

# CZĘŚĆ OGÓLNA

## 1. ZAKRES OPRACOWANIA

Poniższe opracowanie dotyczy obliczeń statycznych oraz wymiarowania elementów konstrukcyjnych przy uwzględnieniu warunków gruntowo-wodnych dla budynku użyteczności publicznej w Łapach na potrzeby kulturalno-educacyjne.

## 2. PODSTAWA MERYTORYCZNA OPRACOWANIA

- umowa z zamawiającym;
- dokumentacja z badań geotechnicznych;
- koncepcja architektoniczno-budowlana;
- projekt architektoniczno-budowlany.

## 3. PODSTAWA PRAWNA OPRACOWANIA

### AKTY I PRZEPISY PRAWNE

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2010r. nr 243, poz. 1623 ze zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. Z 2012r. Poz. 462 ze zmianami);
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. W sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2002r. poz. 690 ze zmianami);

### NORMY

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| - PN-B-02000:1982        | <i>Obciążenia budowli. Zasady ustalania wartości;</i>   |
| - PN-B-02003:1982        | <i>Obciążenia budowli. Obciążenia zmienne technologiczne</i>                                      |
| - PN-B-02010:1980        | <i>Obciążenia w obliczeniach statycznych - Obciążenie śniegiem</i>                                |
| PN-B-02010:1980/Az1:2006 | <i>Poprawka do normy PN-B-02010:1980;</i>   |
| - PN-B-02011:1977        | <i>Obciążenia w obliczeniach statycznych - Obciążenie wiatrem;</i>                                |
| PN-B-02011:1977/Az1:2009 | <i>Poprawka do normy PN-B-02011:1977;</i>   |
| - PN-B-03020:1981        | <i>Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie;</i> |
| - PN-B-03264:2002        | <i>Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.</i>          |
| PN-B-03264:2002/Ap1:2004 | <i>Poprawka do normy PN-B-03264:2002;</i>   |
| - PN-B-03200:1990        | <i>Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.</i>                                 |

# OBLICZENIA CZĘŚCI ADMINISTRACYJNEJ

## 1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

### ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ STAŁYCH

Tablica 1. Dach - zebranie obciążeń stałych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	g <sub>f</sub>	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Pokrycie dachu z blachy trapezowej [0,20kN/m <sup>2</sup> ]	0,20	1,20	0,24
2.	Łaty drewniane o wym. 4x6cm w rozstawie co 32cm [(5,50kN/m <sup>3</sup> ·0,04m·0,06m)/0,32m]	0,04	1,20	0,05
3.	Kontrłaty drewniane o wym. 4x6cm w rozstawie co 100cm [(5,50kN/m <sup>3</sup> ·0,04m·0,06m)/1,0m]	0,01	1,20	0,01
4.	Folia polietylenowa gr. 0,2mm [0,01kN/m <sup>2</sup> ]	0,01	1,20	0,01
S:		<b>0,26</b>	<b>1,20</b>	<b>0,31</b>

Tablica 2. Strop nad ostatnią kondygnacją - zebranie obciążeń stałych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	g <sub>f</sub>	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Płyta OSB gr. 1,5cm [0,100kN/m <sup>2</sup> ]	0,10	1,20	0,12
2.	Folia polietylenowa gr. 0,2mm [0,01kN/m <sup>2</sup> ]	0,01	1,20	0,01
3.	Płyty z wełny mineralnej gr. 20cm [0,45kN/m <sup>3</sup> ·0,20m]	0,09	1,20	0,11
4.	Folia polietylenowa gr. 0,2mm [0,01kN/m <sup>2</sup> ]	0,01	1,20	0,01
5.	Sufit podwieszany gr. 5cm [19,0kN/m <sup>3</sup> ·0,02m]	0,38	1,30	0,49
S:		<b>0,59</b>	<b>1,25</b>	<b>0,74</b>

Tablica 3. Strop międzykondygnacyjny – zebranie obciążeń stałych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	g <sub>f</sub>	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Płytki ceramiczne/gresowe gr. 0,8cm [21,0kN/m <sup>3</sup> ·0,008m]	0,17	1,20	0,20
2.	Bezspoinowa masa uszczelniająca [0,01kN/m <sup>2</sup> ]	0,01	1,30	0,01
3.	Wylewka cementowa gr. 5cm [21,0kN/m <sup>3</sup> ·0,05m]	1,05	1,30	1,37
4.	Folia polietylenowa gr. 0,2mm [0,01kN/m <sup>2</sup> ]	0,01	1,20	0,01
5.	Płyty styropianowe gr. 5cm [0,45kN/m <sup>3</sup> ·0,05m]	0,02	1,20	0,02
6.	Sufit podwieszany gr. 5cm [19,0kN/m <sup>3</sup> ·0,02m]	0,38	1,30	0,49
S:		<b>1,64</b>	<b>1,28</b>	<b>2,10</b>

Tablica 4. Spocznik - zebranie obciążeń stałych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	γ <sub>f</sub>	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Płytki ceramiczne/gresowe gr. 0,8cm [21,0kN/m <sup>3</sup> ·0,008m]	0,17	1,20	0,20
2.	Tynk cementowo-wapienny gr. 2cm [19,0kN/m <sup>3</sup> ·0,02m]	0,29	1,30	0,38
S:		<b>0,46</b>	<b>1,26</b>	<b>0,58</b>

Tablica 5. Schody - zebranie obciążeń stałych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	γ <sub>f</sub>	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Płytki ceramiczne/gresowe gr. 0,8cm [21,0kN/m <sup>3</sup> ·0,008m]	0,17	1,20	0,20
2.	Tynk cementowo-wapienny gr. 2cm [19,0kN/m <sup>3</sup> ·0,02m]	0,29	1,30	0,38
S:		<b>0,46</b>	<b>1,26</b>	<b>0,58</b>

Tablica 6. Płyta fundamentowa - zebranie obciążeń stałych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	g <sub>f</sub>	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Płytki ceramiczne/gresowe gr. 0,8cm [21,0kN/m <sup>3</sup> ·0,008m]	0,17	1,20	0,20
S:		<b>0,17</b>	<b>1,20</b>	<b>0,20</b>

## ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ ZMIENNYCH

### A. OBCIĄŻENIA UŻYTKOWE (wg PN-82/B-02003)

Tablica 7. Dach - zebranie obciążeń zmiennych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zmienne (stropy poddaszy oraz stropodachów wentylowanych, w których ciężar pokrycia dachowego nie obciąża konstrukcji stropu z dostępem poprzez wyłaz rewizyjny) [0,50kN/m <sup>2</sup> ]	0,50	1,40	0,80	0,70
S:		<b>0,50</b>	<b>1,40</b>	<b>0,80</b>	<b>0,70</b>

Tablica 8. Strop nad ostatnią kondygnacją - zebranie obciążeń zmiennych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zmienne (stropy poddaszy oraz stropodachów wentylowanych, w których ciężar pokrycia dachowego nie obciąża konstrukcji stropu z dostępem poprzez wyłaz rewizyjny) [0,50kN/m <sup>2</sup> ]	0,50	1,40	0,80	0,70
S:		<b>0,50</b>	<b>1,40</b>	<b>0,80</b>	<b>0,70</b>

Tablica 9. Strop międzykondygnacyjny - zebranie obciążeń zmiennych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zmienne (wszelkie pokoje biurowe, gabinety lekarskie, naukowe, sale lekcyjne szkolne, szatnie i łazienki zakładów przemysłowych, pływalnie oraz poddasza użytkowane jako magazyny lub kondygnacje techniczne.) [2,0kN/m <sup>2</sup> ]	2,0	1,40	0,50	2,80
S:		<b>2,0</b>	<b>1,40</b>	<b>0,50</b>	<b>2,80</b>

Tablica 10. Spocznik - zebranie obciążeń zmiennych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zmienne (domy kultury, hale koncertowe, teatry, kina, kluby, restauracje, kawiarnie, uczelnie.) [4,0kN/m <sup>2</sup> ]	4,0	1,30	0,35	5,20
S:		<b>4,0</b>	<b>1,30</b>	<b>0,35</b>	<b>5,20</b>

Tablica 11. Schody - zebranie obciążeń zmiennych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zmienne (domy kultury, hale koncertowe, teatry, kina, kluby, restauracje, kawiarnie, uczelnie.) [4,0kN/m <sup>2</sup> ]	4,0	1,30	0,35	5,20
S:		<b>4,0</b>	<b>1,30</b>	<b>0,35</b>	<b>5,20</b>

Tablica 12. Płyta fundamentowa - zebranie obciążeń zmiennych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	$k_d$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zmienne (magazyny archiwów, bibliotek, towarów lekkich i przestrzennych.) [5,0kN/m <sup>2</sup> ]	5,0	1,30	0,80	6,50
S:		<b>5,0</b>	<b>1,30</b>	<b>0,80</b>	<b>6,50</b>

## B. OBCIĄŻENIE OD ŚCIANEK DZIAŁOWYCH (wg PN-82/B-02003)

Tablica 13. Strop międzykondygnacyjny - zebranie obciążeń zmiennych [kN/m<sup>2</sup>]

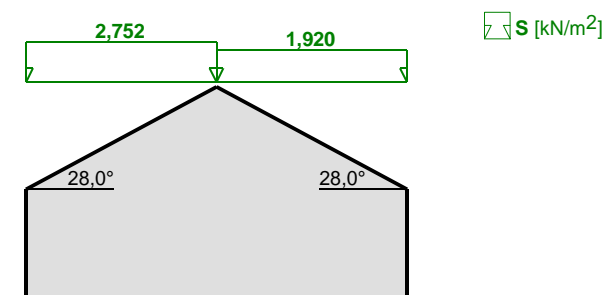
Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zastępcze od ścianek działowych (o ciężarze od 1,5 kN/m <sup>2</sup> od 2,5 kN/m <sup>2</sup> ) wys. 3,67 m [1,73kN/m <sup>2</sup> ]	1,73	1,20	2,08
	S:	<b>1,73</b>	<b>1,20</b>	<b>2,08</b>

Tablica 14. Płyta fundamentowa - zebranie obciążeń zmiennych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	$\gamma_f$	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zastępcze od ścianek działowych (o ciężarze od 1,5 kN/m <sup>2</sup> od 2,5 kN/m <sup>2</sup> ) wys. 2,72 m [1,28kN/m <sup>2</sup> ]	1,28	1,20	1,54
	S:	<b>1,28</b>	<b>1,20</b>	<b>1,54</b>

## C. OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1)

### DACH DWUSPADOWY



Rys. 1 Schemat obciążenia śniegiem

- Dach dwuspadowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu: strefa obciążenia śniegiem 4  $\rightarrow Q_k = 1,6 \text{ kN/m}^2$

#### a) Połaciez bardziej obciążona:

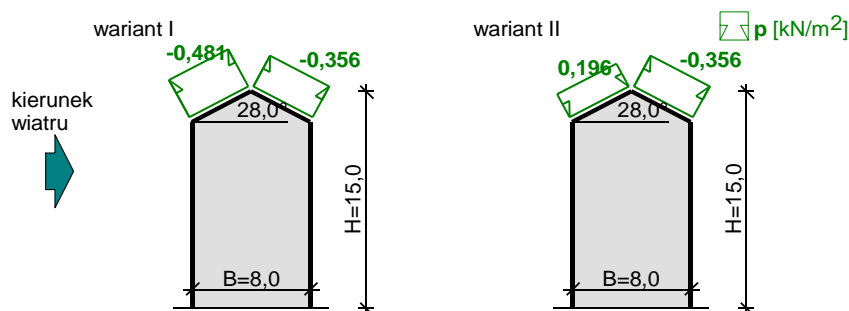
- Współczynnik kształtu dachu: nachylenie połaci  $\alpha = 28,0^\circ$   
 $C_2 = 0,8 + 0,4 \cdot (\alpha - 15^\circ) / 15^\circ = 0,8 + 0,4 \cdot (28,0^\circ - 15^\circ) / 15^\circ = 1,147$
- Obciążenie charakterystyczne dachu:  
 $S_k = Q_k \cdot C = 1,600 \cdot 1,147 = 1,835 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $S = S_k \cdot g_f = 1,835 \cdot 1,5 = 2,752 \text{ kN/m}^2$

#### b) Połaciez mniej obciążona:

- Współczynnik kształtu dachu: nachylenie połaci  $\alpha = 28,0^\circ$   
 $C_1 = 0,8$
- Obciążenie charakterystyczne dachu:  
 $S_k = Q_k \cdot C = 1,600 \cdot 0,800 = 1,280 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $S = S_k \cdot g_f = 1,280 \cdot 1,5 = 1,920 \text{ kN/m}^2$

## DACH WIELOSPADOWY

### CZEŚĆ NIŻSZA



Rys. 2 Schemat obciążenia wiatrem

- Budynek o wymiarach:  $B = 8,0 \text{ m}$ ,  $L = 19,0 \text{ m}$ ,  $H = 15,0 \text{ m}$
- Dach dwuspadowy, kąt nachylenia połaci  $\alpha = 28,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru: strefa obciążenia wiatrem I;  $H = 122 \text{ m n.p.m.} \rightarrow q_k = 300 \text{ Pa} = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji: rodzaj terenu: A;  $z = H = 15,0 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 15,0 = 1,10$
- Współczynnik działania porywów wiatru:  $B = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego: budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$

#### a) Połaciezewnętrzna - wariant I:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = -0,045 \cdot (40^\circ - \alpha) = -0,045 \cdot (40^\circ - 28,0^\circ) = -0,540$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,540 - 0 = -0,540$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,10 \cdot (-0,540) \cdot 1,80 = -0,321 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,321) \cdot 1,5 = -0,481 \text{ kN/m}^2$

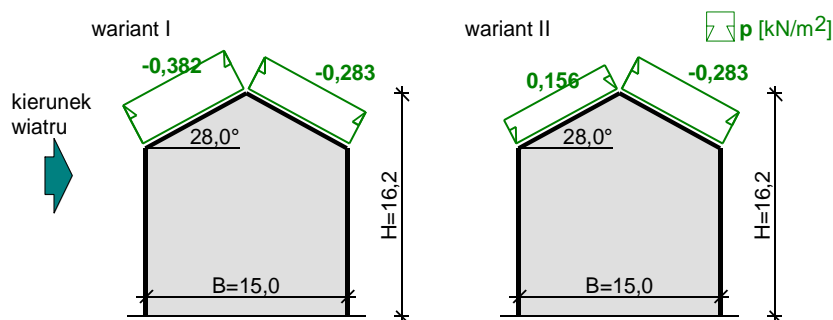
#### b) Połaciezewnętrzna - wariant II:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = 0,015 \cdot \alpha - 0,2 = 0,015 \cdot 28,0^\circ - 0,2 = 0,220$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = 0,220 - 0 = 0,220$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,10 \cdot 0,220 \cdot 1,80 = 0,131 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = 0,131 \cdot 1,5 = 0,196 \text{ kN/m}^2$

#### c) Połaciezawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = -0,4$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,10 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,238 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,238) \cdot 1,5 = -0,356 \text{ kN/m}^2$

## CZEŚĆ WYŻSZA



Rys. 3 Schemat obciążenia wiatrem

- Budynek o wymiarach:  $B = 15,0$  m,  $L = 31,0$  m,  $H = 16,2$  m
- Dach dwuspadowy, kąt nachylenia połaci  $\alpha = 28,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru: strefa obciążenia wiatrem I;  $H = 122$  m n.p.m.  $\rightarrow q_k = 300$  Pa =  $0,300$  kN/m²
- Współczynnik ekspozycji: rodzaj terenu: B;  $z = H = 16,2$  m  $\rightarrow C_e(z) = 0,55 + 0,02 \cdot 16,2 = 0,87$
- Współczynnik działania porywów wiatru:  $B = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrzznego: budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$

### a) Połaciez nawietrzna - wariant I:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = -0,045 \cdot (40^\circ - \alpha) = -0,045 \cdot (40^\circ - 28,0^\circ) = -0,540$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,540 - 0 = -0,540$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 0,87 \cdot (-0,540) \cdot 1,80 = -0,255$  kN/m²
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,255) \cdot 1,5 = -0,382$  kN/m²

### b) Połaciez nawietrzna - wariant II:

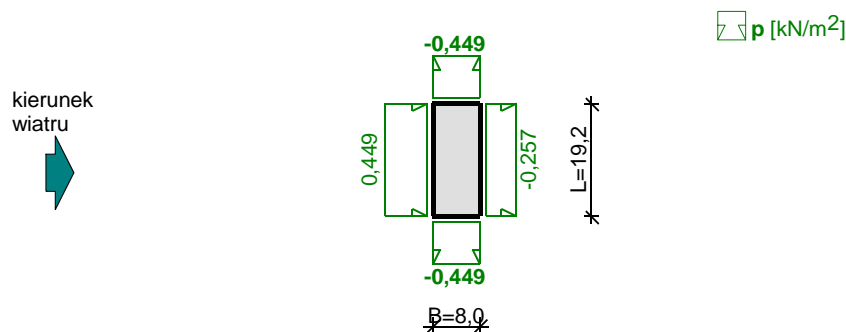
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = 0,015 \cdot \alpha - 0,2 = 0,015 \cdot 28,0^\circ - 0,2 = 0,220$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = 0,220 - 0 = 0,220$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 0,87 \cdot 0,220 \cdot 1,80 = 0,104$  kN/m²
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = 0,104 \cdot 1,5 = 0,156$  kN/m²

### c) Połaciez zawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = -0,4$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 0,87 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,189$  kN/m²
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,189) \cdot 1,5 = -0,283$  kN/m²

## ŚCIANY ZEWNĘTRZNE

### CZEŚĆ NIŻSZA



Rys. 4 Schemat obciążenia wiatrem

- Budynek o wymiarach:  $B = 8,0$  m,  $L = 19,2$  m,  $H = 12,1$  m
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru: strefa obciążenia wiatrem I;  $H = 122$  m n.p.m.  $\rightarrow q_k = 300$  Pa =  $0,300$  kN/m<sup>2</sup>
- Współczynnik ekspozycji: rodzaj terenu: B;  $z = H = 12,1$  m  $\rightarrow C_e(z) = 0,55 + 0,02 \cdot 12,1 = 0,79$
- Współczynnik działania porywów wiatru:  $B = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego: budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$

#### a) Ściana nawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = 0,7$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = 0,7 - 0 = 0,7$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 0,79 \cdot 0,7 \cdot 1,80 = 0,299$  kN/m<sup>2</sup>
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = 0,299 \cdot 1,5 = 0,449$  kN/m<sup>2</sup>

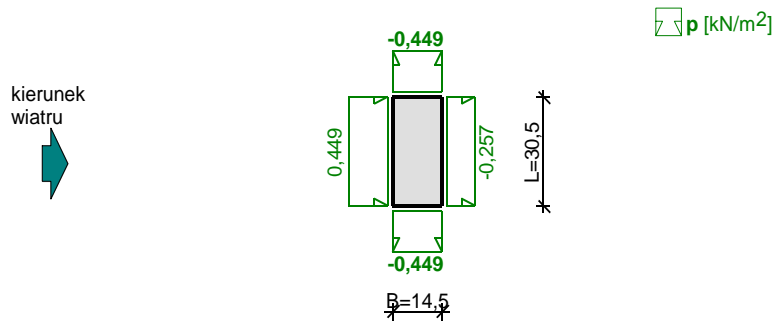
#### b) Ściana zawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = -0,4$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 0,79 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,171$  kN/m<sup>2</sup>
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,171) \cdot 1,5 = -0,257$  kN/m<sup>2</sup>

#### c) Ściany boczne:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = -0,7$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,7 - 0 = -0,7$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 0,79 \cdot (-0,7) \cdot 1,80 = -0,299$  kN/m<sup>2</sup>
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,299) \cdot 1,5 = -0,449$  kN/m<sup>2</sup>

## CZEŚĆ WYŻSZA



Rys. 5 Schemat obciążenia wiatrem

- Budynek o wymiarach:  $B = 14,5 \text{ m}$ ,  $L = 30,5 \text{ m}$ ,  $H = 12,1 \text{ m}$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru: strefa obciążenia wiatrem I;  $H = 122 \text{ m n.p.m.} \rightarrow q_k = 300 \text{ Pa} = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji: rodzaj terenu: B;  $z = H = 12,1 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 0,55 + 0,02 \cdot 12,1 = 0,79$
- Współczynnik działania porywów wiatru:  $B = 1,80$
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego: budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$

### a) Ściana nawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = 0,7$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = 0,7 - 0 = 0,7$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 0,79 \cdot 0,7 \cdot 1,80 = 0,299 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = 0,299 \cdot 1,5 = 0,449 \text{ kN/m}^2$

### b) Ściana zawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = -0,4$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 0,79 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,171 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,171) \cdot 1,5 = -0,257 \text{ kN/m}^2$

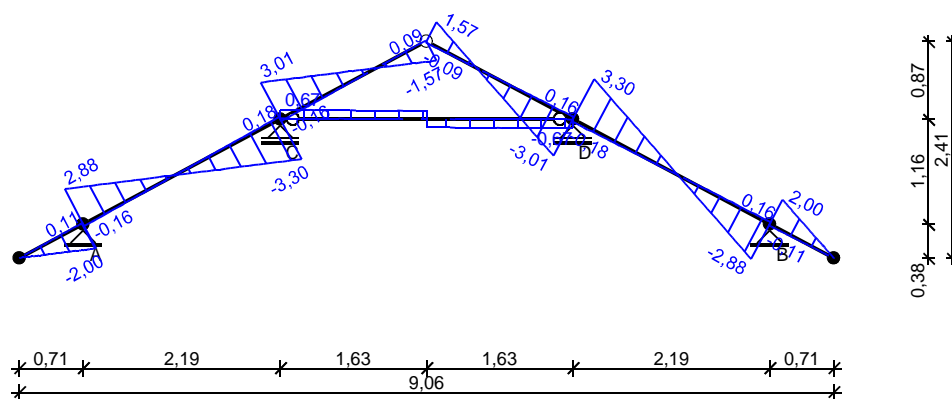
### c) Ściany boczne:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = -0,7$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,7 - 0 = -0,7$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 0,79 \cdot (-0,7) \cdot 1,80 = -0,299 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,299) \cdot 1,5 = -0,449 \text{ kN/m}^2$



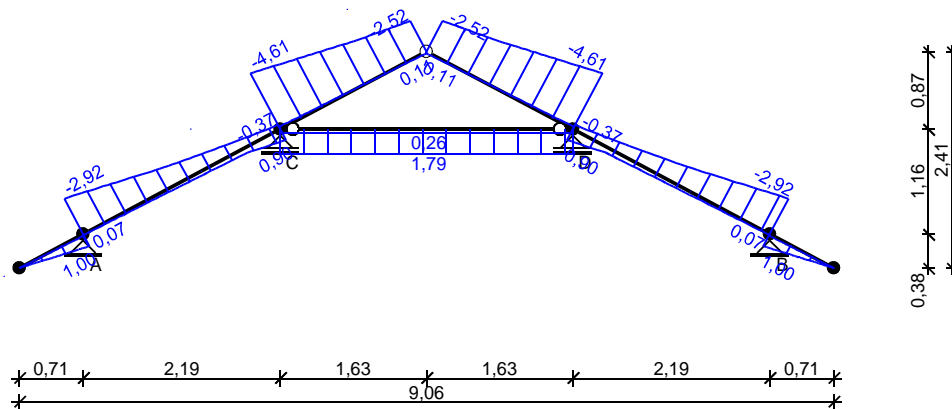
Rys. 7 Wykres momentów zginających

Obwiednia sił tnących [kN]:



Rys. 8 Wykres sił tnących

Obwiednia sił osiowych [kN]:



Rys. 9 Wykres sił osiowych

#### WYMIAROWANIE (wg PN-B-03150:2000):

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

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

#### A. KROKIEW

##### Smukłość

$$l_y = 85,6 < 150$$

$$l_z = 0,0 < 150$$

##### Maksymalne siły i naprężenia w prześle

$$M = -1,33 \text{ kNm}, \quad N = 4,45 \text{ kN}$$

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

$$s_{m,y,d} = 5,81 \text{ MPa}, \quad s_{c,0,d} = 0,45 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,411$$

$$s_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + s_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,479 < 1$$

$$(s_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + s_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,277 < 1$$

##### Maksymalne siły i naprężenia na podporze - murłacie

$$M = -0,81 \text{ kNm}, \quad N = 2,17 \text{ kN}$$

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

$$s_{m,y,d} = 5,72 \text{ MPa}, \quad s_{c,0,d} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$(s_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + s_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,388 < 1$$

##### Maksymalne siły i naprężenia na podporze - jętcie

$$M = -1,33 \text{ kNm}, N = -0,90 \text{ kN}$$

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

$$s_{m,y,d} = 9,04 \text{ MPa}, s_{c,0,d} = -0,14 \text{ MPa}$$

$$s_{t,0,d}/f_{t,0,d} + s_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,629 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a jętką)

$$u_{fin} = 2,03 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1 / 200 = 2481 / 200 = 12,40 \text{ mm} \quad (16,3\%)$$

#### Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

$$u_{fin} = 0,81 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot 1 / 200 = 2 \cdot 806 / 200 = 8,06 \text{ mm} \quad (10,1\%)$$

### B. JĘTKA

#### Maksymalne siły i naprężenia

$$M = 1,03 \text{ kNm}, N = -0,34 \text{ kN}$$

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

$$s_{m,y,d} = 4,51 \text{ MPa}, s_{c,0,d} = -0,04 \text{ MPa}$$

$$s_{t,0,d}/f_{t,0,d} + s_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,353 < 1$$

#### Maksymalne ugięcie

$$u_{fin} = 6,40 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1 / 200 = 3257 / 200 = 16,28 \text{ mm} \quad (39,3\%)$$

