

1. Strop nad parterem części dobudowanej

a) Schemat statyczny

Belka swobodnie podparta o rozpiętości obliczeniowej 4,60 m.

b) Zestawienie obciążeń

Obciążenia stałe na 1m²

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. kN/m ²	Wsp. obciążenia	Wartość oblicz. kN/m ²
1	Płytki ceramiczne	0,18	1,2	0,22
2	Jastrych cementowy 2cm (warstwa wyrównawcza) 0,02·21,0	0,42	1,3	0,55
3	Strop Teriva II	4,00	1,1	4,40
4	Tynk cem-wap 1,0 cm 0,01·21,0	0,21	1,3	0,27
RAZEM		4,81	-	5,44

Ciężar ścianki działowej (szkielet stalowy z okładziną z płyt GKF 12,5 mm) : - obciążenie zastępcze 0,25 kN/m² (char.) 0,30 kN/m² (obliczeniowe)

Obciążenia zmienne – użytkowe

$$p_k = 2,00 \cdot \text{kN/m}^2; \gamma_f = 1,4; p = p_k \cdot \gamma_f = 2,00 \cdot 1,4 = 2,80 \text{ kN/m}^2$$

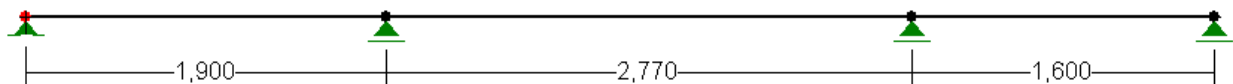
c) Porównanie obciążeń

Łączne obciążenie obliczeniowe wynosi: 8,54 kN/m² < 11,50 kN/m²
Nośność obliczeniowa stropu Teriva II: 11,50 kN/m²

Strop Teriva II jest poprawnie dobrany

2. Schody płytowe na belkach spocznikowych

a) Schemat statyczny



b) Zestawienie obciążeń

Obciążenia płyty biegowej

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. kN/m	Wsp. obciążenia	Wartość oblicz. kN/m
1	Płytki ceramiczne (1,0+0,169·3)·0,18	0,27	1,2	0,33
2	Stopnie 0,169·0,5·25,0	2,10	1,1	2,31
3	Płyta żelbetowa gr. 10cm 25,00·0,10 : 0,856	2,92	1,1	3,21
5	Tynk cem-wap 15mm 0,015·19,0:0,856	0,33	1,3	0,44
6	Obciążenie użytkowe	4,00	1,3	5,20
RAZEM		9,62	-	11,49

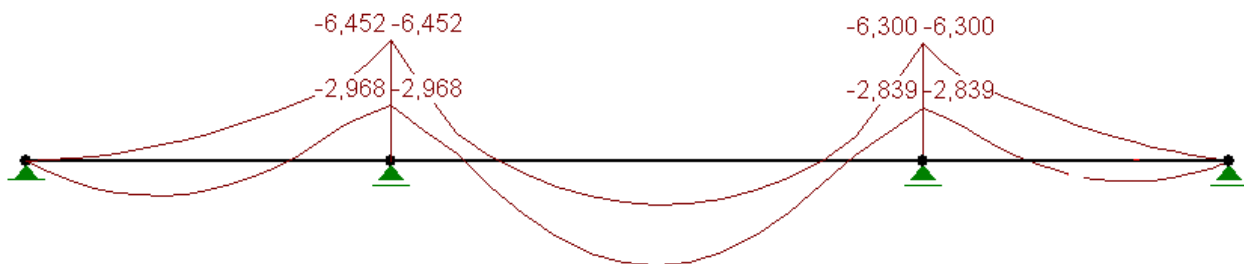
Obciążenia płyty spocznikowej

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. kN/m	Wsp. obciążenia	Wartość oblicz. kN/m
1	Płytki ceramiczne	0,18	1,2	0,22
2	Płyta żelbetowa gr. 8cm 25,00·0,08	1,92	1,1	2,11
5	Tynk cem-wap 15mm 0,015·19,0	0,29	1,3	0,37
6	Obciążenie użytkowe	4,00	1,3	5,20
RAZEM		6,39	-	7,90

