

**ICZENIA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWE**

**Gmina Toszek**

**Inwestor:** z siedzibą w Urzędzie Miejskim w Toszku  
44 – 180 Toszek;  
ul. Bolesława Chrobrego 2.

**Temat:** **ALTERNATYWNY SYSTEM OGRZEWANIA HALI SPORTOWEJ TYPU  
NAMIOTOWEGO PRZY SZKOLE PODSTAWOWEJ W TOSZKU**

**Lokalizacja:** 44 – 180 Toszek;  
ul. Wilkowiska 2.  
Działka nr 820/183; 821/183.

---

**1. Zakres opracowania**

Obliczenia statyczno wytrzymałościowe dla kotłowni tj.:

POZ. 1.1. Obliczenia konstrukcji stropodachu.

POZ. 2.1. Obliczenia nadproża drzwiowego.

POZ. 3.1. Obliczenia fundamentów.

**2. Normy**

Elementy budynku zaprojektowano na obciążenia i oddziaływania zgodnie z:

PN-82/B-02000 Obciążenia budowli – zasady ustalania wartości

PN-82/B-02001 Obciążenia budowli – obciążenia stałe

PN-82/B-02003 Obciążenia budowli – obciążenia zmienne, technologiczne

Podstawowe obciążenia technologiczne i montażowe

PN-80/B-02010 Obciążenia w obliczeniach statycznych – obciążenie śniegiem (+PN-80/B-02010/Az1)

PN-B-02011:1977/Az1:2009 Obciążenia w obliczeniach statycznych – obciążenie wiatrem

PN-B-03150:2000 Konstrukcje drewniane – Obliczenia statyczne i projektowanie

PN-B-03264:2002 Konstrukcje betonowe, żelbetowe, i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie.

PN-81/B-03020 Grunty budowlane. Posadowienie bezpośrednie budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.

Projekt wykonano w oparciu o:

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 8 lipca 2009 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

Kobiak J. , Stachurski W. : „ Konstrukcje żelbetowe” Arkady W-Wa 1984r.

Starosolski W. „Konstrukcje żelbetowe” tom I-III PWN 2009r

Wiłun Z. „Zarys geotechniki”

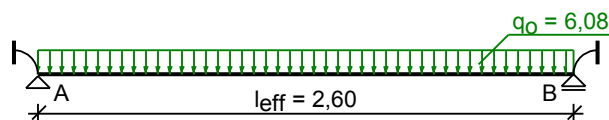
**POZ. 1.1. Obliczenia konstrukcji stropodachu.**

### Płyta stropodachu – nad pom. kotłowni.

#### Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m<sup>2</sup>]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
1.	Obciążenie śniegiem połaci dachu jednospadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 2, obiekt niższy niż otaczający teren albo otoczony wysokimi drzewami lub obiektami wyższymi -> $Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$ , nachylenie połaci 3,0 st. -> $C_1=0,8$ ) [0,864kN/m <sup>2</sup> ]	0,86	1,50	0,00	1,29
2.	Obciążenie wiatrem dolnej połaci nawietrznej dachu jednospadowego wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-2 (strefa I, H=300 m n.p.m. -> $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ , teren B, z=H=4,0 m, -> $C_e=0,65$ , budowla zamknięta, wymiary budynku H=4,0 m, B=3,0 m, L=5,0 m, kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 3,0$ st. -> wsp. aerodyn. $C=-0,9$ , $\beta=1,80$ ) [-0,316kN/m <sup>2</sup> ]	0,32	1,50	0,00	0,48
3.	Obciążenie montażowe (dla konstrukcji żelbetowych i prefabrykowanych) [0,750kN/m <sup>2</sup> ]	0,75	1,20	--	0,90
4.	Obciążenie od instalacji na dachu [0,050kN/m <sup>2</sup> ]	0,05	1,30	--	0,07
5.	Papa na podłożu betonowym bez posypania żwirkiem, podwójnie [0,100kN/m <sup>2</sup> ]	0,10	1,30	--	0,13
6.	Styropian grub. 10 cm [0,45kN/m <sup>3</sup> ·0,10m]	0,05	1,20	--	0,06
7.	Folia polietylenowa PE grub. 0,2 cm [7,500kN/m <sup>3</sup> ·0,002m]	0,02	1,20	--	0,02
8.	Płyta żelbetowa grub.10 cm	2,50	1,10	--	2,75
9.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm [19,0kN/m <sup>3</sup> ·0,015m]	0,29	1,30	--	0,38
$\Sigma$ :		4,94	1,23		6,08

