

II. WYCIĄG Z OBLICZEŃ STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWYCH

1. Zestawienie norm

PN-EN 1990	Eurokod 0 Podstawy projektowania konstrukcji
PN-EN 1991-1-1:2004	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje. Część 1-1: Oddziaływania ogólne. Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
PN-EN 1991-1-3:2005	Eurokod 1 Oddziaływania na konstrukcje, Część 1-3: Oddziaływania ogólne- Obciążenie śniegiem
PN-EN 1991-1-4:2008	Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje, Część 1-4: Oddziaływania ogólne. Oddziaływania wiatru
PN-EN 1992-1-1:2008	Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu, Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
PN-EN 1993-1-1:2006	Eurokod 3 Projektowanie konstrukcji stalowych, Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
PN-EN 1995-1-1:2010	Eurokod 5: Projektowanie konstrukcji drewnianych -- Część 1-1: Postanowienia ogólne – Reguły ogólne i reguły dotyczące budynków.
PN-EN 1996-1-1+A1:2013-05/AP1	Eurokod 6 Projektowanie konstrukcji murowych Część 1-1: Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych
PN-EN 1997-1+AC+Ap1+Ap2:2008	Eurokod 7 Projektowanie geotechniczne, Część 1: Zasady ogólne

1.1. ZAŁOŻENIA DO OBLICZEŃ

Obliczenia obejmują konstrukcje budynku mieszkalnego jednorodzinnego. Budynek mieszkalny jest parterowy niepodpiwniczony z poddaszem użytkowym.

Konstrukcję budynku zaprojektowano jako tradycyjną murową, o układzie mieszanym poprzeczno-podłużnym.

Ściany zewnętrzne - pustak ceramiczny POROTHERM gr.25cm , ściany wewnętrzne konstrukcyjne - pustak ceramiczny POROTHERM gr. 19 i 25cm.

Strop nad parterem - monolityczna płyta żelbetowa gr.15cm.

Dach dwuspadowy w konstrukcji drewnianej krokwiowej z płatwią kalenicową.

Fundamenty - ściany fundamentowe betonowe, ławy żelbetowe. Do obliczeń przyjęto 3 strefę obciążenia śniegiem oraz 1 strefę obciążenia wiatrem. Fundamenty obliczono dopuszczając maksymalne naprężenia w gruncie na poziomie 160kPa.

Zgodnie z opinią geotechniczną przyjęto pierwszą kategorię geotechniczną i proste warunki gruntowe.

2. Dane materiałowe

Beton C20/25,

Stal – o wytrzymałości charakterystycznej min 500MPa

Stal profilowa S235JR

Pustaki ceramiczne klasy 15MPa

Zaprawa cementowo-wapienna marki min M5

Drewno klasy C24

3. Zestawienie obciążeń

3.1. Dach

3.1.1. Obciążenia stałe

L.p	Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne G_k [kN/m ²]		Współczynnik obciążenia γ	Obciążenie obliczeniowe G_d [kN/m ²]
1	dachówka		0,80	1,35	1,08
2	łaty, kontrłaty		0,04	1,35	0,05
3	paroizolacja		0,02	1,35	0,03
4	krokiew 8x20cm co max 90cm	5,5 x 0,08 x 0,20/0,9	0,10	1,35	0,13
5	węlna mineralna gr 35cm	0,6 x 0,35	0,21	1,35	0,28
6	sufit podwieszany		0,35	1,35	0,47
	obciążenie od warstw		1,42		1,91
	obciążenie od całego dachu		1,51		2,04

3.1.2. Obciążenia zmienne

3.1.2.1 Obciążenie śniegiem

Położenie obiektu: strefa 3, wysokość n.p.m. $A = 250$ m

$$\Rightarrow s_k = 0,006 \times A - 0,6 \leq 1,20 \quad s_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$$

Ekspozycja obiektu: teren normalny $\Rightarrow C_e = 1,00$

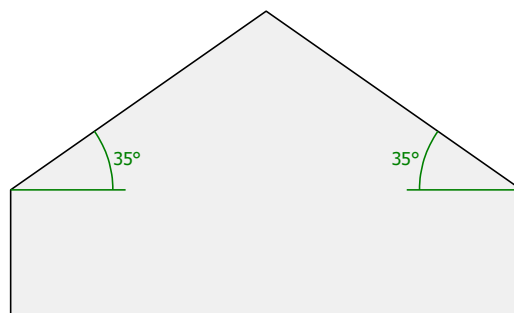
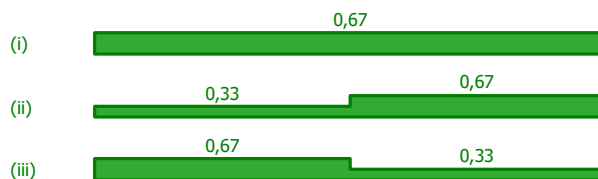
Przenikanie ciepła przez dach: temp. wewn. $t_i = 18$ °C, wsp. przenikania ciepła $U = 0$ W/(m² K) $\Rightarrow C_t = 1,00$

Rodzaj dachu: dach dwuspadowy

Kąt połaci dachu $\alpha_1 = 35^\circ$

Kąt połaci dachu $\alpha_2 = 35^\circ$

$$\Rightarrow \mu_1 = 0,8 \times (60 - \alpha_1) / 30 = 0,8 \times (60 - 35) / 30 = 0,67 \quad (\text{przypadek (i) obc. równomierne})$$



Obciążenie charakterystyczne $s = \mu_1 \times C_e \times C_t \times s_k = 0,67 \times 1,00 \times 1,00 \times 1,20 \text{ kN/m}^2 = 0,80 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $s_o = 1,50 \times 0,80 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{1,21 \text{ kN/m}^2}$

3.1.2.2 Obciążenie wiatrem

Położenie obiektu: strefa 3, wysokość n.p.m. $A = 250 \text{ m}$

$$\Rightarrow v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$$

Kierunek wiatru 270°

Kategoria terenu - IV

Wysokości: minimalna $z_{\min} = 10 \text{ m}$, maksymalna $z_{\max} = 500 \text{ m}$, wymiar chropowatości $z_0 = 1 \text{ m}$

Wysokość odniesienia nad gruntem: $z_{e0} = h = 7,00 \text{ m} = 7,00 \text{ m}$

Wysokość odniesienia: $z_e = z_{\min} = 10 \text{ m} = 10,00 \text{ m}$

Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{\text{dir}} \times c_{\text{season}} \times v_{b,0} = 1,00 \times 1,0 \times 22 \text{ m/s} = 22 \text{ m/s}$

Wsp. chropowatości: $c_e(z_e) = 0,60 \times (z_e / 10)^{0,24} = 0,60 \times (10,00 / 10)^{0,24} = 0,60$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_e) = 1,50 \times (z_e / 10)^{0,29} = 1,50 \times (10,00 / 10)^{0,29} = 1,50$

Średnia prędkość wiatru:

$$v_m(z_e) = c_e(z_e) \times c_o(z_e) \times v_b = 0,60 \times 1,00 \times 22 \text{ m/s} = 13,2 \text{ m/s}$$

Bazowe ciśnienie prędkości:

$$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \text{ kg/m}^3 \times (22 \text{ m/s})^2 = 0,30 \text{ kN/m}^2$$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

$$\Rightarrow q_p(z_e) = c_e(z_e) \times q_b = 1,50 \times 0,30 \text{ kN/m}^2 = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

Rodzaj elementu: **dach dwuspadowy**

Wymiary budynku:

szerokość (prostopadle do kierunku wiatru): $b = 21,20 \text{ m}$

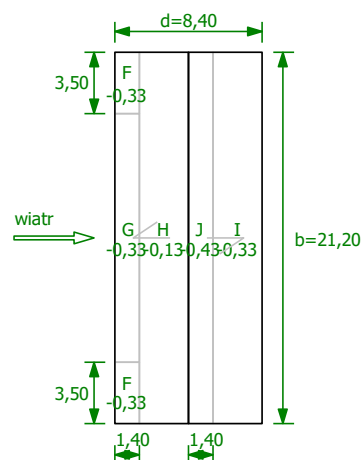
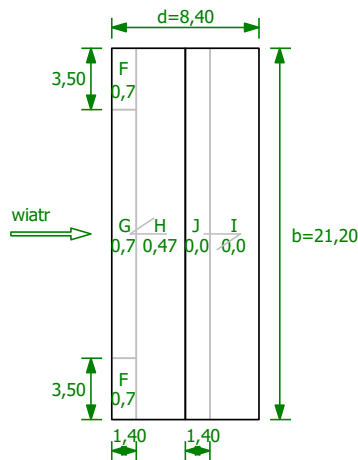
długość (równoległe do kierunku wiatru): $d = 8,40 \text{ m}$

wysokość: $h = 7,00 \text{ m}$

nachylenie dachu: $\alpha = 35,00^\circ$

$e = \min(b, 2h) = 14,00 \text{ m}$

Pole powierzchni przegrody: $A_{\text{ref}} > 10 \text{ m}^2$



Element rozważany: **połaciek nawietrzny**.