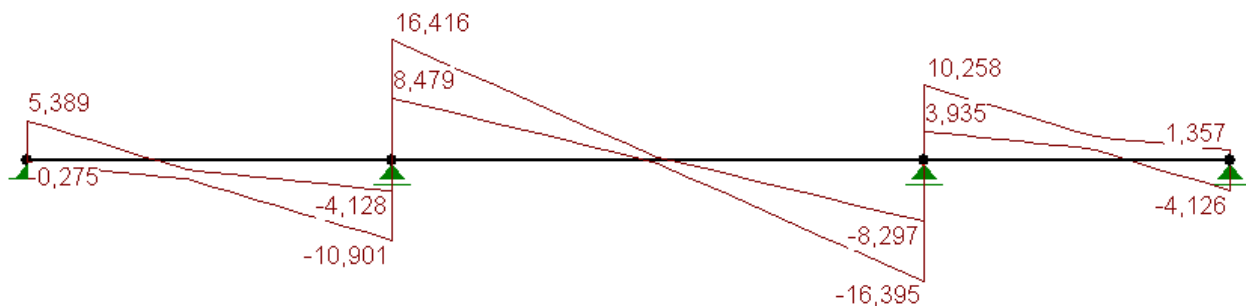
c) Obliczenia statyczne

Bieg górny

Obwódnic momentów zginających kNm

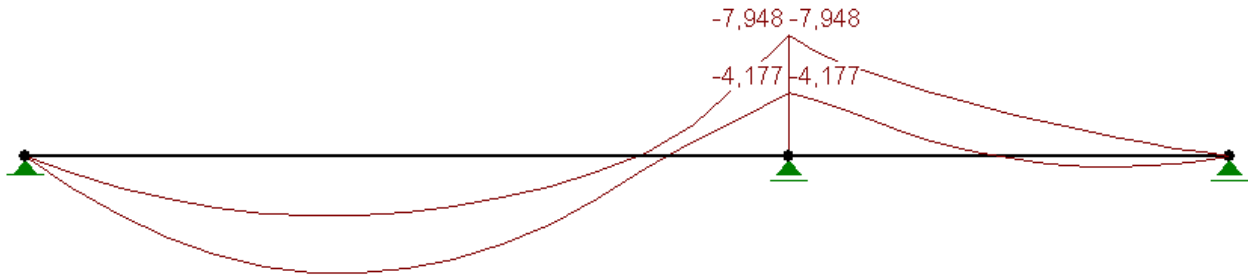


Obwódnic sił poprzecznych kN

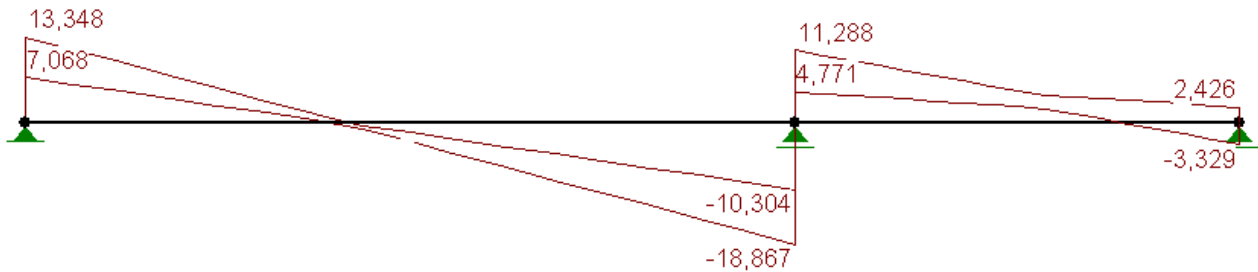


Bieg dolny

Obwiednia momentów zginających kNm



Obwiednia sił poprzecznych kN



d) Obliczenia wytrzymałościowe

**DOBÓR WYSOKOŚCI UŻYTECZNEJ PŁYTY
z warunku ekonomicznego stopnia zbrojenia**

Obliczeniowy moment zginający:

$$M_{Sd} = 7,95 \text{ kNm}$$

Obliczeniowa wytrzymałość betonu na ściskanie:

$$f_{cd} = 10,6 \text{ MPa}$$

Obliczeniowa granica plastyczności stali:

$$f_{yd} = 350 \text{ MPa}$$

Założony ekonomiczny stopień zbrojenia płyty:

$$\rho_{l,ek} = 1 \%$$

Wymagana wysokość użyteczna płyty:

$$d = 68 \text{ mm}$$

**OBLICZENIE WYMAGANEJ POWIERZCHNI ZBROJENIA PŁYTY
ze względu na zginanie**

Przyjęta wysokość użyteczna płyty:

$$d = 80 \text{ mm}$$

$$S_{cc,eff} = 0,1379$$

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

Wymagana powierzchnia zbrojenia:

$$A_{s1,req} = 3,07 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Przyjęta powierzchnia zbrojenia: Ø8 co 120

$$A_{s1,prov} = 5,03 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Stopień zbrojenia:

$$\rho_l = 0,63 \%$$

Minimalna powierzchnia zbrojenia:

$$A_{s1,min} = 1,2 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Ekonomiczny stopień zbrojenia płyty:

$$\rho_{l,min} = 0,38 \%$$

$$\rho_{l,max} = 0,65 \%$$

ŚCINANIE

Obliczeniowa wytrzymałość betonu na ścinanie:	$\sigma_{Rd} =$	0,22	MPa
Wysokość użyteczna płyty w rozpatrywanym przekroju:	$d =$	80	mm
Ilość rozciąganego zbrojenia przęsłowego doprowadzonego do podpory: [1] gdy $\geq 50\%$; [2] gdy $< 50\%$		1	
	$V_{Rd1} =$	58,85	kN/m

UGIĘCIE PŁYTY metoda dokładna

Moment zginający od obciążeń długotrwałych:	$M_{Sd} =$	6,6	kNm
Wytrzymałość średnia betonu na rozciąganie:	$f_{ctm} =$	1,9	MPa
Moduł sprężystości betonu:	$E_{cm} =$	27,5	GPa
Wysokość płyty:	$h =$	100	mm
Odległość środka ciężkości zbrojenia ściskanego od krawędzi ściskanej:	$a_2 =$	0	mm
Powierzchnia zbrojenia rozciąganego płyty:	$A_{s1,prov} =$	5,03	cm ² /m
Powierzchnia zbrojenia ściskanego płyty:	$A_{s2,prov} =$	0	cm ² /m
	$2(A_c/u) =$	100	mm
Końcowy współczynnik pełzania betonu: [1] - stal gładka; [2] - stal żebrowana:	$\sigma_{\infty, to} =$	2,5 2	
Sztywność płyty na zginanie:	$B_{\infty} =$	338	kN/m ²

ELEMENT ZARYSOWANY

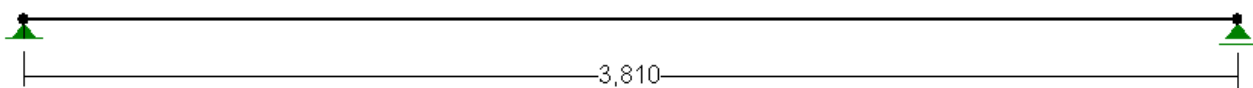
Ugięcie rzeczywiste płyty:	$a =$	13	mm
	$a_{lim} = l_{eff}/x$	$x =$	200
Ugięcie graniczne płyty:	$a_{lim} =$	14	mm

GRANICZNE UGIĘCIE NIEPRZEKROCZONE NOŚNOŚĆ PRZEKROJU PŁYTY NA ZGINANIE

Wysokość użyteczna rozważanego przekroju płyty:	$d =$	80	mm
Powierzchnia zbrojenia rozciąganego:	$A_{s1} =$	5,03	cm ² /m
Nośność przekroju płyty na zginanie:	$M_{Rd} =$	12,36	kNm

