpartą na trzech krawędziach jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekrojowe:



$$M_x = 26,2 \text{ kNm/m}$$

$$M_y = 2,1 \text{ kNm/m}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

$$\text{Beton C20/25 (B-25)} \quad f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$$

$$\text{rozpiętość efektywna } l_{eff} = 3,30 \text{ m}$$

$$\text{wysokość płyty } h = 0,14 \text{ m}$$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$
 średnica pręta podłużnego $\phi = 10 \text{ mm}$
 Klasa ekspozycji XC1 otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 25 \text{ mm}$
 $c_{min} = 15 \text{ mm}$ a_1 i $a_2 = 30 \text{ mm}$
 $\Delta c = 10 \text{ mm}$ użyteczna wysokość przekroju $d_x = 0,11 \text{ m}$
 użyteczna wysokość przekroju $d_y = d_x - \phi = 0,1 \text{ m}$

Zbrojenie dla M_x

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,163 \Rightarrow \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,179$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,910 \Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 6,236 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 10 \text{ mm}$ co 10 cm o $A_{s1,prov} = 7,854 \text{ cm}^2$

Zbrojenie dla M_y

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,016 \Rightarrow \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,016$$

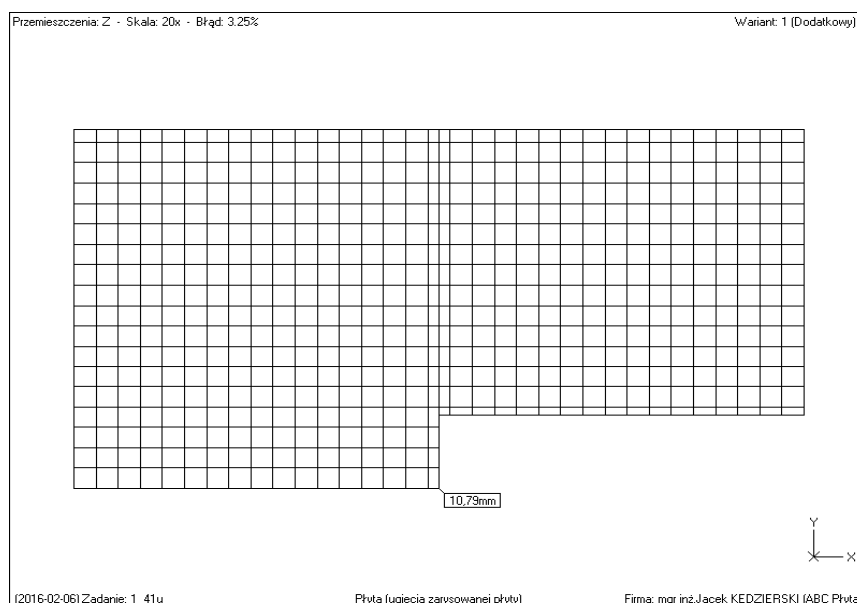
$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,992 \Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 0,502 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 10 \text{ mm}$ co 20 cm o $A_{s1,prov} = 3,927 \text{ cm}^2$

Powyższe zbrojenie zostało określone dla największych sił występujących lokalnie w płycie stropowej. Szczegółowy rozkład i ilość zbrojenia w poszczególnych miejscach dokładnie określono w dokumentacji graficznej.

Ugięcie konstrukcji w stanie zarysowanym

$$a = 1,08 \text{ cm} < f_{gr} = \frac{l_{eff}}{200} = 1,65 \text{ cm} \quad \text{Warunek normowy spełniony}$$



Poz. 17.8 Płyta spocznikowa na poziomie 2,83m

Projektuje się monolityczną żelbetową płytę spocznikową wykonaną z betonu C20/25 (B-25) krzyżowo zbrojoną prętami ze stali A-III N.

Na przedmiotową płytę będą działać następujące obciążenia:

	kN/m ²	γ_f	kN/m ²
Płytki ceramiczne (terakota) 0,01m x 21kN/m ³	0,210	1,20	0,252
Zaprawa cementowa (klej) 0,01m x 21kN/m ³	0,210	1,30	0,273
Płyta żelbetowa	0,000	1,10	0,000
Tynk cementowo - wapienny 0,015m x 19kN/m ³	0,285	1,30	0,371

$q_k = 0,705 \quad 1,28 \quad 0,896$

Obciążenie użytkowe

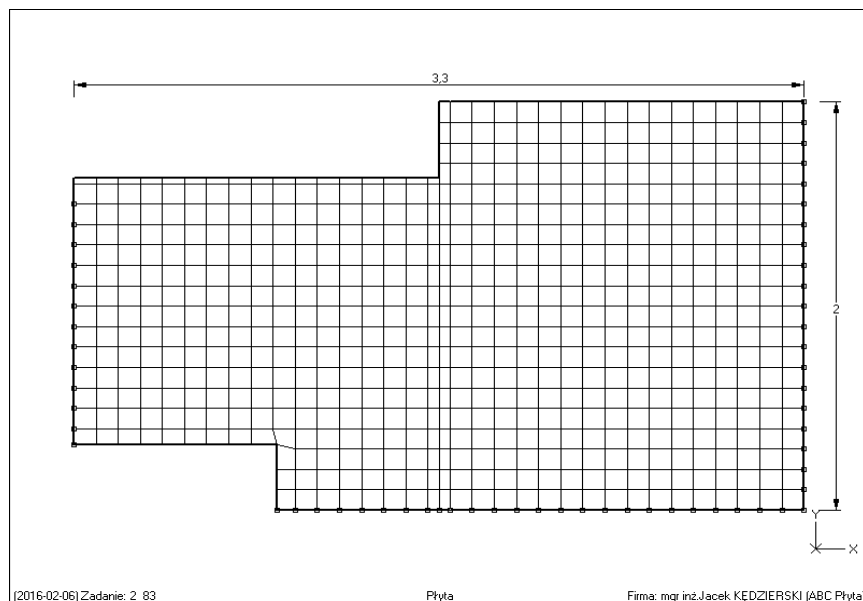
$q_k = 3,000 \quad 1,30 \quad 3,900$

Ponadto na krawędź płyty będą działać następujące obciążenia od biegów Poz. 17.5 i 17.6.

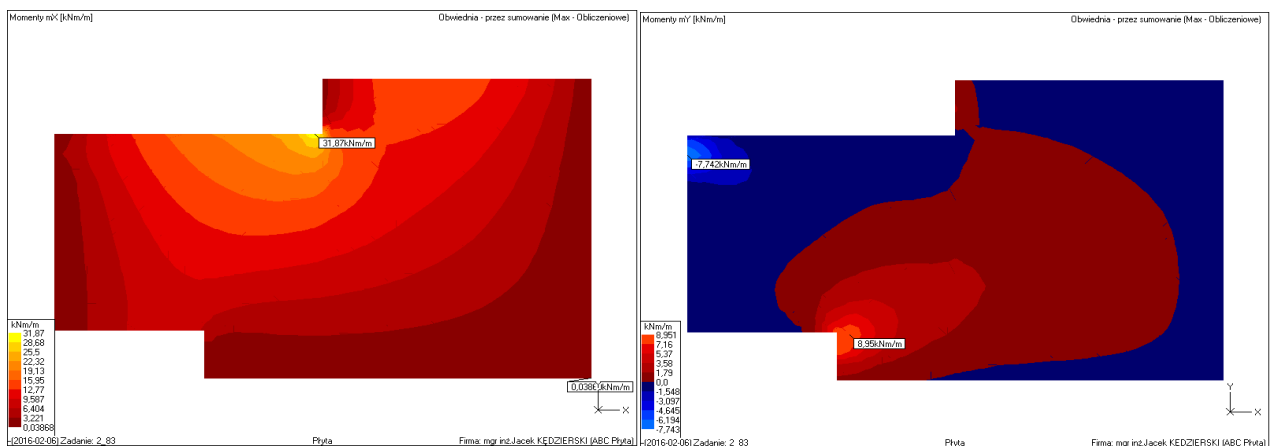
	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenie ciężarem własnym od biegu schodów Poz. 17.5	4,984	1,10	5,482
Obciążenie ciężarem własnym od biegu schodów Poz. 17.6	4,992	1,10	5,491
Obciążenie stałe od biegu schodów Poz. 17.5	4,930	1,27	6,260
Obciążenie stałe od biegu schodów Poz. 17.6	4,932	1,27	6,263
Obciążenie zmienne od biegu schodów Poz. 17.5	3,915	1,31	5,090
Obciążenie zmienne od biegu schodów Poz. 17.6	3,915	1,31	5,090

Ciężar własny konstrukcji uwzględniono automatycznie w programie obliczeniowym

Jako schemat statyczny przyjęto płytę spocznikową podpartą na trzech krawędziach jak niżej:



Dla powyższych obciążeń oraz schematu statycznego uzyskano następujące maksymalne siły przekrojowe:



$M_x = 31,9 \text{ kNm/m}$

$M_y = 9,0 \text{ kNm/m}$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

rozpiętość efektywna $l_{eff} = 3,30 \text{ m}$

$E_{cm} = 30 \text{ GPa}$
 Stal A-III N $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$
 Klasa ekspozycji XC1
 $c_{min} = 15 \text{ mm}$
 $\Delta c = 10 \text{ mm}$
 wysokość płyty $h = 0,14 \text{ m}$
 szerokość płyty $b = 1,00 \text{ m}$
 średnica pręta podłużnego $\phi = 10 \text{ mm}$
 otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 25 \text{ mm}$
 a_1 i $a_2 = 30 \text{ mm}$
 użyteczna wysokość przekroju $d_x = 0,11 \text{ m}$
 użyteczna wysokość przekroju $d_y = d_x - \phi = 0,1 \text{ m}$

Zbrojenie dla M_x

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,198 \Rightarrow \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,223$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,889 \Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 9,316 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 10 \text{ mm}$ co 5 cm o $A_{s1,prov} = 15,708 \text{ cm}^2$

Zbrojenie dla M_y

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,067 \Rightarrow \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,070$$

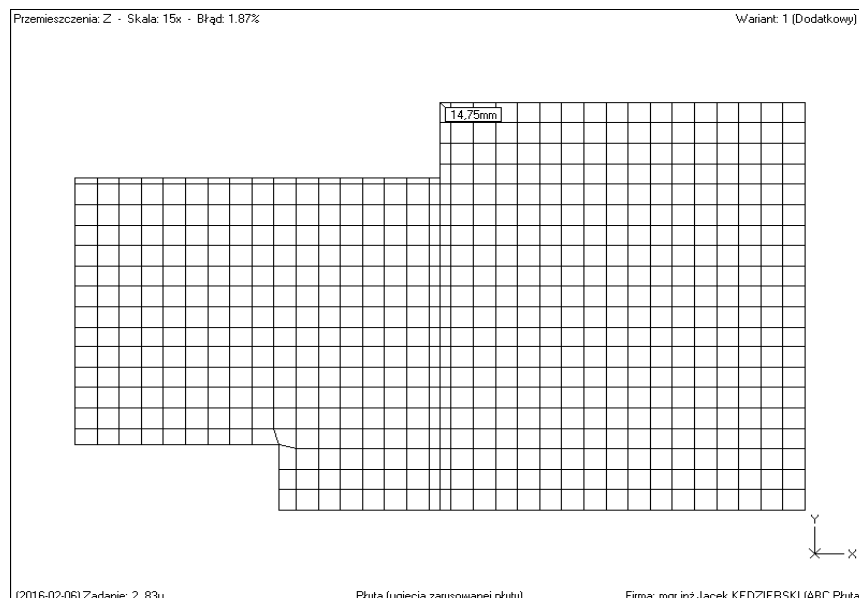
$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,965 \Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 2,650 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 10 \text{ mm}$ co 20 cm o $A_{s1,prov} = 3,927 \text{ cm}^2$

Powyższe zbrojenie zostało określone dla największych sił występujących lokalnie w płycie stropowej. Szczegółowy rozkład i ilość zbrojenia w poszczególnych miejscach dokładnie określono w dokumentacji graficznej.

Ugięcie konstrukcji w stanie zarysowanym

$$a = 1,48 \text{ cm} < f_{gr} = \frac{l_{eff}}{200} = 1,65 \text{ cm} \quad \text{Warunek normowy spełniony}$$



Poz. 18.0 Fundamenty

Projektuje się posadowienie bezpośrednie na stopach i ławach fundamentowych o wysokości 40cm z betonu C20/25 (B-25) zbrojonych czterema prętami podłużnymi $\phi 12$ ze stali A-III N i strzemionami $\phi 6$ co 25cm ze stali A-0. Pręty podłużne na stykach i załamaniach łączyć na pełen zakład to jest min. 60cm, łącząc w jednym miejscu maksymalnie 2 pręty. Pod fundamentami zastosować podkład z chudego betonu C8/10 (B-10) o grubości min. 10cm. W miejscu występowania słupów i rdzeni w ławach i stopach zatopić odpowiednią ilość prętów startowych o ilościach i średnicach odpowiadających ilościom i średnicą zbrojenia przewidzianego

w przedmiotowych słupach i rdzeniach.

Przed wykonaniem fundamentów należy dokonać odbioru dna wykopu przez uprawnionego geologa z wisem do dziennika budowy.

Warunki gruntowe przyjęto na podstawie opinii geotechnicznej podłoża gruntowego opracowanej w lutym 2017r. przez Firmę Geologiczną "GEOP" mgr Adam Oprzyński. Zgodnie z przedmiotowym opracowaniem w miejscu posadowienia projektowanego budynku występują grunty holocenne i plejstocenne. Holocen reprezentowany jest przez nasypy niebudowlane, glebę (humus), natomiast plejstocen reprezentują utwory wodnolodowcowe (piaski średnio i grubo ziarniste) oraz utwory lodowcowe (gliny piaszczyste i piaski gliniaste).

W szczególności wydzielono następujące warstwy:

Warstwa IA - grunty nienośne gleby i nasypy niebudowlane,

Warstwa IIA - deluwialno - aluwialne piaski średnio i grubo ziarniste o stopniu zagęszczenia $I_D = 0,50$,

Warstwa IIIA - plejstocenne piaski średnioziarniste z domieszkami o stopniu zagęszczenia $I_D = 0,50$,

Warstwa IVA - plejstocenne lodowcowe gliny piaszczyste o stopniu plastyczności $I_L = 0,40$,

Warstwa IVB - plejstocenne lodowcowe gliny piaszczyste o stopniu plastyczności $I_L = 0,30$,

Warstwa IVB - plejstocenne lodowcowe gliny piaszczyste o stopniu plastyczności $I_L = 0,20$,

W miejscu posadowienia budynku nie stwierdzono występowania wód gruntowych.

W trakcie prowadzenia robót fundamentowych niedopuszczalne jest doprowadzenie do rozluźnienia dna wykopu. Rozluźnione podłoże należy bezwzględnie usunąć i zastąpić pospółką zagęszczoną do $I_D = 0,50$ warstwami o grubości max. 20cm.

Budynek należy posadzić na gruntach rodzimych na poziomie 153,10m n.p.m.

W przyjętym poziomie posadowienia budynku występują głównie grunty warstwy IIIA - piaski średnioziarniste o $I_D = 0,50$. Ponadto w rejonie otworu Nr 5 występują grunty warstw IVA i IVB - gliny piaszczyste o stopniu plastyczności odpowiednio $I_L = 0,40$ i $I_L = 0,30$. Z uwagi na lokalne występowanie oraz niewielką miąższość (około 1,00m) projektuje się usunięcie warstwy glin i zastąpienie ich pospółką zagęszczoną do $I_D = 0,50$ warstwami o grubości max. 20cm.

Warstwa IIIA - piaski średnioziarniste o $I_D = 0,50$

$\rho_B^{(n)} =$	1,90 t/m ³	$\rho_B^{(r)} =$	1,71 t/m ³	
$\rho_D^{(n)} =$	1,90 t/m ³	$\rho_D^{(r)} =$	1,71 t/m ³	
$\Phi_u^{(n)} =$	33,00 °	$\Phi_u^{(r)} =$	29,70 °	$\text{tg } \Phi_u^{(r)} = 0,570$
$c_u^{(n)} =$	0,00	$c_u^{(r)} =$	0,00	

$$N_D = e^{\pi \text{tg} \Phi} \text{tg}^2(\pi/4 + \Phi/2) = 17,787$$

$$\gamma_m = 0,90$$

$$N_C = (N_D - 1) \text{ctg} \Phi = 29,431$$

$$m = 0,81$$

$$N_B = 0,75(N_D - 1) \text{tg} \Phi = 7,181$$

Poz. 18.1 Ławy fundamentowe pod ścianami zewnętrznymi - podłużnymi - oś A

Na przedmiotową ławę będą działać następujące obciążenia na paśmie o szerokości:

- obciążenia z dachu $a_1 = 3,32 \text{ m}$

- obciążenia ze stropów $a_2 = 2,50 \text{ m}$

	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenia stałe dachu Poz. 1.1.1 x a_1	5,016	1,20	6,019
Obciążenia zmienne dachu - wiatr Poz. 1.1.2 x a_1	0,314	1,51	0,471
Obciążenia zmienne dachu - śnieg Poz. 1.1.3 x a_1	5,666	1,50	8,499
Krokwie dachu 0,10m x 0,20m x 6kN/m ³ x a_1 / 0,80m	0,498	1,10	0,548
Murlata 0,12m x 0,12m x 6kN/m ³	0,086	1,10	0,095
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 0,30m	1,571	1,13	1,762
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	3,750	1,40	5,250
Obciążenia stałe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	9,066	1,26	11,379