### C. MURŁATA

- Część murlaty leżąca na ścianie

#### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 6,44 \text{ kN/m}, q_{y,max} = -1,76 \text{ kN/m}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

$$M_z = 0,42 \text{ kNm}$$

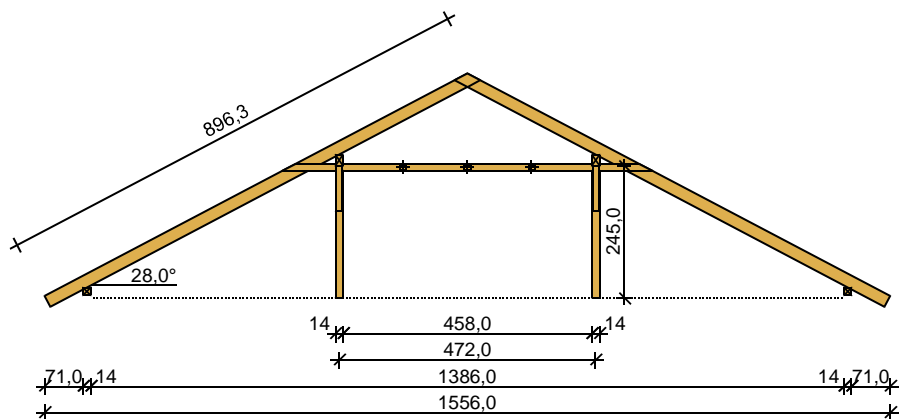
$$f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa}$$

$$s_{m,z,d} = 1,472 \text{ MPa}$$

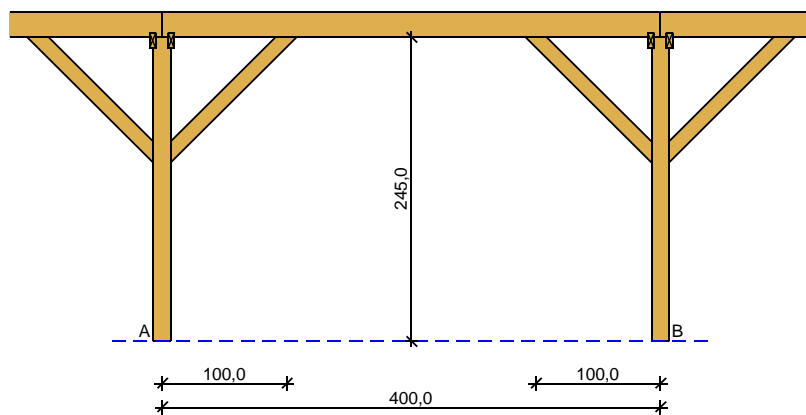
$$s_{m,z,d}/f_{m,z,d} = 0,100 < 1$$

### CZEŚĆ WYŻSZA

DANE:



Rys. 10 Schemat konstrukcyjny - układ poprzeczny



Rys. 11 Schemat konstrukcyjny - układ podłużny

#### Geometria ustroju:

- Kąt nachylenia połaci dachowej  $\alpha = 28,0^\circ$
- Rozpiętość więzara  $l = 15,56 \text{ m}$
- Rozstaw podpór w świetle murłat  $l_s = 13,86 \text{ m}$
- Rozstaw osiowy płatwi  $l_{gx} = 4,72 \text{ m}$
- Rozstaw krokwi  $a = 1,00 \text{ m}$
- Usztywnienia boczne krokwi - na całej długości elementu
- Płatw pośrednia o długości osiowej między słupami  $l = 4,00 \text{ m}$ 
  - lewy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami  $a_{mL} = 1,00 \text{ m}$
  - prawy koniec płatwi oparty na słupie z mieczami, odległość podparcia mieczami  $a_{mP} = 1,00 \text{ m}$
- Wysokość całkowita słupów pod płatw pośrednią  $h_s = 2,45 \text{ m}$
- Rozstaw podparć poziomych murłaty  $l_{mo} = 1,50 \text{ m}$

#### Dane materiałowe:

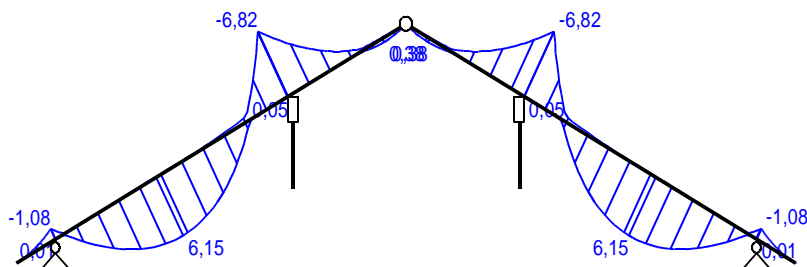
- krokiew 10/22,5 cm (zacios 3 cm) z drewna C24
- płatw 14/20 cm z drewna C24
- słup 14/14 cm z drewna C24
- kleszcze 2x 5/12,5 cm (zacios 3 cm) o prześwicie gałęzi 10 cm, z przewiązkami co 113 cm z drewna C24
- murłata 14/14 cm z drewna C24

#### Założenia obliczeniowe:

- klasa użytkowania konstrukcji: 2
- w obliczeniach statycznych krokwi uwzględniono wpływ podatności płatwi
- współczynniki długości wyboczeniowej słupa:
  - w płaszczyźnie ustroju podłużnego ustalony automatycznie
  - w płaszczyźnie więzara  $m_y = 1,00$

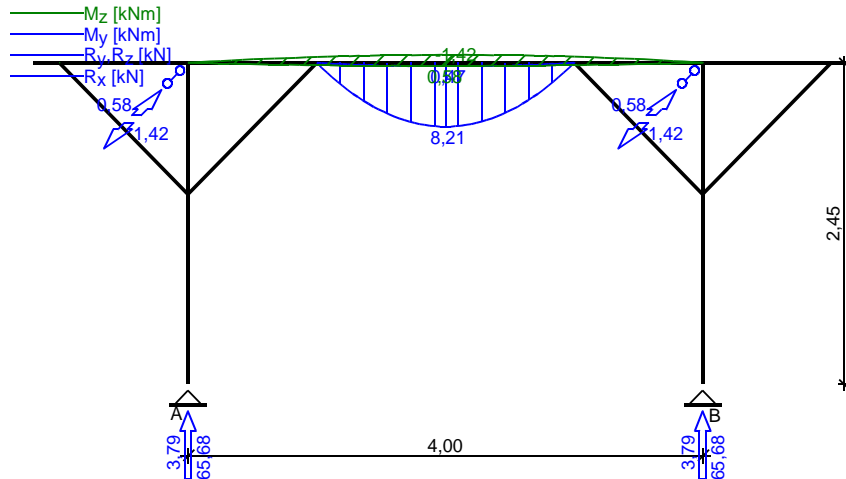
#### WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających w układzie poprzecznym [kNm]:



Rys. 12 Wykres momentów zginających

Obwiednia momentów w układzie podłużnym [kNm]:



Rys. 13 Wykres momentów zginających

#### WYMIAROWANIE (wg PN-B-03150:2000)

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

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

#### A. KROKIEW

##### Smukłość

$$l_y = 80,9 < 150$$

$$l_z = 0,0 < 150$$

##### Maksymalne siły i naprężenia w przęśle

$$M_y = 6,15 \text{ kNm}, \quad N = 9,80 \text{ kN}$$

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

$$s_{m,y,d} = 7,28 \text{ MPa}, \quad s_{c,0,d} = 0,44 \text{ MPa}$$

$$k_{c,y} = 0,454$$

$$s_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + s_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,567 < 1$$

$$(s_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + s_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,346 < 1$$

##### Maksymalne siły i naprężenia na podporze (płatwi)

$$M_y = -6,82 \text{ kNm}, \quad N = 5,38 \text{ kN}$$

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

$$s_{m,y,d} = 10,75 \text{ MPa}, \quad s_{c,0,d} = 0,28 \text{ MPa}$$

$$(s_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2 + s_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 0,729 < 1$$

##### Maksymalne ugięcie krokwi (pomiędzy murlatą a płatwią)

$$u_{fin} = 12,19 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1/200 = 5255/200 = 26,28 \text{ mm} \quad (46,4\%)$$

##### Maksymalne ugięcie wspornika krokwi

$$u_{fin} = 7,15 \text{ mm} < u_{net,fin} = 2 \cdot 1/200 = 2 \cdot 883/200 = 8,83 \text{ mm} \quad (80,9\%)$$

#### B. PŁATEW

##### Smukłość

$$l_y = 17,3 < 150$$

$$l_z = 24,7 < 150$$

##### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 16,42 \text{ kN/m} \quad q_{y,max} = 0,29 \text{ kN/m}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia w płatwi

$$\begin{aligned}M_y &= 8,21 \text{ kNm}, \quad M_z = 0,52 \text{ kNm} \\f_{m,y,d} &= 14,77 \text{ MPa}, \quad f_{m,z,d} = 14,77 \text{ MPa} \\s_{m,y,d} &= 8,80 \text{ MPa}, \quad s_{m,z,d} = 0,80 \text{ MPa} \\s_{m,y,d}/f_{m,y,d} + k_m \cdot s_{m,z,d}/f_{m,z,d} &= 0,633 < 1 \\k_m \cdot s_{m,y,d}/f_{m,y,d} + s_{m,z,d}/f_{m,z,d} &= 0,471 < 1\end{aligned}$$

#### Maksymalne ugięcie

$$u_{fin} = 2,96 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1 / 200 = 10,00 \text{ mm} \quad (29,6\%)$$

#### C. SŁUP

##### Smukłość

$$\begin{aligned}l_y &= 89,1 < 150 \\l_z &= 60,6 < 150\end{aligned}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

$$\begin{aligned}M_y &= 0,00 \text{ kNm}, \quad N = 65,68 \text{ kN} \\f_{c,0,d} &= 12,92 \text{ MPa} \\s_{m,y,d} &= 0,00 \text{ MPa}, \quad s_{c,0,d} = 3,35 \text{ MPa} \\k_{c,y} &= 0,383, \quad k_{c,z} = 0,706 \\s_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}) + s_{m,y,d}/f_{m,y,d} &= 0,677 < 1 \\s_{c,0,d}/(k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}) + s_{m,y,d}/f_{m,y,d} &= 0,367 < 1\end{aligned}$$

#### D. KLESZCZE

##### Smukłość

$$\begin{aligned}l_y &= 130,8 < 150 \\l_z &= 174,8 < 175\end{aligned}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

$$\begin{aligned}M_y &= 0,13 \text{ kNm}, \quad N = -4,95 \text{ kN} \\f_{m,y,d} &= 11,08 \text{ MPa}, \quad f_{t,0,d} = 6,46 \text{ MPa} \\s_{m,y,d} &= 0,50 \text{ MPa}, \quad s_{t,0,d} = 0,40 \text{ MPa} \\s_{t,0,d}/f_{t,0,d} + s_{m,y,d}/f_{m,y,d} &= 0,107 < 1\end{aligned}$$

#### Maksymalne ugięcie:

$$u_{fin} = 2,79 \text{ mm} < u_{net,fin} = 1 / 200 = 4720 / 200 = 23,60 \text{ mm} \quad (11,8\%)$$

#### E. MURŁATA

- Część murłaty leżąca na ścianie

#### Ekstremalne obciążenia obliczeniowe

$$q_{z,max} = 10,89 \text{ kN/m}, \quad q_{y,max} = 1,58 \text{ kN/m}$$

#### Maksymalne siły i naprężenia

$$\begin{aligned}M_z &= 0,38 \text{ kNm} \\f_{m,z,d} &= 16,62 \text{ MPa} \\s_{m,z,d} &= 0,83 \text{ MPa} \\s_{m,z,d}/f_{m,z,d} &= 0,050 < 1\end{aligned}$$

### **PŁYTY STROPOWE PREFABRYKOWANE**

#### DANE:

##### Parametry prefabrykatu:

- klasa betonu - C20/25
- nośność maksymalna prefabrykatów - 10,0kN/m2 (obciążenia charakterystyczne ponad ciężar własny).

## SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI:

### **A. PŁYTY STROPU OSTATNIEJ KONDYGNACJI**

Maksymalne obciążenie charakterystyczne działające na prefabrykaty:

stałe od warstw wykończeniowych:	0,59kN/m <sup>2</sup>
<u>zmienne użytkowe:</u>	<u>0,50kN/m<sup>2</sup></u>
RAZEM:	q <sub>k</sub> =1,09kN/m <sup>2</sup>

Dopuszczalne obciążenia charakterystyczne dla prefabrykatów: q<sub>k,dop</sub>=10,0kN/m<sup>2</sup>

Sprawdzenie warunku nośności:

$$q_k < q_{k,dop} \\ 1,09\text{kN/m}^2 < 10,0\text{kN/m}^2$$

### **B. PŁYTY STROPU MIĘDZYKONDYGNACYJNEGO**

Maksymalne obciążenie charakterystyczne działające na prefabrykaty:

stałe od warstw wykończeniowych:	1,64kN/m <sup>2</sup>
<u>zmienne użytkowe:</u>	<u>2,0kN/m<sup>2</sup></u>
RAZEM:	q <sub>k</sub> =3,64kN/m <sup>2</sup>

Dopuszczalne obciążenia charakterystyczne dla prefabrykatów: q<sub>k,dop</sub>=10,0kN/m<sup>2</sup>

Sprawdzenie warunku nośności:

$$q_k < q_{k,dop} \\ 3,64\text{kN/m}^2 < 10,0\text{kN/m}^2$$

## **PŁYTA STROPOWA ŻELBETOWA**

Nad klatką schodową, w celu umiejscowienia klapy oddymiającej, należy wykonać monolityczny strop żelbetowy z betonu klasy C20/25 zbrojony prętami  $\phi 12$  ze stali gatunku A-IIIIN (RB500W) w rozstawie maksymalnym 25cm.

## **WIEŃCE**

W projektowanym budynku przyjęto wieńce żelbetowe zbrojone biegnące wzdłuż ścian konstrukcyjnych. Wieńce będą zbrojone 4 prętami ze stali gatunku A-IIIIN (RB500W) oraz strzemionami ze stali A-0 (St0S-b) w rozstawie maksymalnym 20cm. Długość i geometria zbrojenia wieńców zależy do układu płyt kanałowych.

## **NADPROŻA i PODCIĄGI**

### NADPROŻA PREFABRYKOWANE

#### **A. BELKI L-19 dł. 1,19m (Nn/120)**

##### DANE:

##### Parametry prefabrykatu:

- klasa betonu - C20/25
- moment obliczeniowy przenoszony przez zbrojenie dolne - 3,25kNm
- siła poprzeczna przenoszona przez jedną belkę - 14,21kN

## SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI:

Obciążenia obliczeniowe:

stałe od ciężaru ściany:	5,02kN/m <sup>2</sup>
stałe od warstw wykończeniowych:	0,76kN/m <sup>2</sup>
<u>montażowe</u>	<u>4,50kN/m<sup>2</sup></u>
RAZEM:	q <sub>k</sub> =10,28kN/m <sup>2</sup>

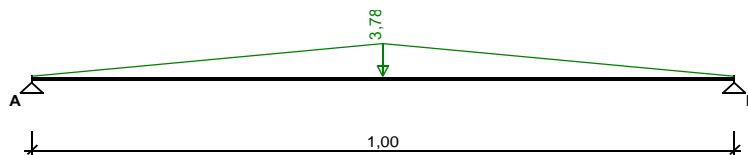
Powierzchnia z jakiej zbierane jest obciążenie od ciężaru ściany: A<sub>1</sub>=0,43m<sup>2</sup>

Maksymalne obciążenia działające na prefabrykat:

stałe od ciężaru ściany:	2,49kN
stałe od warstw wykończeniowych:	0,33kN
<u>montażowe</u>	<u>1,94kN</u>
RAZEM:	q <sub>k</sub> =4,76kN

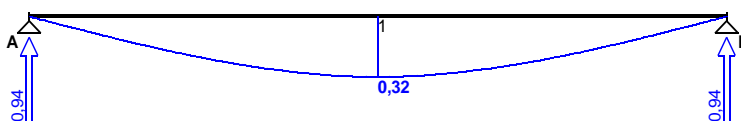
Rozpiętość obliczeniowa nadproża: 1,19m x 1,05=1,26m

Maksymalne obciążenie równomiernie rozłożone działające na nadproże: 4,76kN/1,26m=3,78kN/m



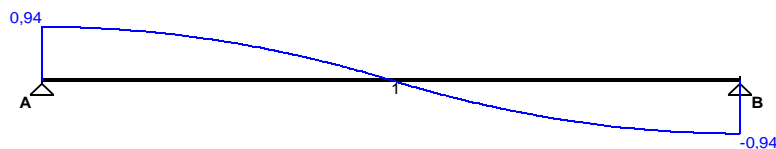
Rys. 14 Schemat obciążeniowy

Wykres momentów zginających [kNm]:



Rys. 15 Momenty zginające

Wykres sił tnących [kN]:



Rys. 16 Siły ścinające

Sprawdzenie warunku nośności na zginanie:

$$M_k < M_{k,dop}$$
$$0,32 \text{ kNm} < 3,25 \text{ kNm}$$

Sprawdzenie warunku nośności na ścinanie:

$$V_k < V_{k,dop}$$
$$0,94 \text{ kN} < 14,21 \text{ kN}$$

## **B. BELKI L-19 dł. 1,49m (Nn/150)**

DANE:

Parametry prefabrykatu:

- klasa betonu - C20/25
- moment obliczeniowy przenoszony przez zbrojenie dolne - 5,30kNm
- siła poprzeczna przenoszona przez jedną belkę - 14,21kN



## SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI:

Obciążenia obliczeniowe:

stałe od ciężaru ściany:	5,02kN/m <sup>2</sup>
stałe od warstw wykończeniowych:	0,76kN/m <sup>2</sup>
<u>montażowe</u>	<u>4,50kN/m<sup>2</sup></u>
RAZEM:	q <sub>k</sub> =10,28kN/m <sup>2</sup>

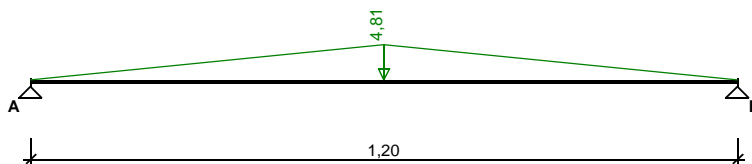
Powierzchnia z jakiej zbierane jest obciążenie od ciężaru ściany: A<sub>1</sub>=0,73m<sup>2</sup>

Maksymalne obciążenia działające na prefabrykat:

stałe od ciężaru ściany:	3,66kN
stałe od warstw wykończeniowych:	0,55kN
<u>montażowe</u>	<u>3,29kN</u>
RAZEM:	q <sub>k</sub> =7,50kN

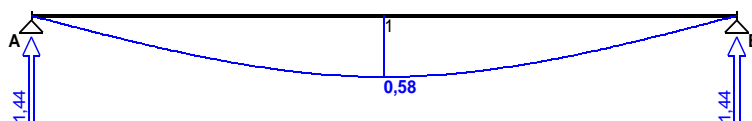
Rozpiętość obliczeniowa nadproża: 1,49m x 1,05=1,56m

Maksymalne obciążenie równomiernie rozłożone działające na nadproże: 7,50kN/1,56m=4,81kN/m



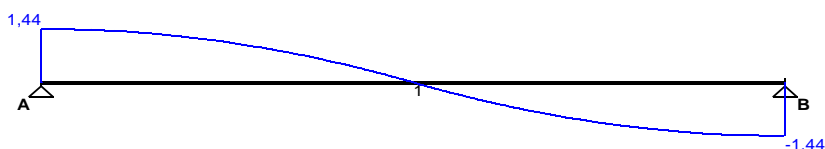
Rys. 17 Schemat obciążeniowy

Wykres momentów zginających [kNm]:



Rys. 18 Momenty zginające

Wykres sił tnących [kN]:



Rys. 19 Siły ścinające

Sprawdzenie warunku nośności na zginanie:

$$M_k < M_{k,dop}$$
$$0,58 \text{ kNm} < 5,20 \text{ kNm}$$

Sprawdzenie warunku nośności na ścinanie:

$$V_k < V_{k,dop}$$
$$1,44 \text{ kN} < 14,21 \text{ kN}$$

## **C. BELKI L-19 dł. 1,79m (Nn/180)**

DANE:

Parametry prefabrykatu:

- klasa betonu - C20/25
- moment obliczeniowy przenoszony przez zbrojenie dolne – 6,37kNm
- siła poprzeczna przenoszona przez jedną belkę – 17,74kN

## SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI:

Obciążenia obliczeniowe:

stałe od ciężaru ściany:	5,02kN/m <sup>2</sup>
stałe od warstw wykończeniowych:	0,76kN/m <sup>2</sup>
<u>montażowe</u>	<u>4,50kN/m<sup>2</sup></u>
RAZEM:	$q_k=10,28\text{kN/m}^2$

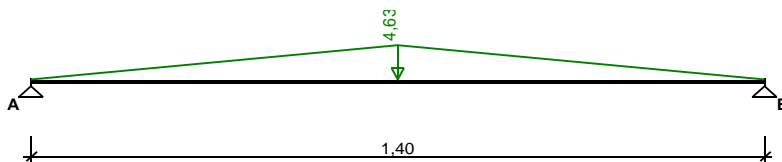
Powierzchnia z jakiej zbierane jest obciążenie od ciężaru ściany:  $A_1=0,85\text{m}^2$

Maksymalne obciążenia działające na prefabrykat:

stałe od ciężaru ściany:	4,22kN
stałe od warstw wykończeniowych:	0,65kN
<u>montażowe</u>	<u>3,83kN</u>
RAZEM:	$q_k=8,70\text{kN}$

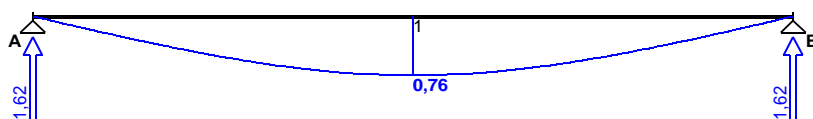
Rozpiętość obliczeniowa nadproża:  $1,79\text{m} \times 1,05 = 1,88\text{m}$

Maksymalne obciążenie równomiernie rozłożone działające na nadproże:  $8,70\text{kN}/1,88\text{m} = 4,63\text{kN/m}$



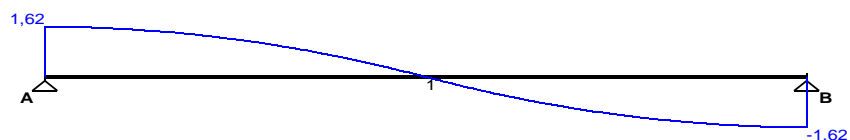
Rys. 20 Schemat obciążeniowy

Wykres momentów zginających [kNm]:



Rys. 21 Momenty zginające

Wykres sił tnących [kN]:



Rys. 22 Siły ścinające

Sprawdzenie warunku nośności na zginanie:

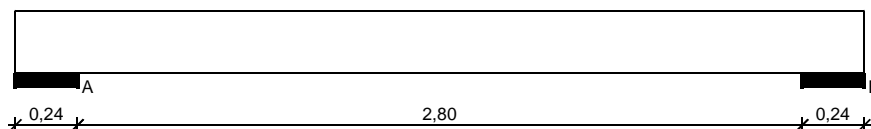
$$M_k < M_{k,dop}$$
$$0,76\text{kNm} < 6,37\text{kNm}$$

Sprawdzenie warunku nośności na ścinanie:

$$V_k < V_{k,dop}$$
$$1,62\text{kN} < 17,74\text{kN}$$

## NADPROŻE MONOLITYCZNE

DANE:



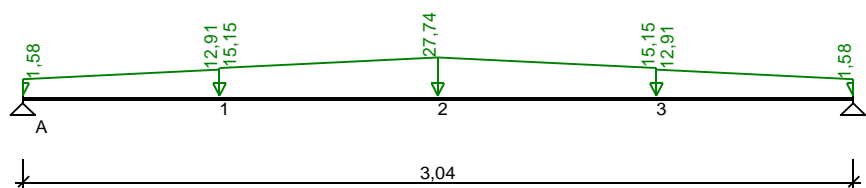
Rys. 23 Schemat belki

#### Dane materiałowe i założenia:

- Klasa betonu: C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,07$
- Stal zbrojeniowa główna A-IIIIN (RB500)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (St0S-b)  $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 260 \text{ MPa}$
- Stal zbrojeniowa montażowa A-0 (St0S-b)

- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \alpha = 2,00$
- Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
- Graniczne ugięcie  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

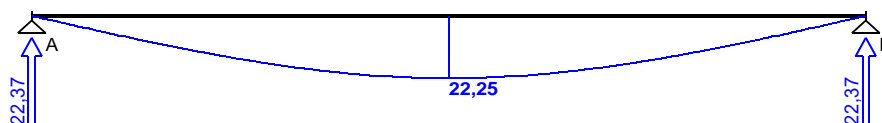
#### SCHEMAT STATYCZNY:



Rys. 24 Schemat statyczny

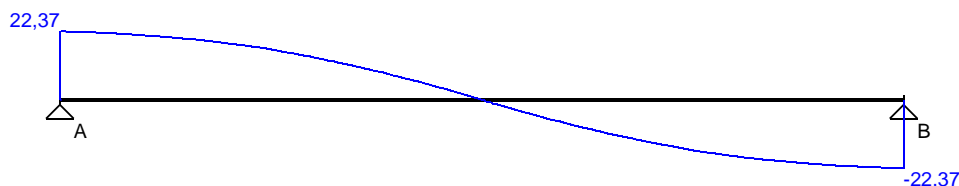
#### WYNIKI:

Momenty zginające [kNm]:



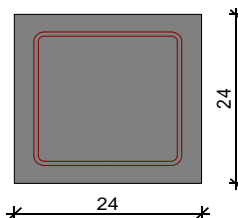
Rys. 25 Momenty zginające

Siły poprzeczne [kN]:



Rys. 26 Siły poprzeczne

#### WYMIAROWANIE (wg PN-B-03264:2002):



Rys. 27 Schemat obliczeniowy

#### Przyjęte wymiary przekroju:

- $b_w = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$
- otulina zbrojenia  $c_{nom} = 25 \text{ mm}$

### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 22,25 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,88 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 4f12 o  $A_s = 4,52 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,93\%$ )

(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 22,25 \text{ kNm} < M_{Rd} = 32,93 \text{ kNm}$  (67,6%)

### Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = (-)21,04 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi f6 co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = (-)21,04 \text{ kN} < V_{Rd1} = 37,43 \text{ kN}$  (56,2%)

### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 19,35 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,226 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (75,4%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 11,49 \text{ mm} < a_{lim} = 3040/200 = 15,20 \text{ mm}$  (75,6%)

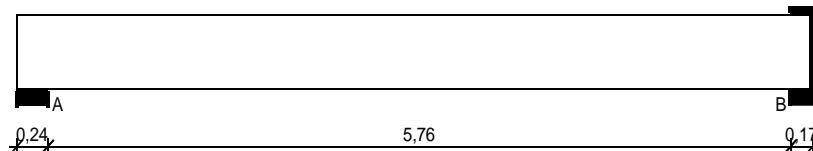
Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 19,20 \text{ kN}$