Wariant obciążenia o dodatnich wartościach pól.

Współczynnik ciśnienia wewnętrznej:

Założono budynek bez ściany dominującej.

Stosunek pola otworów gdzie $c_{pe} \leq 0$ do pola wszystkich otworów w budynku: $\mu = 0,50$

Stosunek wymiarów budynku: $h/d = 0,83$

$$\Rightarrow c_{pi} = 0,15$$

Poziom odniesienia do obliczenia ciśnienia wewn. wiatru: $z_i = z_{\min} = 10 \text{ m} = 10,00 \text{ m}$

Wsp. ekspozycji: $c_e(z_i) = 1,50 \times (z_i / 10)^{0,29} = 1,50 \times (10,00 / 10)^{0,29} = 1,50$

Szczytowe ciśnienie prędkości:

$$q_p(z_i) = c_e(z_i) \times q_b = 1,50 \times 0,30 \text{ kN/m}^2 = 0,45 \text{ kN/m}^2$$

Pole F

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,F} = 0,7$

Obciążenie charakterystyczne $w_k = q_p(z_e) \times c_{pe,F} - q_p(z_i) \times c_{pi} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 0,7 - 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 0,15 = 0,25 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_o = 1,50 \times 0,25 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,38 \text{ kN/m}^2}$

Pole G

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,G} = 0,7$

Obciążenie charakterystyczne $w_k = q_p(z_e) \times c_{pe,G} - q_p(z_i) \times c_{pi} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 0,7 - 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 0,15 = 0,25 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_o = 1,50 \times 0,25 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,38 \text{ kN/m}^2}$

Pole H

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,H} = 0,47$

Obciążenie charakterystyczne $w_k = q_p(z_e) \times c_{pe,H} - q_p(z_i) \times c_{pi} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 0,47 - 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 0,15 = 0,14 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_o = 1,50 \times 0,14 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,22 \text{ kN/m}^2}$

Pole I

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,I} = -0,33$

Obciążenie charakterystyczne $w_k = q_p(z_e) \times c_{pe,I} - q_p(z_i) \times c_{pi} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times -0,33 - 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 0,15 = -0,22 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_o = 1,50 \times -0,22 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{-0,33 \text{ kN/m}^2}$

Pole J

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe,J} = -0,43$

Obciążenie charakterystyczne $w_k = q_p(z_e) \times c_{pe,J} - q_p(z_i) \times c_{pi} = 0,45 \text{ kN/m}^2 \times -0,43 - 0,45 \text{ kN/m}^2 \times 0,15 = -0,26 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie obliczeniowe $w_o = 1,50 \times -0,26 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{-0,40 \text{ kN/m}^2}$

3.2 . Strop nad parterem

3.2.1 . Obciążenia stałe

Strop nad pomieszczeniami

L.p	Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne Gk [kN/m ²]		Współczynnik obciążenia γf	Obciążenie obliczeniowe Gd [kN/m ²]
1	warstwa wykończeniowa		0,35	1,35	0,47
2	wylewka cementowa 7cm	24x0,07	1,68	1,35	2,27
3	styropian gr. 7cm	0,45x0,07	0,03	1,35	0,04
4	płyta żelbetowa gr. 15cm	25,0 x 0,15	3,75	1,35	5,06
5	tynk cem-wap gr. 1,5cm	19,0 x 0,015	0,29	1,35	0,38
	obciążenie od warstw		2,35		3,17
	obciążenie od całego stropu		6,10		8,23

Schody

L.p	Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne Gk [kN/m ²]		Współczynnik obciążenia γ _f	Obciążenie obliczeniowe .Gd [kN/m ²]
1	deski	8x0,032x2	0,51	1,35	0,69
2	stopie	24x0,19x0,5	2,16	1,35	2,92
5	plyta żelbetowa gr. 14cm	25,0 x 0,14	3,50	1,35	4,73
6	tynk cem-wap gr. 1,5cm	19,0 x 0,015	0,29	1,35	0,38
	obciążenie od warstw - bieg		2,96		3,99
	obciążenie całkowite – bieg		6,46		8,72

3.2.2 . Obciążenia zmienne

3.2.2.1 Obciążenia użytkowe

L.p	Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne Qk [kN/m ²]	Współczynnik obciążenia γ _f	Obciążenie obliczeniowe .Qd [kN/m ²]
1	A – powierzchnie mieszkalne	2,00	1,50	3,00
1	A – powierzchnie mieszkalne schody	2,00	1,50	3,00

3.3 . Ściany

Ściana zewnętrzna murowana

L.p	Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne Gk [kN/m ²]		Współczynnik obciążenia γ _f	Obciążenie obliczeniowe .Gd [kN/m ²]
1	tynk silikonowy	19x0,005	0,10	1,35	0,13
2	styropian gr. 20cm	0,45x0,2	0,09	1,35	0,12
3	pustak ceramiczny gr. 25cm	14x0,25	3,50	1,35	4,73
4	tynk cem-wap gr. 1,5cm	19,0 x 0,015	0,29	1,35	0,38
		Σ	3,97		5,36

ściana wewnętrzna murowana

L.p	Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne Gk [kN/m ²]		Współczynnik obciążenia γ _f	Obciążenie obliczeniowe .Gd [kN/m ²]
1	tynk cem-wap gr. 1,5cm	19,0 x 0,015	0,29	1,35	0,38
2	pustak ceramiczny gr. 25cm	14x0,25	3,50	1,35	4,73
3	tynk cem-wap gr. 1,5cm	19,0 x 0,015	0,29	1,35	0,38
		Σ	4,07		5,49

ściana fundamentowa

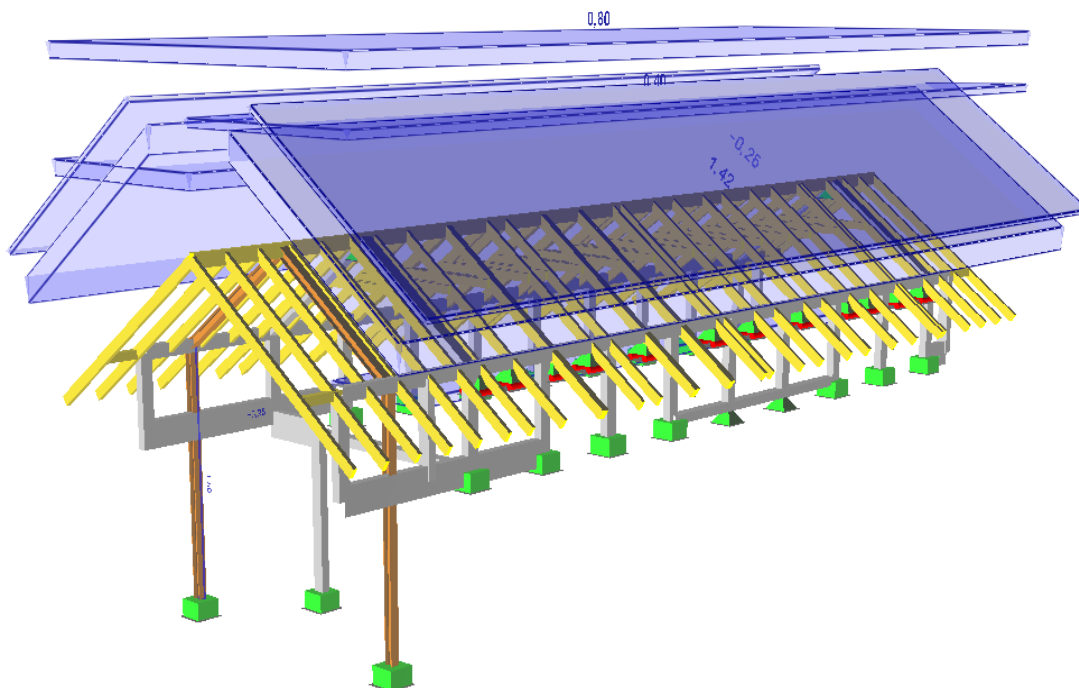
L.p	Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne Gk [kN/m ²]		Współczynnik obciążenia γ _f	Obciążenie obliczeniowe .Gd [kN/m ²]
1	styrodur gr 15cm	0,45 x 0,15	0,07	1,35	0,09
2	ściana żelbetowa gr. 25cm	25x0,25	6,25	1,35	8,44
		Σ	6,32		8,53

4. Wymiarowanie elementów

4.1. Dach

Dach budynku zamodelowano w programie RM-win 3d za pomocą elementów prętowych. Jako podparcie zastosowano utwierdzenie słupków ścianki kolankowej w płycie stropowej. Model obciążono zgodnie z zestawieniem obciążeń.