#### **Schemat statyczny płyty:**



Rozpiętość obliczeniowa płyty  $l_{\text{eff}} = 2,60 \text{ m}$

#### **Wyniki obliczeń statycznych:**

Moment przęsłowy obliczeniowy  $M_{\text{Sd}} = 4,20 \text{ kNm/m}$

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{\text{Sd,p}} = 2,57 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny  $M_{\text{Sk}} = 3,49 \text{ kNm/m}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały  $M_{\text{Sk,lt}} = 2,82 \text{ kNm/m}$

Reakcja obliczeniowa  $R_A = R_B = 7,90 \text{ kN/m}$

#### **Dane materiałowe :**

**Grubość płyty 10,0 cm**

Klasa betonu **B20** (C16/20)  $\rightarrow f_{\text{cd}} = 10,67 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{ctd}} = 0,87 \text{ MPa}$ ,  $E_{\text{cm}} = 29,0 \text{ GPa}$

Stal zbrojeniowa główna **A-I (St3SX-b)**  $\rightarrow f_{\text{yk}} = 240 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{yd}} = 210 \text{ MPa}$ ,  $f_{\text{tk}} = 310 \text{ MPa}$

Pręty rozdzielcze  $\phi 4,5$  co max. 30,0 cm, stal **A-0 (St0S-b)**

Otulenie zbrojenia przęsłowego  $c_{\text{nom}} = 20 \text{ mm}$

Otulenie zbrojenia podporowego  $c'_{\text{nom}} = 20 \text{ mm}$

#### **Założenia obliczeniowe :**

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys  $w_{\text{lim}} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie  $a_{\text{lim}} = l_{\text{eff}}/200$  - jak dla stropów (tablica 8)

#### **Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):**

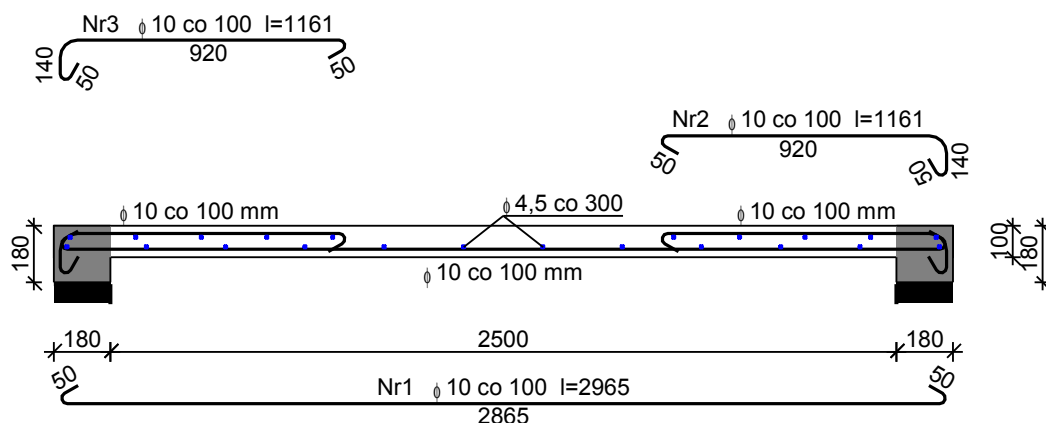
Przęsło:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 2,77 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 10$  co  $10,0 \text{ cm}$  o  $A_s = 7,85 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 1,05\%$ )  
 Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd} = 4,20 \text{ kNm/mb} < M_{Rd} = 11,09 \text{ kNm/mb}$  (37,8%)  
 Szerokość rys prostopadłych:  $w_k = 0,000 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$  (0,0%)  
 Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 2,82 \text{ mm} < a_{lim} = 13,00 \text{ mm}$  (21,7%)