Obciążenie płytą stropową II piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a ₂	11,250	1,10	12,375
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a ₂	3,750	1,40	5,250
Obciążenia stałe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a ₂	9,066	1,26	11,379
Obciążenie płytą stropową I piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a ₂	11,250	1,10	12,375
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a ₂	3,750	1,40	5,250
Obciążenia stałe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a ₂	9,066	1,26	11,379
Obciążenie płytą stropową parteru 0,18m x 25kN/m ³ x a ₂	11,250	1,10	12,375
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.2 x 2,80m	15,274	1,13	17,188
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a ₂	3,750	1,40	5,250
Obciążenia stałe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a ₂	9,066	1,26	11,379
Obciążenie płytą stropową piwnicy 0,18m x 25kN/m ³ x a ₂	11,250	1,10	12,375
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.3 x 2,50m	15,813	1,12	17,654
N _k =	173,572	1,19	205,247

Przyjęta szerokość i głębokość posadowienia ławy:

$$B = 1,20 \text{ m}$$

$$D_{\min} = 0,55 \text{ m}$$

$$D = 3,00 \text{ m}$$

Obciążenia dodatkowe

		kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenie ławą żelbetową B x 0,40m x 25kN/m ³	N _L =	12,000	1,10	13,200
Obciążenie gruntem 0,5(B - 0,24m) x (D - 0,40m) x $\gamma_B^{(n)}$	N _G =	23,712	1,20	28,454
Obciążenie posadzką 0,5(B - 0,24m) x 0,20m x 24kN/m ³	N _P =	2,304	1,30	2,995
Obciążenie użytkowe 0,5(B - 0,24m) x 2,0kN/m ²	N _U =	0,960	1,40	1,344

Obliczeniowa siła wypadkowa

$$N = N_{k0} + N_{L0} + N_{G0} + N_{P0} + N_{U0} = 251 \text{ kN/m}$$

Mimośród siły wypadkowej

Ramię działania poszczególnych sił względem środka ciężkości ławy:

Ramię działania siły N_{k0}

$$r_k = 0,000 \text{ m}$$

Ramię działania siły N_{L0}

$$r_L = 0,000 \text{ m}$$

Ramię działania siły N_{G0}

$$r_G = 0,5(B-0,24m)/2 + 0,12m = 0,360 \text{ m}$$

Ramię działania siły N_{P0}

$$r_P = 0,5(B-0,24m)/2 + 0,12m = 0,360 \text{ m}$$

Ramię działania siły N_{U0}

$$r_U = 0,5(B-0,24m)/2 + 0,12m = 0,360 \text{ m}$$

Moment działających sił względem środka ciężkości ławy

$$M = N_{k0} \times r_k + N_{L0} \times r_L + N_{G0} \times r_G - N_{P0} \times r_P - N_{U0} \times r_U = 9 \text{ kNm/m}$$

Mimośród działającej siły wypadkowej

$$e_B = M / N = 0,035 \text{ m} < B / 4 = 0,300 \text{ m}$$

Obliczeniowy opór graniczny gruntu

$$\begin{aligned} \bar{B} &= B - 2e_B = 1,131 \text{ m} \\ \bar{L} &= L = 1,000 \text{ m} \\ \frac{\bar{B}}{\bar{L}} &= 0,00 \\ i_c &= i_D = i_B = 1 \\ Q_{fNB} &= \bar{B}\bar{L} \left[\left(1 + 0,3 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_c c_u^{(r)} i_c + \left(1 + 1,5 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_D \rho_D^{(r)} g D_{mn} i_D + \left(1 - 0,25 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_B \rho_B^{(r)} g \bar{B} i_B \right] = 339,7 \text{ kN} \\ N_r &= N \times L = 251,2 \text{ kN} < m Q_{fNB} = 275,1 \text{ kN} \end{aligned}$$

Sprawdzenie naprężeń

$$q_{r0,min} = \frac{N_r}{BL} \left(1 - \frac{6e_B}{B} \right) = 173,2 \text{ kPa}$$

$$q_{r0,max} = \frac{N_r}{BL} \left(1 + \frac{6e_B}{B} \right) = 245,5 \text{ kPa}$$

$$q_{r0,sr} = (q_{r0,min} + q_{r0,max}) / 2 = 209,4 \text{ kPa} < m Q_{fNB} / BL = 229,3 \text{ kPa}$$

$$q_{r0,max} = 245,5 \text{ kPa} < 1,2 (m Q_{fNB} / BL) = 275,1 \text{ kPa}$$

warunki normowe spełnione

$$a = 0,5(B - 0,24) = 0,48 \text{ m} \quad q_{r0,kr} = \frac{(B-a)(q_{r0,max} - q_{r0,min})}{B} + q_{r0,min} = 216,60 \text{ kPa}$$

$$M = \frac{a^2}{6} (2q_{r0,max} + q_{r0,kr}) = 27,17 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$f_{ctk} = 1,5 \text{ MPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

wysokość przekroju $h = 0,40 \text{ m}$

szerokość przekroju $b = 1,00 \text{ m}$

średnica zbrojenia $\phi = 12 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 60 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 66 \text{ mm}$

Klasa ekspozycji

$c_{min} = 50 \text{ mm}$

$\Delta c = 10 \text{ mm}$

użyteczna wysokość przekroju $d = 0,334 \text{ m}$

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,018$$

$$\Rightarrow \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,018$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,991$$

$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 1,955 \text{ cm}^2$$

$$\text{przyjęto } \phi = 12 \text{ mm} \quad \text{co } 30 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1,prov} = 3,770 \text{ cm}^2$$

Ostatecznie jako zbrojenie poprzeczne ławy przyjęto pręty $\phi 12$ ze stali A-III 34GS w rozstawie co 30cm.

Poz. 18.2 Ławy fundamentowe pod ścianami zewnętrznymi - podłużnymi - oś B

Na przedmiotową ławę będą działać następujące obciążenia na paśmie o szerokości:

- obciążenia z dachu $a_1 = 4,65 \text{ m}$

- obciążenia ze stropów $a_2 = 3,25 \text{ m}$

	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenia stałe dachu Poz. 1.1.1 x a_1	7,025	1,20	8,430
Obciążenia zmienne dachu - wiatr Poz. 1.1.2 x a_1	0,439	1,51	0,660
Obciążenia zmienne dachu - śnieg Poz. 1.1.3 x a_1	7,936	1,50	11,904
Krokwie dachu 0,10m x 0,20m x 6kN/m ³ x a_1 / 0,80m	0,698	1,10	0,767
Murłata 0,12m x 0,12m x 6kN/m ³	0,086	1,10	0,095
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 0,30m	1,571	1,13	1,762
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	4,875	1,40	6,825
Obciążenia stałe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	11,786	1,26	14,792
Obciążenie płytą stropową II piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	14,625	1,10	16,088
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	4,875	1,40	6,825
Obciążenia stałe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	11,786	1,26	14,792
Obciążenie płytą stropową I piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	14,625	1,10	16,088
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a_2	4,875	1,40	6,825
Obciążenia stałe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a_2	11,786	1,26	14,792

Obciążenie płytą stropową parteru 0,18m x 25kN/m ³ x a ₂	14,625	1,10	16,088
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.2 x 2,80m	15,274	1,13	17,188
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a ₂	4,875	1,40	6,825
Obciążenia stałe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a ₂	11,786	1,26	14,792
Obciążenie płytą stropową piwnicy 0,18m x 25kN/m ³ x a ₂	14,625	1,10	16,088
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.3 x 2,50m	15,813	1,12	17,654
N_k =	207,056	1,19	246,276

Przyjęta szerokość i głębokość posadowienia ławy:

$$B = 1,30 \text{ m}$$

$$D_{\min} = 0,55 \text{ m}$$

$$D = 3,00 \text{ m}$$

Obciążenia dodatkowe

	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenie ławą żelbetową B x 0,40m x 25kN/m ³	N _L = 13,000	1,10	14,300
Obciążenie gruntem 0,5(B - 0,24m) x (D - 0,40m) x $\gamma_B^{(n)}$	N _G = 26,182	1,20	31,418
Obciążenie posadzką 0,5(B - 0,24m) x 0,20m x 24kN/m ³	N _P = 2,544	1,30	3,307
Obciążenie użytkowe 0,5(B - 0,24m) x 2,0kN/m ²	N _U = 1,060	1,40	1,484

Obliczeniowa siła wypadkowa

$$N = N_{k0} + N_{L0} + N_{G0} + N_{P0} + N_{U0} = 297 \text{ kN/m}$$

Mimośród siły wypadkowej

Ramię działania poszczególnych sił względem środka ciężkości ławy:

Ramię działania siły N_{k0}

$$r_k = 0,000 \text{ m}$$

Ramię działania siły N_{L0}

$$r_L = 0,000 \text{ m}$$

Ramię działania siły N_{G0}

$$r_G = 0,5(B - 0,24m)/2 + 0,12m = 0,385 \text{ m}$$

Ramię działania siły N_{P0}

$$r_P = 0,5(B - 0,24m)/2 + 0,12m = 0,385 \text{ m}$$

Ramię działania siły N_{U0}

$$r_U = 0,5(B - 0,24m)/2 + 0,12m = 0,385 \text{ m}$$

Moment działających sił względem środka ciężkości ławy

$$M = N_{k0} \times r_k + N_{L0} \times r_L + N_{G0} \times r_G - N_{P0} \times r_P - N_{U0} \times r_U = 10 \text{ kNm/m}$$

Mimośród działającej siły wypadkowej

$$e_B = M / N = 0,035 \text{ m} < B / 4 = 0,325 \text{ m}$$

Obliczeniowy opór graniczny gruntu

$$\begin{aligned} \bar{B} &= B - 2e_B = 1,231 \text{ m} & \frac{\bar{B}}{L} &= 0,00 & i_C &= i_D = i_B = 1 \\ \bar{L} &= L = 1,000 \text{ m} \\ Q_{rNB} &= \bar{B} \bar{L} \left[\left(1 + 0,3 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_c c_u^{(r)} i_C + \left(1 + 1,5 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_d \rho_d^{(r)} g D_{min} i_D + \left(1 - 0,25 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_b \rho_b^{(r)} g \bar{B} i_B \right] = 384,5 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_r = N \times L = 296,8 \text{ kN}$$

$$< m Q_{rNB} = 311,5 \text{ kN}$$

Sprawdzenie naprężeń

$$q_{r0,min} = \frac{N_r}{BL} \left(1 - \frac{6e_B}{B} \right) = 191,9 \text{ kPa}$$

$$q_{r0,max} = \frac{N_r}{BL} \left(1 + \frac{6e_B}{B} \right) = 264,7 \text{ kPa}$$

$$q_{r0,śr} = (q_{r0,min} + q_{r0,max}) / 2 = 228,3 \text{ kPa}$$

$$< m Q_{rNB} / BL = 239,6 \text{ kPa}$$

$$q_{r0,max} = 264,7 \text{ kPa}$$

$$< 1,2 (m Q_{rNB} / BL) = 287,5 \text{ kPa}$$

warunki normowe spełnione

$$a = 0,5(B - 0,24) = 0,53 \text{ m}$$

$$q_{r0,kr} = \frac{(B - a)(q_{r0,max} - q_{r0,min})}{B} + q_{r0,min} = 235,02 \text{ kPa}$$

$$M = \frac{a^2}{6} (2q_{r0,max} + q_{r0,kr}) = 35,79 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$f_{ctk} = 1,5 \text{ MPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

wysokość przekroju $h = 0,40 \text{ m}$

szerokość przekroju $b = 1,00 \text{ m}$

średnica zbrojenia $\phi = 12 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 60 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 66 \text{ mm}$

Klasa ekspozycji

$c_{min} = 50 \text{ mm}$

$\Delta c = 10 \text{ mm}$

użyteczna wysokość przekroju $d = 0,334 \text{ m}$

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,024$$

$$\Rightarrow \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,024$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,988$$

$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 2,583 \text{ cm}^2$$

$$\text{przyjęto } \phi = 12 \text{ mm} \quad \text{co } 30 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1,prov} = 3,770 \text{ cm}^2$$

Ostatecznie jako zbrojenie poprzeczne ławy przyjęto pręty $\phi 12$ ze stali A-III 34GS w rozstawie co 30cm.

Poz. 18.3 Ławy fundamentowe pod ścianami wewnętrznymi - podłużnymi - oś C

Na przedmiotową ławę będą działać następujące obciążenia na paśmie o szerokości:

- obciążenia z dachu $a_1 = 3,55 \text{ m}$

- obciążenia ze stropów $a_2 = 3,55 \text{ m}$

	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenia stałe dachu Poz. 1.1.1 x a_1	5,363	1,20	6,436
Obciążenia zmienne dachu - wiatr Poz. 1.1.2 x a_1	0,335	1,51	0,504
Obciążenia zmienne dachu - śnieg Poz. 1.1.3 x a_1	6,059	1,50	9,088
Krokwie dachu 0,10m x 0,20m x 6kN/m ³ x a_1 / 0,80m	0,533	1,10	0,586
Murłata 0,12m x 0,12m x 6kN/m ³	0,086	1,10	0,095
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 0,30m	1,571	1,13	1,762
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	5,325	1,40	7,455
Obciążenia stałe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	12,874	1,26	16,157
Obciążenie płytą stropową II piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	15,975	1,10	17,573
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	5,325	1,40	7,455
Obciążenia stałe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	12,874	1,26	16,157
Obciążenie płytą stropową I piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	15,975	1,10	17,573
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a_2	5,325	1,40	7,455
Obciążenia stałe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a_2	12,874	1,26	16,157
Obciążenie płytą stropową parteru 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	15,975	1,10	17,573
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.2 x 2,80m	15,274	1,13	17,188
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a_2	5,325	1,40	7,455
Obciążenia stałe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a_2	12,874	1,26	16,157
Obciążenie płytą stropową piwnicy 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	15,975	1,10	17,573
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.3 x 2,50m	15,813	1,12	17,654
$N_k =$	214,800	1,19	255,049

Przyjęta szerokość i głębokość posadowienia ławy:

$B = 1,20 \text{ m}$

$D_{min} = 0,55 \text{ m}$

Obciążenia dodatkowe

		kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenie ławą żelbetową B x 0,40m x 25kN/m ³	$N_L =$	12,000	1,10	13,200
Obciążenie posadzką 0,5(B - 0,24m) x 0,20m x 24kN/m ³	$N_P =$	2,304	1,30	2,995
Obciążenie użytkowe 0,5(B - 0,24m) x 2,0kN/m ²	$N_U =$	0,960	1,40	1,344

Obliczeniowa siła wypadkowa $N = N_{k0} + N_{L0} + N_{P0} + N_{U0} = 273 \text{ kN/m}$

Mimośród siły wypadkowej

Ramię działania poszczególnych sił względem środka ciężkości ławy:

Ramię działania siły N_{k0}	$r_k =$	0,000 m
Ramię działania siły N_{L0}	$r_L =$	0,000 m
Ramię działania siły N_{P0}	$r_P =$	0,000 m
Ramię działania siły N_{U0}	$r_U =$	0,000 m

Moment działających sił względem środka ciężkości ławy

$$M = N_{k0} \times r_k + N_{L0} \times r_L + N_{P0} \times r_P + N_{U0} \times r_U = 0 \text{ kNm/m}$$

Mimośród działającej siły wypadkowej $e_B = M / N = 0,000 \text{ m} < B / 4 = 0,300 \text{ m}$

Obliczeniowy opór graniczny gruntu

$$\begin{aligned} \bar{B} &= B - 2e_B = 1,200 \text{ m} & \frac{\bar{B}}{L} &= 0,00 & i_C = i_D = i_B &= 1 \\ \bar{L} &= L = 1,000 \text{ m} \\ Q_{rNB} &= \bar{B} \bar{L} \left[\left(1 + 0,3 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_c c_u^{(r)} i_C + \left(1 + 1,5 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_D \rho_D^{(r)} g D_{min} i_D + \left(1 - 0,25 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_B \rho_B^{(r)} g \bar{B} i_B \right] = 370,4 \text{ kN} \\ N_r &= N \times L = 272,6 \text{ kN} & & < & m Q_{rNB} = 300,0 \text{ kN} \end{aligned}$$

Sprawdzenie naprężeń

$$\begin{aligned} q_{r0,min} &= \frac{N_r}{BL} \left(1 - \frac{6e_B}{B} \right) = 227,2 \text{ kPa} & q_{r0,max} &= \frac{N_r}{BL} \left(1 + \frac{6e_B}{B} \right) = 227,2 \text{ kPa} \\ q_{r0,śr} &= (q_{r0,min} + q_{r0,max}) / 2 = 227,2 \text{ kPa} & & < & m Q_{rNB} / BL = 250,0 \text{ kPa} \\ q_{r0,max} &= 227,2 \text{ kPa} & & < & 1,2 (m Q_{rNB} / BL) = 300,0 \text{ kPa} \end{aligned}$$

warunki normowe spełnione

$$a = 0,5(B - 0,24) = 0,48 \text{ m} \quad q_{r0,kr} = \frac{(B-a)(q_{r0,max} - q_{r0,min})}{B} + q_{r0,min} = 227,16 \text{ kPa}$$

$$M = \frac{a^2}{6} (2q_{r0,max} + q_{r0,kr}) = 26,17 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} =$	13,3 MPa	wysokość przekroju $h =$	0,40 m
$f_{ctk} =$	1,5 MPa	szerokość przekroju $b =$	1,00 m
Stal A-III N $f_{yd} =$	420 MPa	średnica zbrojenia $\phi =$	12 mm
Klasa ekspozycji		otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c =$	60 mm
$c_{min} =$	50 mm	a_1 i $a_2 =$	66 mm
$\Delta c =$	10 mm	użyteczna wysokość przekroju $d =$	0,334 m

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,018 \quad \Rightarrow \quad \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,018$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5 \zeta_{eff} = 0,991 \quad \Rightarrow \quad A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} df_{yd}} = 1,882 \quad \text{cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$ co 30 cm o $A_{s1,prov} = 3,770 \quad \text{cm}^2$

Ostatecznie jako zbrojenie poprzeczne ławy przyjęto pręty $\phi 12$ ze stali A-III 34GS w rozstawie co 30cm.