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

## PODCIĄGI MONOLITYCZNE

### **A. PODCIĄG dł. 5,76m**

#### DANE:



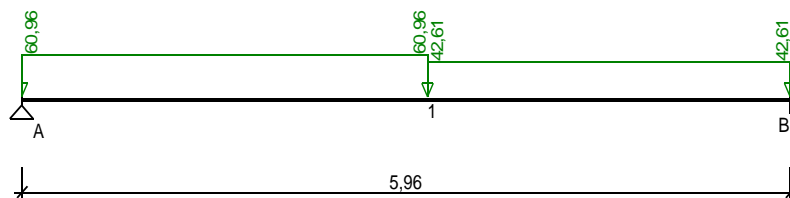
Rys. 28 Schemat belki

#### Dane materiałowe i założenia:

- Klasa betonu: C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy  $r = 25 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $f = 3,07$
- Stal zbrojeniowa główna A-IIIN (RB500W)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (St0S-b)  $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 260 \text{ MPa}$
- Stal zbrojeniowa montażowa A-0 (St0S-b)

- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot q = 2,00$
- Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
- Graniczne ugięcie  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

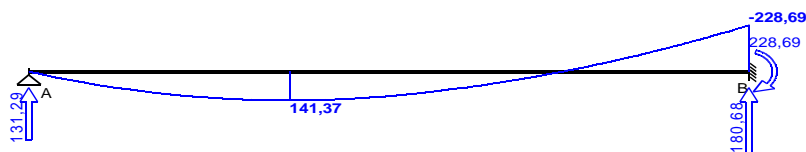
#### SCHEMAT STATYCZNY:



Rys. 29 Schemat statyczny

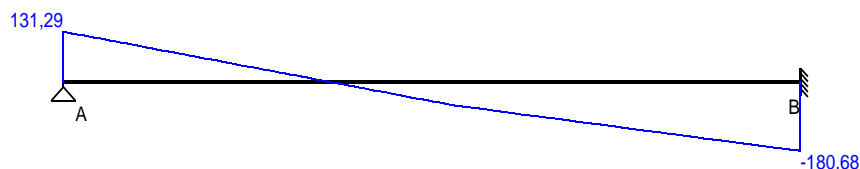
## WYNIKI:

Momenty zginające [kNm]:



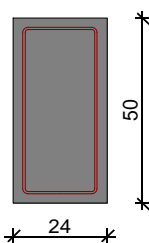
Rys. 30 Momenty zginające

Siły poprzeczne [kN]:



Rys. 31 Siły poprzeczne

WYMIAROWANIE (wg PN-B-03264:2002):



Rys. 32 Schemat obliczeniowy

Przyjęte wymiary przekroju:

- $b_w = 24,0$  cm,  $h = 50,0$  cm
- otulina zbrojenia  $c_{nom} = 25$  mm

A. PRZESŁO A - B:

Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 141,37$  kNm

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 8,37$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 5f16 o  $A_s = 10,05$  cm<sup>2</sup> ( $r = 0,92\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 141,37$  kNm  $<$   $M_{Rd} = 165,10$  kNm (85,6%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)177,06$  kN

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi f10 co 130 mm na odcinku 91,0 cm przy lewej podporze i na odcinku 260,0 cm przy prawej podporze oraz co 330 mm na pozostałej części belki (decyduje warunek granicznej szerokości rys ukośnych)

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)177,06$  kN  $<$   $V_{Rd3} = 182,24$  kN (97,2%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 105,98$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,209$  mm  $<$   $w_{lim} = 0,3$  mm (69,7%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 15,62$  mm  $<$   $a_{lim} = 5965/200 = 29,83$  mm (52,4%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 124,06$  kN

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,181$  mm  $<$   $w_{lim} = 0,3$  mm (60,2%)

B. PODPORA B:

Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)228,69$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 16,30$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 9f16 o  $A_s = 18,10$  cm<sup>2</sup> ( $r = 1,71\%$ )

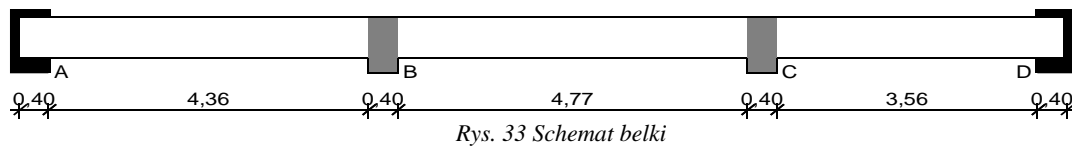
Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)228,69$  kNm  $<$   $M_{Rd} = 233,38$  kNm (98,0%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)164,56 \text{ kNm}$   
Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,177 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (58,9%)

## B. PODCIĄG dł. 13,49m

DANE:



Dane materiałowe i założenia:

- Klasa betonu: C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,07$
- Stal zbrojeniowa główna A-IIIIN (RB500W)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (St0S-b)  $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 260 \text{ MPa}$
- Stal zbrojeniowa montażowa A-0 (St0S-b)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \alpha = 2,00$
- Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
- Graniczne ugięcie  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

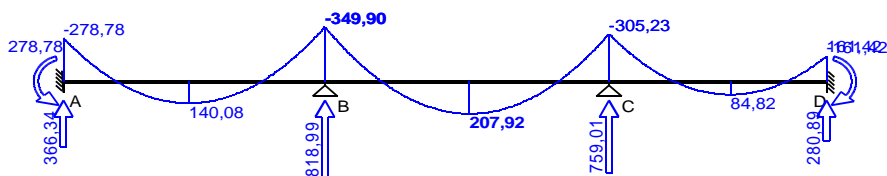
SCHEMAT STATYCZNY:



Rys. 34 Schemat statyczny

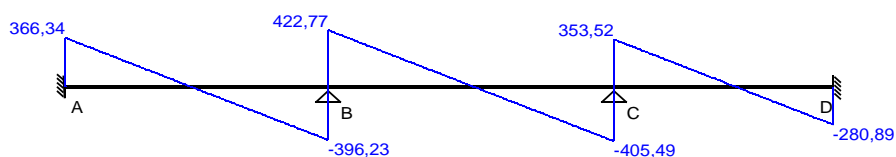
WYNIKI:

Momenty zginające [kNm]:



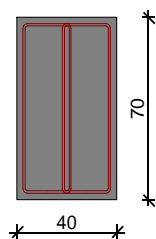
Rys. 35 Momenty zginające

Siły poprzeczne [kN]:



Rys. 36 Siły poprzeczne

## WYMIAROWANIE (wg PN-B-03264:2002):



Rys. 37 Schemat obliczeniowy

### Przyjęte wymiary przekroju:

- $b_w = 40,0$  cm,  $h = 70,0$  cm
- otulina zbrojenia  $c_{nom} = 25$  mm

### A. PODPORA A:

#### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)278,78$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 10,80$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 4f20 o  $A_s = 12,57$  cm<sup>2</sup> ( $r = 0,48\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)278,78$  kNm  $<$   $M_{Rd} = 320,64$  kNm (86,9%)

#### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)216,81$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,287$  mm  $<$   $w_{lim} = 0,3$  mm (95,5%)

### B. PRZĘSŁO A - B:

#### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 140,08$  kNm

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 5,24$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 3f20 o  $A_s = 9,42$  cm<sup>2</sup> ( $r = 0,36\%$ )

(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 140,08$  kNm  $<$   $M_{Rd} = 245,38$  kNm (57,1%)

#### Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)364,19$  kN

Zbrojenie strzemionami czterociętymi f8 co 110 mm na odcinku 132,0 cm przy lewej podporze i na odcinku 154,0 cm przy prawej podporze oraz co 400 mm na pozostałej części belki

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)364,19$  kN  $<$   $V_{Rd3} = 410,70$  kN (88,7%)

#### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 108,94$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,187$  mm  $<$   $w_{lim} = 0,3$  mm (62,2%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 2,62$  mm  $<$   $a_{lim} = 4760/200 = 23,80$  mm (11,0%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 283,24$  kN

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,148$  mm  $<$   $w_{lim} = 0,3$  mm (49,4%)

### C. PODPORA B:

#### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)349,90$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 13,83$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 5f20 o  $A_s = 15,71$  cm<sup>2</sup> ( $r = 0,60\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)349,90$  kNm  $<$   $M_{Rd} = 392,64$  kNm (89,1%)

#### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)272,13$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,263$  mm  $<$   $w_{lim} = 0,3$  mm (87,8%)

#### D. PRZESŁO B - C:

##### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 207,92 \text{ kNm}$   
Zbrojenie potrzebne  $A_s = 7,91 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 4f20 o  $A_s = 12,57 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,48\%$ )  
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)  
Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 207,92 \text{ kNm} < M_{Rd} = 320,64 \text{ kNm}$  (64,8%)

##### Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 390,73 \text{ kN}$   
Zbrojenie strzemionami czterociętymi f8 co 110 mm na odcinku 165,0 cm przy lewej podporze i na odcinku 154,0 cm przy prawej podporze oraz co 400 mm na pozostałej części belki  
Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 390,73 \text{ kN} < V_{Rd3} = 410,70 \text{ kN}$  (95,1%)

##### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 161,70 \text{ kNm}$   
Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,204 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (67,9%)  
Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 5,04 \text{ mm} < a_{lim} = 5170/200 = 25,85 \text{ mm}$  (19,5%)  
  
Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 303,88 \text{ kN}$   
Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,156 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (52,0%)

#### E. PODPORA C:

##### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)305,23 \text{ kNm}$   
Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 11,91 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 5f20 o  $A_s = 15,71 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,60\%$ )  
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)  
Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)305,23 \text{ kNm} < M_{Rd} = 392,64 \text{ kNm}$  (77,7%)

##### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)237,39 \text{ kNm}$   
Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,227 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (75,7%)

#### F. PRZESŁO C - D:

##### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 84,82 \text{ kNm}$   
Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 3,42 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 2f20 o  $A_s = 6,28 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,24\%$ )  
Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 84,82 \text{ kNm} < M_{Rd} = 166,85 \text{ kNm}$  (50,8%)

##### Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 321,48 \text{ kN}$   
Zbrojenie strzemionami czterociętymi f8 co 140 mm na odcinku 140,0 cm przy lewej podporze i na odcinku 126,0 cm przy prawej podporze oraz co 400 mm na pozostałej części belki  
Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 321,48 \text{ kN} < V_{Rd3} = 322,70 \text{ kN}$  (99,6%)

##### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 65,97 \text{ kNm}$   
Szerokość rys prostopadłych: zarysowanie nie występuje (0,0%)  
Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,45 \text{ mm} < a_{lim} = 3960/200 = 19,80 \text{ mm}$  (2,3%)  
  
Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 250,02 \text{ kN}$   
Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,165 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (55,1%)

#### G. PODPORA D:

##### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)161,42 \text{ kNm}$   
Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 6,07 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 3f20 o  $A_s = 9,42 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,36\%$ )  
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)  
Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)161,42 \text{ kNm} < M_{Rd} = 245,38 \text{ kNm}$  (65,8%)

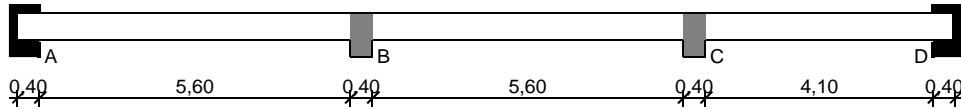


### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)125,54 \text{ kNm}$   
Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,230 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (76,6%)

### **C. PODCIĄG dł. 16,10m**

#### DANE:

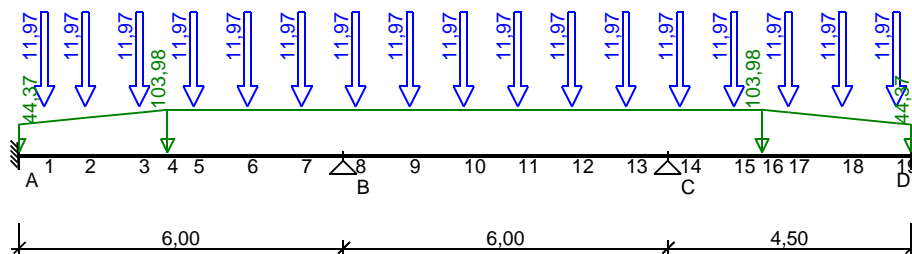


Rys. 38 Schemat belki

#### Dane materiałowe i założenia:

- Klasa betonu: C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,07$
- Stal zbrojeniowa główna A-IIIIN (RB500W)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (St0S-b)  $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 260 \text{ MPa}$
- Stal zbrojeniowa montażowa A-0 (St0S-b)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \alpha = 2,00$
- Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
- Graniczne ugięcie  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

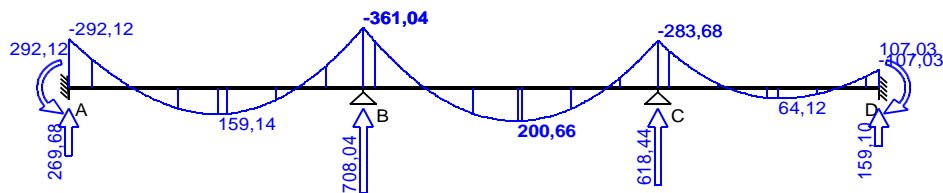
#### SCHEMAT STATYCZNY:



Rys. 39 Schemat statyczny

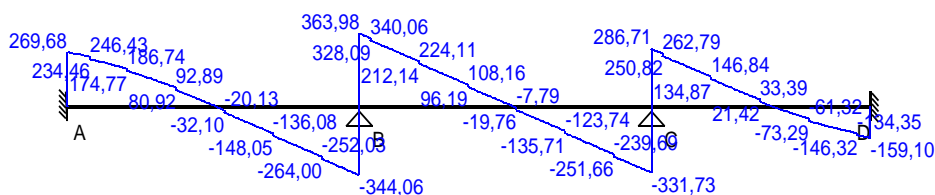
#### WYNIKI:

Momenty zginające [kNm]:



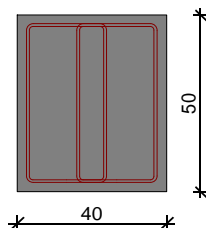
Rys. 40 Momenty zginające

Siły poprzeczne [kN]:



Rys. 41 Siły poprzeczne

WYMIAROWANIE (wg PN-B-03264:2002):



Rys. 42 Schemat obliczeniowy

Przyjęte wymiary przekroju:

- $b_w = 40,0 \text{ cm}$ ,  $h = 50,0 \text{ cm}$
- otulina zbrojenia  $c_{nom} = 25 \text{ mm}$

A. PODPORA A:

Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{sd} = (-)292,12 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 18,02 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 6f20 o  $A_s = 18,85 \text{ cm}^2$  ( $r = 1,03\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)292,12 \text{ kNm} < M_{Rd} = 303,04 \text{ kNm}$  (96,4%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{sk,lt} = (-)258,50 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,291 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (96,9%)

B. PRZĘSŁO A - B:

Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 159,14 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 8,99 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 4f20 o  $A_s = 12,57 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,69\%$ )

(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 159,14 \text{ kNm} < M_{Rd} = 215,08 \text{ kNm}$  (74,0%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = (-)323,27 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami czteroczętymi f8 co 80 mm na odcinku 192,0 cm przy podporach oraz co 340 mm w środku rozpiętości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = (-)323,27 \text{ kN} < V_{Rd3} = 392,81 \text{ kN}$  (82,3%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{sk,lt} = 139,87 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,278 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (92,6%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{sk,lt}$ :  $a(M_{sk,lt}) = 11,80 \text{ mm} < a_{lim} = 6000/200 = 30,00 \text{ mm}$  (39,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{sk} = 283,14 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,162 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (54,0%)

#### C. PODPORA B:

##### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{sd} = (-)361,04 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 23,61 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 8f20 o  $A_s = 25,13 \text{ cm}^2$  ( $r = 1,37\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)361,04 \text{ kNm} < M_{Rd} = 377,94 \text{ kNm}$  (95,5%)

##### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)316,28 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,240 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (80,2%)

#### D. PRZĘSŁO B - C:

##### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 200,66 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 11,62 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 5f20 o  $A_s = 15,71 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,86\%$ )

(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 200,66 \text{ kNm} < M_{Rd} = 260,69 \text{ kNm}$  (77,0%)

##### Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = 343,18 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami czterociętymi f8 co 80 mm na odcinku 200,0 cm przy lewej podporze i na odcinku 168,0 cm przy prawej podporze oraz co 340 mm na pozostałej części belki

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = 343,18 \text{ kN} < V_{Rd3} = 392,81 \text{ kN}$  (87,4%)

##### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 175,52 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,253 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (84,5%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 15,29 \text{ mm} < a_{lim} = 6000/200 = 30,00 \text{ mm}$  (51,0%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 301,12 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,234 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (77,9%)

#### E. PODPORA C:

##### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{sd} = (-)283,68 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 17,38 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 6f20 o  $A_s = 18,85 \text{ cm}^2$  ( $r = 1,03\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)283,68 \text{ kNm} < M_{Rd} = 303,04 \text{ kNm}$  (93,6%)

##### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)248,52 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,279 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (93,1%)

#### F. PRZĘSŁO C - D:

##### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 64,12 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 3,44 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 2f20 o  $A_s = 6,28 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,34\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 64,12 \text{ kNm} < M_{Rd} = 114,07 \text{ kNm}$  (56,2%)

##### Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = 265,91 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami czterociętymi f8 co 110 mm na odcinku 143,0 cm przy lewej podporze i na odcinku 88,0 cm przy prawej podporze oraz co 340 mm na pozostałej części belki

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = 265,91 \text{ kN} < V_{Rd3} = 285,68 \text{ kN}$  (93,1%)

##### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 56,84 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,281 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (93,6%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 2,51 \text{ mm} < a_{lim} = 4500/200 = 22,50 \text{ mm}$  (11,2%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{sk} = 233,87 \text{ kN}$   
 Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,230 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (76,6%)

#### F. PODPORA D:

##### Zginanie:

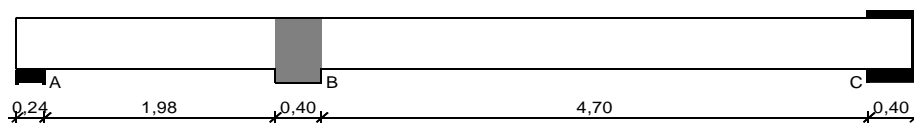
Moment podporowy obliczeniowy  $M_{sd} = (-)107,03 \text{ kNm}$   
 Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 5,87 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 3f20 o  $A_s = 9,42 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,52\%$ )  
 (decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)  
 Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)107,03 \text{ kNm} < M_{Rd} = 166,21 \text{ kNm}$  (64,4%)

##### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)95,88 \text{ kNm}$   
 Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,286 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (95,2%)

#### D. PODCIĄG dł. 7,08m

##### DANE:

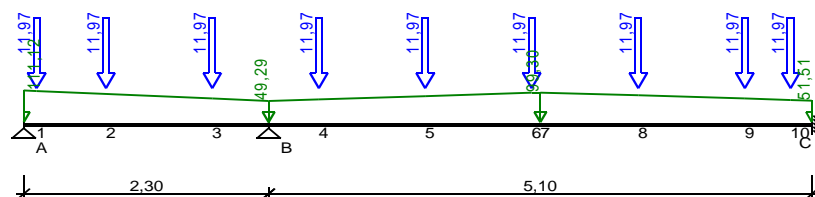


Rys. 43 Schemat belki

##### Dane materiałowe i założenia:

- Klasa betonu: C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy  $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $f = 3,07$
- Stal zbrojeniowa główna A-IIIIN (RB500W)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (St0S-b)  $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 260 \text{ MPa}$
- Stal zbrojeniowa montażowa A-0 (St0S-b)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot q = 2,00$
- Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
- Graniczne ugięcie  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

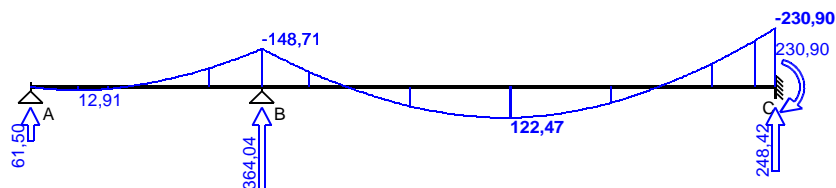
##### SCHEMAT STATYCZNY:



Rys. 44 Schemat statyczny

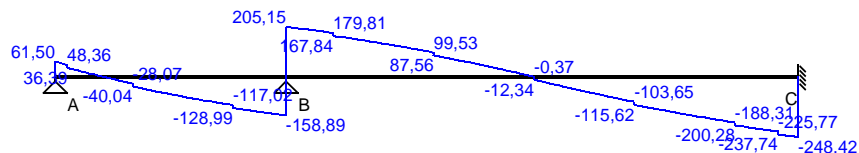
##### WYNIKI:

Momenty zginające [kNm]:



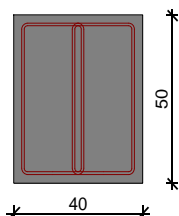
Rys. 45 Momenty zginające

Siły poprzeczne [kN]:



Rys. 46 Siły poprzeczne

WYMIAROWANIE (wg PN-B-03264:2002):



Rys. 47 Schemat obliczeniowy

Przyjęte wymiary przekroju:

- $b_w = 40,0$  cm,  $h = 50,0$  cm
- otulina zbrojenia  $c_{nom} = 25$  mm

A. PRZĘSŁO A - B:

Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 12,91$  kNm

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 2,38$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 2f20 o  $A_s = 6,28$  cm<sup>2</sup> ( $r = 0,34\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 12,91$  kNm  $< M_{Rd} = 114,07$  kNm (11,3%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)148,49$  kN

Zbrojenie strzemionami czterociętymi f8 co 200 mm na odcinku 100,0 cm przy prawej podporze oraz co 340 mm na pozostałej części przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)148,49$  kN  $< V_{Rd3} = 157,12$  kN (94,5%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 11,11$  kNm

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

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)132,15$  kNm

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = (-)0,68$  mm  $< a_{lim} = 2300/200 = 11,50$  mm (5,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 131,98$  kN

Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,220$  mm  $< w_{lim} = 0,3$  mm (73,4%)

B. PODPORA B:

Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)148,71$  kNm

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 8,35$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto 4f20 o  $A_s = 12,57$  cm<sup>2</sup> ( $r = 0,69\%$ ) (decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)148,71$  kNm  $< M_{Rd} = 215,08$  kNm (69,1%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)132,15$  kNm

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,261$  mm  $< w_{lim} = 0,3$  mm (87,1%)

C. PRZĘSŁO B - C:

Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 122,47$  kNm

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 6,78 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 4f20 o  $A_s = 12,57 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,69\%$ )  
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)  
Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 122,47 \text{ kNm} < M_{Rd} = 215,08 \text{ kNm}$  (56,9%)

#### Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = (-)237,74 \text{ kN}$   
Zbrojenie strzemionami czterociętymi f8 co 130 mm na odcinku 117,0 cm przy lewej podporze i na odcinku 143,0 cm przy prawej podporze oraz co 340 mm na pozostałej części belki  
Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = (-)237,74 \text{ kN} < V_{Rd3} = 241,73 \text{ kN}$  (98,4%)

#### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 108,73 \text{ kNm}$   
Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,211 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (70,3%)  
Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 7,46 \text{ mm} < a_{lim} = 5100/200 = 25,50 \text{ mm}$  (29,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 212,94 \text{ kN}$   
Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,242 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (80,7%)

#### D. PODPORA C:

##### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)230,90 \text{ kNm}$   
Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 13,63 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 5f20 o  $A_s = 15,71 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,86\%$ )  
Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = (-)230,90 \text{ kNm} < M_{Rd} = 260,69 \text{ kNm}$  (88,6%)

##### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)205,45 \text{ kNm}$   
Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,298 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (99,4%)

**Uwaga:** Pozostałe nadproża i podciągi zbroić prętami  $\phi 12$  ze stali A-IIIN (RB500W) i strzemionami  $\phi 6$  ze stali A-0 (St0S-b) w rozstawie maksymalnym 20cm.

