

## OBLICZENIA STATYCZNE

### 1. Więźba dachowa nad częścią główną szkoły.

#### 1.1. Krokiew dachowa - stan istniejący.

Obciążenie pokryciem:

- blacha płaska:  $0.15 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1.2 = 0.18 \text{ [kN/m}^2]$
- deski:  $0.15 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1.2 = 0.18 \text{ [kN/m}^2]$

---

$$q_k = 0.30 \text{ [kN/m}^2] \quad q_o = 0.36 \text{ [kN/m}^2]$$

Obciążenie ociepleniem:

- wełna mineralna:  $0.05 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1.2 = 0.06 \text{ [kN/m}^2]$
- płyty GK:  $0.15 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1.2 = 0.18 \text{ [kN/m}^2]$

---

$$q_k = 0.20 \text{ [kN/m}^2] \quad q_o = 0.24 \text{ [kN/m}^2]$$

Obciążenie śniegiem: 3 strefa obc. śniegiem wg PN-80/B-02010/Az1.

Obciążenie wiatrem: III strefa obc. wiatrem wg PN-B-02011:1977/Az1.

Wysokość n.p.m.  $h = 368 \text{ m n.p.m.}$

Obliczenia przeprowadzono na programie „SPECBUD”.

#### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 12,0 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 14,0 \text{ cm}$

Zacios na podporach  $t_k = 3,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 20,8^\circ$

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

Długość rzutu poziomego wspornika  $l_{w,x} = 0,70 \text{ m}$

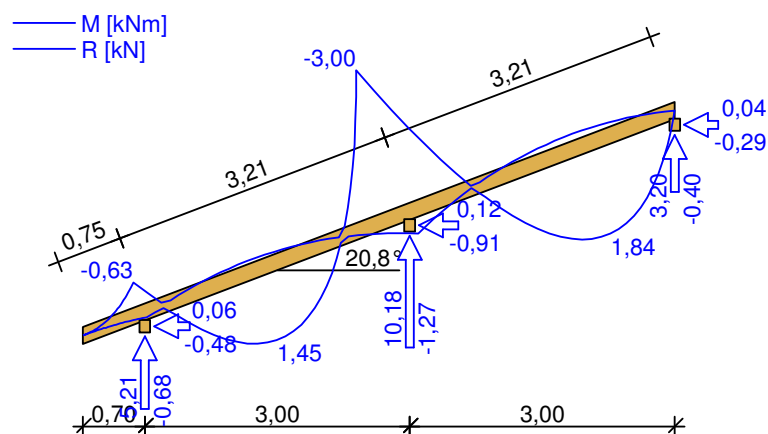
Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 3,00 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego  $l_{g,x} = 3,00 \text{ m}$

#### Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe  $g_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej;  $\gamma_f = 1,20$
- uwzględniono ciężar własny krokwi
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połac bardziej obciążona, strefa 3,  $A=368 \text{ m n.p.m.}$ , nachylenie połaci  $20,8 \text{ st.}$ ):  
 $S_k = 1,535 \text{ kN/m}^2$  rzutu połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, wariant II, strefa III,  $H=368 \text{ m n.p.m.}$ , teren A,  $z=H=10,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0 \text{ m}$ ,  $B=10,0 \text{ m}$ ,  $L=10,0 \text{ m}$ , nachylenie połaci  $20,8 \text{ st.}$ ,  $\beta=1,80$ ):  
 $p_k = 0,063 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połac nawietrzna, wariant I, strefa III,  $H=368 \text{ m n.p.m.}$ , teren A,  $z=H=10,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0 \text{ m}$ ,  $B=10,0 \text{ m}$ ,  $L=10,0 \text{ m}$ , nachylenie połaci  $20,8 \text{ st.}$ ,  $\beta=1,80$ ):  
 $p_k = -0,487 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie ociepleniem  $g_{kk} = 0,200 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej na całej krokwi bez wspornika;  $\gamma_f = 1,20$

#### WYNIKI:



#### Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+ocieplenie+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$$M_{\text{podp}} = -3,00 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 12,41 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,840 < 1$$

#### Ugięcie (wspornik):

$$u_{\text{fin}} = (-) 2,30 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = 2,0 \cdot l / 200 = 7,49 \text{ mm} \quad (30,7\%)$$

#### Ugięcie (odcinek górny):

$$u_{\text{fin}} = 4,75 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 16,05 \text{ mm} \quad (29,6\%)$$

## 1.2. Płatew dachowa - stan istniejący.

Obliczenia przeprowadzono na programie „SPECBUD”.