Schemat statyczny



Obciążenia:

Nr Pręta	Rodzaj:	Wartości char.		Współczynniki		Orient. [deg]	Kier.: [deg]	Położenie		Nazwa:	
		Pa:	Pb:	$\gamma_{G,sup}$ (γ_Q):	$\gamma_{G,inf}$:			xa:	xb:		
CW: Ciężar własny - Stałe $\gamma_{G,sup}=1,4$ $\gamma_{G,inf}=1$											
St: Stałe - Stałe											
	Powierzch.	1,42	1,42	1,35	1,00	Pionow e				Powierzchniowe	
	Powierzch.	1,42	1,42	1,35	1,00	Pionow e				Powierzchniowe	
	Powierzch.	0,50	0,50	1,35	1,00	Pionow e				Powierzchniowe	
S: śnieg - Zmienne $\psi_0=0,7$ $\psi_1=0,5$ $\psi_2=0,2$											
	Powierzch.	0,80	0,80	1,50		Pionow e				Powierzchniowe	
	Powierzch.	0,40	0,40	1,50		Pionow e				Powierzchniowe	
S1: śnieg 1 - Zmienne $\psi_0=0,7$ $\psi_1=0,5$ $\psi_2=0,2$											
	Powierzch.	0,80	0,80	1,50		Pionow e				Powierzchniowe	
W: wiatr - Zmienne $\psi_0=0,6$ $\psi_1=0,2$ $\psi_2=0$											
180	Rozłożone	-1,00	-1,00	1,50		0,0	90,0	0,00	4,73	Rozłożone	
217	Rozłożone	-0,25	-0,25	1,50		90,0	0,0	0,00	5,05	Rozłożone	
	Powierzch.	-0,26	-0,26	1,50						Powierzchniowe	
	Powierzch.	0,25	0,25	1,50						Powierzchniowe	

Wyniki Obliczeń wg PN-EN

Teoria I rzędu

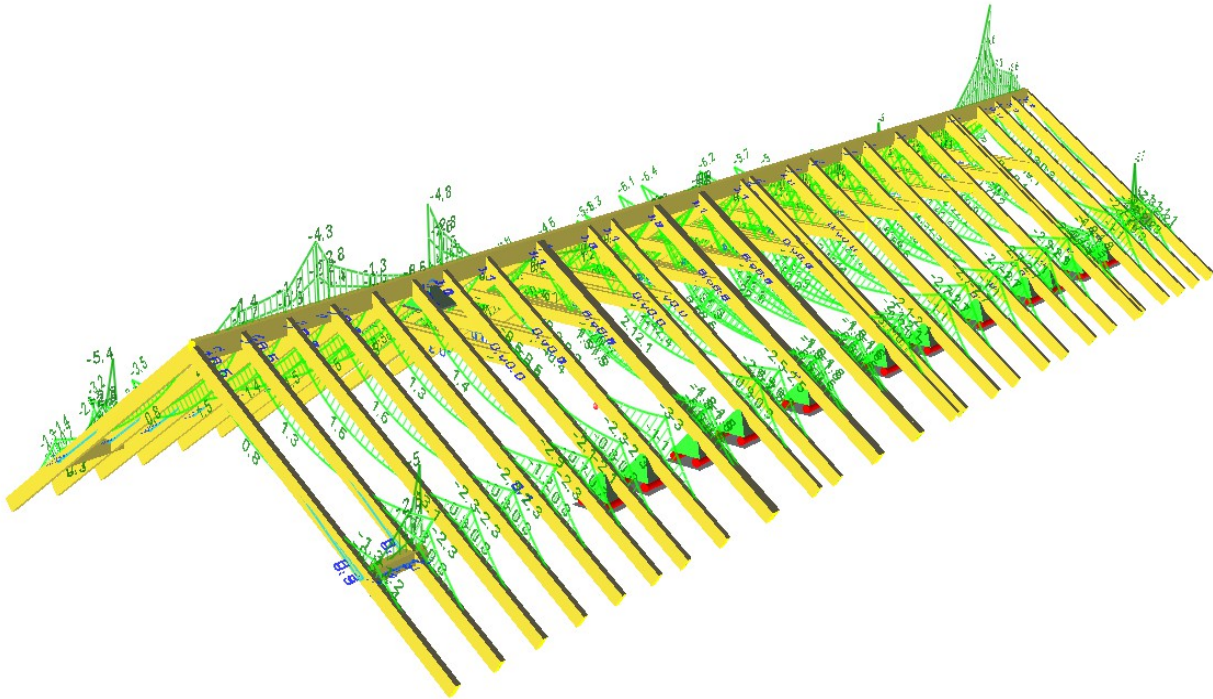
Obwiednie sił

RM_3d v. 8.105 licencja nr 41941

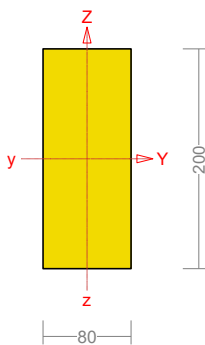
Kombinacje Obciążeń:

Nr:	Zawsze:	Ewentualnie:
1	CW+St	W+S/S1

Elementy drewniane



KROKIEW



Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.27 licencja nr 41941)

Przekrój: 7 „B 20x8”

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,900$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+St)+1,5·S1 (b)”.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 8,8 / 160,00 \times 10 = \mathbf{0,550} < \mathbf{8,511} = 0,878 \times 9,692 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,900$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+St)+1,5·S1 (b)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y}f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,550}{0,999 \times 9,692} + \frac{4,694}{11,077} + \frac{0,7 \times 0,576}{11,077} = \mathbf{0,517} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,550}{0,878 \times 9,692} + \frac{0,7 \times 4,694}{11,077} + \frac{0,576}{11,077} = \mathbf{0,413} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,900$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+St)+1,5·S1 (b)”.

Warunek stateczności:

$$\left(\frac{\sigma_{m,d}}{k_{crit}f_{m,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z}f_{c,0,d}} = \frac{4,694^2}{1,000^2 \times 11,077^2} + \frac{0,550}{0,878 \times 9,692} = \mathbf{0,244} < \mathbf{1} \quad (6.35)$$

Nośność dla $x_a=1,900$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+St)+1,5·S1 (b)”:

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{4,694}{11,077} + \frac{0,7 \times 0,576}{11,077} = \mathbf{0,460} < \mathbf{1} \quad (6.17)$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,7 \times 4,694}{11,077} + \frac{0,576}{11,077} = \mathbf{0,349} < \mathbf{1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,900$ m; $x_b=0,000$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+St)+1,5·S1 (b)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,550^2}{9,692^2} + \frac{4,694}{11,077} + \frac{0,7 \times 0,576}{11,077} = \mathbf{0,463} < \mathbf{1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,550^2}{9,692^2} + \frac{0,7 \times 4,694}{11,077} + \frac{0,576}{11,077} = \mathbf{0,352} < \mathbf{1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=1,900$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „1,35·0,85·(CW+St)+1,5·S1 (b)”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,614^2 + 0,010^2} = \mathbf{0,614} < \mathbf{1,846} = 1,000 \times 1,846 = k_{v,d} f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=1,900$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „CW+1,35·0,85·St+1,5·(0,7·S1+W) (b)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{3 M_{tor}}{b^2 h} \eta = \frac{0}{0,255 \times 8,0^2 \times 20,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000} < \mathbf{2,077} = f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=0,950$ m; $x_b=0,950$ m, przy obciążeniach „Char: CW+St+S1; Q-S: CW+St+0,2·S1” liczone od cięciwy przęta.