### SŁUPY

#### SŁUP wym. 0,40x0,40m (typu 1)

##### DANE:

###### Wymiary przekroju:

- Typ przekroju: prostokątny
- Szerokość przekroju  $b = 40,0 \text{ cm}$
- Wysokość przekroju  $h = 40,0 \text{ cm}$

###### Zbrojenie:

- Pręty podłużne  $f = 12 \text{ mm}$  ze stali A-IIIN (RB500W)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Strzemiona  $f = 8 \text{ mm}$

###### Parametry betonu:

- Klasa betonu: C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy  $r = 25 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $f = 2,88$

###### Otulenie:

- Otulenie nominalne zbrojenia  $c_{nom} = 50 \text{ mm}$

###### Obciążenia:

$N_{Sd} [\text{kN}]$	$N_{Sd,lt} [\text{kN}]$	$M_{Sd} [\text{kNm}]$
708,04	0,00	0,00

Dodatkowo uwzględniono ciężar własny słupa o wartości  $N_o = 15,49 \text{ kN}$

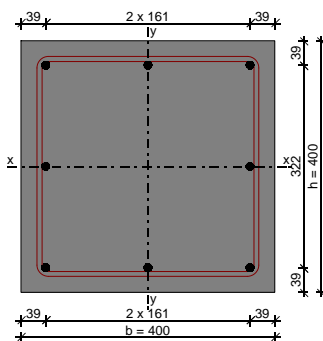
#### Słup:

- Wysokość słupa  $l_{col} = 3,52 \text{ m}$
- Rodzaj słupa: monolityczny
- Rodzaj konstrukcji: przesuwana
- Numer kondygnacji od góry: 1
  - Współczynnik długości wyboczeniowej w płaszczyźnie obciążenia  $b_x = 2,00$
  - Współczynnik długości wyboczeniowej z płaszczyzny obciążenia  $b_y = 2,00$

#### Założenia obliczeniowe:

- Sytuacja obliczeniowa: trwała

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



Rys. 48 Schemat obliczeniowy

#### Ściskanie:

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b" :

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = A_{s2} = 2,33 \text{ cm}^2$ . Przyjęto po 3f12 o  $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h" :

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = A_{s2} = 2,33 \text{ cm}^2$ . Przyjęto po 3f12 o  $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto 8f12 o  $A_s = 9,05 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,57\%$ )

#### Strzemiona:

Przyjęto strzemiona pojedyncze f6 w rozstawie co 18,0 cm

SŁUP wym. 0,40x0,40m (typu 2)

#### DANE:

##### Wymiary przekroju:

- Typ przekroju: prostokątny
- Szerokość przekroju  $b = 40,0 \text{ cm}$
- Wysokość przekroju  $h = 40,0 \text{ cm}$

##### Zbrojenie:

- Pręty podłużne  $f = 20 \text{ mm}$  ze stali A-IIIIN (RB500)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Strzemiona  $f = 8 \text{ mm}$

##### Parametry betonu:

- Klasa betonu: C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy  $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,12$

##### Otulenie:

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

### Obciążenia:

$N_{sd}$ [kN]	$N_{sd,lt}$ [kN]	$M_{sd}$ [kNm]
366,34	0,00	278,78

Dodatkowo uwzględniono ciężar własny słupa o wartości  $N_o = 15,49$  kN

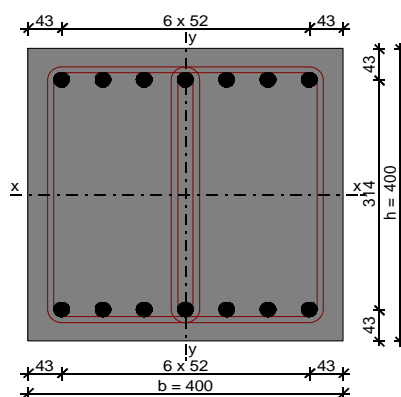
### Słup:

- Wysokość słupa  $l_{col} = 3,52$  m
- Rodzaj słupa: monolityczny
- Rodzaj konstrukcji: przesuwna
- Numer kondygnacji od góry: 1
  - Współczynnik długości wybocheniowej w płaszczyźnie obciążenia  $b_x = 2,00$
  - Współczynnik długości wybocheniowej z płaszczyzny obciążenia  $b_y = 2,00$

### Założenia obliczeniowe:

- Sytuacja obliczeniowa: trwała

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



Rys. 49 Schemat obliczeniowy

### Ściskanie:

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b" :

Zbrojenie potrzebne  $A_{s1} = A_{s2} = 18,84$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto po 7f20 o  $A_s = 21,99$  cm<sup>2</sup>

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h" :

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = A_{s2} = 2,40$  cm<sup>2</sup>. Przyjęto po 2f20 o  $A_s = 6,28$  cm<sup>2</sup>

Łącznie przyjęto 14f20 o  $A_s = 43,98$  cm<sup>2</sup> ( $r = 2,75\%$ )

### Strzemiona:

Przyjęto strzemiona pojedyncze f6 w rozstawie co 18,0 cm

SŁUP wym. 0,40x0,40m (typu 3)

### DANE:

#### Wymiary przekroju:

- Typ przekroju: prostokątny
- Szerokość przekroju  $b = 40,0$  cm
- Wysokość przekroju  $h = 40,0$  cm

#### Zbrojenie:

- Pręty podłużne  $f = 20$  mm ze stali A-IIIIN (RB500)  $\rightarrow f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa
- Strzemiona  $f = 8$  mm

#### Parametry betonu:

- Klasa betonu: C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa
- Ciężar objętościowy  $r = 25$  kN/m<sup>3</sup>
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16$  mm



Ściany wykonane będą jako monolityczne żelbetowe z betonu klasy C20/25 zbrojone prętami ze stali gatunku A-IIIIN (RB500W) w rozstawie maksymalnym 25cm. Długość zbrojenia zależy do geometrii przegród.

## ŚCIANY FUNDAMENTOWE WEWNĘTRZNE

Podobnie jak ściany zewnętrzne, zostaną wykonane jako monolityczne żelbetowe z betonu klasy C20/25 zbrojone prętami ze stali gatunku A-IIIIN (RB500W) w rozstawie maksymalnym 25cm. Długość zbrojenia należy dostosować do geometrii przegród.

## ŚCIANY MUROWANE ZEWNĘTRZNE

### DANE:

#### Materiał:

- Elementy murowe: Cegła silikatowa drążona 2NF kl.15
  - element silikatowy grupy 2
  - znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie  $f_b = 15,0$  MPa
  - kategoria wykonania elementu I
- Zaprawa murarska: zwykła klasy M5, przepisana  $\rightarrow f_m = 5,0$  MPa
- $\rightarrow$  Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie  $f_k = 4,32$  MPa

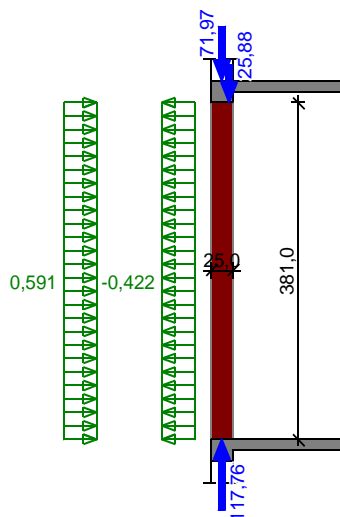
#### Geometria:

- Ściana zewnętrzna
  - Grubość ściany  $t = 25,0$  cm
  - Szerokość ściany  $b = 100,0$  cm
  - Wysokość ściany  $h = 381,0$  cm
  - Podparcie ściany:
- ściana podparta u góry i u dołu
- Usztywnienie przestrzenne:
  - konstrukcja usztywniona przestrzennie w sposób eliminujący przesuw poziomy
  - stropy inne niż z betonu z wieńcami żelbetowymi

#### Założenia obliczeniowe:

- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Kategoria wykonania robót: B
- $\rightarrow$  Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru  $g_m = 2,2$

### WYNIKI - ŚCIANA OBCIĄŻONA PIONOWO - model przegubowy (wg PN-B-03002:2007):



Rys. 51 Schemat obliczeniowy

#### Warunek nośności pod stropem:

$$F_1 = 0,722 \text{ A} = 0,25 \text{ m}^2, f_d = 1,74 \text{ MPa}$$
$$N_{1d} = 97,85 \text{ kN} < N_{1R,d} = F_1 \cdot A \cdot f_d = 314,82 \text{ kN} \quad (31,1\%)$$

#### Warunek nośności w strefie środkowej:

$$F_m = 0,391 \text{ A} = 0,25 \text{ m}^2, f_d = 1,74 \text{ MPa}$$
$$N_{md} = 107,80 \text{ kN} < N_{mR,d} = F_m \cdot A \cdot f_d = 170,61 \text{ kN} \quad (63,2\%)$$

Warunek nośności nad stropem:

$$F_2 = 0,898 \text{ A} = 0,25 \text{ m}^2, f_d = 1,74 \text{ MPa}$$

$$N_{2d} = 117,76 \text{ kN} < N_{2R,d} = F_2 \cdot A \cdot f_d = 391,61 \text{ kN} \quad (30,1\%)$$

ŚCIANY MUROWANE WEWNĘTRZNE

DANE:

Materiał:

- Elementy murowe: Cegła silikatowa drążona 2NF kl.15
  - element silikatowy grupy 2
  - znormalizowana wytrzymałość elementu na ściskanie  $f_b = 15,0 \text{ MPa}$
  - kategoria wykonania elementu I
- Zaprawa murarska: zwykła klasy M5, przepisana  $\rightarrow f_m = 5,0 \text{ MPa}$
- $\rightarrow$  Wytrzymałość charakterystyczna muru na ściskanie  $f_k = 4,32 \text{ MPa}$

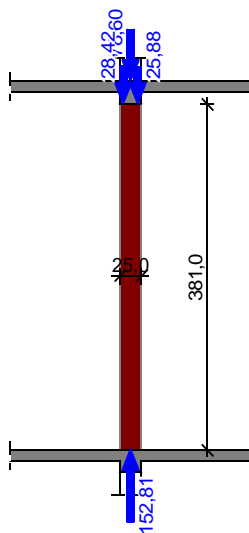
Geometria:

- Ściana wewnętrzna
  - Grubość ściany  $t = 25,0 \text{ cm}$
  - Szerokość ściany  $b = 100,0 \text{ cm}$
  - Wysokość ściany  $h = 381,0 \text{ cm}$
- Podparcie ściany:
  - ściana podparta u góry i u dołu
- Usztywnienie przestrzenne:
  - konstrukcja usztywniona przestrzennie w sposób eliminujący przesuw poziomy
  - stropy inne niż z betonu z wieńcami żelbetowymi

Założenia obliczeniowe:

- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Kategoria wykonania robót: B
- $\rightarrow$  Częściowy współczynnik bezpieczeństwa dla muru  $g_m = 2,2$

WYNIKI - ŚCIANA OBCIĄŻONA PIONOWO - model przegubowy (wg PN-B-03002:2007):



Rys. 52 Schemat obliczeniowy

Warunek nośności pod stropem:

$$F_1 = 0,886 \text{ A} = 0,25 \text{ m}^2, f_d = 1,74 \text{ MPa}$$

$$N_{1d} = 132,90 \text{ kN} < N_{1R,d} = F_1 \cdot A \cdot f_d = 386,06 \text{ kN} \quad (34,4\%)$$

Warunek nośności w strefie środkowej:

$$F_m = 0,545 \text{ A} = 0,25 \text{ m}^2, f_d = 1,74 \text{ MPa}$$

$$N_{md} = 142,86 \text{ kN} < N_{mR,d} = F_m \cdot A \cdot f_d = 237,73 \text{ kN} \quad (60,1\%)$$

Warunek nośności nad stropem:

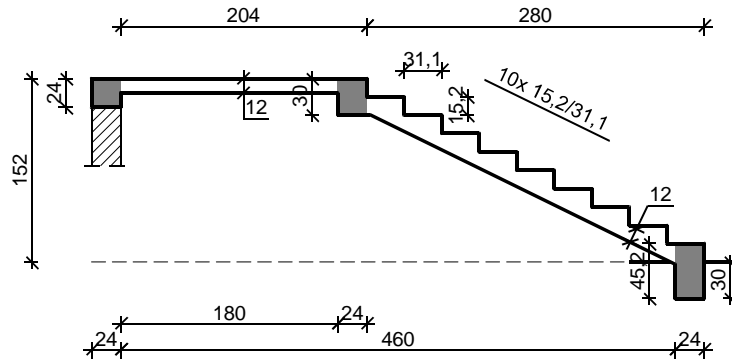
$$F_2 = 0,898 \text{ A} = 0,25 \text{ m}^2, f_d = 1,74 \text{ MPa}$$

$$N_{2d} = 152,81 \text{ kN} < N_{2R,d} = F_2 \cdot A \cdot f_d = 391,61 \text{ kN} \quad (39,0\%)$$

**SCHODY**

BIEG SCHODOWY o wym. 10x15,2x31,1cm

DANE:



Rys. 53 Schemat obliczeniowy

Wymiary schodów :

- Długość biegu  $l_n = 2,80 \text{ m}$
- Różnica poziomów spoczników  $h = 1,52 \text{ m}$
- Liczba stopni w biegu  $n = 10 \text{ szt.}$
- Grubość płyty  $t = 12,0 \text{ cm}$
- Długość górnego spocznika  $l_{s,g} = 2,04 \text{ m}$

Wymiary poprzeczne:

- Szerokość biegu  $1,47 \text{ m}$
- Schody dwubiegowe
- Dusza schodów  $12,0 \text{ cm}$

Oparcia : (szerokość / wysokość)

- Podwalina podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}, h = 45,2 \text{ cm}$
- Belka górna podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}, h = 30,0 \text{ cm}$
- Wieniec ściany podpierającej spocznik górny  $b = 24,0 \text{ cm}, h = 24,0 \text{ cm}$

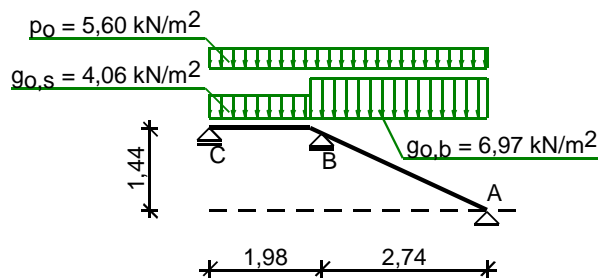
Oparcie belek:

- Długość podpory lewej  $t_L = 12,0 \text{ cm}$
- Długość podpory prawej  $t_P = 12,0 \text{ cm}$

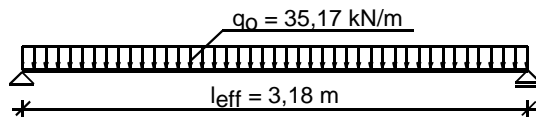
Dane materiałowe:

- Klasa betonu C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}, f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}, E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy betonu  $r = 25,00 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia  $28 \text{ dni}$
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $f = 3,18$
- Stal zbrojeniowa A-IIIN (RB500)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa}, f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Średnica prętów  $f = 12 \text{ mm}$
- Otulina zbrojenia  $c_{nom} = 25 \text{ mm}$
- Stal zbrojeniowa konstrukcyjna St0S-b
- Średnica prętów konstrukcyjnych  $f = 6 \text{ mm}$
- Maksymalny rozstaw prętów konstr.  $30 \text{ cm}$

### SCHEMATY STATYCZNE:



Rys. 54 Schemat statyczny schodów



Rys. 55 Schemat statyczny belki spocznikowej

### Założenia obliczeniowe:

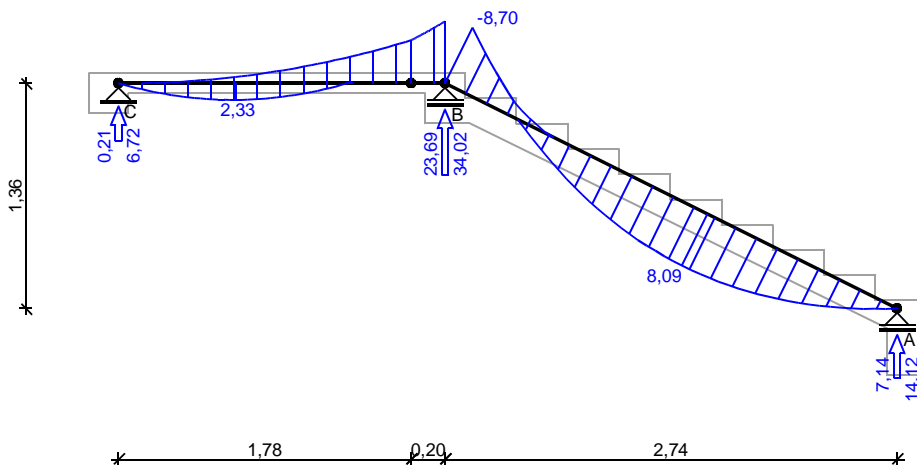
- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
- Graniczne ugięcie  $a_{lim}$  = jak dla belek i płyt (tablica 8)

### Dodatkowe założenia obliczeniowe dla belek:

- Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \alpha = 2,00$
- zachodzi bezpośrednie przekazywanie obciążenia belki na podporę
- Graniczne ugięcie  $a_{lim}$  = jak dla belek i płyt (tablica 8)

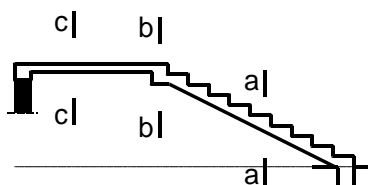
### WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Rys. 56 Wykres momentów w schodach

### WYMIAROWANIE SCHODÓW (wg PN-B-03264:2002):



Rys. 57 Schemat obliczeniowy

## A. PRZĘSŁO A-B

### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 8,09 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 8,09 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (31,3%)

### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 18,57 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 18,57 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (25,2%)

### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 4,85 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,056 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (18,6%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 2,89 \text{ mm} < a_{lim} = 13,70 \text{ mm}$  (21,1%)

## B. PODPORA B

### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)8,70 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,68 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = -8,70 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 39,45 \text{ kNm/mb}$  (-22,0%)

### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)5,21 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,060 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (19,9%)

## C. PRZĘSŁO B-C

### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 2,33 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,16 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 2,33 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (9,0%)

### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 12,80 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 12,80 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (17,4%)

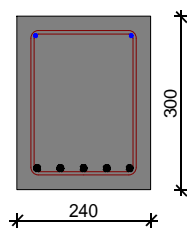
### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 1,40 \text{ kNm/mb}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = (-)0,59 \text{ mm} < a_{lim} = 9,90 \text{ mm}$  (5,9%)

## WYMIAROWANIE BELKI SPOCZNIKOWEJ (wg PN-B-03264:2002):



Rys. 58 Schemat obliczeniowy

### Przyjęte wymiary przekroju:

-  $b_w = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 30,0 \text{ cm}$

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

### Zginanie (metoda uproszczona):

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 44,46 \text{ kNm}$

Przekrój pojedynczo zbrojony

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 4,54 \text{ cm}^2$ . Przyjęto dołem 5f12 o  $A_s = 5,65 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,90\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 44,46 \text{ kNm} < M_{Rd} = 53,65 \text{ kNm}$  (82,9%)

#### Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{Sd} = 44,57 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemiętami dwuciętymi f6 co max. 110 mm na odcinku 88,0 cm przy podporach oraz co max. 190 mm w środku rozpiętości belki

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 44,57 \text{ kN} < V_{Rd3} = 46,24 \text{ kN}$  (96,4%)

#### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 37,41 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,180 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (60,0%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk,lt} = 28,26 \text{ kN}$

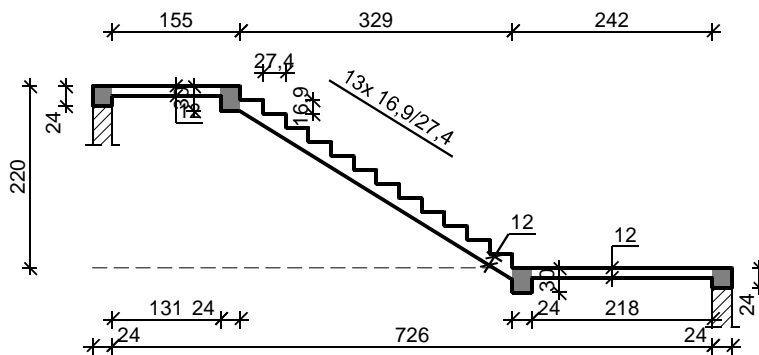
Szerokość rys ukośnych:  $w_k = 0,082 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (27,4%)

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 28,19 \text{ kNm}$

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 8,88 \text{ mm} < a_{lim} = 15,90 \text{ mm}$  (55,8%)

#### BIEG SCHODOWY o wym. 13x16,9x27,4cm

#### DANE:



Rys. 59 Schemat obliczeniowy

#### Wymiary schodów :

- Długość dolnego spocznika  $l_{s,d} = 2,42 \text{ m}$
- Długość biegu  $l_n = 3,29 \text{ m}$
- Różnica poziomów spoczników  $h = 2,20 \text{ m}$
- Liczba stopni w biegu  $n = 13 \text{ szt.}$
- Grubość płyty  $t = 12,0 \text{ cm}$
- Długość górnego spocznika  $l_{s,g} = 1,55 \text{ m}$

#### Wymiary poprzeczne:

- Szerokość biegu  $1,47 \text{ m}$
- Schody dwubiegowe
- Dusza schodów  $12,0 \text{ cm}$

#### Oparcia : (szerokość / wysokość)

- Wieniec ściany podpierającej spocznik dolny  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$
- Belka dolna podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 30,0 \text{ cm}$
- Belka górna podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 30,0 \text{ cm}$
- Wieniec ściany podpierającej spocznik górny  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$

#### Oparcie belek:

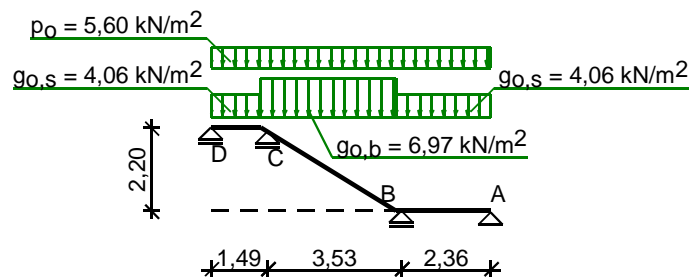
- Długość podpory lewej  $t_L = 12,0 \text{ cm}$
- Długość podpory prawej  $t_P = 12,0 \text{ cm}$

#### Dane materiałowe:

- Klasa betonu C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy betonu  $r = 25,00 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$

- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $f = 3,18$
- Stal zbrojeniowa A-IIIIN (RB500)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Średnica prętów  $f = 12 \text{ mm}$
- Otulina zbrojenia  $c_{nom} = 25 \text{ mm}$
- Stal zbrojeniowa konstrukcyjna St0S-b
- Średnica prętów konstrukcyjnych  $f = 6 \text{ mm}$
- Maksymalny rozstaw prętów konstr. 30 cm

#### SCHEMAT STATYCZNY:



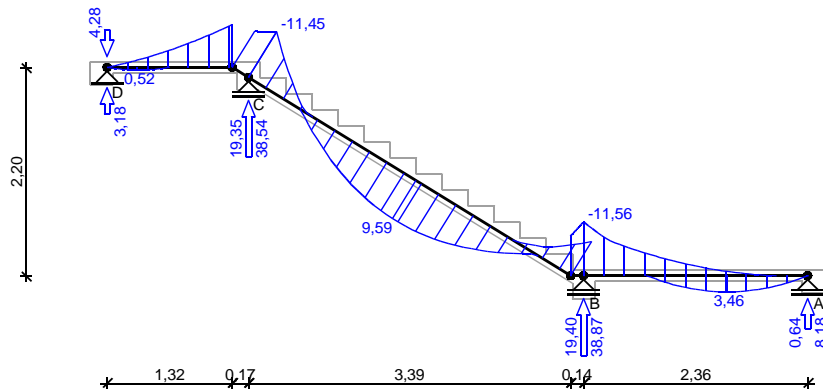
Rys. 60 Schemat statyczny schodów

#### Założenia obliczeniowe:

- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
- Graniczne ugięcie  $a_{lim}$  = jak dla belek i płyt (tablica 8)

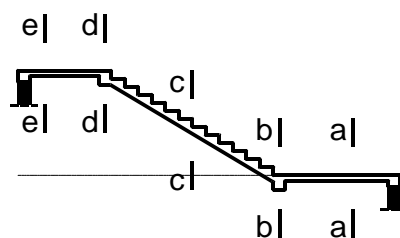
#### WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Rys. 61 Momenty zginające

#### WYMIAROWANIE (wg PN-B-03264:2002):



Rys. 62 Schemat obliczeniowy



## A. PRZĘSŁO A-B

### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 3,46 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,16 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 3,46 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (13,4%)

### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 15,15 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 15,15 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (20,6%)

### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,11 \text{ kNm/mb}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = (-)1,04 \text{ mm} < a_{lim} = 11,80 \text{ mm}$  (8,8%)

## B. PODPRORA B

### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)11,56 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,19 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = -11,56 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 39,45 \text{ kNm/mb}$  (-29,3%)

### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)7,05 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,117 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (38,9%)

## C. PRZĘSŁO B-C

### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 9,59 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,69 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 9,59 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (37,1%)

### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 21,60 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 21,60 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (29,4%)

### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 5,85 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,080 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (26,6%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 8,76 \text{ mm} < a_{lim} = 17,65 \text{ mm}$  (49,6%)

## D. PODPORA C

### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)11,45 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,17 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = -11,45 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 39,45 \text{ kNm/mb}$  (-29,0%)

### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)6,99 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,115 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (38,2%)

## E. PRZĘSŁO C-D

### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,52 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,16 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 0,52 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (2,0%)

### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{sd} = 13,86 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = 13,86 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb} \quad (18,8\%)$

### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,32 \text{ kNm/mb}$

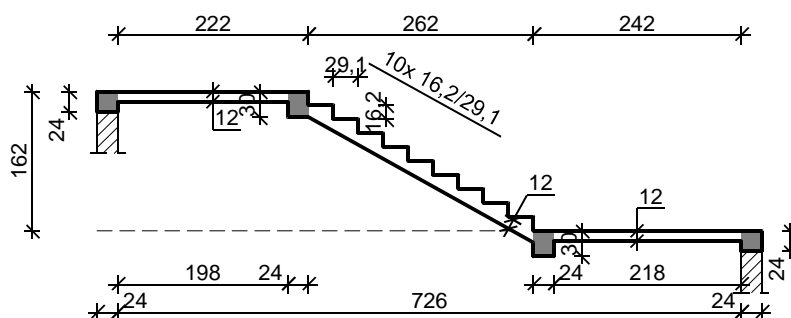
Szerokość rys prostokątnych:  $w_k = 0,000 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm} \quad (0,0\%)$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt,podp} = (-)6,99 \text{ kNm/m}$

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt,podp}) = (-)1,26 \text{ mm} < a_{lim} = 7,45 \text{ mm} \quad (17,0\%)$

BIEG SCHODOWY wym. 10x16,2x29,1cm

### DANE:



Rys. 63 Schemat obliczeniowy

### Wymiary schodów :

- Długość dolnego spocznika  $l_{s,d} = 2,42 \text{ m}$
- Długość biegu  $l_n = 2,62 \text{ m}$
- Różnica poziomów spoczników  $h = 1,95 \text{ m}$
- Liczba stopni w biegu  $n = 12 \text{ szt.}$
- Grubość płyty  $t = 12,0 \text{ cm}$
- Długość górnego spocznika  $l_{s,g} = 2,22 \text{ m}$

### Wymiary poprzeczne:

- Szerokość biegu  $1,47 \text{ m}$
- Schody dwubiegowe
- Dusza schodów  $12,0 \text{ cm}$

### Oparcia : (szerokość / wysokość)

- Wieniec ściany podpierającej spocznik dolny  $b = 24,0 \text{ cm}, h = 24,0 \text{ cm}$
- Belka dolna podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}, h = 30,0 \text{ cm}$
- Belka górna podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}, h = 30,0 \text{ cm}$
- Wieniec ściany podpierającej spocznik górny  $b = 24,0 \text{ cm}, h = 24,0 \text{ cm}$

### Oparcie belek:

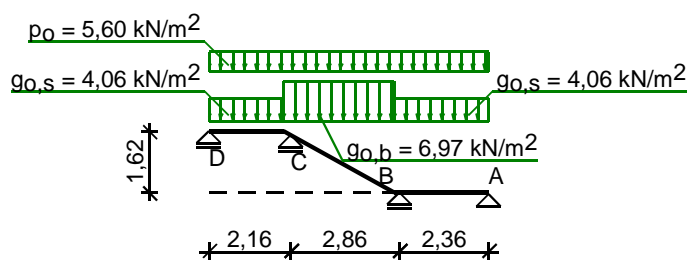
- Długość podpory lewej  $t_L = 12,0 \text{ cm}$
- Długość podpory prawej  $t_P = 12,0 \text{ cm}$