3. Strop drewniany nad węzłami sanitarnymi

a) Schemat statyczny



b) Zestawienie obciążeń

Obciążenia stałe na 1mb

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. kN/m	Wsp. obciążenia	Wartość oblicz. kN/m
1	Deski 25 mm 0,025·6,0·0,6	0,09	1,1	0,10
2	Belki drewniane 50x200mm 0,05·0,20·6,0	0,10	1,1	0,11
3	Łaty drewniane 38x63mm 0,038·0,063·6,0·0,6:0,6	0,01	1,1	0,02
4	Płyty Promaxon Typ A 12mm 0,11·0,6	0,07	1,2	0,08
RAZEM		0,27	-	0,31

Obciążenia zmienne - użytkowe

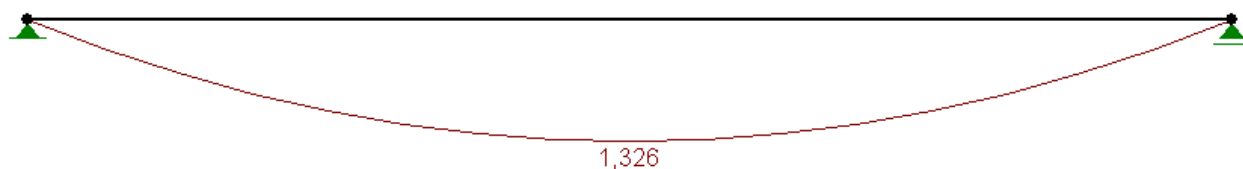
$$p_k = 0,50 \cdot \text{kN/m}^2 \cdot 0,60 = 0,30 \text{ kN/m}; \quad \gamma_f = 1,4; \quad p = p_k \cdot \gamma_f = 0,30 \cdot 1,4 = 0,42 \text{ kN/m}$$

Obliczenia wytrzymałościowe

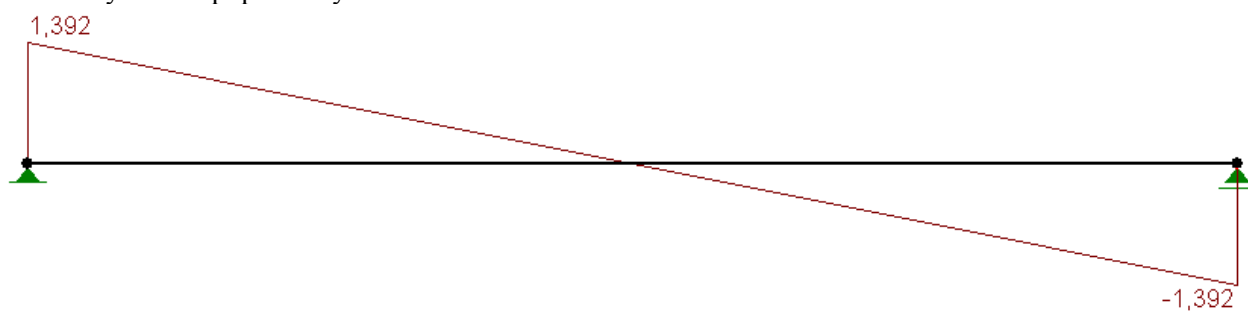
Belka stropowa 80x200 mm w rozstawie 60 cm

c) Obliczenia statyczne

Wykres momentów zginających kNm



Wykres sił poprzecznych kN



d) Obliczenia wytrzymałościowe

Dane geometryczne

Szerokość przekroju	$b=$	50	mm
Wysokość przekroju	$h=$	200	mm
Długość przęsła	$L=$	3,81	m
Długość obliczeniowa belki	$l_d=$	3,81	m
Pole przekroju	$A=$	100	cm ²
Moment bezwładności	$I_x=$	3333	cm ⁴
	$I_y=$	208	cm ⁴
Wskaźnik wytrzymałości	$W_x=$	333	cm ³
	$W_y=$	83	cm ³