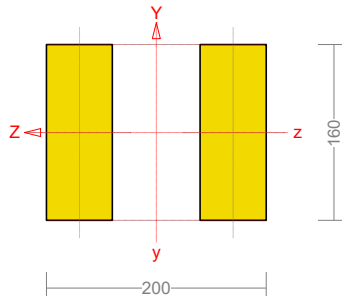
$$u_{z,inst} = \mathbf{0,6}$$

$$u_{y,inst} = \mathbf{0,2}$$

$$u_{z,fin} = \mathbf{0,9} < \mathbf{12,7} = u_{z,fin,gr}$$

$$u_{y,fin} = \mathbf{0,3} < \mathbf{12,7} = u_{y,fin,gr}$$

JĘTKA



Wyniki wymiarowania elementów drewnianych wg PN-EN 1995 (Drew1995_3d v. 1.27 licencja nr 41941)

Przekrój: 6 „IIIa 20,0x16,0”

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=0,000$ m; $x_b=2,503$ m, przy obciążeniach „1,35·0,85·CW+St+1,5·(S1+0,6·W) (b)”.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 0 / 192,00 \times 10 = \mathbf{0,000} < \mathbf{6,692} = f_{t,0,d} \quad (6.1)$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=1,252$ m; $x_b=1,252$ m, przy obciążeniach „1,35·(CW+St) (a)”.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,1 / 192,00 \times 10 = \mathbf{0,008} < \mathbf{0,395} = 0,041 \times 9,692 = k_{c,z} f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=1,252$ m; $x_b=1,252$ m, przy obciążeniach „1,35·(CW+St) (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,008}{0,041 \times 9,692} + \frac{0,005}{11,077} + 1,0 \times \frac{0,987}{11,077} = \mathbf{0,109} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,008}{0,748 \times 9,692} + 1,0 \times \frac{0,005}{11,077} + \frac{0,987}{11,077} = \mathbf{0,091} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=1,252$ m; $x_b=1,252$ m, przy obciążeniach „1,35·(CW+St)+1,5·0,7·S1 (a)”.

Największe naprężenia dla gałęzi ściskanej:

$$\sigma_i = \gamma_i a_i M / I_{ef} + \gamma'_i a'_i M' / I'_{ef} = 1,000 \times 7,0 \times 0 / 9408,0 \times 10^3 + 1,000 \times 0,0 \times 0,5 / 4096,0 \times 10^3 = \mathbf{0,007} < \mathbf{9,692} = f_{c,0,d}$$

Największe naprężenia dla gałęzi rozciąganej:

$$\sigma_i = \gamma_i a_i M / I_{ef} + \gamma'_i a'_i M' / I'_{ef} = 1,000 \times 7,00 \times 0 / 9408,0 \times 10^3 + 1,000 \times 0,0 \times 0,5 / 4096,0 \times 10^3 = \mathbf{0,007} < \mathbf{6,692} = f_{c,0,t}$$

Nośność dla $x_a=1,252$ m; $x_b=1,252$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+St)+1,5·0,7·S1 (a)”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,007}{11,077} + 1,0 \times \frac{0,987}{11,077} = \mathbf{0,090} < \mathbf{1}$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 1,0 \times \frac{0,007}{11,077} + \frac{0,987}{11,077} = \mathbf{0,090} < \mathbf{1}$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=1,252$ m; $x_b=1,252$ m; przęsło nr: 1, 1, 1, przy obciążeniach „1,35·(CW+St)+1,5·0,7·S1 (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,005^2}{9,692^2} + \frac{0,007}{11,077} + 1,0 \times \frac{0,987}{11,077} = \mathbf{0,090 < 1}$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,005^2}{9,692^2} + 1,0 \times \frac{0,007}{11,077} + \frac{0,987}{11,077} = \mathbf{0,090 < 1}$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=2,503$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „ $1,35 \cdot (CW+St)+1,5 \cdot (0,7 \cdot S1+0,6 \cdot W)$ (a)”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{0,001^2 + 0,063^2} = \mathbf{0,063 < 1,846} = 1,000 \times 1,846 = k_{v,d} f_{v,d}$$

Nośność przewiązek:

Wyniki dla $x_a=2,503$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „ $CW+1,35 \cdot St$ (a)”.

Do połączenia przewiązek, przyjęto łączniki mechaniczne w postaci wkrętów długości 132,0 mm o średnicy 6,0 mm.

Nośność łączników:

$$(F_{1,v} / F_{v,Rd})^2 + (F_{1,ax} / F_{ax,Rd})^2 = (309,7 / 733,6)^2 + (206,5 / 1807,1)^2 = \mathbf{0,191 < 1}$$

Przyjęto przewiązki szerokości $l_2 = 200,0$ mm.

Nośność przewiązek:

$$\sigma = M_p / W = 0,0 / 1066,67 \times 10^3 = \mathbf{0,046 < 11,077} = f_{m,d}$$

$$\tau = 1,5 V_p / A = 1,5 \times 1,2 / 320,00 \times 10 = \mathbf{0,058 < 1,846} = f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=2,503$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „ $CW+1,35 \cdot 0,85 \cdot St+1,5 \cdot W$ (b)”.

$$\tau_{tor,d} = \frac{3 M_{tor}}{b^2 h} \eta = \frac{0}{0,259 \times 6,0^2 \times 16,0 + 0,259 \times 6,0^2 \times 16,0} \times 10^3 = \mathbf{0,000 < 2,092} = f_{v,d}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a=1,252$ m; $x_b=1,252$ m, przy obciążeniach „Char: $CW+St+S1+0,6 \cdot W$; Q-S: $CW+St+0,2 \cdot S1+0 \cdot W$ ”
liczone od cięciwy przęta.

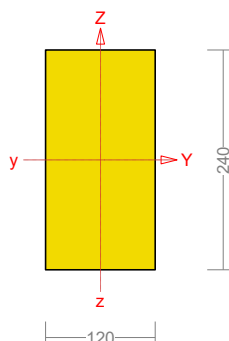
$$u_{z,inst} = \mathbf{0,0}$$

$$u_{y,inst} = \mathbf{0,5}$$

$$u_{z,fin} = \mathbf{0,0 < 10,0} = u_{z,fin,gr}$$

$$u_{y,fin} = \mathbf{0,9 < 16,7} = u_{y,fin,gr}$$

PLATEW KALENICOWA



Przekrój: 2 „B 24x12”

Sprawdzenie nośności przeprowadzono wg PN-EN 1995. W obliczeniach uwzględniono ekstremalne wartości wielkości statycznych przy uwzględnieniu niekorzystnych kombinacji obciążeń.

Nośność na rozciąganie:

Wyniki dla $x_a=4,010$ m; $x_b=17,190$ m, przy obciążeniach „ $1,35 \cdot (CW+St)+1,5 \cdot S1$ (b)”.

$$\sigma_{t,0,d} = N / A_n = 6,5 / 288,00 \times 10 = \mathbf{0,227} < \mathbf{6,998} = f_{t,0,d} \quad (6.1)$$

Nośność na ściskanie:

Wyniki dla $x_a=14,260$ m; $x_b=6,940$ m, przy obciążeniach „ $1,35 \cdot (CW+St)+1,5 \cdot (0,7 \cdot S1+0,6 \cdot W)$ (a)”.

Nośność na ściskanie:

$$\sigma_{c,0,d} = N / A_d = 0,2 / 288,00 \times 10 = \mathbf{0,006} < \mathbf{9,761} = 1,007 \times 9,692 = k_c f_{c,0,d}$$

Ściskanie ze zginaniem dla $x_a=14,260$ m; $x_b=6,940$ m, przy obciążeniach „ $1,35 \cdot (CW+St)+1,5 \cdot (0,7 \cdot S1+0,6 \cdot W)$ (a)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,006}{1,030 \times 9,692} + \frac{1,081}{11,077} + 0,7 \times \frac{0,440}{11,077} = \mathbf{0,126} < \mathbf{1} \quad (6.23)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,006}{1,007 \times 9,692} + 0,7 \times \frac{1,081}{11,077} + \frac{0,440}{11,077} = \mathbf{0,109} < \mathbf{1} \quad (6.24)$$

Nośność na zginanie:

Wyniki dla $x_a=19,450$ m; $x_b=1,750$ m, przy obciążeniach „ $1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+St)+1,5 \cdot (S+0,6 \cdot W)$ (b)”.