Poz. 18.4 Ławy fundamentowe pod ścianami wewnętrznymi - podłużnymi - oś E

Na przedmiotową ławę będą działać następujące obciążenia na paśmie o szerokości:

- obciążenia z dachu $a_1 = 6,10 \text{ m}$
- obciążenia ze stropów $a_2 = 6,10 \text{ m}$

	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenia stałe dachu Poz. 1.1.1 x a_1	9,216	1,20	11,059
Obciążenia zmienne dachu - wiatr Poz. 1.1.2 x a_1	0,576	1,51	0,866
Obciążenia zmienne dachu - śnieg Poz. 1.1.3 x a_1	10,411	1,50	15,616
Krokwie dachu 0,10m x 0,20m x 6kN/m ³ x a_1 / 0,80m	0,915	1,10	1,007
Murlata 0,12m x 0,12m x 6kN/m ³	0,086	1,10	0,095
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 0,30m	1,571	1,13	1,762
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	9,150	1,40	12,810
Obciążenia stałe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	22,122	1,26	27,764
Obciążenie płytą stropową II piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	27,450	1,10	30,195
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	9,150	1,40	12,810
Obciążenia stałe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	22,122	1,26	27,764
Obciążenie płytą stropową I piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	27,450	1,10	30,195
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a_2	9,150	1,40	12,810
Obciążenia stałe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a_2	22,122	1,26	27,764
Obciążenie płytą stropową parteru 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	27,450	1,10	30,195
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.2 x 2,80m	15,274	1,13	17,188
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a_2	9,150	1,40	12,810
Obciążenia stałe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a_2	22,122	1,26	27,764
Obciążenie płytą stropową piwnicy 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	27,450	1,10	30,195
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.3 x 2,50m	15,813	1,12	17,654
$N_k =$	321,819	1,20	385,318

Przyjęta szerokość i głębokość posadowienia ławy:

$$B = 1,50 \text{ m} \quad D_{min} = 0,55 \text{ m}$$

Obciążenia dodatkowe

	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenie ławą żelbetową B x 0,40m x 25kN/m ³ $N_L =$	15,000	1,10	16,500
Obciążenie posadzką 0,5(B - 0,24m) x 0,20m x 24kN/m ³ $N_P =$	3,024	1,30	3,931
Obciążenie użytkowe 0,5(B - 0,24m) x 2,0kN/m ² $N_U =$	1,260	1,40	1,764

Obliczeniowa siła wypadkowa

$$N = N_{k0} + N_{L0} + N_{P0} + N_{U0} = 408 \text{ kN/m}$$

Mimośrodek siły wypadkowej

Ramię działania poszczególnych sił względem środka ciężkości ławy:

Ramię działania siły N_{k0}

$$r_k = 0,000 \text{ m}$$

Ramię działania siły N_{L0}	$r_L = 0,000 \text{ m}$
Ramię działania siły N_{P0}	$r_P = 0,000 \text{ m}$
Ramię działania siły N_{U0}	$r_U = 0,000 \text{ m}$

Moment działających sił względem środka ciężkości ławy

$$M = N_{k0} \times r_k + N_{L0} \times r_L + N_{P0} \times r_P + N_{U0} \times r_U = 0 \text{ kNm/m}$$

$$\text{Mimośród działającej siły wypadkowej} \quad e_B = M / N = 0,000 \text{ m} < B / 4 = 0,375 \text{ m}$$

Obliczeniowy opór graniczny gruntu

$$\begin{aligned} \bar{B} &= B - 2e_B = 1,500 \text{ m} & \frac{\bar{B}}{L} &= 0,00 & i_C = i_D = i_B &= 1 \\ \bar{L} &= L = 1,000 \text{ m} \\ Q_{rNB} &= \bar{B} \bar{L} \left[\left(1 + 0,3 \frac{\bar{B}}{L} \right) N_c c_u^{(r)} i_C + \left(1 + 1,5 \frac{\bar{B}}{L} \right) N_D \rho_D^{(r)} g D_{min} i_D + \left(1 - 0,25 \frac{\bar{B}}{L} \right) N_B \rho_B^{(r)} g \bar{B} i_B \right] = 517,2 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_r = N \times L = 407,5 \text{ kN} < m Q_{rNB} = 418,9 \text{ kN}$$

Sprawdzenie naprężeń

$$\begin{aligned} q_{r0,min} &= \frac{N_r}{BL} \left(1 - \frac{6e_B}{B} \right) = 271,7 \text{ kPa} & q_{r0,max} &= \frac{N_r}{BL} \left(1 + \frac{6e_B}{B} \right) = 271,7 \text{ kPa} \\ q_{r0,śr} &= (q_{r0,min} + q_{r0,max}) / 2 = 271,7 \text{ kPa} & & < m Q_{rNB} / BL = 279,3 \text{ kPa} \\ q_{r0,max} &= 271,7 \text{ kPa} & & < 1,2 (m Q_{rNB} / BL) = 335,2 \text{ kPa} \end{aligned}$$

warunki normowe spełnione

$$a = 0,5(B - 0,24) = 0,63 \text{ m} \quad q_{r0,kr} = \frac{(B-a)(q_{r0,max} - q_{r0,min})}{B} + q_{r0,min} = 271,68 \text{ kPa}$$

$$M = \frac{a^2}{6} (2q_{r0,max} + q_{r0,kr}) = 53,91 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$	wysokość przekroju $h = 0,40 \text{ m}$
$f_{ctk} = 1,5 \text{ MPa}$	szerokość przekroju $b = 1,00 \text{ m}$
Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$	średnica zbrojenia $\phi = 12 \text{ mm}$
	otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 60 \text{ mm}$
Klasa ekspozycji	a_1 i $a_2 = 66 \text{ mm}$
$c_{min} = 50 \text{ mm}$	użyteczna wysokość przekroju $d = 0,334 \text{ m}$
$\Delta c = 10 \text{ mm}$	

$$\begin{aligned} \mu_{eff} &= \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,036 & \Rightarrow & \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,037 \\ \zeta_{eff} &= 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,981 & \Rightarrow & A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 3,916 \text{ cm}^2 \\ & & & \text{przyjęto } \phi = 12 \text{ mm} \quad \text{co } 25 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1,prov} = 4,524 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

Ostatecznie jako zbrojenie poprzeczne ławy przyjęto pręty $\phi 12$ ze stali A-III 34GS w rozstawie co 25cm.

Poz. 18.5 Ławy fundamentowe pod ścianami zewnętrznymi - podłużnymi - oś H

Na przedmiotową ławę będą działać następujące obciążenia na paśmie o szerokości:

- obciążenia z dachu $a_1 = 3,72 \text{ m}$
- obciążenia ze stropów $a_2 = 2,90 \text{ m}$

	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenia stałe dachu Poz. 1.1.1 x a_1	5,620	1,20	6,744

Obciążenia zmienne dachu - wiatr Poz. 1.1.2 x a_1	0,352	1,51	0,528
Obciążenia zmienne dachu - śnieg Poz. 1.1.3 x a_1	6,349	1,50	9,523
Krokwie dachu 0,10m x 0,20m x 6kN/m ³ x a_1 / 0,80m	0,558	1,10	0,614
Murlata 0,12m x 0,12m x 6kN/m ³	0,086	1,10	0,095
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 0,30m	1,571	1,13	1,762
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	4,350	1,40	6,090
Obciążenia stałe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	10,517	1,26	13,199
Obciążenie płytą stropową II piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	13,050	1,10	14,355
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	4,350	1,40	6,090
Obciążenia stałe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	10,517	1,26	13,199
Obciążenie płytą stropową I piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	13,050	1,10	14,355
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a_2	4,350	1,40	6,090
Obciążenia stałe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a_2	10,517	1,26	13,199
Obciążenie płytą stropową parteru 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	13,050	1,10	14,355
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.2 x 2,80m	15,274	1,13	17,188
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a_2	4,350	1,40	6,090
Obciążenia stałe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a_2	10,517	1,26	13,199
Obciążenie płytą stropową piwnicy 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	13,050	1,10	14,355
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.3 x 2,50m	15,813	1,12	17,654
$N_k =$	190,359	1,19	225,681