### DANE:

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 16,0 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 16,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Płatew podparta obustronnie mieczami

Rozstaw słupów  $l = 4,00 \text{ m}$

Odległość podparcia płatwi mieczem  $a_m = 0,90 \text{ m}$

Obciążenia płatwi:

- obciążenie stałe  $[(0,300+0,200) \cdot (0,5 \cdot 3,00+2,45)/\cos 20,8^\circ]$

$G_k = 2,113 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,20$

- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi

- obciążenie śniegiem  $[1,535 \cdot (0,5 \cdot 3,00+2,45)]$

$S_k = 6,064 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem - wariant I (pionowe)  $[(0,063 \cdot (0,5 \cdot 3,00+2,45)/\cos 20,8^\circ) \cdot \cos 20,8^\circ]$

$W_{k,z} = 0,249 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem - wariant I (poziome)  $[(0,063 \cdot (0,5 \cdot 3,00+2,45)/\cos 20,8^\circ) \cdot \sin 20,8^\circ]$

$W_{k,y} = 0,095 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem - wariant II (pionowe)  $[(-0,487 \cdot (0,5 \cdot 3,00+2,45)/\cos 20,8^\circ) \cdot \cos 20,8^\circ]$

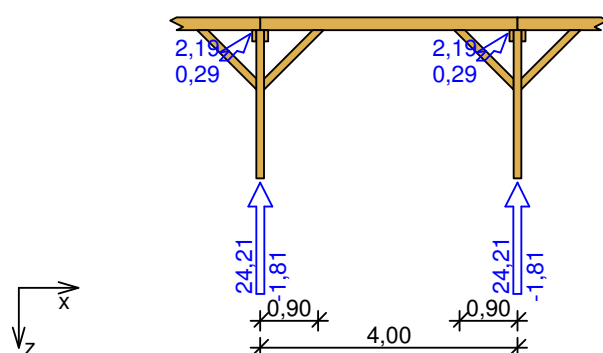
$W_{k,z} = -1,924 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,50$

- obciążenie wiatrem - wariant II (poziome)  $[(-0,487 \cdot (0,5 \cdot 3,00+2,45)/\cos 20,8^\circ) \cdot \sin 20,8^\circ]$

$W_{k,y} = -0,731 \text{ kN/m}$ ;  $\gamma_f = 1,50$

### WYNIKI:

—  $R_z \text{ [kN]}$   
—  $R_y \text{ [kN]}$  } dla jednego odcinka (przęsła)



Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr-wariant I)

Momenty obliczeniowe

$M_{y,max} = 7,30 \text{ kNm}$ ;  $M_{z,max} = 0,29 \text{ kNm}$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} = 10,69 \text{ MPa}, f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,42 \text{ MPa}, f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,535 < 1$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,744 < 1$$

Ugięcie:

decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)

$$u_{fin,z} = 6,46 \text{ mm}; u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}$$

$$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 6,46 \text{ mm} < u_{net,fin} = 11,00 \text{ mm} \quad (58,7\%)$$

### 1.3. Krokiew dachowa nad częścią główną - po ociepleniu.

Obciążenie pokryciem:

- blacha:  $0,15 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1,2 = 0,18 \text{ [kN/m}^2]$

- deski:  $0,15 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1,2 = 0,18 \text{ [kN/m}^2]$

---


$$q_k = 0,30 \text{ [kN/m}^2] \quad q_o = 0,36 \text{ [kN/m}^2]$$

Obciążenie ociepleniem:

- istniejące:  $0,20 \text{ [kN/m}^2] = 0,24 \text{ [kN/m}^2]$

- projektowane:  $0,10 \text{ [kN/m}^2] = 0,12 \text{ [kN/m}^2]$

---


$$q_k = 0,30 \text{ [kN/m}^2] \quad q_o = 0,36 \text{ [kN/m}^2]$$

Obliczenia przeprowadzono na programie „SPECBUD”.

**DANE:**

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Szerokość  $b = 12,0 \text{ cm}$

Wysokość  $h = 28,0 \text{ cm}$

Zacios na podporach  $t_k = 3,0 \text{ cm}$

Drewno:

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

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

Geometria:

Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 20,8^\circ$

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

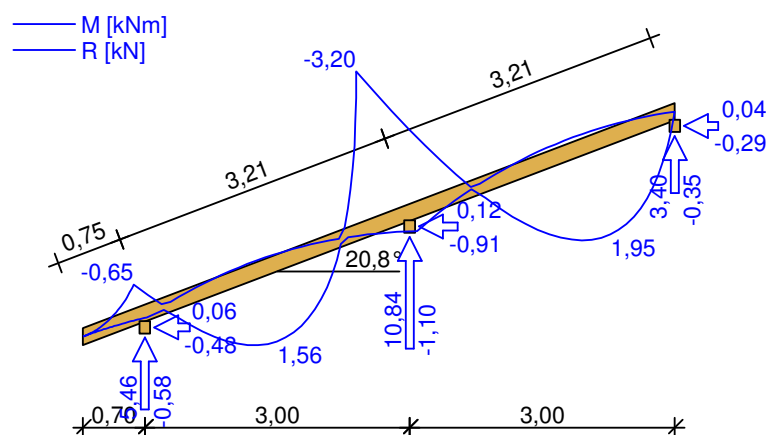
Długość rzutu poziomego wspornika  $l_{w,x} = 0,70 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka środkowego  $l_{d,x} = 3,00 \text{ m}$