Warunek stateczności:

$$\sigma_{m,d} = M / W = 8,1 / 1152,00 \times 10^3 = \mathbf{7,029} < \mathbf{11,077} = 1,000 \times 11,077 = k_{crit} f_{m,d} \quad (6.33)$$

Nośność dla $x_a=19,450$ m; $x_b=1,750$ m; przęsło nr: 29, 29, 29, przy obciążeniach „ $1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+St)+1,5 \cdot (S+0,6 \cdot W)$ (b)”:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,010}{6,998} + \frac{7,029}{11,077} + 0,7 \times \frac{1,212}{11,077} = \mathbf{0,713} < \mathbf{1} \quad (6.17)$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,010}{6,998} + 0,7 \times \frac{7,029}{11,077} + \frac{1,212}{11,077} = \mathbf{0,555} < \mathbf{1} \quad (6.18)$$

Nośność ze ściskaniem dla $x_a=19,450$ m; $x_b=1,750$ m; przęsło nr: 29, 29, 29, przy obciążeniach „ $1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+St)+1,5 \cdot (S+0,6 \cdot W)$ (b)”:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000^2}{9,692^2} + \frac{7,029}{11,077} + 0,7 \times \frac{1,212}{11,077} = \mathbf{0,711} < \mathbf{1} \quad (6.19)$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}^2}{f_{c,0,d}^2} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = \frac{0,000^2}{9,692^2} + 0,7 \times \frac{7,029}{11,077} + \frac{1,212}{11,077} = \mathbf{0,554} < \mathbf{1} \quad (6.20)$$

Nośność na ścinanie:

Wyniki dla $x_a=4,010$ m; $x_b=17,190$ m, przy obciążeniach „ $1,35 \cdot (CW+St)+1,5 \cdot (0,7 \cdot S1+0,6 \cdot W)$ (a)”.

Warunek nośności

$$\tau_d = \sqrt{\tau_{z,d}^2 + \tau_{y,d}^2} = \sqrt{1,102^2 + 0,079^2} = \mathbf{1,105} < \mathbf{1,846} = 1,000 \times 1,846 = k_v f_{v,d}$$

Nośność na skręcanie:

Wyniki dla $x_a=21,200$ m; $x_b=0,000$ m, przy obciążeniach „ $CW+1,35 \cdot 0,85 \cdot St+1,5 \cdot W$ (b)”.

$$\tau_{\text{tor,d}} = \frac{3 M_{\text{tor}}}{b^2 h} \eta = \frac{0}{0,245 \times 12,0^2 \times 24,0} \times 10^3 = 0,000 < 2,031 = f_{\text{v,d}}$$

Stan graniczny użytkowania:

Wyniki dla $x_a = 4,130$ m; $x_b = 17,070$ m, przy obciążeniach „Char: CW+St+S1+0,6·W; Q-S: CW+St+0,2·S1+0·W”
liczone od cięciwy przęta.

$$u_{z,\text{inst}} = 0,4$$

$$u_{y,\text{inst}} = 0,0$$

$$u_{z,\text{fin}} = 0,6 < 1,6 = u_{z,\text{fin,gr}}$$

$$u_{y,\text{fin}} = 0,0 < 1,6 = u_{z,\text{fin,gr}}$$

PRZYJETO: ELEMENTY Z DREWNA C22

KROKIEW 8x20cm,

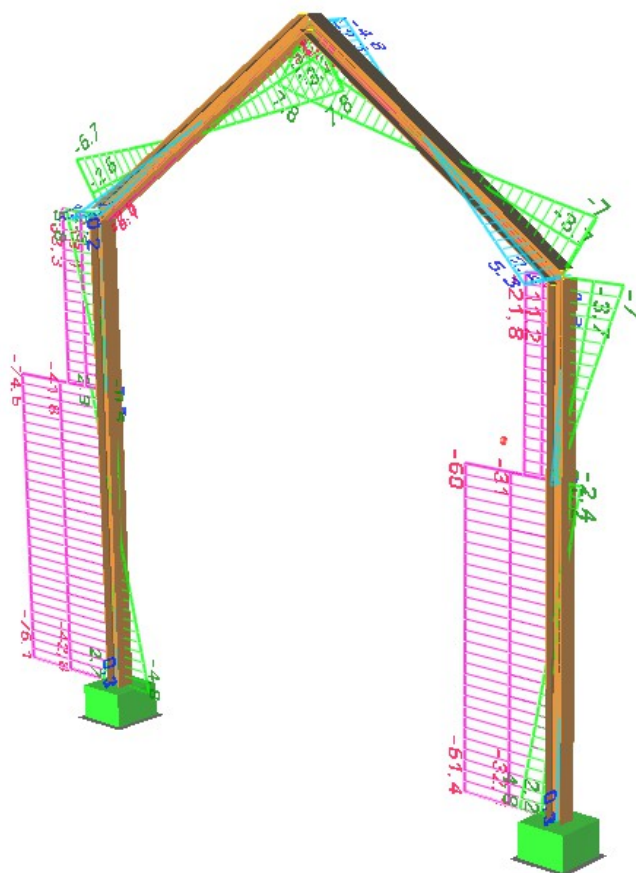
JĘTKA 2x6x16cm

PLATEW KALENICOWA 12x24cm

MURLATA 16x16cm

Murlaty układać na przekładce z papy i mocować do wieńcy śrubami M16 co około 1,2m. Wszystkie elementy przed wbudowaniem zabezpieczyć przed działaniem ognia, owadów, pleśni i grzybów.

RAMA STAŁOWA



Nr pręta:	Przekrój:	Warunek decydujący:	Nośność:	Kombinacja obc.
214	3 - I 180 HEA	Środek pod obc. skup.	0,184	$1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+St)$ $+1,5 \cdot (S1+0,6 \cdot W)$ (b)
213	3 - I 180 HEA	Środek pod obc. skup.	0,172	$1,35 \cdot 0,85 \cdot (CW+St)+1,5 \cdot S1$ (b)
179	3 - I 180 HEA	Zginanie i ściskanie (Stateczność)	0,123	$1,35 \cdot (CW+St)$ $+1,5 \cdot (0,7 \cdot S1+0,6 \cdot W)$ (a)

4.2 . Strop nad parterem

Strop zamodelowano w programie ABC Płyta za pomocą elementów płytowych. Jako podparcie przyjęto podpory podatne o podatności odpowiednio ścian murowanych i elementów żelbetowych. Model obciążono obciążeniem stałym i zmiennym zgodnie z zestawieniem obciążeń oraz obciążeniami liniowymi i punktowymi od dachu i ścian poddasza. Przedstawione na mapach ilości zbrojenia nie uwzględniają koniecznego zbrojenia minimalnego. Strop analizowano uwzględniając możliwość jego zarysowania. Zbrojenie obliczane było iteracyjnie w dostosowaniu do zmiennej w funkcji zarysowania, sztywności płyt i belek stropowych. Wymiarowanie stropu przeprowadzono w ABC PŁYTA. ZAPROJEKTOWANE ZBROJENIE ELEMENTÓW ŻELBETOWYCH PRZEDSTAWIONO NA RYSUNKACH