Przyjęta szerokość i głębokość posadowienia ławy:

$$B = 1,20 \text{ m}$$

$$D_{\min} = 0,55 \text{ m}$$

$$D = 3,00 \text{ m}$$

Obciążenia dodatkowe

		kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenie ławą żelbetową B x 0,40m x 25kN/m ³	$N_L =$	12,000	1,10	13,200
Obciążenie gruntem 0,5(B - 0,24m) x (D - 0,40m) x $\gamma_B^{(n)}$	$N_G =$	23,712	1,20	28,454
Obciążenie posadzką 0,5(B - 0,24m) x 0,20m x 24kN/m ³	$N_P =$	2,304	1,30	2,995
Obciążenie użytkowe 0,5(B - 0,24m) x 2,0kN/m ²	$N_U =$	0,960	1,40	1,344

Obliczeniowa siła wypadkowa

$$N = N_{k0} + N_{L0} + N_{G0} + N_{P0} + N_{U0} = 272 \text{ kN/m}$$

Mimośród siły wypadkowej

Ramię działania poszczególnych sił względem środka ciężkości ławy:

Ramię działania siły N_{k0}	$r_k = 0,000 \text{ m}$
Ramię działania siły N_{L0}	$r_L = 0,000 \text{ m}$
Ramię działania siły N_{G0}	$r_G = 0,5(B-0,24m)/2 + 0,12m = 0,360 \text{ m}$
Ramię działania siły N_{P0}	$r_P = 0,5(B-0,24m)/2 + 0,12m = 0,360 \text{ m}$
Ramię działania siły N_{U0}	$r_U = 0,5(B-0,24m)/2 + 0,12m = 0,360 \text{ m}$

Moment działających sił względem środka ciężkości ławy

$$M = N_{k0} \times r_k + N_{L0} \times r_L + N_{G0} \times r_G - N_{P0} \times r_P - N_{U0} \times r_U = 9 \text{ kNm/m}$$

Mimośród działającej siły wypadkowej

$$e_B = M / N = 0,032 \text{ m} < B / 4 = 0,300 \text{ m}$$

Obliczeniowy opór graniczny gruntu

$$\begin{aligned}\bar{B} &= B - 2e_B = 1,136 \text{ m} & \frac{\bar{B}}{L} &= 0,00 & i_C = i_D = i_B &= 1 \\ \bar{L} &= L = 1,000 \text{ m} \\ Q_{fNB} &= \bar{B} \bar{L} \left[\left(1 + 0,3 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_c c_u^{(r)} i_C + \left(1 + 1,5 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_d \rho_d^{(r)} g D_{min} i_D + \left(1 - 0,25 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_b \rho_b^{(r)} g \bar{B} i_B \right] = 341,9 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$N_r = N \times L = 271,7 \text{ kN} < m Q_{fNB} = 277,0 \text{ kN}$$

Sprawdzenie naprężeń

$$\begin{aligned}q_{r0,min} &= \frac{N_r}{BL} \left(1 - \frac{6e_B}{B} \right) = 190,2 \text{ kPa} & q_{r0,max} &= \frac{N_r}{BL} \left(1 + \frac{6e_B}{B} \right) = 262,6 \text{ kPa} \\ q_{r0,śr} &= (q_{r0,min} + q_{r0,max}) / 2 = 226,4 \text{ kPa} & & < m Q_{fNB} / BL = 230,8 \text{ kPa} \\ q_{r0,max} &= 262,6 \text{ kPa} & & < 1,2 (m Q_{fNB} / BL) = 277,0 \text{ kPa}\end{aligned}$$

warunki normowe spełnione

$$a = 0,5(B - 0,24) = 0,48 \text{ m} \quad q_{r0,kr} = \frac{(B-a)(q_{r0,max} - q_{r0,min})}{B} + q_{r0,min} = 233,63 \text{ kPa}$$

$$M = \frac{a^2}{6} (2q_{r0,max} + q_{r0,kr}) = 29,14 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$f_{ctk} = 1,5 \text{ MPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

wysokość przekroju $h = 0,40 \text{ m}$

szerokość przekroju $b = 1,00 \text{ m}$

średnica zbrojenia $\phi = 12 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 60 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 66 \text{ mm}$

Klasa ekspozycji

$c_{min} = 50 \text{ mm}$

$\Delta c = 10 \text{ mm}$

użyteczna wysokość przekroju $d = 0,334 \text{ m}$

$$\begin{aligned}\mu_{eff} &= \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,020 & \Rightarrow & \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,020 \\ \zeta_{eff} &= 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,990 & \Rightarrow & A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 2,098 \text{ cm}^2 \\ & & & \text{przyjęto } \phi = 12 \text{ mm} & \text{co } 30 \text{ cm} & \text{o } A_{s1,prov} = 3,770 \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Ostatecznie jako zbrojenie poprzeczne ławy przyjęto pręty $\phi 12$ ze stali A-III 34GS w rozstawie co 30cm.

Poz. 18.6 Ławy fundamentowe pod ścianami szczytowymi - poprzecznymi - osie 1, 2, 19, 20

Na przedmiotową ławę będą działać następujące obciążenia na paśmie o szerokości:

- obciążenia ze stropów

$a_2 = 3,25 \text{ m}$

	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenia stałe dachu Poz. 1.1.1 x 1,00m	1,511	1,20	1,813
Obciążenia zmienne dachu - wiatr Poz. 1.1.2 x 1,00m	0,095	1,51	0,142
Obciążenia zmienne dachu - śnieg Poz. 1.1.3 x 1,00m	1,707	1,50	2,560
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,00m	10,470	1,13	11,747
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	4,875	1,40	6,825
Obciążenia stałe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	11,786	1,26	14,792
Obciążenie płytą stropową II piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	14,625	1,10	16,088
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	4,875	1,40	6,825

Obciążenia stałe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a ₂	11,786	1,26	14,792
Obciążenie płytą stropową I piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a ₂	14,625	1,10	16,088
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a ₂	4,875	1,40	6,825
Obciążenia stałe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a ₂	11,786	1,26	14,792
Obciążenie płytą stropową parteru 0,18m x 25kN/m ³ x a ₂	14,625	1,10	16,088
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.2 x 2,80m	15,274	1,13	17,188
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a ₂	4,875	1,40	6,825
Obciążenia stałe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a ₂	11,786	1,26	14,792
Obciążenie płytą stropową piwnicy 0,18m x 25kN/m ³ x a ₂	14,625	1,10	16,088
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.3 x 2,50m	15,813	1,12	17,654
N _k =	203,083	1,18	238,919

Przyjęta szerokość i głębokość posadowienia ławy:

$$B = 1,30 \text{ m}$$

$$D_{\min} = 0,55 \text{ m}$$

$$D = 3,00 \text{ m}$$

Obciążenia dodatkowe

		kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenie ławą żelbetową B x 0,40m x 25kN/m ³	N _L =	13,000	1,10	14,300
Obciążenie gruntem 0,5(B - 0,24m) x (D - 0,40m) x $\gamma_B^{(n)}$	N _G =	26,182	1,20	31,418
Obciążenie posadzką 0,5(B - 0,24m) x 0,20m x 24kN/m ³	N _P =	2,544	1,30	3,307
Obciążenie użytkowe 0,5(B - 0,24m) x 2,0kN/m ²	N _U =	1,060	1,40	1,484

Obliczeniowa siła wypadkowa

$$N = N_{k0} + N_{L0} + N_{G0} + N_{P0} + N_{U0} = 289 \text{ kN/m}$$

Mimośród siły wypadkowej

Ramię działania poszczególnych sił względem środka ciężkości ławy:

Ramię działania siły N_{k0}

$$r_k = 0,000 \text{ m}$$

Ramię działania siły N_{L0}

$$r_L = 0,000 \text{ m}$$

Ramię działania siły N_{G0}

$$r_G = 0,5(B-0,24m)/2 + 0,12m = 0,385 \text{ m}$$

Ramię działania siły N_{P0}

$$r_P = 0,5(B-0,24m)/2 + 0,12m = 0,385 \text{ m}$$

Ramię działania siły N_{U0}

$$r_U = 0,5(B-0,24m)/2 + 0,12m = 0,385 \text{ m}$$

Moment działających sił względem środka ciężkości ławy

$$M = N_{k0} \times r_k + N_{L0} \times r_L + N_{G0} \times r_G - N_{P0} \times r_P - N_{U0} \times r_U = 10 \text{ kNm/m}$$

Mimośród działającej siły wypadkowej

$$e_B = M / N = 0,035 \text{ m} < B / 4 = 0,325 \text{ m}$$

Obliczeniowy opór graniczny gruntu

$$\begin{aligned} \bar{B} &= B - 2e_B = 1,229 \text{ m} & \frac{\bar{B}}{L} &= 0,00 & i_C = i_D = i_B &= 1 \\ \bar{L} &= L = 1,000 \text{ m} \\ Q_{fNB} &= \bar{B} \bar{L} \left[\left(1 + 0,3 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_c c_u^{(r)} i_C + \left(1 + 1,5 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_D \rho_D^{(r)} g D_{min} i_D + \left(1 - 0,25 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_B \rho_B^{(r)} g \bar{B} i_B \right] = 383,7 \text{ kN} \\ N_r &= N \times L = 289,4 \text{ kN} & & & m Q_{fNB} &= 310,8 \text{ kN} \end{aligned}$$