#### Podpora:

Zbrojenie potrzebne  $A_s = 1,67 \text{ cm}^2/\text{mb}$ . Przyjęto  $\phi 10$  co  $10,0 \text{ cm}$  o  $A_s = 7,85 \text{ cm}^2/\text{mb}$  ( $\rho = 1,05\%$ )  
 Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd,p} = 2,57 \text{ kNm/mb} < M_{Rd,p} = 11,09 \text{ kNm/mb}$  (23,1%)  
 Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 7,90 \text{ kN/mb} < V_{Rd1} = 48,90 \text{ kN/mb}$  (16,2%)

#### Szkic zbrojenia:



#### Wykaz zbrojenia dla płyty długości $l = 4,76 \text{ m}$

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	St0S-b $\phi 4,5$	St3SX-b $\phi 10$
1	10	297	49		145,53
2	10	116	49		56,84
3	10	116	49		56,84
4	4,5	500	22	110,00	
Długość wg średnic [m]				110,0	259,3
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,125	0,617
Masa wg średnic [kg]				13,8	160,0
Masa wg gatunku stali [kg]				14,0	160,0
Razem [kg]				174	

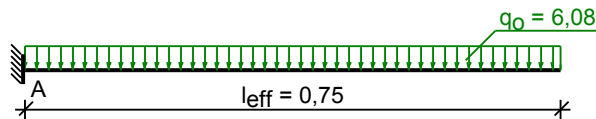
#### Płyta wspornikowa – okapowa

##### Zestawienie obciążeń rozłożonych [ $\text{kN/m}^2$ ]:

Lp.	Opis obciążenia	Obc.char.	$\gamma_f$	$k_d$	Obc.obl.
1.	Obciążenie śniegiem połaci dachu jednospadowego wg PN-80/B-02010/Az1/Z1-1 (strefa 2, obiekt niższy niż otaczający teren albo otoczony wysokimi drzewami lub obiektami wyższymi -> $Q_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$ , nachylenie połaci 3,0 st. -> $C_1=0,8$ ) [ $0,864 \text{ kN/m}^2$ ]	0,86	1,50	0,00	1,29
2.	Obciążenie wiatrem dolnej połaci nawietrznej dachu jednospadowego wg PN-B-02011:1977/Az1/Z1-2 (strefa I, $H=300 \text{ m n.p.m.}$ -> $q_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ , teren B, $z=H=4,0 \text{ m}$ , -> $C_e=0,65$ , budowla zamknięta, wymiary budynku $H=4,0 \text{ m}$ , $B=3,0 \text{ m}$ , $L=5,0 \text{ m}$ , kąt nachylenia połaci dachowej $\alpha = 3,0 \text{ st.}$ -> wsp. aerodyn. $C=-0,9$ , $\beta=1,80$ ) [ $-0,316 \text{ kN/m}^2$ ]	0,32	1,50	0,00	0,48
3.	Obciążenie montażowe (dla konstrukcji żelbetowych i prefabrykowanych) [ $0,750 \text{ kN/m}^2$ ]	0,75	1,20	--	0,90
4.	Obciążenie od instalacji na dachu [ $0,050 \text{ kN/m}^2$ ]	0,05	1,30	--	0,07
5.	Papa na podłożu betonowym bez posypania żwirkiem, podwójnie [ $0,100 \text{ kN/m}^2$ ]	0,10	1,30	--	0,13
6.	Styropian grub. 10 cm [ $0,45 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,10 \text{ m}$ ]	0,05	1,20	--	0,06
7.	Folia polietylenowa PE grub. 0,2 cm	0,02	1,20	--	0,02