Zbrojenie płyty obliczono wg: PN-EN 1992-1-1:2008

Dane: 1

Obwiednia: automat EN

Sytuacja: Trwała i przejściowa

Góra płyty

Klasa ekspozycji: XC1

Dół płyty

Klasa ekspozycji: XC1

Konstrukcja: Monolityczna Obiekt: Strop-wysychanie obustronne

Kruszywo bazaltowe: 8 mm

Moment skręcający uwzględniono wektorowo

Alfa cc/ct: 1/1

Gatunek betonu : C20/25 Wytrzymałość f_{ck} : 20 MPa

Wsp.sprężystości E_{cm} : 29962 MPa Wytrzymałość f_{cd} : 14,29 MPa

Liczba Poisson'a : 0,2 Wytrzymałość f_{ctm} : 2,21 MPa

Wytrzymałość f_{ctk} : 1,55 MPa

Wariant obciążeń grawitacyjnych: 7

Grubość Moment graniczny

0,18 m 5,968 kNm/m

0,51 m 47,91 kNm/m

0,25 m 11,51 kNm/m

0,41 m 30,96 kNm/m

0,28 m 14,44 kNm/m

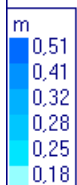
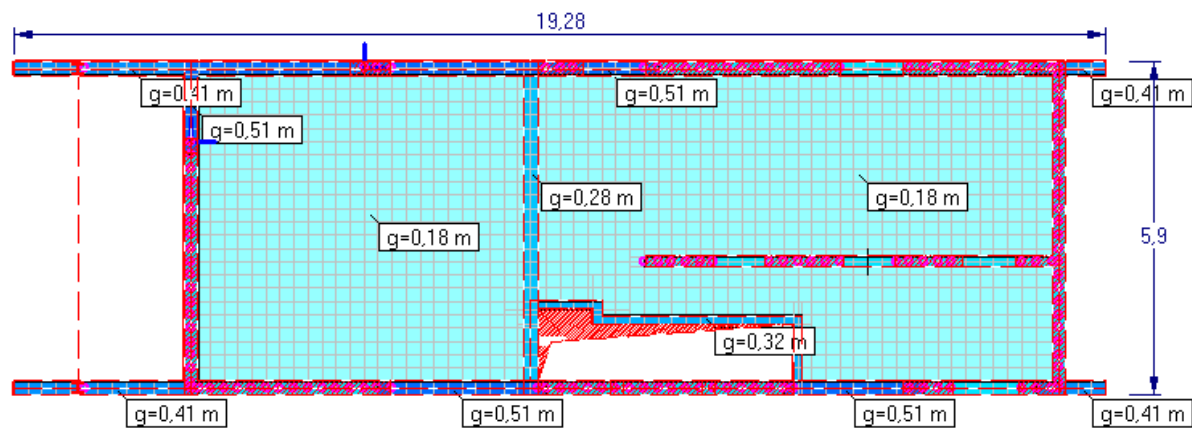
0,35 m 22,56 kNm/m

0,32 m 18,86 kNm/m

Przy liczeniu zbrojenia minimalnego uwzględniano nośności przekroju betonowego

Schemat statyczny

Grubości



Mapy zbrojenia dolnego Y-Y [mm²/m]

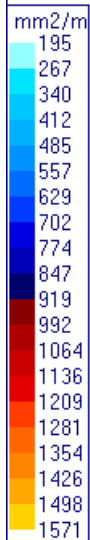
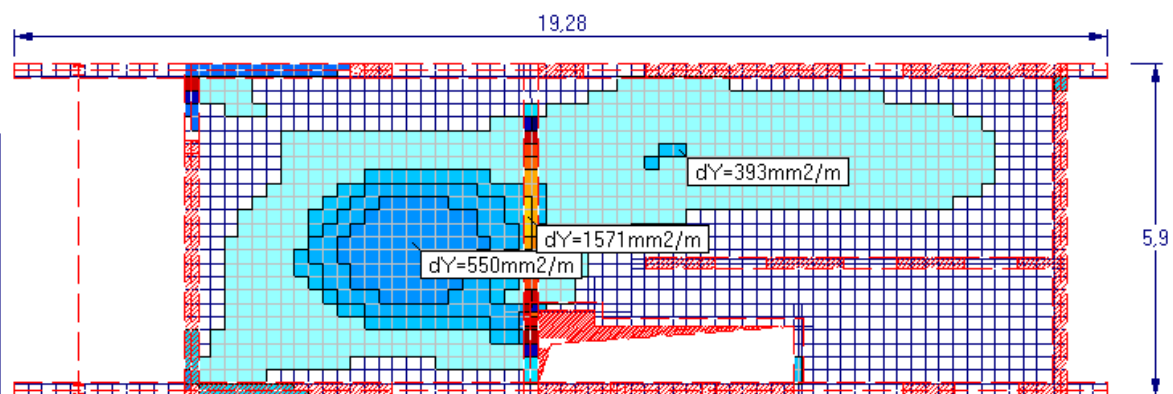
Pola wkładek mm²/m na dole płyty - kierunek Y

PN-EN 1992_1_1:2008

Obwiednia - Automat wg EN ()

Zbrojenie założone i niezbędne (#10) (c=25) (RB500W)

Dane: 1



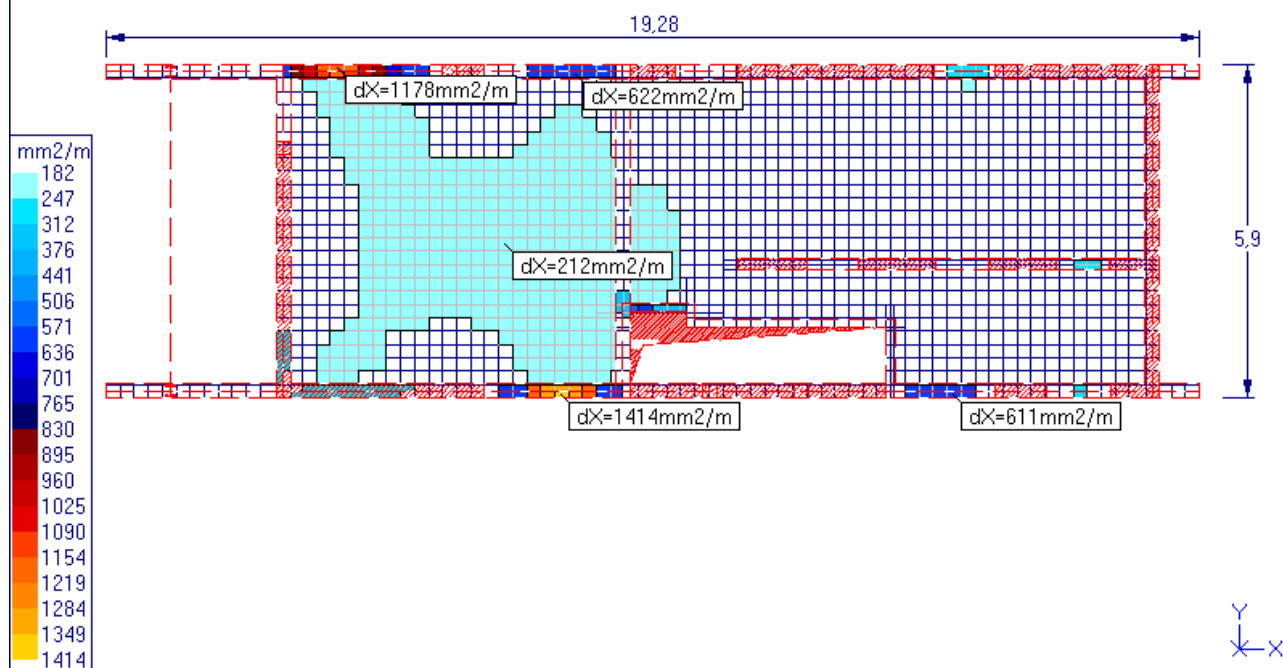
Mapy zbrojenia dolnego X-X [mm²/m]

Pola wkładek mm²/m na dole płyty - kierunek X
Zbrojenie założone i niezbędne (#10) (c=35) (RB500W)

PN-EN 1992_1_1:2008

Obwiednia - Automat wg EN ()