### Dane materiałowe:

- Klasa betonu C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}, f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}, E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy betonu  $r = 25,00 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia  $28 \text{ dni}$
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $f = 3,18$
- Stal zbrojeniowa A-IIIIN (RB500)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}, f_{yd} = 420 \text{ MPa}, f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Średnica prętów  $f = 12 \text{ mm}$
- Otulina zbrojenia  $c_{nom} = 25 \text{ mm}$
- Stal zbrojeniowa konstrukcyjna St0S-b
- Średnica prętów konstrukcyjnych  $f = 6 \text{ mm}$

- Maksymalny rozstaw prętów konstr. 30 cm

#### SCHEMAT STATYCZNY:



Rys. 64 Schemat statyczny

#### Założenia obliczeniowe:

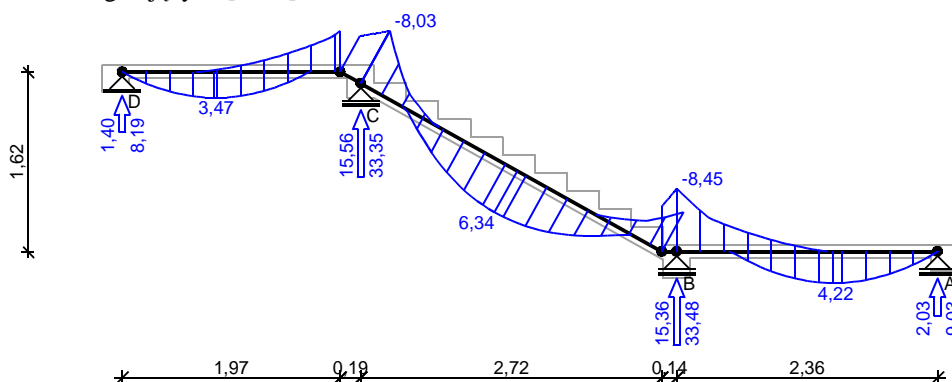
- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3$  mm
- Graniczne ugięcie  $a_{lim}$  = jak dla belek i płyt (tablica 8)

#### Dodatkowe założenia obliczeniowe dla belek:

- Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \varphi = 2,00$
- zachodzi bezpośrednio przekazywanie obciążenia belki na podpórę
- Graniczne ugięcie  $a_{lim}$  = jak dla belek i płyt (tablica 8)

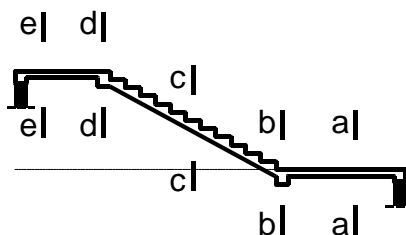
#### WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Rys. 65 Momenty zginające

#### WYMIAROWANIE (wg PN-B-03264:2002):



Rys. 66 Schemat obliczeniowy

#### A. PRZĘSŁO A-B

##### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 4,22$  kNm/mb

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,16$  cm<sup>2</sup>/mb. Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08$  cm<sup>2</sup>/mb ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 4,22$  kNm/mb  $< M_{Rd} = 25,88$  kNm/mb (16,3%)

##### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 13,83$  kN/mb

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 13,83 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (18,8%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,55 \text{ kNm/mb}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 1,05 \text{ mm} < a_{lim} = 11,80 \text{ mm}$  (8,9%)

B. PODPORA B

Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)8,45 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,68 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = -8,45 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 39,45 \text{ kNm/mb}$  (-21,4%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)5,11 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,059 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (19,6%)

C PRZĘSŁO B-C

Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 6,34 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 1,75 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 6,34 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (24,5%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 17,33 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 17,33 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (23,6%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 3,84 \text{ kNm/mb}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 2,26 \text{ mm} < a_{lim} = 14,30 \text{ mm}$  (15,8%)

D. PODPORA C

Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)8,03 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,68 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = -8,03 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 39,45 \text{ kNm/mb}$  (-20,4%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)4,86 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,056 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (18,6%)

E. PRZĘSŁO C-D

Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 3,47 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,16 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 3,47 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (13,4%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 13,17 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 13,17 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (17,9%)

SGU:

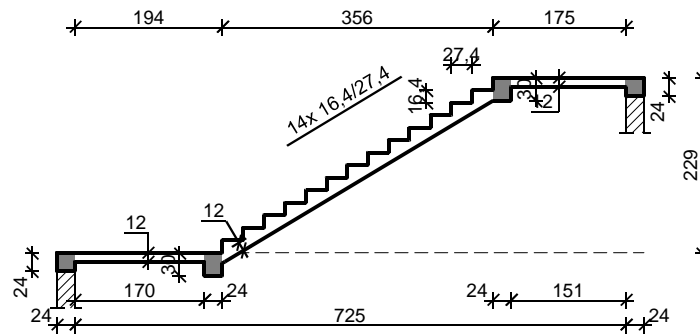
Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,10 \text{ kNm/mb}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,71 \text{ mm} < a_{lim} = 10,80 \text{ mm}$  (6,6%)

## BIEG SCHODOWY wym. 14x16, x27,4cm

### DANE:



Rys. 67 Schemat obliczeniowy

### Wymiary schodów :

- Długość dolnego spocznika  $l_{s,d} = 1,94 \text{ m}$
- Długość biegu  $l_n = 3,56 \text{ m}$
- Różnica poziomów spoczników  $h = 2,29 \text{ m}$
- Liczba stopni w biegu  $n = 14 \text{ szt.}$
- Grubość płyty  $t = 12,0 \text{ cm}$
- Długość górnego spocznika  $l_{s,g} = 1,75 \text{ m}$

### Wymiary poprzeczne:

- Szerokość biegu  $1,47 \text{ m}$
- Schody dwubiegowe
- Dusza schodów  $12,0 \text{ cm}$

### Oparcia : (szerokość / wysokość)

- Podwalina podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 30,0 \text{ cm}$
- Belka górna podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 30,0 \text{ cm}$
- Wieniec ściany podpierającej spocznik górny  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$

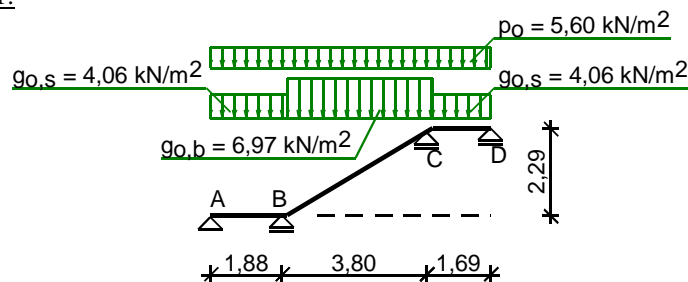
### Oparcie belek:

- Długość podpory lewej  $t_L = 12,0 \text{ cm}$
- Długość podpory prawej  $t_P = 12,0 \text{ cm}$

### Dane materiałowe:

- Klasa betonu C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy betonu  $r = 25,00 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $f = 3,18$
- Stal zbrojeniowa A-IIIIN (RB500)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Średnica prętów  $f = 12 \text{ mm}$
- Otulina zbrojenia  $c_{nom} = 25 \text{ mm}$
- Stal zbrojeniowa konstrukcyjna St0S-b
- Średnica prętów konstrukcyjnych  $f = 6 \text{ mm}$
- Maksymalny rozstaw prętów konstr.  $30 \text{ cm}$

### SCHEMAT STATYCZNY:



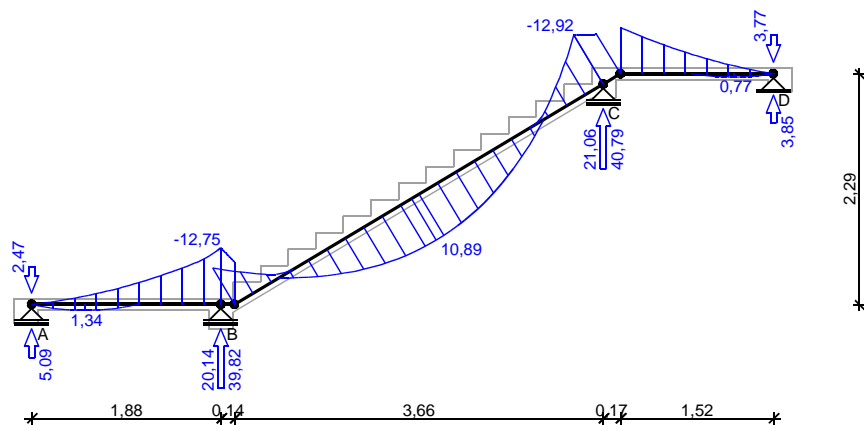
Rys. 68 Schemat statyczny

#### Założenia obliczeniowe:

- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
- Graniczne ugięcie  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (tablica 8)}$

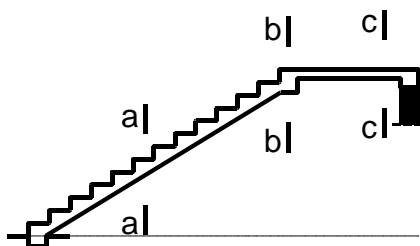
#### WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających [kNm]:



Rys. 69 Momenty zginające

#### WYMIAROWANIE (wg PN-B-03264:2002):



Rys. 70 Schemat obliczeniowy

#### A. PRZĘSŁO A-B

##### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 1,34 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,16 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 1,34 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (5,2%)

##### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 14,71 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 14,71 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (20,0%)

##### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,81 \text{ kNm/mb}$

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

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt,podp} = (-)7,75 \text{ kNm/m}$

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt,podp}) = (-)2,05 \text{ mm} < a_{lim} = 9,40 \text{ mm}$  (21,8%)

#### B. PODPORA B

##### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)12,75 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,43 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = -12,75 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 39,45 \text{ kNm/mb}$  (-32,3%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)7,75 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,137 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (45,6%)

C. PRZĘSŁO B-C

Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 10,89 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 3,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 10,89 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (42,1%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 22,96 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 22,96 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (31,2%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 6,61 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,104 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (34,5%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 12,10 \text{ mm} < a_{lim} = 19,00 \text{ mm}$  (63,7%)

D. PODPORA C

Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)12,92 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,46 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = -12,92 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 39,45 \text{ kNm/mb}$  (-32,8%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)7,85 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,140 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (46,5%)

E. PRZĘSŁO C-D

Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,77 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,16 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 0,77 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (3,0%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 14,78 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 14,78 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (20,1%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,47 \text{ kNm/mb}$

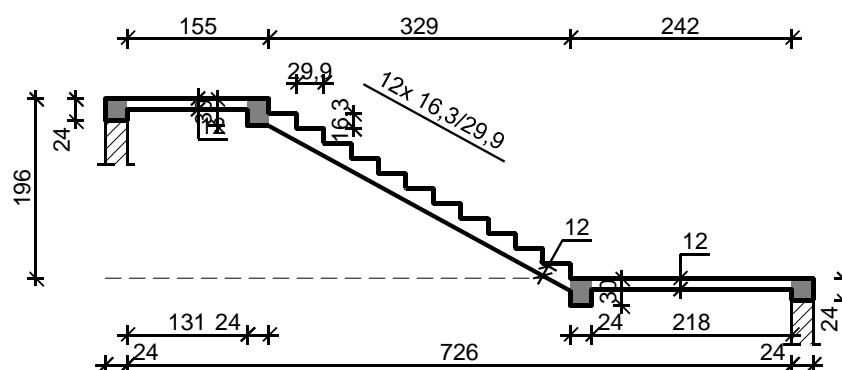
Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,000 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (0,0%)

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt, podp} = (-)7,85 \text{ kNm/m}$

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt, podp}) = (-)1,83 \text{ mm} < a_{lim} = 8,45 \text{ mm}$  (21,6%)

## BIEG SCHODOWY wym. 12x16,3x29,9cm

### DANE:



Rys. 71 Schemat obliczeniowy

### Wymiary schodów :

- Długość dolnego spocznika  $l_{s,d} = 2,42$  m
- Długość biegu  $l_n = 3,29$  m
- Różnica poziomów spoczników  $h = 1,96$  m
- Liczba stopni w biegu  $n = 12$  szt.
- Grubość płyty  $t = 12,0$  cm
- Długość górnego spocznika  $l_{s,g} = 1,55$  m

### Wymiary poprzeczne:

- Szerokość biegu  $1,47$  m
- Schody dwubiegowe
- Dusza schodów  $12,0$  cm

### Oparcia : (szerokość / wysokość)

- Wieniec ściany podpierającej spocznik dolny  $b = 24,0$  cm,  $h = 24,0$  cm
- Belka dolna podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0$  cm,  $h = 30,0$  cm
- Belka górna podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0$  cm,  $h = 30,0$  cm
- Wieniec ściany podpierającej spocznik górny  $b = 24,0$  cm,  $h = 24,0$  cm

### Oparcie belek:

- Długość podpory lewej  $t_L = 12,0$  cm
- Długość podpory prawej  $t_P = 12,0$  cm

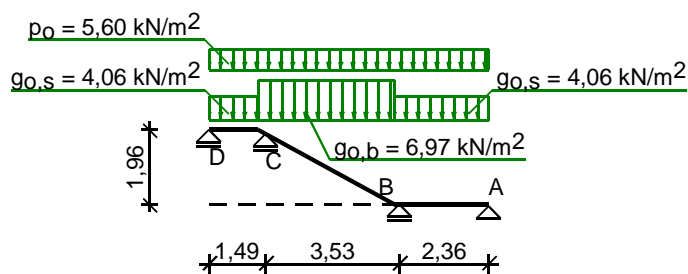
### Dane materiałowe:

- Klasa betonu C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa
- Ciężar objętościowy betonu  $\rho = 25,00$  kN/m<sup>3</sup>
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16$  mm
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,18$
- Stal zbrojeniowa A-IIIIN (RB500)  $\rightarrow f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa
- Średnica prętów  $\phi = 12$  mm
- Otulina zbrojenia  $c_{nom} = 25$  mm
- Stal zbrojeniowa konstrukcyjna St0S-b
- Średnica prętów konstrukcyjnych  $\phi = 6$  mm
- Maksymalny rozstaw prętów konstr. 30 cm



## SCHEMAT STATYCZNY:

Przyjęty schemat statyczny:



Rys. 72 Schemat statyczny

### Założenia obliczeniowe:

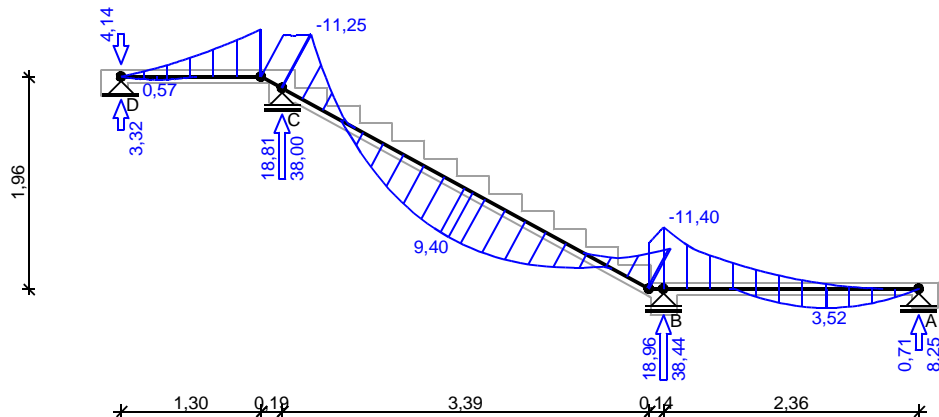
- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
- Graniczne ugięcie  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (tablica 8)}$

### Dodatkowe założenia obliczeniowe dla belek:

- Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot q = 2,00$
- Graniczne ugięcie  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (tablica 8)}$

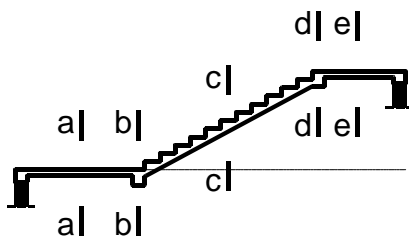
## WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających:



Rys. 73 Momenty zginające

## WYMIAROWANIE (wg PN-B-03264:2002):



Rys. 74 Schemat obliczeniowy

### A. PRZĘSŁO A-B

#### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 3,52 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,16 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 3,52 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (13,6%)

#### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 15,08 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 15,08 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (20,5%)

#### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 2,13 \text{ kNm/mb}$

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

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = (-)1,00 \text{ mm} < a_{lim} = 11,80 \text{ mm}$  (8,5%)

### B. PODPORA B

#### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)11,40 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,16 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górną  $f_{12}$  co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = -11,40 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 39,45 \text{ kNm/mb}$  (-28,9%)

#### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)6,90 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,112 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (37,4%)

### C. PRZĘSŁO B-C

#### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 9,40 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,64 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $f_{12}$  co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 9,40 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (36,3%)

#### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 21,20 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 21,20 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (28,8%)

#### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 5,69 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,074 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (24,8%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 8,37 \text{ mm} < a_{lim} = 17,65 \text{ mm}$  (47,4%)

### D. PODPORA C

#### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)11,25 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,13 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górną  $f_{12}$  co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = -11,25 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 39,45 \text{ kNm/mb}$  (-28,5%)

#### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)6,81 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,109 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (36,5%)

### E. PRZĘSŁO C-D

#### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,57 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,16 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $f_{12}$  co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 0,57 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (2,2%)

#### Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 13,77 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 13,77 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (18,7%)

#### SGU:

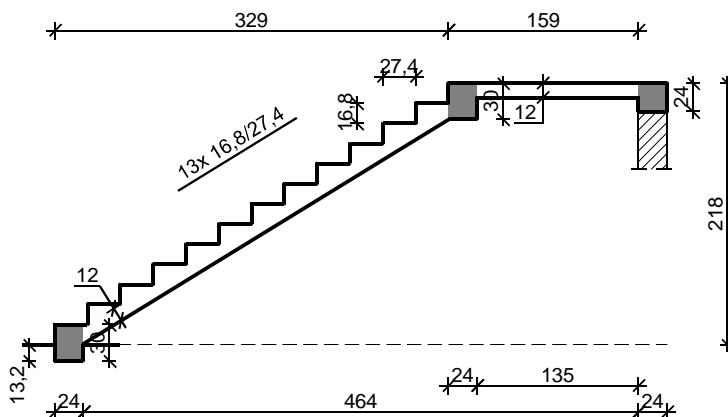
Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,35 \text{ kNm/mb}$

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

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt, podp} = (-)6,81 \text{ kNm/m}$   
 Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt, podp}) = (-)1,21 \text{ mm} < a_{lim} = 7,45 \text{ mm} \quad (16,3\%)$

BIEG SCHODOWY wym. 13x16,8x27,4cm

## DANE:



*Rys. 75 Schemat obliczeniowy*

Wymiary schodów :

- Długość biegu  $l_n = 3,29 \text{ m}$
- Różnica poziomów spoczników  $h = 2,18 \text{ m}$
- Liczba stopni w biegu  $n = 13 \text{ szt.}$
- Grubość płyty  $t = 12,0 \text{ cm}$
- Długość górnego spocznika  $l_{s,g} = 1,59 \text{ m}$

Wymiary poprzeczne:

- Szerokość biegu 1,47 m
- Schody dwubiegowe
- Dusza schodów 12,0 cm

Oparcia : (szerokość / wysokość)

- Wieniec ściany podpierającej spocznik dolny  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$
- Belka dolna podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 30,0 \text{ cm}$
- Belka górna podpierająca bieg schodowy  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 30,0 \text{ cm}$
- Wieniec ściany podpierającej spocznik górny  $b = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$

Oparcie belek:

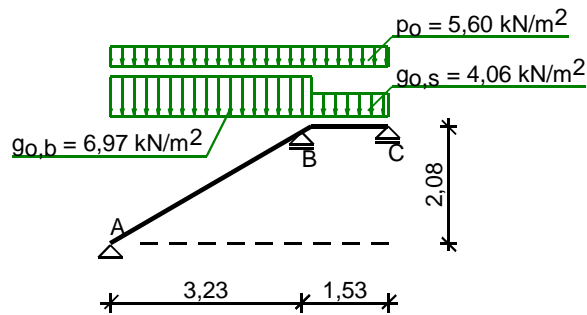
- Długość podpory lewej  $t_L = 12,0 \text{ cm}$
- Długość podpory prawej  $t_P = 12,0 \text{ cm}$

Dane materiałowe:

- Klasa betonu C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy betonu  $\rho = 25,00 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $f = 3,18$
- Stal zbrojeniowa A-IIIN (RB500)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Średnica prętów  $f = 12 \text{ mm}$
- Otulina zbrojenia  $c_{nom} = 25 \text{ mm}$
- Stal zbrojeniowa konstrukcyjna St0S-b
- Średnica prętów konstrukcyjnych  $f = 6 \text{ mm}$
- Maksymalny rozstaw prętów konstr. 30 cm

## SCHEMAT STATYCZNY:

Przyjęty schemat statyczny:



Rys. 76 Schemat statyczny

### Założenia obliczeniowe:

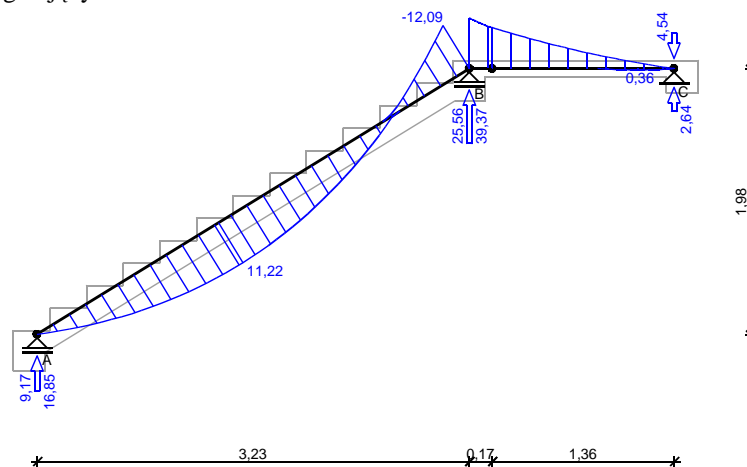
- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3$  mm
- Graniczne ugięcie  $a_{lim}$  = jak dla belek i płyt (tablica 8)

### Dodatkowe założenia obliczeniowe dla belek:

- Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot \varphi = 2,00$
- Graniczne ugięcie  $a_{lim}$  = jak dla belek i płyt (tablica 8)

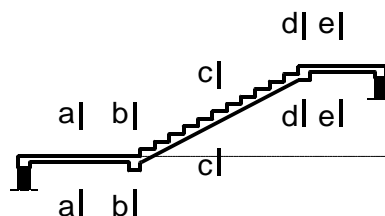
## WYNIKI:

Obwiednia momentów zginających:



Rys. 77 Momenty zginające

## WYMIAROWANIE (wg PN-B-03264:2002):



Rys. 78 Schemat obliczeniowy

### A. PRZESŁO A-B

#### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 11,22$  kNm/mb

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 3,18$  cm²/mb. Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08$  cm²/mb ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 11,22 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (43,3%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 22,65 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 22,65 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (30,8%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 6,81 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,110 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (36,5%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 10,08 \text{ mm} < a_{lim} = 16,15 \text{ mm}$  (62,4%)

**B. PODPORA B**

Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd} = (-)12,09 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,30 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto górą f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = -12,09 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 39,45 \text{ kNm/mb}$  (-30,6%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)7,35 \text{ kNm/mb}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,125 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (41,7%)

**C. PRZĘSŁO B-C**

Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{Sd} = 0,36 \text{ kNm/mb}$

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,16 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto f12 co 14,0 cm o  $A_s = 8,08 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $r = 0,91\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 0,36 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 25,88 \text{ kNm/mb}$  (1,4%)

Ścinanie:

Siła poprzeczna obliczeniowa  $V_{Sd} = 14,06 \text{ kN/mb}$

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 14,06 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 73,57 \text{ kN/mb}$  (19,1%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 0,22 \text{ kNm/mb}$

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

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt, podp} = (-)7,35 \text{ kNm/m}$

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt, podp}) = (-)1,44 \text{ mm} < a_{lim} = 7,65 \text{ mm}$  (18,9%)

**FUNDAMENTY**

**PLYTA FUNDAMENTOWA**

DANE:

*Tabela 15. Parametry płyty*

Symbol	Grubość	Pole powierzchni	Poziom pł. środk.	Materiał
1	300mm	11,75m <sup>2</sup>	-1,45m	C20/25
2	300mm	285,74m <sup>2</sup>	-0,15m	C20/25

Lista materiałów:

- beton C20/25

- Wytrzymałość gwarantowana na ściskanie  $f_{G, cube}^G = 25 \text{ MPa}$

- Wytrzymałość obliczeniowa na ściskanie  $f_{cd} = 13,3 \text{ MPa}$

- Moduł Younga  $E = 30 \text{ GPa}$

- Współczynnik Poissona  $\nu = 0,20$

- Współczynnik rozszerzalności term.  $\alpha_T = 0,000010 \text{ 1/K}$

- Gęstość  $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$

- stal A-IIIIN

- Obliczeniowa granica plastyczności  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$

- Moduł Younga  $E = 200 \text{ GPa}$

- Gęstość  $\rho = 7810 \text{ kg/m}^3$

# WYMIAROWANIE (wg PN-B-03264:2002):

Tablica 16. Zbrojenie dolne

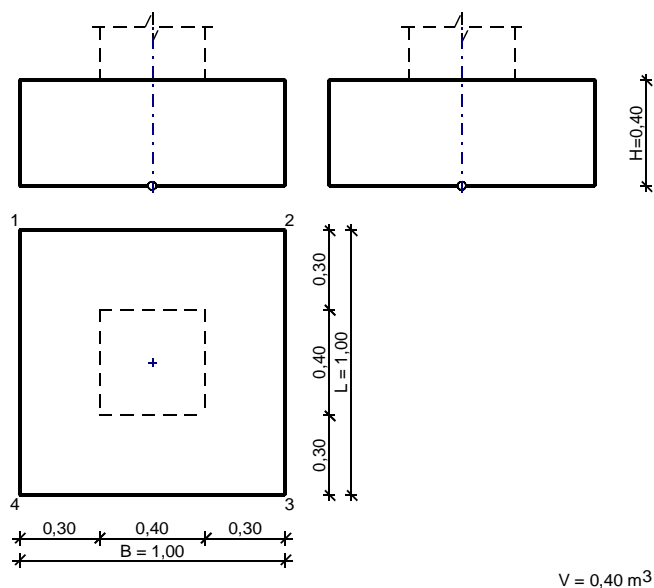
Symbol	Stal	Pręty na kier.1	Pręty na kier.2	Otulina	Kąt	Pole pow.
1	A-IIIIN	#12/250	#12/250	50mm	0,00°	285,74m2
2	A-IIIIN	#12/250	#12/250	50mm	0,00°	11,75m2