	[7,500kN/m <sup>3</sup> ·0,002m]				
8.	Płyta żelbetowa grub. 10 cm	2,50	1,10	--	2,75
9.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 1,5 cm	0,29	1,30	--	0,38
	[19,0kN/m <sup>3</sup> ·0,015m]				
	$\Sigma$ :	4,94	1,23		6,08

### Schemat statyczny płyty:



Rozpiętość obliczeniowa płyty  $l_{eff} = 0,75$  m

### Wyniki obliczeń statycznych:

Moment podporowy obliczeniowy  $M_{Sd,p} = 1,71$  kNm/m

Moment podporowy charakterystyczny  $M_{Sk} = 1,39$  kNm/m

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały  $M_{Sk,lt} = 1,06$  kNm/m

Reakcja podporowa obliczeniowa  $R_A = 4,56$  kN/m

### Dane materiałowe :

**Grubość płyty** 10,0 cm

Klasa betonu **B20** (C16/20)  $\rightarrow f_{cd} = 10,67$  MPa,  $f_{ctd} = 0,87$  MPa,  $E_{cm} = 29,0$  GPa

Stal zbrojeniowa główna **A-I (St3SX-b)**  $\rightarrow f_{yk} = 240$  MPa,  $f_{yd} = 210$  MPa,  $f_{tk} = 310$  MPa

Pręty rozdzielcze  $\phi 6$  co max. 30,0 cm, stal **A-0 (St0S-b)**

Otulinie zbrojenia podporowego  $c'_{nom} = 20$  mm

### Założenia obliczeniowe :

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Graniczna szerokość rys  $w_{lim} = 0,3$  mm

Graniczne ugięcie  $a_{lim} = l_{eff}/150$

### Wymiarowanie wg PN-B-03264:2002 (metoda uproszczona):

#### Podpora:

Zbrojenie potrzebne (war. konstrukcyjny)  $A_s = 1,54$  cm<sup>2</sup>/mb. Przyjęto  **$\phi 10$  co 10,0 cm** o  $A_s = 7,85$  cm<sup>2</sup>/mb ( $\rho = 1,05\%$ )

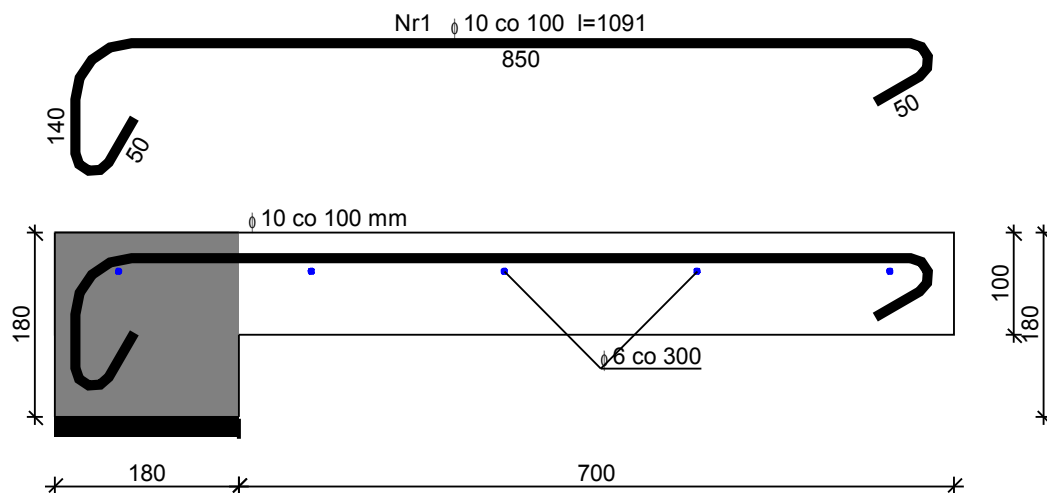
Warunek nośności na zginanie:  $M_{Sd,p} = 1,71$  kNm/mb  $< M_{Rd,p} = 11,09$  kNm/mb (15,4%)