Dane: 1



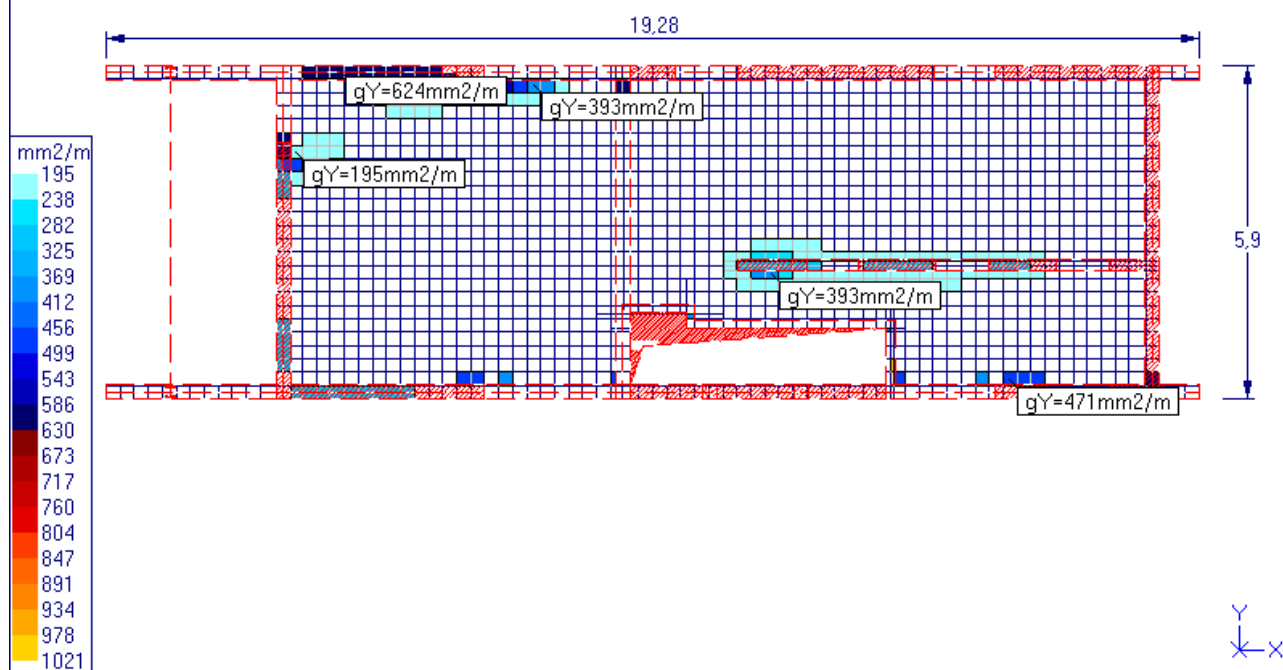
Mapy zbrojenia górnego Y-Y [mm²/m]

Pola wkładek mm²/m na górze płyty - kierunek Y
Zbrojenie założone i niezbędne (#10) (c=25) (RB500W)

PN-EN 1992_1_1:2008

Obwiednia - Automat wg EN ()

Dane: 1



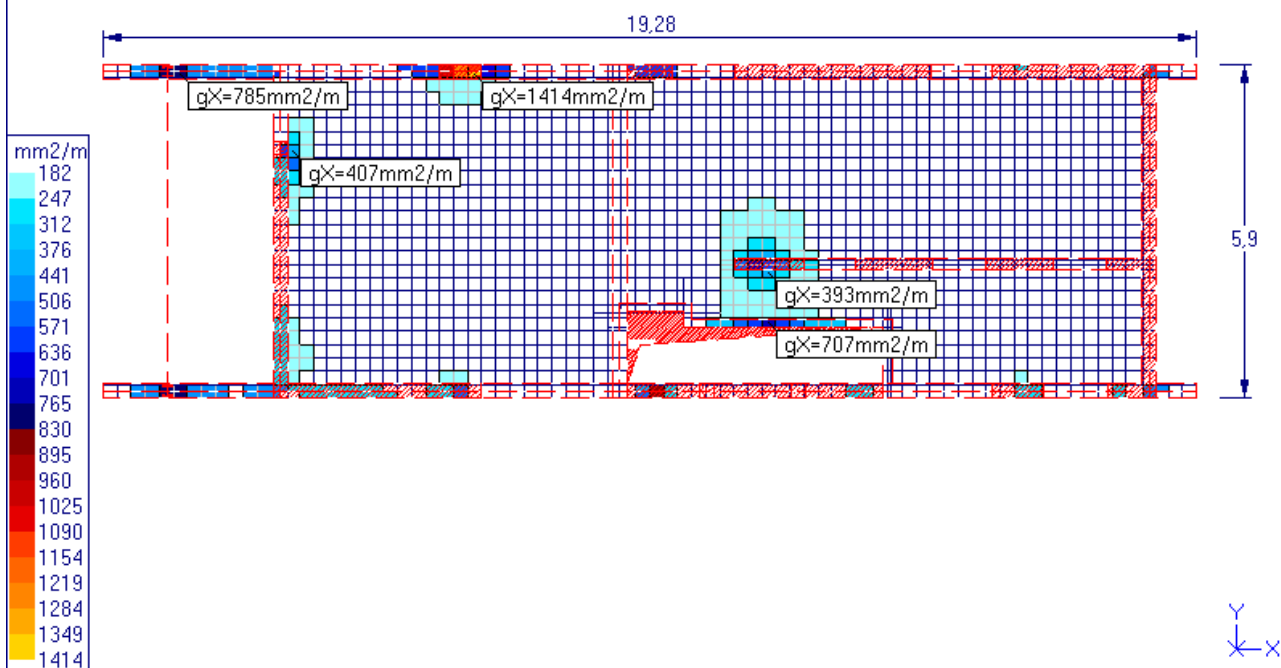
Mapy zbrojenia górnego X-X [mm²/m]

Pola wkładek mm²/m na górze płyty - kierunek X
Zbrojenie założone i niezbędne (#10) (c=35) (RB500W)

PN-EN 1992_1_1:2008

Obwiednia - Automat wg EN ()

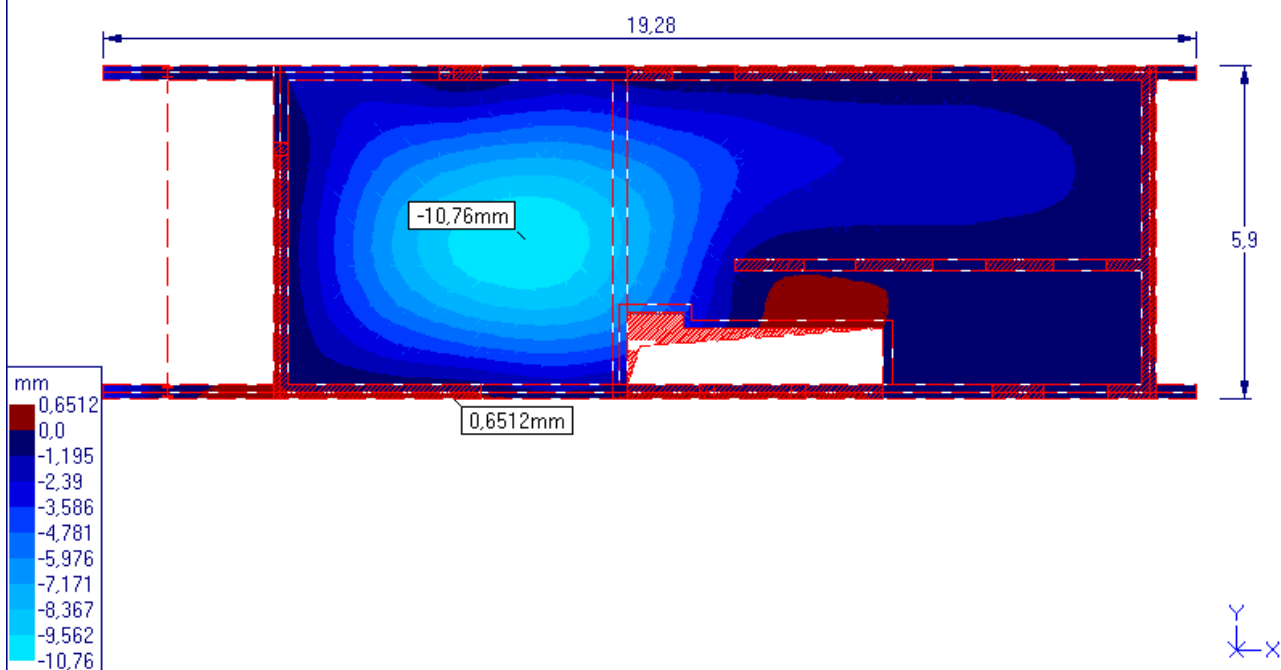
Dane: 1



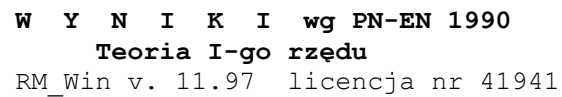
Mapa ugięć płyty zarysowanej [mm]

Premieszczenie Z mm - Błąd: 4.94%

Wariant 1 (10.Dodatkowy)