Tablica 17. Zbrojenie górne

Symbol	Stal	Pręty na kier.1	Pręty na kier.2	Otulina	Kąt	Pole pow.
3	A-IIIIN	#12/250	#12/250	50mm	0,00°	285,74m2
4	A-IIIIN	#12/250	#12/250	50mm	0,00°	11,75m2

## STOPA FUNDAMENTOWA

DANE:



Rys. 79 Schemat fundamentu

Opis fundamentu : stopa prostokątna

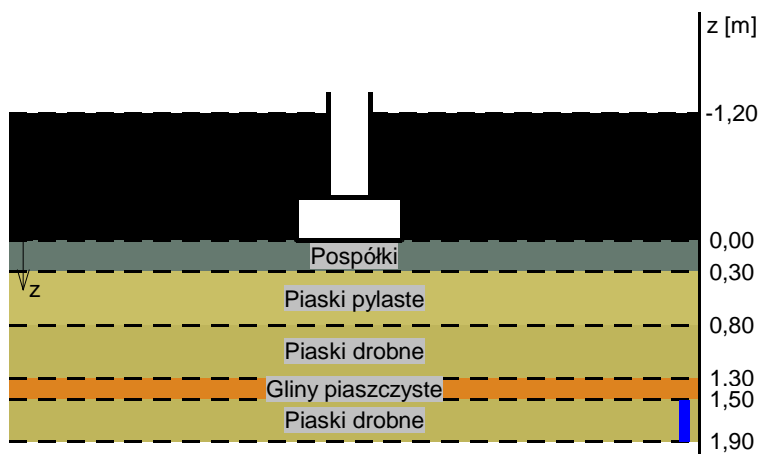
Wymiary:

$B = 1,00$  m       $L = 1,00$  m       $H = 0,40$  m  
 $B_s = 0,40$  m       $L_s = 0,40$  m       $e_B = 0,00$  m       $e_L = 0,00$  m

Posadowienie fundamentu:

$D = 1,20$  m       $D_{\min} = 1,20$  m  
brak wody gruntowej w zasypce

### Opis podłoża:



Tablica 18. Parametry geotechniczne

Nr	nazwa gruntu	h [m]	nawodniona	$r_o^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$g_{f,min}$	$g_{f,max}$	$f_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	$M_0$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Pospółki	0,30	nie	1,75	0,90	1,10	35,26	0,00	173849	173849
2	Piaski pylaste	0,50	nie	1,70	0,90	1,10	28,26	0,00	88639	110799
3	Piaski drobne	0,50	nie	1,75	0,90	1,10	27,41	0,00	63073	78841
4	Gliny piaszczyste	0,20	nie	2,20	0,90	1,10	14,76	19,89	37202	62015
5	Piaski drobne	0,40	tak	0,90	0,90	1,10	27,68	0,00	70441	88051

Tablica 19. Kombinacje obciążeń obliczeniowych

Nr	typ obc.	N [kN]	$T_B$ [kN]	$M_B$ [kNm]	$T_L$ [kN]	$M_L$ [kNm]	e [kPa]	De [kPa/m]
1	całkowite	624,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

### Materiały :

#### - Zasyпка:

- ciężar objętościowy: 20,00 kN/m<sup>3</sup>
- współczynniki obciążenia:  $g_{f,min} = 0,90$ ;  $g_{f,max} = 1,20$

#### - Beton:

- klasa betonu: C20/25 (B25) ®  $f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa
- ciężar objętościowy: 24,00 kN/m<sup>3</sup>
- współczynniki obciążenia:  $g_{f,min} = 0,90$ ;  $g_{f,max} = 1,10$

#### - Zbrojenie:

- klasa stali: A-IIIN (RB500) ®  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa
- nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 50$  mm

### Założenia obliczeniowe :

#### - Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

#### - Współczynnik kształtu przy wpływie zagłębienia na nośność podłoża: $b = 1,50$

#### - Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

#### - Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50
- przy korekcie nachylenia wypadkowej obciążenia: 1,00

#### - Czas trwania robót: powyżej 1 roku ( $l=1,00$ )

#### - Stosunek wartości obc. obliczeniowych N do wartości obc. charakterystycznych $N_k$ $N/N_k = 1,20$

### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA (wg PN-81/B-03020):

#### Nośność pionowa podłoża:

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{FN} = 1291,0$  kN

$N_r = 658,0$  kN <  $m \cdot Q_{FN} = 1045,7$  kN (62,9%)

Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Decyduje nośność w poziomie: posadowienia fundamentu

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{FT} = 322,6 \text{ kN}$

$T_r = 0,0 \text{ kN} < m \cdot Q_{FT} = 232,3 \text{ kN} \quad (0,0\%)$

Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje moment wywracający  $M_{oB,2-3} = 0,00 \text{ kNm}$ , moment utrzymujący  $M_{uB,2-3} = 322,62 \text{ kNm}$

$M_o = 0,00 \text{ kNm} < m \cdot M_u = 232,3 \text{ kNm} \quad (0,0\%)$

Osiadanie:

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,49 \text{ cm}$ , wtórne  $s'' = 0,02 \text{ cm}$ , całkowite  $s = 0,51 \text{ cm}$

$s = 0,51 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm} \quad (50,7\%)$

OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU (wg PN-B-03264: 2002):

Nośność na przebicie:

dla fundamentu o zadanych wymiarach nie trzeba sprawdzać nośności na przebicie

Wymiarowanie zbrojenia:

- Wzdłuż boku B:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 3,30 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie 6 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$  o  $A_s = 6,79 \text{ cm}^2$

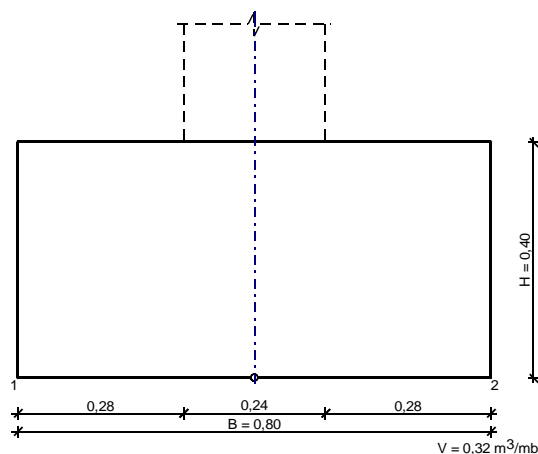
- Wzdłuż boku L:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 3,30 \text{ cm}^2$

Przyjęto konstrukcyjnie 6 prętów  $\phi 12 \text{ mm}$  o  $A_s = 6,79 \text{ cm}^2$

**ŁAWA FUNDAMENTOWA**

DANE:



Rys. 80 Schemat fundamentu

Opis fundamentu : ława prostokątna

Wymiary:

$B = 0,80 \text{ m}$        $H = 0,40 \text{ m}$

$B_s = 0,24 \text{ m}$        $e_B = 0,00 \text{ m}$

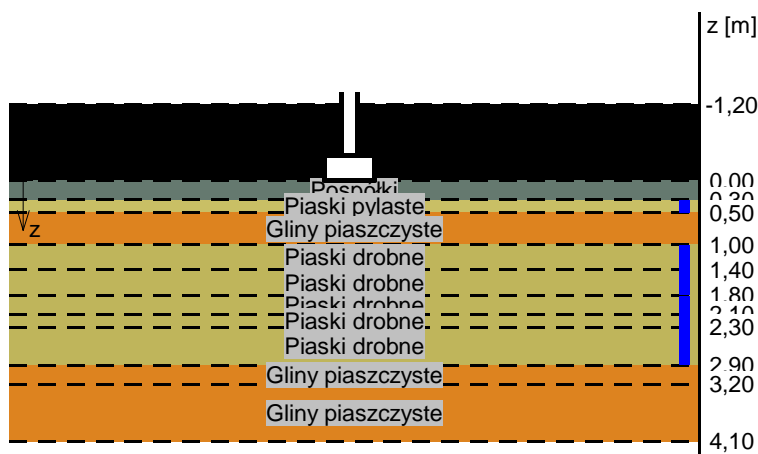
Posadowienie fundamentu:

$D = 1,20 \text{ m}$        $D_{\min} = 1,20 \text{ m}$

brak wody gruntowej w zasypce



## Opis podłoża:



Tablica 20. Parametry geotechniczne

Nr	nazwa gruntu	h [m]	nawodniona	$r_o^{(n)}$ [t/m <sup>3</sup> ]	$g_{f,min}$	$g_{f,max}$	$f_u^{(r)}$ [°]	$c_u^{(r)}$ [kPa]	$M_0$ [kPa]	$M$ [kPa]
1	Pospółki	0,30	nie	1,75	0,90	1,10	35,26	0,00	173849	173849
2	Piaski pylaste	0,20	tak	0,90	0,90	1,10	27,24	0,00	58523	73154
3	Gliny piaszczyste	0,50	nie	2,20	0,90	1,10	13,32	15,26	29401	49011
4	Piaski drobne	0,40	tak	0,90	0,90	1,10	26,79	0,00	48415	60519
5	Piaski drobne	0,40	tak	0,90	0,90	1,10	28,04	0,00	81278	101597
6	Piaski drobne	0,30	tak	1,00	0,90	1,10	28,43	0,00	94854	118567
7	Piaski drobne	0,20	tak	0,90	0,90	1,10	28,04	0,00	81278	101597
8	Piaski drobne	0,60	tak	1,00	0,90	1,10	28,57	0,00	99705	124631
9	Gliny piaszczyste	0,30	nie	2,20	0,90	1,10	19,80	36,00	65768	87669
10	Gliny piaszczyste	0,90	nie	2,20	0,90	1,10	16,44	28,39	36933	49232

Tablica 21. Kombinacje obciążeń obliczeniowych

Nr	typ obc.	N [kN/m]	$T_B$ [kN/m]	$M_B$ [kNm/m]	e [kPa]	De [kPa/m]
1	całkowite	115,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## Materiały :

### - Zasyпка:

- ciężar objętościowy: 20,00 kN/m<sup>3</sup>
- współczynniki obciążenia:  $g_{f,min} = 0,90$ ;  $g_{f,max} = 1,20$

### - Beton:

- klasa betonu: C20/25 (B25) ®  $f_{cd} = 13,33$  MPa,  $f_{ctd} = 1,00$  MPa,  $E_{cm} = 30,0$  GPa
- ciężar objętościowy: 24,00 kN/m<sup>3</sup>
- współczynniki obciążenia:  $g_{f,min} = 0,90$ ;  $g_{f,max} = 1,10$

### - Zbrojenie:

- klasa stali: A-IIIIN (RB500) ®  $f_{yk} = 500$  MPa,  $f_{yd} = 420$  MPa,  $f_{tk} = 550$  MPa
- nominalna grubość otulenia  $c_{nom} = 50$  mm

## Założenia obliczeniowe :

### - Współczynniki korekcyjne oporu granicznego podłoża:

- dla nośności pionowej  $m = 0,81$
- dla stateczności fundamentu na przesunięcie  $m = 0,72$
- dla stateczności na obrót  $m = 0,72$

### - Współczynnik tarcia gruntu o podstawę fundamentu: $f = 0,50$

### - Współczynniki redukcji spójności:

- przy sprawdzaniu przesunięcia: 0,50
- przy korekcie nachylenia wypadkowej obciążenia: 1,00

### - Czas trwania robót: powyżej 1 roku ( $l=1,00$ )

### - Stosunek wartości obc. obliczeniowych $N$ do wartości obc. charakterystycznych $N_k$ $N/N_k = 1,20$

#### WARUNKI STANÓW GRANICZNYCH PODŁOŻA (wg PN-81/B-03020):

##### Nośność pionowa podłoża:

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fN} = 243,2 \text{ kN}$   
 $N_r = 141,6 \text{ kN} < m \cdot Q_{fN} = 197,0 \text{ kN} \quad (71,9\%)$

##### Nośność (stateczność) podłoża z uwagi na przesunięcie poziome:

Obliczeniowy opór graniczny podłoża  $Q_{fT} = 65,0 \text{ kN}$   
 $T_r = 0,0 \text{ kN} < m \cdot Q_{fT} = 46,8 \text{ kN} \quad (0,0\%)$

##### Stateczność fundamentu na obrót:

Decyduje moment wywracający  $M_{oB,2} = 0,00 \text{ kNm/mb}$ , moment utrzymujący  $M_{uB,2} = 51,99 \text{ kNm/mb}$   
 $M_o = 0,00 \text{ kNm/mb} < m \cdot M_u = 37,4 \text{ kNm/mb} \quad (0,0\%)$

##### Osiadanie:

Osiadanie pierwotne  $s' = 0,24 \text{ cm}$ , wtórne  $s'' = 0,04 \text{ cm}$ , całkowite  $s = 0,27 \text{ cm}$   
 $s = 0,27 \text{ cm} < s_{dop} = 1,00 \text{ cm} \quad (27,5\%)$

#### OBLICZENIA WYTRZYMAŁOŚCIOWE FUNDAMENTU (wg PN-B-03264: 2002):

##### Nośność na przebicie:

dla fundamentu o zadanych wymiarach nie trzeba sprawdzać nośności na przebicie

##### Wymiarowanie zbrojenia:

Zbrojenie potrzebne (zbrojenie minimalne)  $A_s = 0,64 \text{ cm}^2/\text{mb}$   
Przyjęto konstrukcyjnie  $\phi 12 \text{ mm}$  co  $20,0 \text{ cm}$  o  $A_s = 5,65 \text{ cm}^2/\text{mb}$

# OBLICZENIA SALI WIDOWISKOWEJ i KIESZENI SCENICZNEJ

## 1. ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

### ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ STAŁYCH

Tablica 1. Dach nad salą widowiskową i kieszenią sceniczną - zebranie obciążeń stałych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	g <sub>f</sub>	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Płyta warstwowa gr. 10cm z rdzeniem z piany poliizocyjanurowej, gr. blachy wew - 1,1mm, Pow. zew - PCV	0,19	1,10	0,21
S:		<b>0,19</b>	<b>1,10</b>	<b>0,21</b>

### ZEBRANIE OBCIĄŻEŃ ZMIENNYCH

#### A. OBCIĄŻENIA UŻYTKOWE (wg PN-82/B-02003)

Tablica 2. Dach nad salą widowiskową i kieszenią sceniczną - zebranie obciążeń zmiennych [kN/m<sup>2</sup>]

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	γ <sub>f</sub>	k <sub>d</sub>	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Obciążenie zmienne (stropy poddaszy oraz stropodachów wentylowanych, w których ciężar pokrycia dachowego nie obciąża konstrukcji stropu z dostępem poprzez wyłaz rewizyjny) [0,50kN/m <sup>2</sup> ]	0,50	1,40	0,80	0,70
S:		0,50	1,40	0,80	0,70

#### B. OBCIĄŻENIE TECHNOLOGICZNE (wg PN-82/B-02003)

Tablica 3. Dach nad salą widowiskową i kieszenią sceniczną - zebranie obciążeń zmiennych [kN/m<sup>2</sup>]

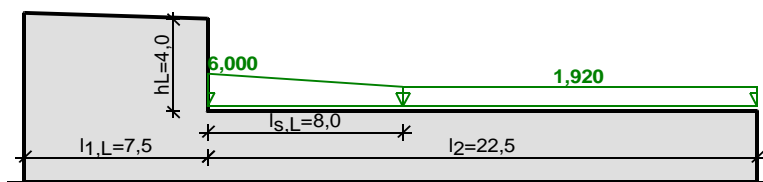
Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m <sup>2</sup>	γ <sub>f</sub>	k <sub>d</sub>	Obc. obl. kN/m <sup>2</sup>
1.	Instalacje sceny, komin sceniczny, szer. 1,00 m, dług. 1,00 m	10,00	1,20	--	12,00
Σ:		<b>10,00</b>	1,20	--	<b>12,00</b>

#### C. OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM (wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-4)

##### DACH JEDNOSPADOWY

##### SALA WIDOWISKOWA

 S [kN/m<sup>2</sup>]



Rys. 1 Schemat obciążenia śniegiem

- Dachy na różnych wysokościach
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu: strefa obciążenia śniegiem 4 → Q<sub>k</sub> = 1,6 kN/m<sup>2</sup>

#### a) Maksymalne obciążenie dachu niższego:

- Współczynniki kształtu dachu:

$$C_s = 2,5$$

$$C_6 = 0$$

$$C_4 = C_5 + C_6 = 2,500 + 0 = 2,500$$

- Zasięg worka:

$$l_s = 2 \cdot h = 2 \cdot 4,0 = 8,0 \text{ m}$$

- Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 1,600 \cdot 2,500 = 4,000 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot g_f = 4,000 \cdot 1,5 = 6,000 \text{ kN/m}^2$$

**b) Minimalne obciążenie dachu niższego:**

- Współczynnik kształtu dachu:

$$C_3 = 0,8$$

- Obciążenie charakterystyczne dachu:

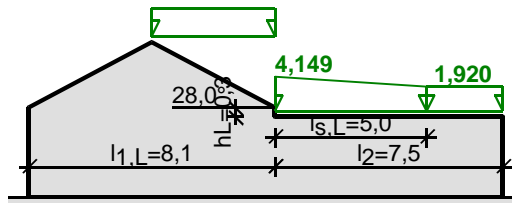
$$S_k = Q_k \cdot C = 1,600 \cdot 0,800 = 1,280 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot g_f = 1,280 \cdot 1,5 = 1,920 \text{ kN/m}^2$$

### KIESZEŃ SCENICZNA

 **S [kN/m<sup>2</sup>]**



Rys. 2 Schemat obciążenia śniegiem

- Dachy na różnych wysokościach

- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu: strefa obciążenia śniegiem 4  $\rightarrow Q_k = 1,6 \text{ kN/m}^2$

**a) Maksymalne obciążenie dachu niższego:**

- Współczynnik kształtu dachu wyższego:

$$C_2 = 0,8 + 0,4 \cdot (a - 15^\circ) / 15^\circ = 0,8 + 0,4 \cdot (28,0^\circ - 15^\circ) / 15^\circ = 1,147$$

- Współczynniki kształtu dachu:

$$C_5 = 0,8$$

$$C_6 = 0,5 \cdot C_2 \cdot (l_1 / l_s) = 0,5 \cdot 1,147 \cdot (8,1 / 5,0) = 0,929$$

$$C_4 = C_5 + C_6 = 0,800 + 0,929 = 1,729$$

- Zasięg worka:

$$l_s = 5 \text{ m}$$

- Obciążenie charakterystyczne dachu:

$$S_k = Q_k \cdot C = 1,600 \cdot 1,729 = 2,766 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot g_f = 2,766 \cdot 1,5 = 4,149 \text{ kN/m}^2$$

**b) Minimalne obciążenie dachu niższego:**

- Współczynnik kształtu dachu:

$$C_3 = 0,8$$

- Obciążenie charakterystyczne dachu:

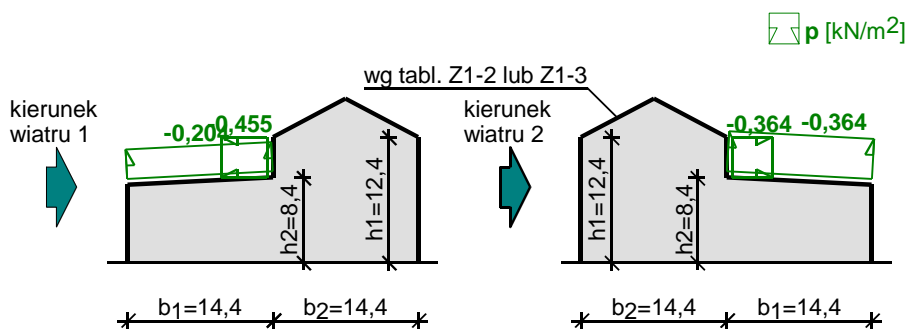
$$S_k = Q_k \cdot C = 1,600 \cdot 0,800 = 1,280 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie obliczeniowe:

$$S = S_k \cdot g_f = 1,280 \cdot 1,5 = 1,920 \text{ kN/m}^2$$

DACH JEDNOSPADOWY

SALA WIDOWISKOWA



Rys. 3. Schemat obciążenia wiatrem

- Budynek o wymiarach:  $B = b_1 + b_2 = 28,8 \text{ m}$ ,  $L = 18,0 \text{ m}$ ,  $H = 16,2 \text{ m}$
- Kąt nachylenia połaci dachowej dachu niższego  $\alpha = 3,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru: strefa obciążenia wiatrem I;  $H = 300 \text{ m n.p.m.} \rightarrow q_k = 300 \text{ Pa} = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji: rodzaj terenu: A;  $z = H = 16,2 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 16,2 = 1,12$
- Współczynnik działania porywów wiatru:  $B = 1,80$

a) Połacie dachowe nawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:  
budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = (h_1/h_2) - 1,7 = (12,4/8,4) - 1,7 = -0,224$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,224 - 0 = -0,224$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,12 \cdot (-0,224) \cdot 1,80 = -0,136 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,136) \cdot 1,5 = -0,204 \text{ kN/m}^2$

b) Ściana nawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:  
budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = -0,5$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,5 - 0 = -0,5$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,12 \cdot (-0,5) \cdot 1,80 = -0,303 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,303) \cdot 1,5 = -0,455 \text{ kN/m}^2$

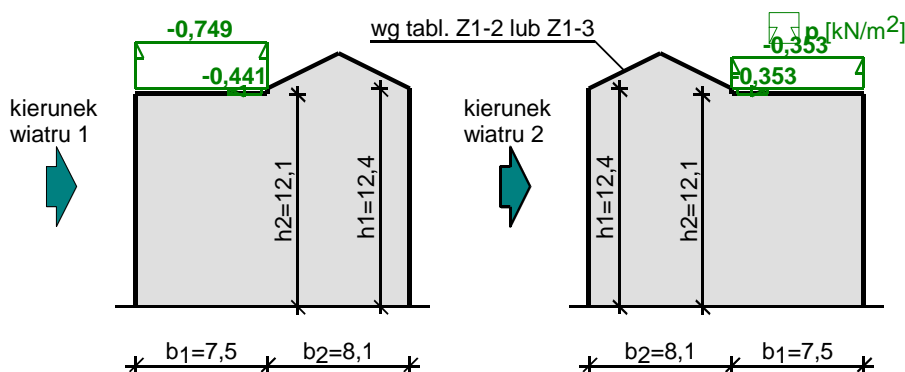
c) Połacie dachowe zawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:  
budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = -0,4$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,12 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,243 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,243) \cdot 1,5 = -0,364 \text{ kN/m}^2$

d) Ściana zawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:  
budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = -0,4$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,12 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,243 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,243) \cdot 1,5 = -0,364 \text{ kN/m}^2$

KIESZEŃ SCENICZNA



Rys. 4 Schemat obciążenia wiatrem

- Budynek o wymiarach:  $B = b_1 + b_2 = 15,6 \text{ m}$ ,  $L = 18,0 \text{ m}$ ,  $H = 14,4 \text{ m}$
- Kąt nachylenia połaci dachowej dachu niższego  $\alpha = 0,0^\circ$
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru: strefa obciążenia wiatrem I;  $H = 126 \text{ m n.p.m.} \rightarrow q_k = 300 \text{ Pa} = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji: rodzaj terenu: A;  $z = H = 14,4 \text{ m} \rightarrow C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 14,4 = 1,09$
- Współczynnik działania porywów wiatru:  $B = 1,80$

a) Połacie dachowe nawietrzne:

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:  
budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = 2 \cdot (h_1/h_2) - 2,9 = 2 \cdot (12,4/12,1) - 2,9 = -0,850$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,850 - 0 = -0,850$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,09 \cdot (-0,850) \cdot 1,80 = -0,500 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,500) \cdot 1,5 = -0,749 \text{ kN/m}^2$

b) Ściana nawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:  
budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:  
 $C_z = -0,5$
- Współczynnik aerodynamiczny C:  
 $C = C_z - C_w = -0,5 - 0 = -0,5$
- Obciążenie charakterystyczne:  
 $p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,09 \cdot (-0,5) \cdot 1,80 = -0,294 \text{ kN/m}^2$
- Obciążenie obliczeniowe:  
 $p = p_k \cdot g_f = (-0,294) \cdot 1,5 = -0,441 \text{ kN/m}^2$

c) Połacie dachowe zawietrzne:

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:  
budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$
- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,4$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$$

- Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,09 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,235 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot g_f = (-0,235) \cdot 1,5 = -0,353 \text{ kN/m}^2$$

#### d) Ściana zawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego:

budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,4$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$$

- Obciążenie charakterystyczne:

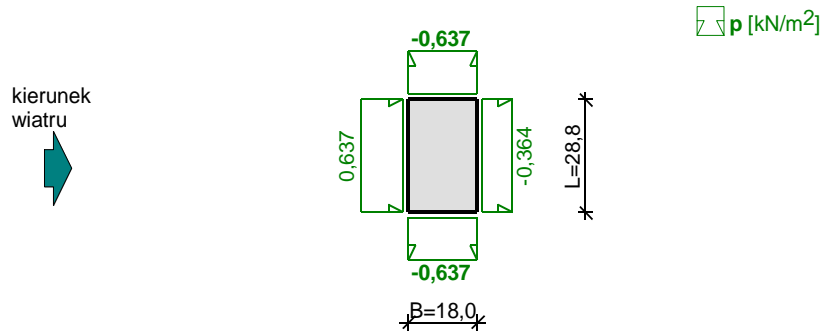
$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,09 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,235 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot g_f = (-0,235) \cdot 1,5 = -0,353 \text{ kN/m}^2$$

### ŚCIANY ZEWNĘTRZNE

#### SALA WIDOWISKOWA



Rys. 5 Schemat obciążenia wiatrem

- Budynek o wymiarach: B = 18,0 m, L = 28,8 m, H = 16,2 m

- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru: strefa obciążenia wiatrem I; H = 300 m n.p.m.  $\rightarrow q_k = 300 \text{ Pa} = 0,300 \text{ kN/m}^2$