Sprawdzenie naprężeń

$$\begin{aligned} q_{r0,min} &= \frac{N_r}{BL} \left(1 - \frac{6e_B}{B} \right) = 186,2 \text{ kPa} & q_{r0,max} &= \frac{N_r}{BL} \left(1 + \frac{6e_B}{B} \right) = 259,0 \text{ kPa} \\ q_{r0,sr} &= (q_{r0,min} + q_{r0,max}) / 2 = 222,6 \text{ kPa} & & & m Q_{fNB} / BL &= 239,1 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$$q_{r0,max} = 259,0 \text{ kPa} < 1,2 (m Q_{fNB} / BL) = 286,9 \text{ kPa}$$

warunki normowe spełnione

$$a = 0,5(B - 0,24) = 0,53 \text{ m} \quad q_{r0,kr} = \frac{(B-a)(q_{r0,max} - q_{r0,min})}{B} + q_{r0,min} = 229,36 \text{ kPa}$$

$$M = \frac{a^2}{6} (2q_{r0,max} + q_{r0,kr}) = 34,99 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$f_{ctk} = 1,5 \text{ MPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

wysokość przekroju $h = 0,40 \text{ m}$

szerokość przekroju $b = 1,00 \text{ m}$

średnica zbrojenia $\phi = 12 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 60 \text{ mm}$

a_1 i $a_2 = 66 \text{ mm}$

Klasa ekspozycji

$c_{min} = 50 \text{ mm}$

$\Delta c = 10 \text{ mm}$

użyteczna wysokość przekroju $d = 0,334 \text{ m}$

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,024$$

$$\Rightarrow \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,024$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,988$$

$$\Rightarrow A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 2,525 \text{ cm}^2$$

$$\text{przyjęto } \phi = 12 \text{ mm} \quad \text{co } 30 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1,prov} = 3,770 \text{ cm}^2$$

Ostatecznie jako zbrojenie poprzeczne ławy przyjęto pręty $\phi 12$ ze stali A-III 34GS w rozstawie co 30cm.

Poz. 18.7 Ławy fundamentowe pod ścianami wewnętrznymi poprzecznymi - osie 3, 4, 5, 6

Na przedmiotową ławę będą działać następujące obciążenia na paśmie o szerokości:

- obciążenia z dachu $a_1 = 4,50 \text{ m}$

- obciążenia ze stropów $a_2 = 4,50 \text{ m}$

	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenia stałe dachu Poz. 1.1.1 x a_1	6,799	1,20	8,158
Obciążenia zmienne dachu - wiatr Poz. 1.1.2 x a_1	0,425	1,51	0,639
Obciążenia zmienne dachu - śnieg Poz. 1.1.3 x a_1	7,680	1,50	11,520
Krokwie dachu 0,10m x 0,20m x 6kN/m ³ x a_1 / 0,80m	0,675	1,10	0,743
Murłata 0,12m x 0,12m x 6kN/m ³	0,086	1,10	0,095
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 0,30m	1,571	1,13	1,762
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	6,750	1,40	9,450
Obciążenia stałe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	16,320	1,26	20,481
Obciążenie płytą stropową II piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	20,250	1,10	22,275
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	6,750	1,40	9,450
Obciążenia stałe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x a_2	16,320	1,26	20,481
Obciążenie płytą stropową I piętra 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	20,250	1,10	22,275
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.1 x 2,70m	14,135	1,13	15,858
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a_2	6,750	1,40	9,450
Obciążenia stałe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x a_2	16,320	1,26	20,481
Obciążenie płytą stropową parteru 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	20,250	1,10	22,275
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.2 x 2,80m	15,274	1,13	17,188
Obciążenie wieńcem 0,20m x 0,24m x 25kN/m ³	1,200	1,10	1,320
Obciążenia użytkowe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a_2	6,750	1,40	9,450
Obciążenia stałe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x a_2	16,320	1,26	20,481
Obciążenie płytą stropową piwnicy 0,18m x 25kN/m ³ x a_2	20,250	1,10	22,275

Obciążenie ścianą Poz. 1.3.3 x 2,50m

$$N_k = \frac{15,813}{254,670} \quad 1,12 \quad \frac{17,654}{303,581}$$

Przyjęta szerokość i głębokość posadowienia ławy:

$$B = 1,30 \text{ m} \quad D_{\min} = 0,55 \text{ m}$$

Obciążenia dodatkowe

	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenie ławą żelbetową B x 0,40m x 25kN/m ³	$N_k = 13,000$	1,10	14,300
Obciążenie posadzką 0,5(B - 0,24m) x 0,20m x 24kN/m ³	$N_p = 2,544$	1,30	3,307
Obciążenie użytkowe 0,5(B - 0,24m) x 2,0kN/m ²	$N_u = 1,060$	1,40	1,484

Obliczeniowa siła wypadkowa

$$N = N_{k0} + N_{L0} + N_{p0} + N_{u0} = 323 \text{ kN/m}$$

Mimośród siły wypadkowej

Ramię działania poszczególnych sił względem środka ciężkości ławy:

Ramię działania siły N_{k0}	$r_k = 0,000 \text{ m}$
Ramię działania siły N_{L0}	$r_L = 0,000 \text{ m}$
Ramię działania siły N_{p0}	$r_p = 0,000 \text{ m}$
Ramię działania siły N_{u0}	$r_u = 0,000 \text{ m}$

Moment działających sił względem środka ciężkości ławy

$$M = N_{k0} \times r_k + N_{L0} \times r_L + N_{p0} \times r_p + N_{u0} \times r_u = 0 \text{ kNm/m}$$

Mimośród działającej siły wypadkowej

$$e_B = M / N = 0,000 \text{ m} < B / 4 = 0,325 \text{ m}$$

Obliczeniowy opór graniczny gruntu

$$\bar{B} = B - 2e_B = 1,300 \text{ m} \quad \frac{\bar{B}}{L} = 0,00 \quad i_c = i_D = i_B = 1$$

$$\bar{L} = L = 1,000 \text{ m}$$

$$Q_{fNB} = \bar{B} \bar{L} \left[\left(1 + 0,3 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_c c_u^{(r)} i_c + \left(1 + 1,5 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_D \rho_D^{(r)} g D_{\min} i_D + \left(1 - 0,25 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_B \rho_B^{(r)} g \bar{B} i_B \right] = 416,9 \text{ kN}$$

$$N_r = N \times L = 322,7 \text{ kN} < m Q_{fNB} = 337,7 \text{ kN}$$

Sprawdzenie naprężeń

$$q_{r0,min} = \frac{N_r}{BL} \left(1 - \frac{6e_B}{B} \right) = 248,2 \text{ kPa} \quad q_{r0,max} = \frac{N_r}{BL} \left(1 + \frac{6e_B}{B} \right) = 248,2 \text{ kPa}$$

$$q_{r0,sr} = (q_{r0,min} + q_{r0,max}) / 2 = 248,2 \text{ kPa} < m Q_{fNB} / BL = 259,8 \text{ kPa}$$

$$q_{r0,max} = 248,2 \text{ kPa} < 1,2 (m Q_{fNB} / BL) = 311,7 \text{ kPa}$$

warunki normowe spełnione

$$a = 0,5(B - 0,24) = 0,53 \text{ m} \quad q_{r0,kr} = \frac{(B-a)(q_{r0,max} - q_{r0,min})}{B} + q_{r0,min} = 248,21 \text{ kPa}$$

$$M = \frac{a^2}{6} (2q_{r0,max} + q_{r0,kr}) = 34,86 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

$f_{ctk} = 1,5 \text{ MPa}$

Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

wysokość przekroju $h = 0,40 \text{ m}$

szerokość przekroju $b = 1,00 \text{ m}$

średnica zbrojenia $\phi = 12 \text{ mm}$

otulenie zbrojenia $c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 60 \text{ mm}$

Klasa ekspozycji

a_1 i $a_2 = 66 \text{ mm}$

$c_{\min} = 50 \text{ mm}$

użyteczna wysokość przekroju $d = 0,334 \text{ m}$

$\Delta c = 10 \text{ mm}$

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,023$$

$\Rightarrow$

$$\xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,024$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5\xi_{eff} = 0,988$$

$\Rightarrow$

$$A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 2,515 \text{ cm}^2$$

przyjęto $\phi = 12 \text{ mm}$

co 30 cm

o $A_{s1,prov} = 3,770 \text{ cm}^2$

Ostatecznie jako zbrojenie poprzeczne ławy przyjęto pręty $\phi 12$ ze stali A-III 34GS w rozstawie co 30 cm .