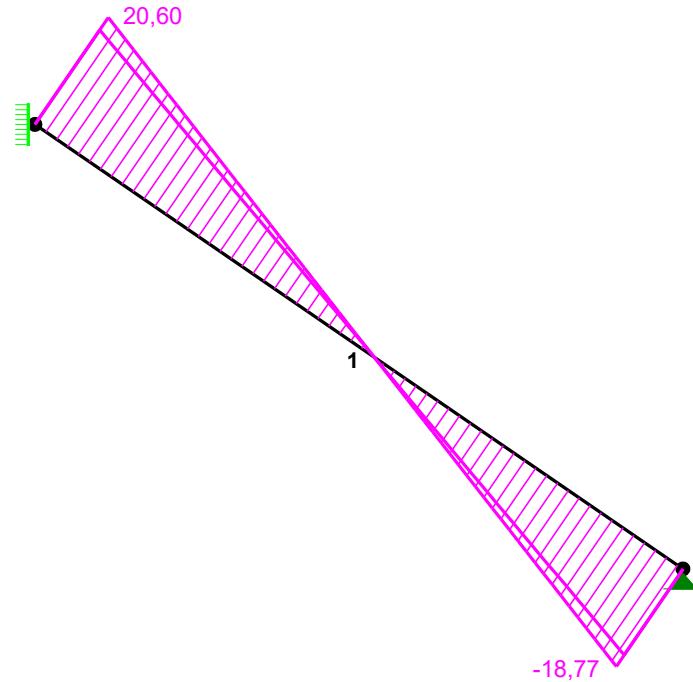
schemat statyczny



Grupa:	Znaczenie:	γf:	ψ0/ψ1/ψ2:
CW-"Ciężar własny"	Stałe	1,35/1,00	
A -""	Zmienne	1 1,50	1/1/1
U -""	Zmienne	1 1,50	1/1/1

A diagram of a circular segment. The central angle is labeled 1. The radius is labeled 3.89. The arc length is labeled 18.98. The segment is shaded with diagonal lines.

TNĄCE :



Wyniki wymiarowania elementu żelbetowego wg PN-EN-1992

Nośność przekroju prostopadłego:

zadanie schody, pręt nr 1, przekrój: $x_a=2,23$ m, $x_b=2,01$ m

Obliczenia wykonano dla kombinacji [CW AU (a)] grup obciążeń, dla której warunek stanu granicznego nośności przekroju jest najniekorzystniejszy

Wielkości obliczeniowe:

$$N_{Ed} = -0,71 \text{ kN},$$

$$M_{Ed} = \sqrt{(M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2)} = \sqrt{(-19,02^2 + 0,00^2)} = 19,02 \text{ kNm}$$

$$f_{cd} = 14,3 \text{ MPa}, f_{yd} = 435 \text{ MPa} = f_{td},$$

Zbrojenie rozciągane: $A_{s1} = 7,07 \text{ cm}^2$,

$$A_s = A_{s1} + A_{s2} = 7,07 \text{ cm}^2, \rho = 100 \times A_s / A_c = 100 \times 7,07 / 1400 = 0,50 \%$$

Wielkości geometryczne [cm]:

$$h = 14,0, d = 11,0, x = 4,0 (\xi = 0,364),$$

$$a_1 = 3,0, a_c = 1,4, z_c = 9,6, A_{cc} = 400 \text{ cm}^2,$$

$$\varepsilon_c = -0,80 \text{ ‰}, \varepsilon_{s1} = 1,40 \text{ ‰},$$

Wielkości statyczne [kN, kNm]:

$$F_c = -198,15, F_{s1} = 197,44,$$

$$M_c = 11,13, M_{s1} = 7,90,$$

Warunek stanu granicznego nośności:

$$M_{Rd} = 30,47 \text{ kNm} > M_{Ed} = M_c + M_{s1} = 11,13 + (7,90) = 19,02 \text{ kNm}$$

Przyjęto

plytę schodów gr. 14cm

Zbrojenie #10co12dołem na całej długości schodów, górą pręty zakotwione w płycie stropowej i na połączeniu biegów oraz z w fundamencie zbrojenie rozdzielcze #8 co 20cm

4.4 . Fundamenty

Budynek posiada prosta konstrukcję w podłożu występują proste warunki gruntowe przyjęto I kategorii geotechnicznej.

Jako obciążenie ław fundamentowych przyjęto reakcje z modelu ABC Płyta. Reakcje odczytano jako bardziej niekorzystne z kombinacji zgodnie ze wzorami 6.10a i 6.10b. Jako bardziej niekorzystna jest kombinacja 6.10a. Reakcje uśredniono dla poszczególnych ścian.

Współczynniki częściowe do oddziaływań przyjęto wg zestawu B

GRUNT PONIŻEJ POZ. POSADOWIENIA: glina pylasta

Stopień plastyczności
gruntu poniżej poz. posad: $I_L := 0.15$

Gęstość objętościowa
gruntu poniżej poz. posad.: $\rho_{Bn} := 20 \cdot \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$ $\rho_{Br} := 0.9 \cdot \rho_{Bn}$

Spójność
gruntu poniżej poz. posad.: $c_u := 15 \cdot \text{kPa}$ $c_{ur} := 0.9 \cdot c_u$

Kąt tarcia wewnętrznego
gruntu poniżej poz. posad: $\phi_u := 14 \cdot \text{deg}$ $\phi_{ur} := 0.9 \cdot \phi_u$ $\phi_{ur} = 12.60 \cdot \text{deg}$

GRUNT POWYŻEJ POZ. POSADOWIENIA:

Gęstość objętościowa
gruntu powyżej poz. posad. $\rho_{Dn} := 1.8 \cdot \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$ $\rho_{Dr} := 0.9 \cdot \rho_{Dn}$

$$N_D := e^{\pi \cdot \tan(\phi_{ur}) \cdot \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi_{ur}}{2}\right)^2} \quad N_D = 3.14 \quad N_B := 0.75 \cdot (N_D - 1) \cdot \tan(\phi_{ur}) \quad N_B = 0.36$$

$$N_C := (N_D - 1) \cdot \frac{1}{\tan(\phi_{ur})} \quad N_C = 9.59 \quad B := 100 \text{ cm} \quad D_{\min} := 100 \text{ cm}$$

STAN GRNICZNY NOŚ NOŚ CI GRUNTU POD ŁAWĄ :

$$q_f := (N_C \cdot c_{ur} + N_D \cdot \rho_{Dr} \cdot g \cdot D_{\min} + N_B \cdot \rho_{Br} \cdot g \cdot B) \cdot B \quad q_f = 242.97 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}} \quad 0.81 \cdot q_f = 196.81 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Przyjęto nośność podłoża gruntowego **150kPa**

4.4.1 . Ława ŁF-1

zestawienie obciążeń

L.p	Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne Gk [kN/m]		Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe Gd [kN/m]
1	reakcja z programu zgodnie z 6.10a				80,00
2	ściana zewnętrzna	4,07x3,0	12,21	1,35	16,48
3	ściana fundamentowa h=1m		6,32	1,35	8,53
4	ława fundamentowa	25x0,8x0,3	6,00	1,35	8,10
	Σ	24,53			113,11
	szerokość fundamentu B [m]	0,80		Naprężenia $\sigma = Gd/B$ [kPa]	141,39
	dopuszczalne naprężenie σ_{dop} [kPa]	150			

Przyjęto ławę fundamentową szerokości **B = 0,80 m**

Zbrojenie ławy: wieńcowe: **4 #12** strzemiona: **#6 co 25 cm**

Takie samo zbrojenie zastosować w górnej części ściany fundamentowej

4.4.2 . Ława ŁF-2

zestawienie obciążeń

L.p	Rodzaj obciążenia	Obciążenie charakterystyczne Gk [kN/m]		Współczynnik obciążenia γ_f	Obciążenie obliczeniowe Gd [kN/m]
1	reakcja z programu				58,00
2	ściana zewnętrzna	4,07x3,0	12,21	1,35	16,48
2	ściana fundamentowa h=1m		6,32	1,35	8,53
3	ława fundamentowa	25x0,6x0,3	4,50	1,35	6,08
		Σ	23,03		89,09
	szerokość fundamentu B [m]	0,60		Naprężenia $\sigma = Gd/B$ [kPa]	148,48
	dopuszczalne naprężenie σ_{dop} [kPa]	150			

Przyjęto ławę fundamentową szerokości **B = 0,60 m**

Zbrojenie ławy: wieńcowe: **4 #12** strzemiona: **#6 co 25 cm**.

Takie samo zbrojenie zastosować w górnej części ściany fundamentowej

mgr inż. Arkadiusz Kuliś
upr. nr ewid MAP/0107/PWOK/11