- Współczynnik ekspozycji: rodzaj terenu: A; z = H = 16,2 m  $\rightarrow C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 16,2 = 1,12$

- Współczynnik działania porywów wiatru: B = 1,80

- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego: budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$

#### a) Ściana nawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = 0,7$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = 0,7 - 0 = 0,7$$

- Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,12 \cdot 0,7 \cdot 1,80 = 0,425 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot g_f = 0,425 \cdot 1,5 = 0,637 \text{ kN/m}^2$$

#### b) Ściana zawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,4$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$$

- Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,12 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,243 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot g_f = (-0,243) \cdot 1,5 = -0,364 \text{ kN/m}^2$$

c) Ściany boczne:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,7$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = -0,7 - 0 = -0,7$$

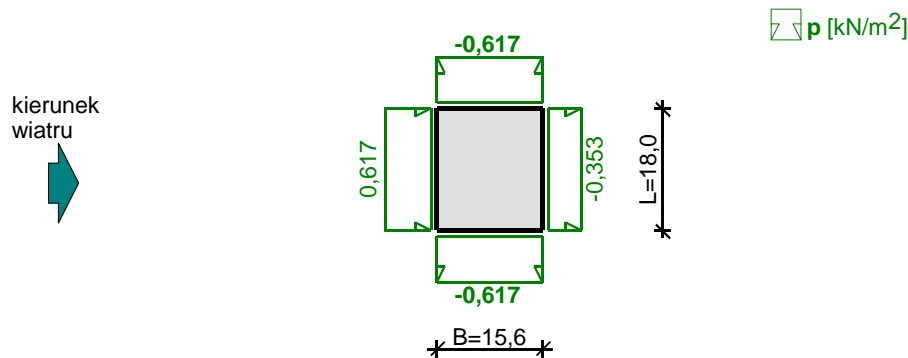
- Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,12 \cdot (-0,7) \cdot 1,80 = -0,425 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot g_f = (-0,425) \cdot 1,5 = -0,637 \text{ kN/m}^2$$

KIESZEŃ SCENICZNA



Rys. 6 Schemat obciążenia wiatrem

- Budynek o wymiarach: B = 15,6 m, L = 18,0 m, H = 14,4 m
- Charakterystyczne ciśnienie prędkości wiatru: strefa obciążenia wiatrem I; H = 300 m n.p.m.  $\rightarrow q_k = 300 \text{ Pa} = 0,300 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji: rodzaj terenu: A; z = H = 14,4 m  $\rightarrow C_e(z) = 0,8 + 0,02 \cdot 14,4 = 1,09$
- Współczynnik działania porywów wiatru: B = 1,80
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego: budynek zamknięty  $\rightarrow C_w = 0$

a) Ściana nawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = 0,7$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = 0,7 - 0 = 0,7$$

- Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,09 \cdot 0,7 \cdot 1,80 = 0,411 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot g_f = 0,411 \cdot 1,5 = 0,617 \text{ kN/m}^2$$

b) Ściana zawietrzna:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,4$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = -0,4 - 0 = -0,4$$

- Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,09 \cdot (-0,4) \cdot 1,80 = -0,235 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot g_f = (-0,235) \cdot 1,5 = -0,353 \text{ kN/m}^2$$

c) Ściany boczne:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego:

$$C_z = -0,7$$

- Współczynnik aerodynamiczny C:

$$C = C_z - C_w = -0,7 - 0 = -0,7$$

- Obciążenie charakterystyczne:

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot b = 0,300 \cdot 1,09 \cdot (-0,7) \cdot 1,80 = -0,411 \text{ kN/m}^2$$

- Obciążenie obliczeniowe:

$$p = p_k \cdot g_f = (-0,411) \cdot 1,5 = -0,617 \text{ kN/m}^2$$

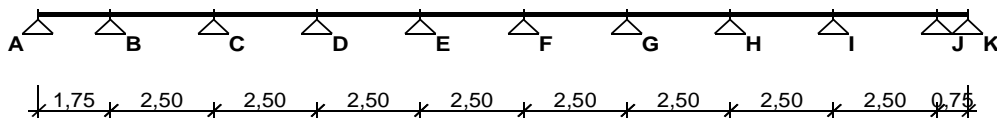


## 2. OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH SALI WIDOWISKOWEJ

### DACH W KONSTRUKCJI STAŁOWEJ

#### PLATEW

DANE:

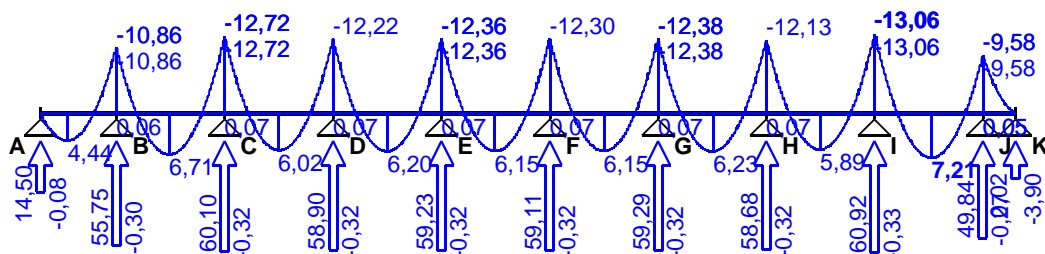


Rys. 7 Schemat belki

Parametry belki: współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki  $g_f = 1,10$

WYNIKI:

Momenty zginające [kNm]:

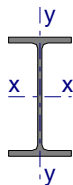


Rys. 8 Momenty zginające

Założenia obliczeniowe:

- Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;
- Parametry analizy zwichrzenia:
  - obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
  - obciążenie działa w dół;
  - brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE (wg PN-90/B-03200):



Rys. 9 Schemat kształtownika

Przekrój: IPE 140

$A_v = 6,58 \text{ cm}^2$ ,  $m = 12,9 \text{ kg/m}$

$J_x = 541 \text{ cm}^4$ ,  $J_y = 44,9 \text{ cm}^4$ ,  $J_w = 1980 \text{ cm}^6$ ,  $J_T = 2,45 \text{ cm}^4$ ,  $W_x = 77,3 \text{ cm}^3$

Stal: St3

Nośności obliczeniowe przekroju:

zginanie: klasa przekroju 1 ( $a_p = 1,072$ )  $M_R = 17,81 \text{ kNm}$

ściananie: klasa przekroju 1  $V_R = 82,05 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Współczynnik zwichrzenia  $j_L = 0,884$

Moment maksymalny  $M_{\max} = -13,06 \text{ kNm}$

$$M_{\max} / (j_L \cdot M_R) = 0,830 < 1$$

Nośność na ścinanie

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = 30,97 \text{ kN}$

$$V_{\max} / V_R = 0,377 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)26,91 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 49,23 \text{ kN}$$

Stan graniczny użytkowania

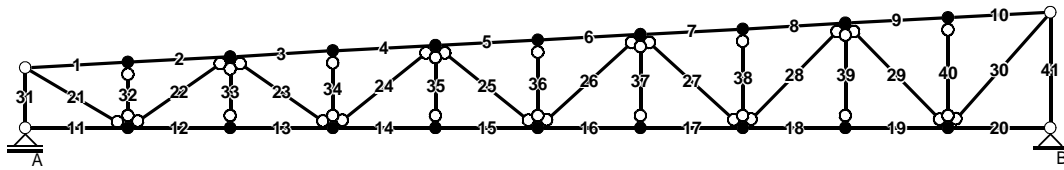
Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 1,77 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 350 = 7,14 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 1,77 \text{ mm} < f_{gr} = 7,14 \text{ mm} \quad (24,8\%)$$

## DŹWIGAR KRATOWY

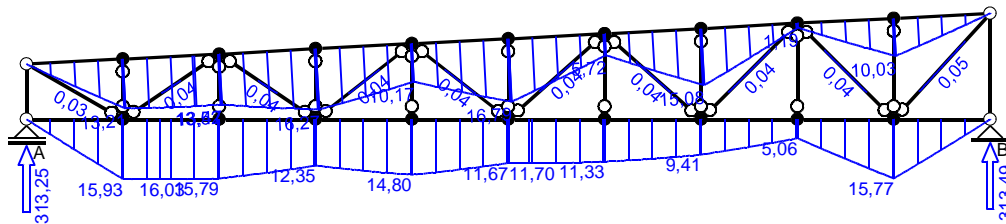
DANE:



Rys. 10 Schemat obliczeniowy

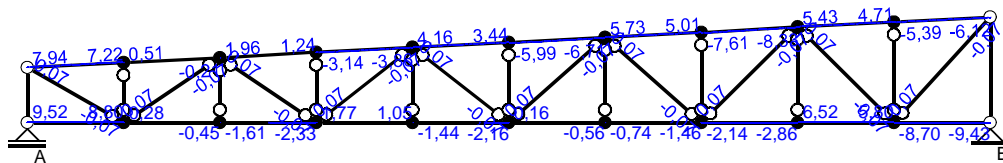
WYNIKI:

Wykres momentów zginających [kNm]:



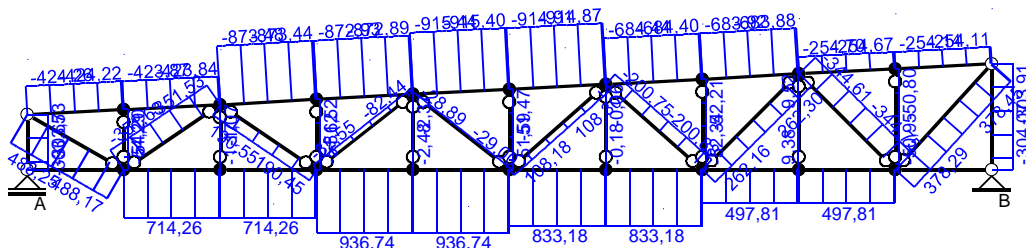
Rys. 11 Momenty zginające

Wykres sił poprzecznych [kN]:



Rys. 12 Siły poprzeczne

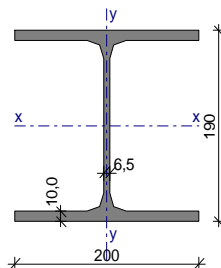
Wykres sił osiowych [kN]:



Rys. 13 Siły osiowe

## A. PAS GÓRNY

Przekrój: Dwuteownik szerokostopowy HE 200 A (wg PN-H-93452:2005)



Rys. 14 Schemat kształtownika

### Wymiary przekroju

$h = 190 \text{ mm}$ ,  $b_f = 200 \text{ mm}$

$t_w = 6,5 \text{ mm}$ ,  $t_f = 10,0 \text{ mm}$

$r = 18,0 \text{ mm}$

### Cechy geometryczne przekroju

$A = 53,80 \text{ cm}^2$ ,  $A_{vy} = 12,35 \text{ cm}^2$ ,  $A_{vx} = 40,00 \text{ cm}^2$

$J_x = 3690 \text{ cm}^4$ ,  $J_y = 1340 \text{ cm}^4$

$W_x = 389,0 \text{ cm}^3$ ,  $W_y = 134,0 \text{ cm}^3$

$W_{pl,x} = 430,0 \text{ cm}^3$ ,  $W_{pl,y} = 201,8 \text{ cm}^3$

$i_x = 8,280 \text{ cm}$ ,  $i_y = 4,980 \text{ cm}$

$J_w = 108000 \text{ cm}^6$ ,  $J_T = 21,10 \text{ cm}^4$

$W_w = 1200 \text{ cm}^4$ ,  $S_x = 215,0 \text{ cm}^3$

$A_L = 1,136 \text{ m}^2/\text{mb}$ ,  $A_G = 2,686 \text{ m}^2/\text{t}$

$U/A = 211,2 \text{ m}^{-1}$ ,  $m = 42,30 \text{ kg/m}$

Stal: 18G2,  $f_d = 305 \text{ MPa}$ ,  $l_p = 70,5$ ;

### WYMIAROWANIE:

#### Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 1641 \text{ kN}$$

#### Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 1641 \text{ kN} \text{ (klasa: 2, } \gamma = 1,000)$$

- wyboczenie gięte względem osi x-x

$$l_{ex} = 1,74 \text{ m}, \quad l_x = 21,0, \quad N_{cr,x} = 24659 \text{ kN}, \quad \lambda_x = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,x}} = 0,298 \quad \text{wg "b"} \rightarrow j_x = 0,987$$

$$j_x \cdot N_{Rc} = 1620 \text{ kN}$$

- wyboczenie gięte względem osi y-y

$$l_{ey} = 1,74 \text{ m}, \quad l_y = 34,9, \quad N_{cr,y} = 8955 \text{ kN}, \quad \lambda_y = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,y}} = 0,495 \quad \text{wg "c"} \rightarrow j_y = 0,868$$

$$j_y \cdot N_{Rc} = 1424 \text{ kN}$$

- wyboczenie skrętne

$$l_w = 1,74 \text{ m}, \quad N_{cr,w} = 9539 \text{ kN}$$

$$l_w = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,w}} = 0,477 \quad \text{wg "c"} \rightarrow j_w = 0,878$$

$$j_w \cdot N_{Rc} = 1440 \text{ kN}$$

#### Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 124,9 \text{ kNm} \text{ (klasa: 2, } a_{px} = 1,053)$$

$$M_{Ry} = 51,09 \text{ kNm} \text{ (klasa: 2, } a_{py} = 1,250)$$

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

$$\text{pominięto zwichrzenie elementu} \rightarrow j_L = 1,000$$

#### Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 218,5 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } j_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 707,6 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } j_{pvx} = 1,000)$$

#### Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

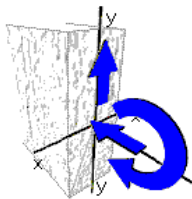
$$V_y = 3,440 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,6 \cdot V_{R,y} = 131,1 \text{ kN} \rightarrow M_{R_{x,V}} = M_{R_x}$$

$$V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 212,3 \text{ kN} \rightarrow M_{R_{y,V}} = M_{R_y}$$

#### a) KOMBINACJA nr 1

- Obciążenie elementu:

$$N = 915,4 \text{ kN}, \quad M_x = -16,9 \text{ kNm}, \quad V_y = 3,440 \text{ kN}$$



Rys. 15 Schemat obciążeniowy kombinacji nr 1

- Warunki nośności elementu

$$D_x = 0,008; \quad \text{założono } b_x = 1,0$$

$$N / (j_x \cdot N_{Rc}) + b_x \cdot M_x / M_{R_x} + D_x = 0,565 + 0,135 + 0,008 = 0,709 < 1$$

$$N / (j_y \cdot N_{Rc}) = 0,643 < 1$$

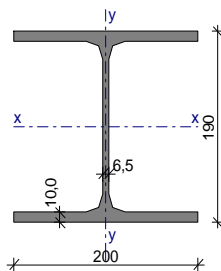
$$N / N_{Rc} + M_x / M_{R_{x,V}} = 0,558 + 0,135 = 0,693 < 1$$

$$V_y / V_{R_y} = 0,016 < 1$$

$$V_y = 3,440 \text{ kN} < V_{R_{y,N}} = V_{R_y} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rc})^2) = 181,3 \text{ kN} \quad (1,9\%)$$

## B. PAS DOLNY

Przekrój: Dwuteownik szerokostopowy HE 200 A (wg PN-H-93452:2005)



Rys. 16 Schemat kształtownika

#### Wymiary przekroju:

$$h = 190 \text{ mm}, \quad b_f = 200 \text{ mm}$$

$$t_w = 6,5 \text{ mm}, \quad t_f = 10,0 \text{ mm}$$

$$r = 18,0 \text{ mm}$$

#### Cechy geometryczne przekroju:

$$A = 53,80 \text{ cm}^2, \quad A_{vy} = 12,35 \text{ cm}^2, \quad A_{vx} = 40,00 \text{ cm}^2$$

$$J_x = 3690 \text{ cm}^4, \quad J_y = 1340 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 389,0 \text{ cm}^3, \quad W_y = 134,0 \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,x} = 430,0 \text{ cm}^3, \quad W_{pl,y} = 201,8 \text{ cm}^3$$

$$i_x = 8,280 \text{ cm}, \quad i_y = 4,980 \text{ cm}$$

$$J_w = 108000 \text{ cm}^6, \quad J_T = 21,10 \text{ cm}^4$$

$$W_w = 1200 \text{ cm}^4, \quad S_x = 215,0 \text{ cm}^3$$

$$A_L = 1,136 \text{ m}^2/\text{mb}, \quad A_G = 2,686 \text{ m}^2/\text{t}$$

$$U/A = 211,2 \text{ m}^{-1}, \quad m = 42,30 \text{ kg/m}$$

Stal: 18G2,  $f_d = 305 \text{ MPa}$ ,  $l_p = 70,5$ ;

#### WYMIAROWANIE:

#### Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 1641 \text{ kN}$$

#### Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 1641 \text{ kN (klasa: 2, } \gamma = 1,000)$$

pominięto wyoboczenie elementu  $\rightarrow j_x = 1,0; j_y = 1,0; j_w = 1,0$

#### Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 124,9 \text{ kNm (klasa: 2, } a_{px} = 1,053)$$

$$M_{Ry} = 51,09 \text{ kNm (klasa: 2, } a_{py} = 1,250)$$

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

$$l_{zw} = 1,74 \text{ m; warunki podparcia: P,P; } m_y = 1,00, m_w = 1,00;$$

obc.równomiernie rozłożone przyłożone do pasa ściskanego

$$M_{cr} = 662,53 \text{ kNm, } l_L = 1,15 \cdot \text{pierw}(M_{Rx}/M_{cr}) = 0,499, \text{ wg "a_0"} \rightarrow j_L = 0,988$$

$$j_L \cdot M_{Rx} = 123,4 \text{ kNm}$$

#### Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_{Ry} = 218,5 \text{ kN (klasa: 1, } j_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 707,6 \text{ kN (klasa: 1, } j_{pvx} = 1,000)$$

#### Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

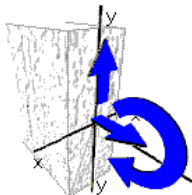
$$V_y = 6,420 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,6 \cdot V_{R,y} = 131,1 \text{ kN} \rightarrow M_{Rx,V} = M_{Rx}$$

$$V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 212,3 \text{ kN} \rightarrow M_{Ry,V} = M_{Ry}$$

#### a) KOMBINACJA nr 1

- Obciążenie elementu

$$N = -498 \text{ kN, } M_x = -16,7 \text{ kNm, } V_y = 6,420 \text{ kN}$$



Rys. 17 Schemat obciążeniowy kombinacji nr 1

- Warunki nośności elementu

$$N / N_{Rt} + M_x / (j_L \cdot M_{Rx}) = 0,303 + 0,135 = 0,439 < 1$$

$$N / N_{Rt} + M_x / M_{Rx,V} = 0,303 + 0,134 = 0,437 < 1$$

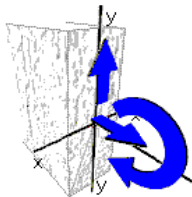
$$V_y / V_{Ry} = 0,029 < 1$$

$$V_y = 6,420 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rt})^2) = 208,2 \text{ kN} \quad (3,1\%)$$

#### b) KOMBINACJA nr 2

- Obciążenie elementu

$$N = -937 \text{ kN, } M_x = -14,8 \text{ kNm, } V_y = 1,440 \text{ kN}$$



Rys. 18 Schemat obciążeniowy kombinacji nr 2

- Warunki nośności elementu

$$N / N_{Rt} + M_x / (j_L \cdot M_{Rx}) = 0,571 + 0,120 = 0,691 < 1$$

$$N / N_{Rt} + M_x / M_{Rx,V} = 0,571 + 0,118 = 0,689 < 1$$

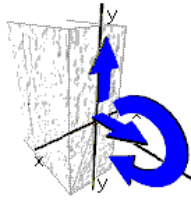
$$V_y / V_{Ry} = 0,007 < 1$$

$$V_y = 1,440 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rt})^2) = 179,4 \text{ kN} \quad (0,8\%)$$

#### c) KOMBINACJA nr 3

- Obciążenie elementu

$$N = -714 \text{ kN, } M_x = -16,4 \text{ kNm, } V_y = 0,040 \text{ kN}$$



Rys. 19 Schemat obciążeniowy kombinacji nr 3

- Warunki nośności elementu

$$N / N_{Rt} + M_x / (j_L \cdot M_{Rx}) = 0,435 + 0,133 = 0,568 < 1$$

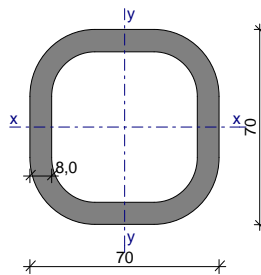
$$N / N_{Rt} + M_x / M_{Rx,V} = 0,435 + 0,131 = 0,567 < 1$$

$$V_y / V_{Ry} = 0,000 < 1$$

$$V_y = 0,040 \text{ kN} < V_{Ry,N} = V_{Ry} \cdot \text{pierw}(1 - (N/N_{Rt})^2) = 196,7 \text{ kN} \quad (0,0\%)$$

### C. KRZYŻULEC nr 21

Przekrój: Rura kwadratowa walcowana 70x70x8,0 (wg PN-EN 10210-2:2000)



Rys. 20 Schemat kształtownika

#### Wymiary przekroju

$$h = 70 \text{ mm}, \quad t = 8,0 \text{ mm}$$

$$r_i = 8,0 \text{ mm}, \quad r_o = 12,0 \text{ mm}$$

#### Cechy geometryczne przekroju

$$A = 19,20 \text{ cm}^2, \quad A_v = 9,920 \text{ cm}^2$$

$$J = 120,0 \text{ cm}^4$$

$$W = 34,20 \text{ cm}^3$$

$$i = 2,500 \text{ cm}$$

$$J_T = 199,7 \text{ cm}^4, \quad W_T = 49,24 \text{ cm}^3$$

$$A_L = 0,259 \text{ m}^2/\text{m}, \quad A_G = 17,29 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$U/A = 135,1 \text{ m}^{-1}, \quad m = 15,00 \text{ kg/m}$$

Stal: 18G2,  $f_d = 305 \text{ MPa}$ ,  $l_p = 70,5$ ;

#### WYMIAROWANIE:

##### Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 585,6 \text{ kN}$$

##### Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 585,6 \text{ kN} \quad (\text{klasa: 1, } y = 1,000)$$

pominięto wyboczenie elementu  $\rightarrow j_x = 1,0; j_y = 1,0$

##### Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_R = 12,29 \text{ kNm} \quad (\text{klasa: 1, } a_p = 1,178)$$

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

element o przekroju rurowym  $\rightarrow j_L = 1,000$

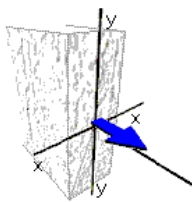
##### Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_R = 175,5 \text{ kN} \quad (\text{klasa: 1, } j_{pv} = 1,000)$$

a) KOMBINACJA nr 1

- Obciążenie elementu

$$N = -488 \text{ kN}$$



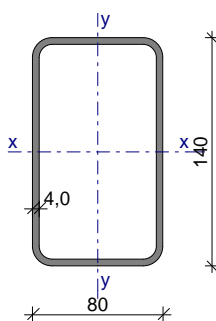
Rys. 21 Schemat obciążeniowy kombinacji nr 1

- Warunki nośności elementu

$$N = 488,3 \text{ kN} < N_{Rt} = 585,6 \text{ kN} \quad (83,4\%)$$

#### D. SŁUPKI nr 31 i 41

Przekrój: Rura kwadratowa walcowana 70x70x8,0 (wg PN-EN 10210-2:2000)



Rys. 22 Schemat kształtownika

#### Wymiary przekroju

$$h = 140 \text{ mm}, \quad b = 80 \text{ mm}$$

$$t = 4,0 \text{ mm}$$

$$r_i = 4,0 \text{ mm}, \quad r_o = 6,0 \text{ mm}$$

#### Cechy geometryczne przekroju

$$A = 16,80 \text{ cm}^2, \quad A_{vx} = 10,88 \text{ cm}^2, \quad A_{vy} = 6,080 \text{ cm}^2$$

$$J_x = 441,0 \text{ cm}^4, \quad J_y = 184,0 \text{ cm}^4$$

$$W_x = 62,90 \text{ cm}^3, \quad W_y = 46,00 \text{ cm}^3$$

$$i_x = 5,120 \text{ cm}, \quad i_y = 3,310 \text{ cm}$$

$$J_T = 410,7 \text{ cm}^4, \quad W_T = 76,53 \text{ cm}^3$$

$$A_L = 0,430 \text{ m}^2/\text{m}, \quad A_G = 32,55 \text{ m}^2/\text{t}$$

$$U/A = 255,8 \text{ m}^{-1}, \quad m = 13,20 \text{ kg/m}$$

Stal: 18G2,  $f_d = 305 \text{ MPa}$ ,  $l_p = 70,5$ ;

#### WYMIAROWANIE:

##### Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 512,4 \text{ kN}$$

##### Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 450,3 \text{ kN} \quad (\text{klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny} \quad \phi_y = j_p = 0,879)$$

- wyboczenie giętne względem osi x-x

$$l_{ex} = 1,90 \text{ m}, \quad l_x = 37,1, \quad N_{cr,x} = 2472 \text{ kN}, \quad \phi_x = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,x}) = 0,493 \quad \text{wg "b"} \quad \phi_j = 0,940$$

$$j_x \cdot N_{Rc} = 423,3 \text{ kN}$$

- wyboczenie giętne względem osi y-y

$$l_{ey} = 1,90 \text{ m}, \quad l_y = 57,4, \quad N_{cr,y} = 1031 \text{ kN}, \quad \phi_y = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,y}) = 0,763 \quad \text{wg "b"} \quad \phi_j = 0,803$$

$$j_y \cdot N_{Rc} = 361,6 \text{ kN}$$

#### Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_{Rx} = 21,54 \text{ kNm} \text{ (klasa: 2, } a_{px} = 1,123)$$

$$M_{Ry} = 11,97 \text{ kNm} \text{ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny } @ y_y = j_p = 0,853)$$