Poz. 18.8 Ławy fundamentowe pod ścianami wewnętrznymi poprzecznymi - osie 8, 8' i 13, 13'

Na przedmiotową ławę będą działać następujące obciążenia na paśmie o szerokości:

- obciążenia z dachu $a_1 = 5,60 \text{ m}$

- obciążenia ze stropów $a_2 = 2,80 \text{ m}$

	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenia stałe dachu Poz. 1.1.1 x a_1	8,460	1,20	10,153
Obciążenia zmienne dachu - wiatr Poz. 1.1.2 x a_1	0,529	1,51	0,795
Obciążenia zmienne dachu - śnieg Poz. 1.1.3 x a_1	9,557	1,50	14,336
Krokwie dachu $0,10 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \times 6 \text{ kN/m}^3$ x $a_1 / 0,80 \text{ m}$	0,840	1,10	0,924
Obciążenie wieńcem $2 \times 0,20 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$	1,800	1,10	1,980
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.6 x $2,00 \text{ m}$	14,820	1,12	16,530
Obciążenie wieńcem $2 \times 0,20 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$	1,800	1,10	1,980
Obciążenia użytko. stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x $a_2 \times 2$	8,400	1,40	11,760
Obciążenia stałe stropu nad II piętrem Poz. 1.2.1 x $a_2 \times 2$	20,309	1,26	25,488
Obciążenie płytą stropową II piętra $0,20 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$ x a_2	14,000	1,10	15,400
Obciążenie płytą stropową II piętra $0,18 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$ x a_2	12,600	1,10	13,860
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.6 x $2,70 \text{ m}$	20,007	1,12	22,316
Obciążenie wieńcem $2 \times 0,20 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$	1,800	1,10	1,980
Obciążenia użytko. stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x $a_2 \times 2$	8,400	1,40	11,760
Obciążenia stałe stropu nad I piętrem Poz. 1.2.1 x $a_2 \times 2$	20,309	1,26	25,488
Obciążenie płytą stropową I piętra $0,18 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$ x a_2	12,600	1,10	13,860
Obciążenie płytą stropową I piętra $0,16 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$ x a_2	11,200	1,10	12,320
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.6 x $2,70 \text{ m}$	20,007	1,12	22,316
Obciążenie wieńcem $2 \times 0,20 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$	1,800	1,10	1,980
Obciążenia użytko. stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x $a_2 \times 2$	8,400	1,40	11,760
Obciążenia stałe stropu nad parterem Poz. 1.2.1 x $a_2 \times 2$	20,309	1,26	25,488
Obciążenie płytą stropową parteru $0,18 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$ x a_2	12,600	1,10	13,860
Obciążenie płytą stropową I piętra $0,16 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$ x a_2	11,200	1,10	12,320
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.6 x $2,80 \text{ m}$	20,748	1,12	23,142
Obciążenie wieńcem $2 \times 0,20 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$	1,800	1,10	1,980
Obciążenia użytkowe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x $a_2 \times 2$	8,400	0,70	5,880
Obciążenia stałe stropu nad piwnicą Poz. 1.2.1 x $a_2 \times 2$	20,309	0,63	12,744
Obciążenie płytą stropową piwnicy $0,18 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$ x a_2	12,600	1,10	13,860
Obciążenie płytą stropową I piętra $0,16 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$ x a_2	11,200	1,10	12,320
Obciążenie ścianą Poz. 1.3.6 x $2,50 \text{ m}$	18,525	1,12	20,663
$N_k =$	335,330	1,14	379,241

Przyjęta szerokość i głębokość posadowienia ławy:

$B = 1,50 \text{ m}$

$D_{\min} = 0,55 \text{ m}$

Obciążenia dodatkowe

	kN/m	γ_f	kN/m
Obciążenie ławą żelbetową $B \times 0,40 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$	$N_L = 15,000$	1,10	16,500

Obciążenie posadzką $0,5(B - 0,24\text{m}) \times 0,20\text{m} \times 24\text{kN/m}^3$	$N_P = 3,024$	1,30	3,931
Obciążenie użytkowe $0,5(B - 0,24\text{m}) \times 2,0\text{kN/m}^2$	$N_U = 1,260$	1,40	1,764

$$N = N_{k0} + N_{L0} + N_{P0} + N_{U0} = 401 \text{ kN/m}$$

Mimośród siły wypadkowej

Ramię działania poszczególnych sił względem środka ciężkości ławy:

Ramię działania siły N_{k0}	$r_k = 0,000 \text{ m}$
Ramię działania siły N_{L0}	$r_L = 0,000 \text{ m}$
Ramię działania siły N_{P0}	$r_P = 0,000 \text{ m}$
Ramię działania siły N_{U0}	$r_U = 0,000 \text{ m}$

Moment działających sił względem środka ciężkości ławy

$$M = N_{k0} \times r_k + N_{L0} \times r_L + N_{P0} \times r_P + N_{U0} \times r_U = 0 \text{ kNm/m}$$

$$e_B = M / N = 0,000 \text{ m} < B / 4 = 0,375 \text{ m}$$

Obliczeniowy opór graniczny gruntu

$$\begin{aligned} \bar{B} &= B - 2e_B = 1,500 \text{ m} & \frac{\bar{B}}{L} &= 0,00 & i_C = i_D = i_B &= 1 \\ \bar{L} &= L = 1,000 \text{ m} \\ Q_{fNB} &= \bar{B}\bar{L} \left[\left(1 + 0,3 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_c c_u^{(r)} i_C + \left(1 + 1,5 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_D \rho_D^{(r)} g D_{min} i_D + \left(1 - 0,25 \frac{\bar{B}}{\bar{L}} \right) N_B \rho_B^{(r)} g \bar{B} i_B \right] = 517,2 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_r = N \times L = 401,4 \text{ kN} < m Q_{fNB} = 418,9 \text{ kN}$$

Sprawdzenie naprężeń

$$\begin{aligned} q_{r0,min} &= \frac{N_r}{BL} \left(1 - \frac{6e_B}{B} \right) = 267,6 \text{ kPa} & q_{r0,max} &= \frac{N_r}{BL} \left(1 + \frac{6e_B}{B} \right) = 267,6 \text{ kPa} \\ q_{r0,sr} &= (q_{r0,min} + q_{r0,max}) / 2 = 267,6 \text{ kPa} & & < m Q_{fNB} / BL = 279,3 \text{ kPa} \\ q_{r0,max} &= 267,6 \text{ kPa} & & < 1,2 (m Q_{fNB} / BL) = 335,2 \text{ kPa} \end{aligned}$$

warunki normowe spełnione

$$a = 0,5(B - 0,24) = 0,63 \text{ m} \quad q_{r0,kr} = \frac{(B-a)(q_{r0,max} - q_{r0,min})}{B} + q_{r0,min} = 267,62 \text{ kPa}$$

$$M = \frac{a^2}{6} (2q_{r0,max} + q_{r0,kr}) = 53,11 \text{ kNm}$$

Parametry zastosowanych materiałów i przekroju

Beton C20/25 (B-25) $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$	wysokość przekroju $h = 0,40 \text{ m}$
$f_{ctk} = 1,5 \text{ MPa}$	szerokość przekroju $b = 1,00 \text{ m}$
Stal A-III N $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$	średnica zbrojenia $\phi = 12 \text{ mm}$

$$\text{otulenie zbrojenia } c_{nom} = c_{min} + \Delta c = 60 \text{ mm}$$

Klasa ekspozycji

$$a_1 \text{ i } a_2 = 66 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} c_{min} &= 50 \text{ mm} \\ \Delta c &= 10 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{użyteczna wysokość przekroju } d = 0,334 \text{ m}$$

$$\mu_{eff} = \frac{M_{sd}}{bd^2 f_{cd}} = 0,036 \quad \Rightarrow \quad \xi_{eff} = 1 - \sqrt{1 - 2\mu_{eff}} = 0,036$$

$$\zeta_{eff} = 1 - 0,5 \xi_{eff} = 0,982 \quad \Rightarrow \quad A_{s1} = \frac{M_{sd}}{\zeta_{eff} d f_{yd}} = 3,856 \text{ cm}^2$$

$$\text{przyjęto } \phi = 12 \text{ mm} \quad \text{co } 25 \text{ cm} \quad \text{o} \quad A_{s1,prov} = 4,524 \text{ cm}^2$$

Ostatecznie jako zbrojenie poprzeczne ławy przyjęto pręty $\phi 12$ ze stali A-III 34GS w rozstawie co 25cm.

Poz. 18.9 Stopa fundamentowa pod komin

Konstrukcyjnie przyjęto stopę fundamentową o wymiarach 100x100x40cm z betonu C20/25 (B-25) zbrojoną dołem siatką o oczkach 20x20cm z prętów $\phi 12$ mm ze stali A-III N.

Projektował:

mgr inż. Jacek Kędzierski
upr. bud. WAM/0003/POOK/05

Sprawdził:

mgr inż. Andrzej Kozłowski
upr. bud. WAM/0005/POOK/03