Warunek nośności na ścinanie:  $V_{Sd} = 4,56$  kN/mb  $< V_{Rd1} = 48,90$  kN/mb (9,3%)

Szerokość rys prostokątnych:  $w_k = 0,000$  mm  $< w_{lim} = 0,3$  mm

Maksymalne ugięcie od  $M_{Sk,lt}$ :  $a(M_{Sk,lt}) = 0,24$  mm  $< a_{lim} = 5,00$  mm

### Szkic zbrojenia:

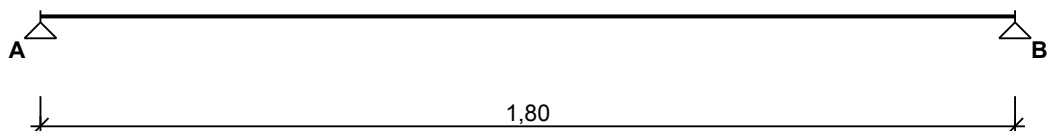


Wykaz zbrojenia dla płyty długości  $l = 4,76$  m

Nr	Średnica [mm]	Długość [cm]	Liczba [szt.]	St0S-b	St3SX-b
				φ6	φ10
1	10	109	49		53,41
2	6	500	5	25,00	
Długość wg średnic [m]				25,0	53,5
Masa 1mb pręta [kg/mb]				0,222	0,617
Masa wg średnic [kg]				5,5	33,0
Masa wg gatunku stali [kg]				6,0	33,0
Razem [kg]				39	

## POZ. 2.1. Obliczenia nadproża drzwiowego.

### SCHEMAT BELKI



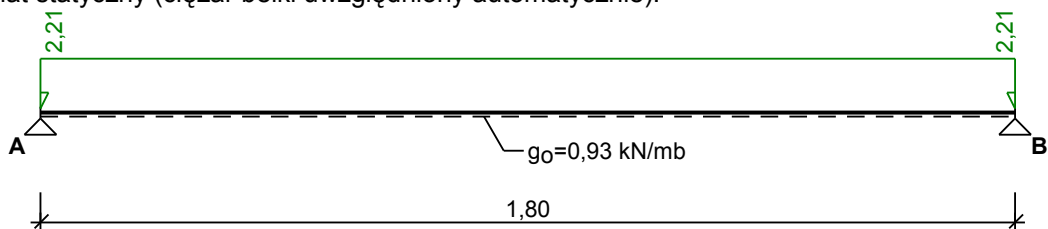
Parametry belki (B19/19)

- moment bezwładności przekroju  $J_x = 10860,1 \text{ cm}^4$ ; moduł sprężystości podłużnej  $E = 26 \text{ GPa}$ ;
- masa belki  $m = 86,6 \text{ kg/m}$ ; współczynnik obciążenia dla ciężaru własnego belki  $\gamma_f = 1,1$

### OBCIĄŻENIA OBLICZENIOWE BELKI

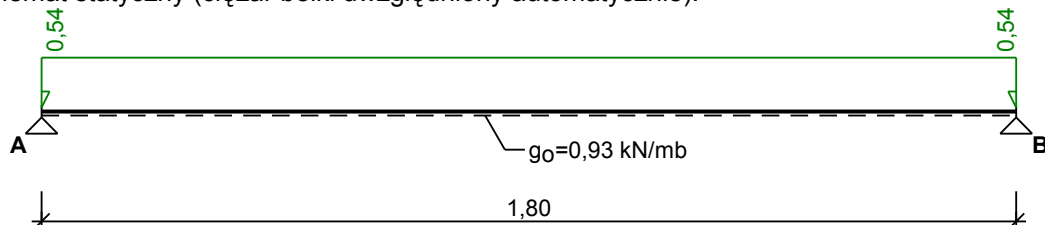
Przypadek **P1: obciążenia stałe** ( $\gamma_f = 1,15$ )

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



Przypadek **P2: zmienne** ( $\gamma_f = 1,10$ )