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

$$\text{element o przekroju rurowym } @ j_L = 1,000$$

#### Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

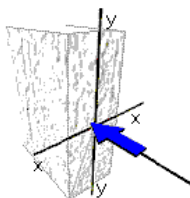
$$V_{Ry} = 192,5 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } j_{pvy} = 1,000)$$

$$V_{Rx} = 107,6 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } j_{pvx} = 1,000)$$

a) KOMBINACJA nr 1

- Obciążenie elementu

$$N = 304,1 \text{ kN}$$



Rys. 23 Schemat obciążeniowy kombinacji nr 1

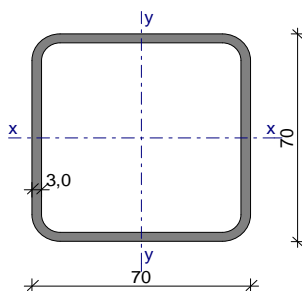
- Warunki nośności elementu

$$j = \min(j_x, j_y) = 0,803$$

$$N / (j \cdot N_{Rc}) = 0,841 < 1$$

## F. SŁUPKI

Przekrój: Rura kwadratowa walcowana 70x70x3,0 (wg PN-EN 10210-2:2000)



Rys. 24 Schemat kształtownika

#### Wymiary przekroju

$$h = 70 \text{ mm, } t = 3,0 \text{ mm}$$

$$r_i = 3,0 \text{ mm, } r_o = 4,5 \text{ mm}$$

#### Cechy geometryczne przekroju

$$A = 7,940 \text{ cm}^2, A_v = 4,020 \text{ cm}^2$$

$$J = 59,00 \text{ cm}^4$$

$$W = 16,90 \text{ cm}^3$$

$$i = 2,730 \text{ cm}$$

$$J_T = 92,19 \text{ cm}^4, W_T = 24,76 \text{ cm}^3$$

$$A_L = 0,272 \text{ m}^2/\text{m}, A_G = 43,63 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$U/A = 342,9 \text{ m}^{-1}, m = 6,240 \text{ kg/m}$$

$$\text{Stal: } 18G2, f_d = 305 \text{ MPa, } l_p = 70,5;$$

#### WYMIAROWANIE:

#### Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 242,2 \text{ kN}$$



#### Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 242,2 \text{ kN (klasa: 3, } \gamma = 1,000)$$

- wyboczenie giętne względem osi x-x

$$l_{ex} = 1,90 \text{ m, } l_x = 69,6, \quad N_{cr,x} = 330,7 \text{ kN, } \lambda_x = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,x}} = 0,987 \quad \text{wg "b"} \rightarrow j_x = 0,657$$

$$j_x \cdot N_{Rc} = 159,1 \text{ kN}$$

- wyboczenie giętne względem osi y-y

$$l_{ey} = 1,90 \text{ m, } l_y = 69,6, \quad N_{cr,y} = 330,7 \text{ kN, } \lambda_y = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rc}/N_{cr,y}} = 0,987 \quad \text{wg "b"} \rightarrow j_y = 0,657$$

$$j_y \cdot N_{Rc} = 159,1 \text{ kN}$$

#### Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_R = 5,154 \text{ kNm (klasa: 3, } a_p = 1,000)$$

- ustalenie współczynnika zwichrzenia

$$\text{element o przekroju rurowym} \rightarrow j_L = 1,000$$

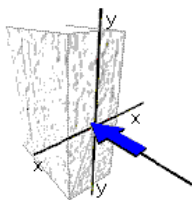
#### Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_R = 71,11 \text{ kN (klasa: 1, } j_{pv} = 1,000)$$

#### a) KOMBINACJA nr 1

- Obciążenie elementu

$$N = 54,29 \text{ kN}$$



Rys. 25 Schemat obciążeniowy kombinacji nr 1

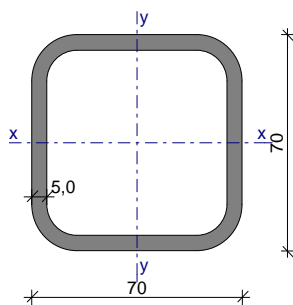
- Warunki nośności elementu

$$j = \min(j_x, j_y) = 0,657$$

$$N / (j \cdot N_{Rc}) = 0,341 < 1$$

### E. POZOSTAŁE KRZYŻULCE I SŁUPKI

Przekrój: Rura kwadratowa walcowana 70x70x5,0 (wg PN-EN 10210-2:2000)



Rys. 26 Schemat kształtownika

#### Wymiary przekroju

$$h = 70 \text{ mm, } t = 5,0 \text{ mm}$$

$$r_i = 5,0 \text{ mm, } r_o = 7,5 \text{ mm}$$

#### Cechy geometryczne przekroju

$$A = 12,70 \text{ cm}^2, \quad A_v = 6,500 \text{ cm}^2$$

$$J = 88,50 \text{ cm}^4$$

$$W = 25,30 \text{ cm}^3$$

$$i = 2,640 \text{ cm}$$

$$J_T = 142,0 \text{ cm}^4, \quad W_T = 36,76 \text{ cm}^3$$

$$A_L = 0,267 \text{ m}^2/\text{m}, \quad A_G = 26,74 \text{ m}^2/\text{m}$$

$$U/A = 210,3 \text{ m}^{-1}, \quad m = 9,990 \text{ kg/m}$$

Stal: 18G2,  $f_d = 305 \text{ MPa}$ ,  $l_p = 70,5$ ;

#### WYMIAROWANIE:

##### Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$$N_{Rt} = 387,3 \text{ kN}$$

##### Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$$N_{Rc} = 387,3 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } \gamma = 1,000)$$

pominięto wyboczenie elementu  $\rightarrow j_x = 1,0$ ;  $j_y = 1,0$

##### Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$$M_R = 8,700 \text{ kNm} \text{ (klasa: 1, } a_p = 1,127)$$

- ustalenie współczynnika zwężenia

element o przekroju rurowym  $\rightarrow j_L = 1,000$

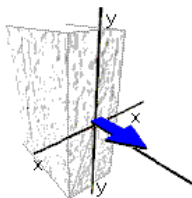
##### Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$$V_R = 115,0 \text{ kN} \text{ (klasa: 1, } j_{pv} = 1,000)$$

#### a) KOMBINACJA nr 1

- Obciążenie elementu

$$N = -378 \text{ kN}$$



Rys. 27 Schemat obciążeniowy kombinacji nr 1

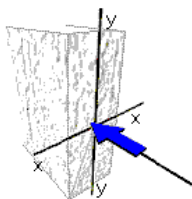
- Warunki nośności elementu

$$N = 378,3 \text{ kN} < N_{Rt} = 387,3 \text{ kN} \quad (97,7\%)$$

#### b) KOMBINACJA nr 2

- Obciążenie elementu

$$N = 351,6 \text{ kN}$$



Rys. 28 Schemat obciążeniowy kombinacji nr 2

- Warunki nośności elementu

$$j = \min(j_x, j_y, j_l, j_w) = 1,000$$

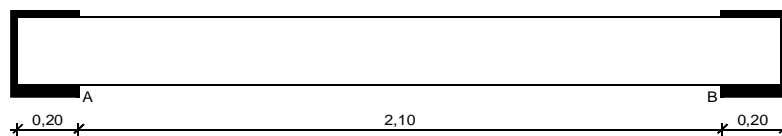
$$N / (j \cdot N_{Rc}) = 0,908 < 1$$

### WIEŃCE

W projektowanym budynku przyjęto wieńce żelbetowe zbrojone biegnące wzdłuż ścian konstrukcyjnych. Wieńce będą zbrojone 4 prętami ze stali gatunku A-IIIIN (RB500W) oraz strzemionami ze stali A-0 (St0S-b) w rozstawie maksymalnym 20cm.

## NADPROŻA

### DANE:

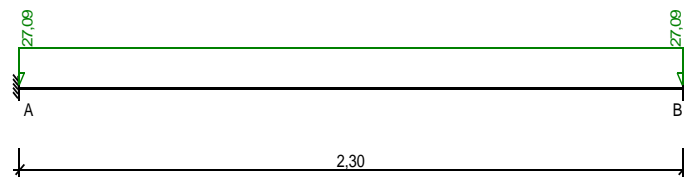


Rys. 29 Schemat belki

### Dane materiałowe i założenia:

- Klasa betonu: C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy  $r = 25 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 8 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $f = 3,07$
- Stal zbrojeniowa główna A-IIIIN (RB500)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Stal zbrojeniowa strzemion A-0 (St0S-b)  $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 260 \text{ MPa}$
- Stal zbrojeniowa montażowa A-0 (St0S-b)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała
- Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet.  $\cot q = 2,00$
- Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$
- Graniczne ugięcie  $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

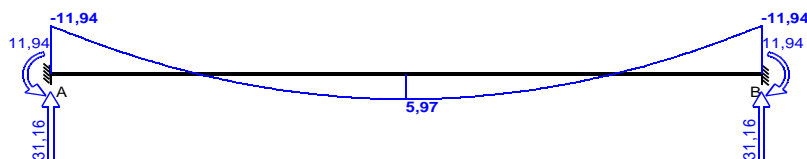
### SCHEMAT STATYCZNY:



Rys. 30 Schemat statyczny

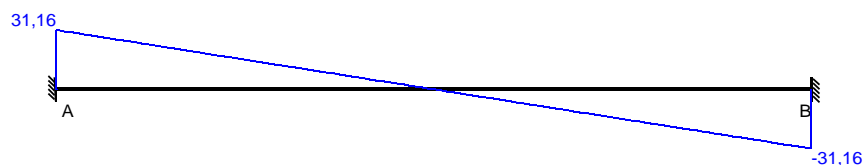
### WYNIKI:

Momenty zginające [kNm]:



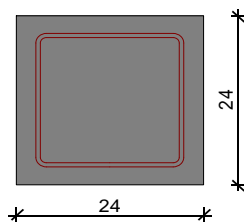
Rys. 31 Momenty zginające

Siły poprzeczne [kN]:



Rys. 32 Siły poprzeczne

## WYMIAROWANIE (wg PN-B-03264:2002):



Rys. 33 Schemat obliczeniowy

### Przyjęte wymiary przekroju:

$b_w = 24,0 \text{ cm}$ ,  $h = 24,0 \text{ cm}$

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

### A. PODPORA A:

#### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{sd} = (-)11,94 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 1,47 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 3f12 o  $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,70\%$ )  
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)11,94 \text{ kNm} < M_{Rd} = 25,76 \text{ kNm}$  (46,4%)

#### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)10,86 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,181 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (60,3%)

### B. PRZĘSŁO A-B:

#### Zginanie:

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{sd} = 5,97 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 0,72 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 2f12 o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,46\%$ )

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = 5,97 \text{ kNm} < M_{Rd} = 17,88 \text{ kNm}$  (33,4%)

#### Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej  $V_{sd} = (-)28,45 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi f6 co 150 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{sd} = (-)28,45 \text{ kN} < V_{Rd1} = 35,22 \text{ kN}$  (80,8%)

#### SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 5,43 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,109 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (36,5%)

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 1,37 \text{ mm} < a_{lim} = 2300/200 = 11,50 \text{ mm}$  (11,9%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej  $V_{Sk} = 25,86 \text{ kN}$

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

### C. PODPORA B:

#### Zginanie:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{sd} = (-)11,94 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne  $A_{s1} = 1,47 \text{ cm}^2$ . Przyjęto 3f12 o  $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,70\%$ )  
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie:  $M_{sd} = (-)11,94 \text{ kNm} < M_{Rd} = 25,76 \text{ kNm}$  (46,4%)

#### SGU:

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = (-)10,86 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,181 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (60,3%)

## **ŚCIANY FUNDAMENTOWE ZEWNĘTRZNE I WEWNĘTRZNE**

Zostaną wykonane jako murowane z bloczków betonowych łączonych za pomocą zaprawy cementowej klasy M5.

## ŚCIANY KONSTRUKCYJNE ZEWNĘTRZNE I WEWNĘTRZNE

Zostaną wykonane jako murowane z bloczków wapienno-piaskowych łączonych za pomocą zaprawy cementowej klasy M5.

### SŁUP

#### DANE:

##### Wymiary przekroju:

- Typ przekroju: prostokątny
- Szerokość przekroju  $b = 40,0 \text{ cm}$
- Wysokość przekroju  $h = 40,0 \text{ cm}$

##### Zbrojenie:

- Pręty podłużne  $\phi = 12 \text{ mm}$  ze stali A-IIIIN (RB500)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Strzemiona  $\phi = 6 \text{ mm}$

##### Parametry betonu:

- Klasa betonu: C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy  $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,01$

##### Otulenie:

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

##### Obciążenia: [kN,kNm]

$N_{sd}$ [kN]	$N_{sd,lt}$ [kN]	$M_{sd}$ [kNm]
624,48	0,00	0,00

Dodatkowo uwzględniono ciężar własny słupa o wartości  $N_o = 16,37 \text{ kN}$

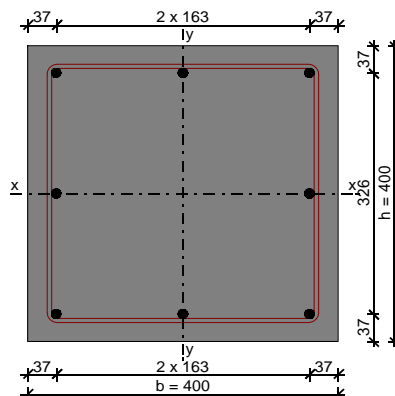
##### Słup:

- Wysokość słupa  $l_{col} = 3,72 \text{ m}$
- Rodzaj słupa: monolityczny
- Rodzaj konstrukcji: przesuwna
- Numer kondygnacji od góry: 1
  - Współczynnik długości wybocheniowej w płaszczyźnie obciążenia  $b_x = 2,00$
  - Współczynnik długości wybocheniowej z płaszczyzny obciążenia  $b_y = 2,00$

##### Założenia obliczeniowe:

- Sytuacja obliczeniowa: trwała

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



Rys. 34 Schemat obliczeniowy

#### Ściskanie:

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b" :

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = A_{s2} = 2,33 \text{ cm}^2$ . Przyjęto po 3f12 o  $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h" :

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = A_{s2} = 2,33 \text{ cm}^2$ . Przyjęto po 3f12 o  $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$

Łącznie przyjęto 8f12 o  $A_s = 9,05 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,57\%$ )

#### Strzemiona:

Przyjęto strzemiona pojedyncze f6 w rozstawie co 18,0 cm

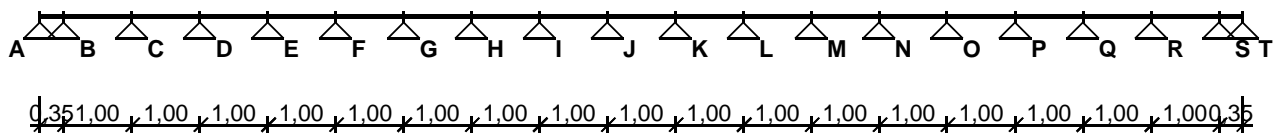
### FUNDAMENTY

W sali widowiskowej przyjęto posadowienia na ławach i stopach fundamentowych o wymiarach analogicznych jak fundamenty pod część administracyjną.

### 3. OBLICZENIA STATYCZNE I WYMIAROWANIE ELEMENTÓW KONSTRUKCYJNYCH KIESZENI SCENICZNEJ

#### PLATEW

#### DANE:

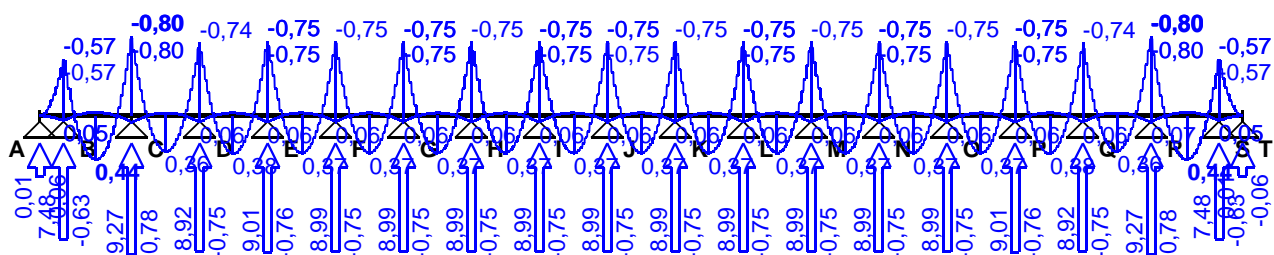


Rys. 35 Schemat belki

Parametry belki: współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki  $g_f = 1,10$

#### WYNIKI STATYCZNE:

Momenty zginające [kNm]:

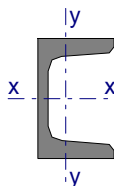


Rys. 36 Wykres momentów

#### ZAŁOŻENIA OBLICZENIOWE DO WYMIAROWANIA:

- Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;
- Parametry analizy zwiczenia:
  - obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
  - obciążenie działa w dół;
  - brak stężeń bocznych na długości przęsła belki;

#### WYMIAROWANIE (wg PN-90/B-03200):



Rys. 37 Obliczany kształtownik

Przekrój: C 50 E

$$A_v = 2,20 \text{ cm}^2, m = 4,84 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 22,8 \text{ cm}^4, J_y = 5,61 \text{ cm}^4, J_w = 16,9 \text{ cm}^6, J_T = 0,90 \text{ cm}^4, W_x = 9,10 \text{ cm}^3$$

Stal: 18G2AV

Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 1  $M_R = 2,53 \text{ kNm}$

- ścinanie: klasa przekroju 1  $V_R = 47,21 \text{ kN}$

Nośność na zginanie

Moment maksymalny  $M_{\max} = -0,80 \text{ kNm}$

$$M_{\max} / (j_L \cdot M_R) = 0,322 < 1$$

Nośność na ścinanie

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = -4,72 \text{ kN}$

$$V_{\max} / V_R = 0,100 < 1$$

Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = (-)3,21 \text{ kN} < V_o = 0,3 \cdot V_R = 14,16 \text{ kN} \quad \textcircled{R} \quad \text{warunek niemiarodajny}$$

Stan graniczny użytkowania

Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 0,34 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 350 = 1000 / 350 = 2,86 \text{ mm}$

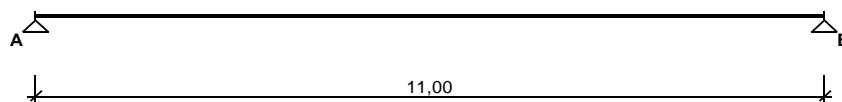
$$f_{k,\max} = 0,34 \text{ mm} < f_{gr} = 2,86 \text{ mm} \quad (11,8\%)$$

## WIEŃCE

W projektowanym budynku przyjęto wieńce żelbetowe zbrojone biegnące wzdłuż ścian konstrukcyjnych. Wieńce będą zbrojone 4 prętami ze stali gatunku A-IIIIN (RB500W) oraz strzemionami ze stali A-0 (St0S-b) w rozstawie maksymalnym 20cm.

## PODCIĄG (BLACHOWNICA STAŁOWA)

DANE:

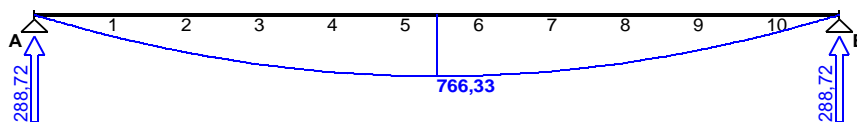


Rys. 38 Schemat obciążeniowy

Parametry belki: współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki  $g_f = 1,10$

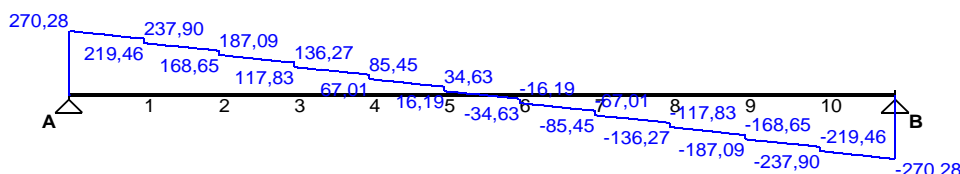
WYNIKI:

Momenty zginające [kNm]:



Rys. 39 Momenty zginające

Siły poprzeczne [kN]:

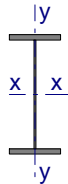


Rys. 40 Siły poprzeczne

#### Założenia obliczeniowe:

- Wykorzystanie rezerwy plastycznej przekroju: tak;
- Parametry analizy zwichrzenia:
  - obciążenie przyłożone na pasie górnym belki;
  - obciążenie działa w dół;
  - brak stężeń bocznych na długości przęseł belki;

WYMIAROWANIE (wg PN-90/B-03200):



Rys. 41 Schemat obliczeniowy

Przekrój: IPBS 700p

$$A_v = 77,0 \text{ cm}^2, m = 210 \text{ kg/m}$$

$$J_x = 237933 \text{ cm}^4, J_y = 14407 \text{ cm}^4, J_w = 16071873 \text{ cm}^6, J_T = 684 \text{ cm}^4, W_x = 6798 \text{ cm}^3$$

Stal: 18G2

#### Nośności obliczeniowe przekroju:

- zginanie: klasa przekroju 2 ( $a_p = 1,053$ )  $M_R = 2041,05 \text{ kNm}$
- ścinanie: klasa przekroju 1  $V_R = 1156,44 \text{ kN}$

#### Nośność na zginanie

Przekrój  $z = 5,50 \text{ m}$  (K1: 1,0·P1+1,0·P2)

Współczynnik zwichrzenia  $j_L = 0,410$

Moment maksymalny  $M_{\max} = 766,33 \text{ kNm}$

$$M_{\max} / (j_L \cdot M_R) = 0,916 < 1$$

#### Nośność na ścinanie

Przekrój  $z = 0,00 \text{ m}$  (K1: 1,0·P1+1,0·P2)

Maksymalna siła poprzeczna  $V_{\max} = 270,28 \text{ kN}$

$$V_{\max} / V_R = 0,234 < 1$$

#### Nośność na zginanie ze ścinaniem

$$V_{\max} = 270,28 \text{ kN} < V_o = 0,6 \cdot V_R = 693,86 \text{ kN} \rightarrow \text{warunek niemiarodajny}$$

#### Stan graniczny użytkowania

Przekrój  $z = 5,50 \text{ m}$  (K1: 1,0·P1+1,0·P2)

Ugięcie maksymalne  $f_{k,\max} = 18,47 \text{ mm}$

Ugięcie graniczne  $f_{gr} = l_o / 350 = 31,43 \text{ mm}$

$$f_{k,\max} = 18,47 \text{ mm} < f_{gr} = 31,43 \text{ mm} \quad (58,8\%)$$

### **ŚCIANY FUNDAMENTOWE ZEWNĘTRZNE i WEWNĘTRZNE**

Zostaną wykonane jako murowane z bloczków betonowych łączonych za pomocą zaprawy cementowej klasy M5.

### **ŚCIANY KONSTRUKCYJNE ZEWNĘTRZNE i WEWNĘTRZNE**

Zostaną wykonane jako murowane z bloczków wapienno-piaskowych łączonych za pomocą zaprawy cementowej klasy M5.



## SŁUP

### DANE:

#### Wymiary przekroju:

- Typ przekroju: prostokątny
- Szerokość przekroju  $b = 30,0 \text{ cm}$
- Wysokość przekroju  $h = 30,0 \text{ cm}$

#### Zbrojenie:

- Pręty podłużne  $f = 12 \text{ mm}$  ze stali A-IIIIN (RB500)  $\rightarrow f_{yk} = 500 \text{ MPa}$ ,  $f_{yd} = 420 \text{ MPa}$ ,  $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$
- Strzemiona  $f = 6 \text{ mm}$

#### Parametry betonu:

- Klasa betonu: C20/25 (B25)  $\rightarrow f_{cd} = 13,33 \text{ MPa}$ ,  $f_{ctd} = 1,00 \text{ MPa}$ ,  $E_{cm} = 30,0 \text{ GPa}$
- Ciężar objętościowy  $\rho = 25 \text{ kN/m}^3$
- Maksymalny rozmiar kruszywa  $d_g = 16 \text{ mm}$
- Wilgotność środowiska  $RH = 50\%$
- Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni
- Współczynnik pełzania (obliczono)  $\phi = 3,01$

#### Otulenie:

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

#### Obciążenia:

$N_{sd} [\text{kN}]$	$N_{sd,lt} [\text{kN}]$	$M_{sd} [\text{kNm}]$
288,72	0,00	0,00

Dodatkowo uwzględniono ciężar własny słupa o wartości  $N_o = 7,18 \text{ kN}$

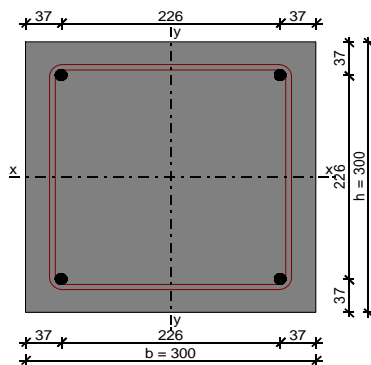
#### Słup:

- Wysokość słupa  $l_{col} = 2,90 \text{ m}$
- Rodzaj słupa: monolityczny
- Rodzaj konstrukcji: przesuwna
- Numer kondygnacji od góry: 1
  - Współczynnik długości wyboczeniowej w płaszczyźnie obciążenia  $b_x = 2,00$
  - Współczynnik długości wyboczeniowej z płaszczyzny obciążenia  $b_y = 2,00$

#### Założenia obliczeniowe:

- Sytuacja obliczeniowa: trwała

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



Rys. 42 Schemat obliczeniowy

Ściskanie:

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "b" :

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_{s1} = A_{s2} = 1,35 \text{ cm}^2$ . Przyjęto po 2f12 o  $A_s = 2,26 \text{ cm}^2$

Przyjęto zbrojenie symetryczne wzdłuż boków "h" :

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

Łącznie przyjęto 4f12 o  $A_s = 4,52 \text{ cm}^2$  ( $r = 0,50\%$ )

Strzemiona:

Przyjęto strzemiona pojedyncze f6 w rozstawie co 18,0 cm

**FUNDAMENTY**

W kieszeni scenicznej przyjęto posadowienie na płycie, ławach i stopach fundamentowych o wymiarach analogicznych jak fundamenty pod część administracyjną.

**PROJEKTANT i SPRAWDZAJĄCY:**

SPECJALNOŚĆ	IMIE, NAZWISKO i NUMER UPRAWNIENÍ		PODPIS:
KONSTRUKCYJNO-BUDOWLANA	PROJEKTANT:	inż. MARIAN BUBROWSKI nr upr. SUW-50/98	
	SPRAWDZAJĄCY:	inż. RYSZARD BUŁAT nr upr. BŁ/12/84	

Białystok, dn. 31.05.2016r.