Długość rzutu poziomego odcinka górnego  $l_{g,x} = 3,00 \text{ m}$

Obciążenia dachu:

- obciążenie stałe  $g_k = 0,300 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej;  $\gamma_f = 1,20$
- uwzględniono ciężar własny krokwi
- obciążenie śniegiem (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1: połać bardziej obciążona, strefa 3,  $A=368 \text{ m n.p.m.}$ , nachylenie połaci  $20,8 \text{ st.}$ ):  
 $S_k = 1,535 \text{ kN/m}^2$  rzutu połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie parciem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, wariant II, strefa III,  $H=368 \text{ m n.p.m.}$ , teren A,  $z=H=10,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0 \text{ m}$ ,  $B=10,0 \text{ m}$ ,  $L=10,0 \text{ m}$ , nachylenie połaci  $20,8 \text{ st.}$ ,  $\beta=1,80$ ):  
 $p_k = 0,063 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie ssaniem wiatru (wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-3: połać nawietrzna, wariant I, strefa III,  $H=368 \text{ m n.p.m.}$ , teren A,  $z=H=10,0 \text{ m}$ , budowla zamknięta, wymiary budynku  $H=10,0 \text{ m}$ ,  $B=10,0 \text{ m}$ ,  $L=10,0 \text{ m}$ , nachylenie połaci  $20,8 \text{ st.}$ ,  $\beta=1,80$ ):  
 $p_k = -0,487 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej,  $\gamma_f = 1,50$
- obciążenie ociepleniem  $g_{kk} = 0,300 \text{ kN/m}^2$  połaci dachowej na całej krokwi bez wspornika;  $\gamma_f = 1,20$

**WYNIKI:**Zginanie:

decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+ocieplenie+śnieg+wiatr)

Moment obliczeniowy:

$$M_{\text{podp}} = -3,20 \text{ kNm}$$

Warunek nośności - podpora:

$$\sigma_{m,y,d} = 2,56 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,173 < 1$$

Ugięcie (odcinek górny):

$$u_{\text{fin}} = 0,75 \text{ mm} < u_{\text{net,fin}} = l / 200 = 16,05 \text{ mm} \quad (4,7\%)$$

**Przyjęto:** wzmocnienie krokwi przez wykonanie nadbitki 12x14cm, przekrój krokwi po wzmocnieniu 12x28cm.

Obliczenia przeprowadzono na programie „SPECBUD”.

Wymiary przekroju: przekrój prostokątny

Wysokość  $h = 16,0 \text{ cm}$

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

Klasa użytkowania konstrukcji: klasa 2

## Płatew podparta obustronnie mieczami

Odległość podparcia płatwi mieczem  $a_m = 0,90 \text{ m}$

- obciążenie stałe  $[(0,300+0,300) \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 2,45) / \cos 20,8^\circ]$

$$G_k = 2,535 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,20$$

- uwzględniono dodatkowo ciężar własny płatwi

- obciążenie śniegiem  $[1,535 \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 2,45)]$

$$S_k = 6,064 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem - wariant I (pionowe)  $[(0,063 \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 2,45) / \cos 20,8^\circ) \cdot \cos 20,8^\circ]$

$$W_{kz} = 0,249 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem - wariant I (poziome)  $[(0,063 \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 2,45) / \cos 20,8^\circ) \cdot \sin 20,8^\circ]$

$$W_{k,y} = 0,095 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$$

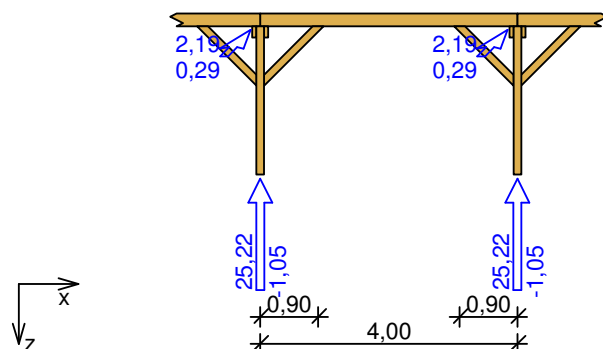
- obciążenie wiatrem - wariant II (pionowe)  $[(-0,487 \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 2,45) / \cos 20,8^\circ) \cdot \cos 20,8^\circ]$

$$W_{kz} = -1,924 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$$

- obciążenie wiatrem - wariant II (poziome)  $[(-0,487 \cdot (0,5 \cdot 3,00 + 2,45) / \cos 20,8^\circ) \cdot \sin 20,8^\circ]$

$$W_{k,y} = -0,731 \text{ kN/m}; \gamma_f = 1,50$$

$\begin{matrix} \text{---} R_z \text{ [kN]} \\ \text{---} R_y \text{ [kN]} \end{matrix} \}$  dla jednego odcinka (przęsła)



decyduje kombinacja A (obc.stałe max.+śnieg+wiatr-wariant I)