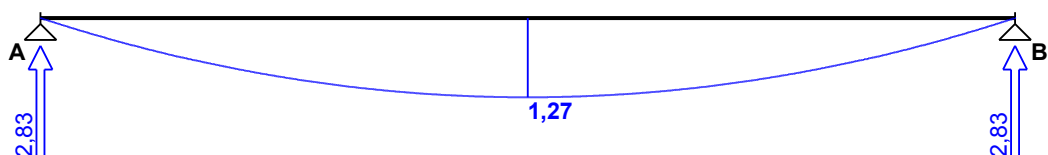
Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



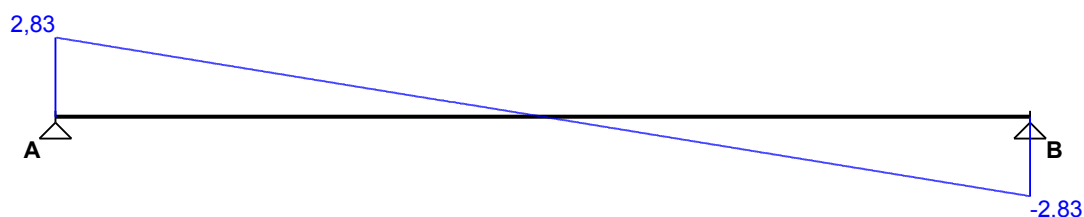
### WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

Przypadek **P1: obciążenia stałe**

Momenty zginające [kNm]:

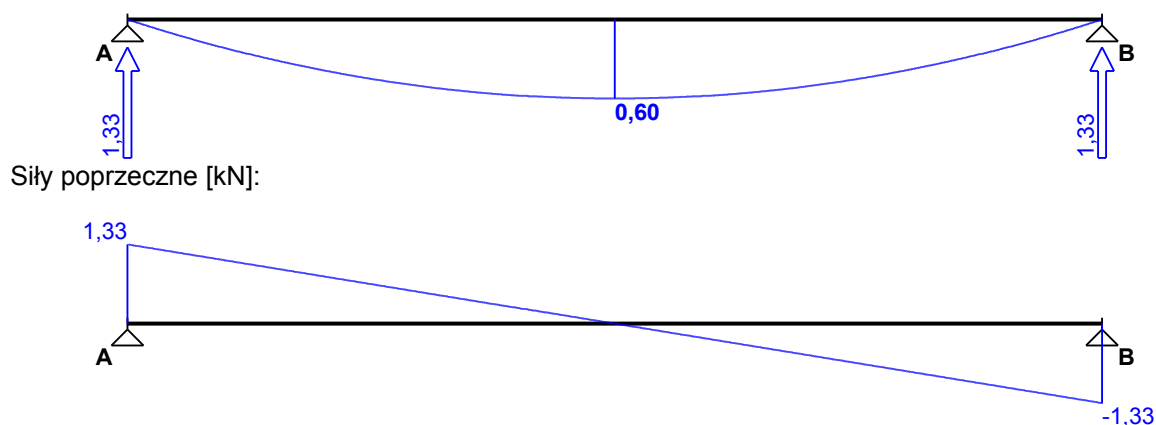


Siły poprzeczne [kN]:

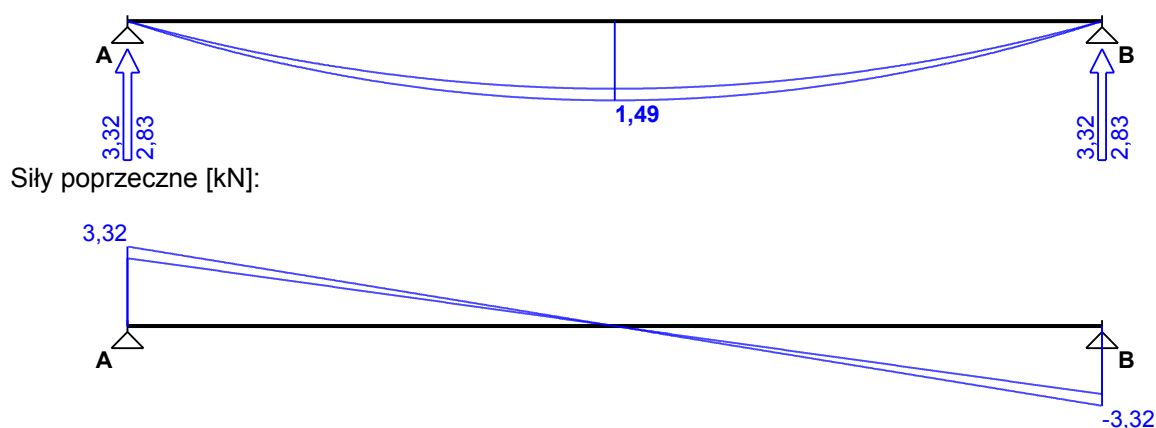


Przypadek **P2: zmienne**

Momenty zginające [kNm]:



**Obwiednia sił wewnętrznych**  
Momenty zginające [kNm]:



Na podstawie powyższych wyników statycznych przyjęto belki nadprożowe L-19/150, Maksymalny moment przenoszony przez pojedyncze nadproże L-19/150 wynosi 7,0 kNm. Ponieważ przyjęto dwie belki nadprożowe L-19/150 ich sumaryczna nośność wynosi:

$$M_{rd} = 2 \times 10,86 = 21,72 \text{ kNm} > M_o = 1,49 \text{ kNm}$$

Stan graniczny nośności dla przyjętego nadproża jest spełniony.

### **POZ. 3.1. Obliczenia fundamentów.**

Na podstawie badań makroskopowych przeprowadzonych metodą in-situ stwierdzono, że pod warstwą humusu zalega grunt drobnoziarnisty w postaci spójnej gliny w stanie twardoplastycznym, jednostkowy opór podłoża gruntowego  $q_m = 200 - 400 \text{ kPa}$  (wg „Zarys geotechniki” Z. Wiłun str. 427).

**Sprawdzenie naprężeń pod ławą zewnętrzną „A – A i B – B”:**

L.p.	Wyszczególnienie	Obciążenia charakterystyczne $q_k$ [kN/m]	Współczynnik obciążenia $\gamma_f$	Obciążenia obliczeniowe $q_o$ [kN/m]
1.	Obciążenia z stropodachu 4,94 kN/m <sup>2</sup> x 4,76 m	23,51	1,23	28,92
2.	Wieniec żelbetowy 0,18m x 0,18m x 25 kN/m <sup>3</sup>	0,81	1,1	0,90
5.	Ściana 18cm (+ tynk cem-wap) 3,25 kN/m <sup>2</sup> x 3,56m	11,57	1,2	13,88
6.	Obc płyty podłogowej gr 10 cm pasma l= 1,43 0,10 x 25 kN/m <sup>3</sup>	3,57	1,1	3,93

	x 1,43 m			
7.	Ściana 25cm (błoczki betonowe) 0,25m x 23,0 kN/m <sup>3</sup> x 0,85 m	4,88	1,23	6,01
8.	Ława fundamentowa 0,4 m x 0,3 m x 25kN/m <sup>3</sup>	3,0	1,1	3,30
<b>Σ</b>		<b>47,34</b>	<b>-</b>	<b>56,94</b>

$$\sigma = 56,94 \text{ kN/m} / 0,4\text{m} = 142,35 \text{ kPa} < 200\text{kPa}$$

Maksymalne naprężenia pod ławą kształtują się w dolnym zakresie jednostkowego obliczeniowego oporu podłoża gruntowego dla gliny, tj.  $q_{fn} = 0,20 - 0,40\text{MPa} = 200 - 400\text{kPa}$ .

Po wykonaniu wykopu do poziomu posadowienia, w przypadku stwierdzenia przez kierownika budowy, że wartość  $q_{fn}$  i przyjętych parametrów odbiega zasadniczo od założonych do obliczeń, należy wymiary ław i stóp fundamentowych przeprojektować.