Momenty obliczeniowe

$$M_{y,max} = 7,61 \text{ kNm}; \quad M_{z,max} = 0,29 \text{ kNm}$$

Warunek nośności:

$$\sigma_{m,y,d} = 11,14 \text{ MPa}, \quad f_{m,y,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,d} = 0,42 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$k_m = 0,7$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,556 < 1$$

$$\sigma_{m,y,d} / f_{m,y,d} + k_m \cdot \sigma_{m,z,d} / f_{m,z,d} = 0,774 < 1$$

Ugięcie:

decyduje kombinacja B (obc.stałe+śnieg)

$$u_{fin,z} = 6,88 \text{ mm}; \quad u_{fin,y} = 0,00 \text{ mm}$$

$$u_{fin} = (u_{fin,z}^2 + u_{fin,y}^2)^{0,5} = 6,88 \text{ mm} < u_{net,fin} = 11,00 \text{ mm} \quad (62,6\%)$$

Przekrój płatwi istniejącej 16x16cm wystarczający.

## 2. Szyb dźwigu.

### 2.1. Ściany szybu.

Ciężar 1m<sup>2</sup> ściany:

$$\text{- ściana: } 0,25 \cdot 25,0 \quad 6,25 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1,1 = 6,88 \text{ [kN/m}^2]$$

$$\text{- ocieplenie: } 0,14 \cdot 0,45 \quad 0,06 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1,2 = 0,08 \text{ [kN/m}^2]$$

$$\text{- tynk:} \quad 0,29 \text{ [kN/m}^2] \cdot 1,3 = 0,38 \text{ [kN/m}^2]$$

---


$$q_k = 6,60 \text{ [kN/m}^2] \quad q_o = 7,34 \text{ [kN/m}^2]$$

Przyjęto ściany żelbetowe (**C20/25**) wylewane o grubości **25cm** zbrojone w obu kierunkach **# 10 co 20cm (A-IIIN)** o  $A_s = 3,93 \text{ cm}^2$ .

### 2.2. Płyta fundamentowa.

Zestawienie obciążeń:

$$\text{- ciężar stropodachu: } 2,70 \cdot 2,45 \cdot 6,69 \quad = 44,25 \text{ [kN]}$$

$$\text{- ciężar ścian: } 16 \cdot 8,70 \cdot 7,34 \quad = 1021,73 \text{ [kN]}$$

$$\text{- płyta fundamentowa: } 2.80 \cdot 3.15 \cdot 0.40 \cdot 25.0 \cdot 1.1 = 97.02 \text{ [kN]}$$

$$\text{- beton chudy: } 2.80 \cdot 3.15 \cdot 1.55 \cdot 23.0 \cdot 1.1 = 345.88 \text{ [kN]}$$

$$\text{- grunt: } 7.75 \cdot 0.5 \cdot 0.70 \cdot 20.0 \cdot 1.2 = 65.10 \text{ [kN]}$$

---

$$N_o = 1573.98 \text{ [kN]}$$

Naciski na grunt od obciążeń pionowych:

$$q_{rs} = 1573.98 / (280 \cdot 315) = 0.018 \text{ [kN/cm}^2\text{]} = 0.18 \text{ [MPa]}$$

Wpływ wiatru:

$$w = 0.30 \cdot 1.80 \cdot 0.40 \cdot 15.80 \cdot 1.5 \cdot 2.43 = 12.44 \text{ [kN]}$$

$$M_w = 12.44 \cdot 10.30 = 128.15 \text{ [kNm]}$$

Naciski na grunt całkowite:

$$q_{rs} = 1573.98 / (280 \cdot 315) + (6 \cdot 128.15) / (315 \cdot 280^2) = 0.021 \text{ [kN/cm}^2\text{]}$$

$$= 0.21 \text{ [MPa]}$$

Przyjęto płytę fundamentową żelbetową (**C20/25**) wylewaną o wymiarach **280 x 315cm** zbrojoną w obu kierunkach **# 12 co 20cm (A-IIIN)** o  $A_s = 5,65\text{cm}^2$ .