Dane materiałowe

Drewno lite klasy		C30	
Średni moduł sprężystości wzdłuż włókien	$E_{0,mean}=$	12	GPa
5% kwantyl modułu sprężystości wzdłuż włókien	$E_{0,05}=$	8,0	GPa
Średni moduł odkształcenia postaciowego	$G_{mean}=$	0,75	GPa
Wytrzym. charakt. na zginanie drewna litego o wilgot.12%	$f_{m,k}=$	30	MPa
Wytrzym. charakt. na ścinanie drewna litego o wilgot.12%	$f_{v,k}=$	3,0	MPa
Klasa użytkowania konstrukcji		3	
Klasa trwania obciążenia			Średniotrwale
Współczynnik modyfikacyjny	$k_{mod}=$	0,65	
Częściowy wsp. bezpiecz.	$\gamma_M=$	1,3	
Wytrzym. obliczeniowa drewna na zginanie	$f_{m,d}=k_{mod}*f_{m,k}/\gamma_M=$	15,0	MPa
Wytrzym. obliczeniowa drewna na ścinanie	$f_{v,d}=k_{mod}*f_{v,k}/\gamma_M=$	1,5	MPa

Siły wewnętrzne i naprężenia

Moment zginający	$M_x=$	1,33	kNm
	$M_y=$	0,00	kNm
Naprężenia normalne	$\sigma_{m,x,d}=M_x/W_x=$	3,99	MPa
	$\sigma_{m,y,d}=M_y/W_y=$	0,00	MPa
Siła poprzeczna	$V_{y,d}=$	1,39	kN
	$V_{x,d}=$	0,00	kN
Naprężenia styczne	$\tau_{y,d}=1,5*V_{y,d}/A=$	0,21	MPa
	$\tau_{x,d}=1,5*V_{x,d}/A=$	0,00	MPa
	$\tau_d=(\tau_{y,d}^2+\tau_{x,d}^2)^{0,5}=$	0,21	MPa

Sprawdzenie nośności elementu

$$\lambda_{rel,m} = \left[\frac{I_d \cdot h \cdot f_{m,d}}{\pi^2 \cdot b^2 \cdot E_{0,05}} \right] \cdot \left[\frac{E_{0,mean}}{G_{mean}} \right]^{0,5} = 0,853$$

$$\text{Współczynnik stateczności giętnej} \quad k_{crit} = 0,920$$

$$\text{Współczynnik} \quad k_m = 0,7$$

$$k_m \cdot \sigma_{m,x,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = 0,19 < 1$$

$$\sigma_{m,x,d} / f_{m,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} = 0,27 < 1$$

$$\sigma_{m,x,d} + \sigma_{m,y,d} = 3,99 < k_{crit} \cdot f_{m,d} = 13,80 \text{ MPa}$$

$$\tau_d = 0,21 < f_{v,d} = 1,5 \text{ MPa}$$

Nośność elementu jest wystarczająca
Wykorzystanie nośności w

29 %

Stan Graniczny Użytkowalności -ugięcie elementu

$$\text{Sztywność giętna} \quad E_{0,mean} I_x = 400,0 \text{ kNm}^2$$

$$E_{0,mean} I_y = 25,0 \text{ kNm}^2$$

Ugięcie składowe od:

$$\text{obciążeń stałych} \quad u_{inst,y,1} = 2 \text{ mm}$$

$$u_{inst,x,1} = 0 \text{ mm}$$

$$\text{współczynnik} \quad k_{def,1} = 2,0$$

$$\text{obciążeń zmiennych} \quad u_{inst,y,2} = 2 \text{ mm}$$

$$u_{inst,x,2} = \text{mm}$$

$$\text{współczynnik} \quad k_{def,2} = 0,75$$

$$u_{fin,y} = u_{inst,y,1}(1+k_{def,1}) + u_{inst,y,2}(1+k_{def,2}) = 10 \text{ mm}$$

$$u_{fin,x} = u_{inst,x,1}(1+k_{def,1}) + u_{inst,x,2}(1+k_{def,2}) = 0 \text{ mm}$$

Ugięcie całkowite:

$$u_{fin} = (u_{fin,y}^2 + u_{fin,x}^2)^{0,5} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Ugięcie graniczne} \quad u_{gr} = L/300 = 13 \text{ mm}$$

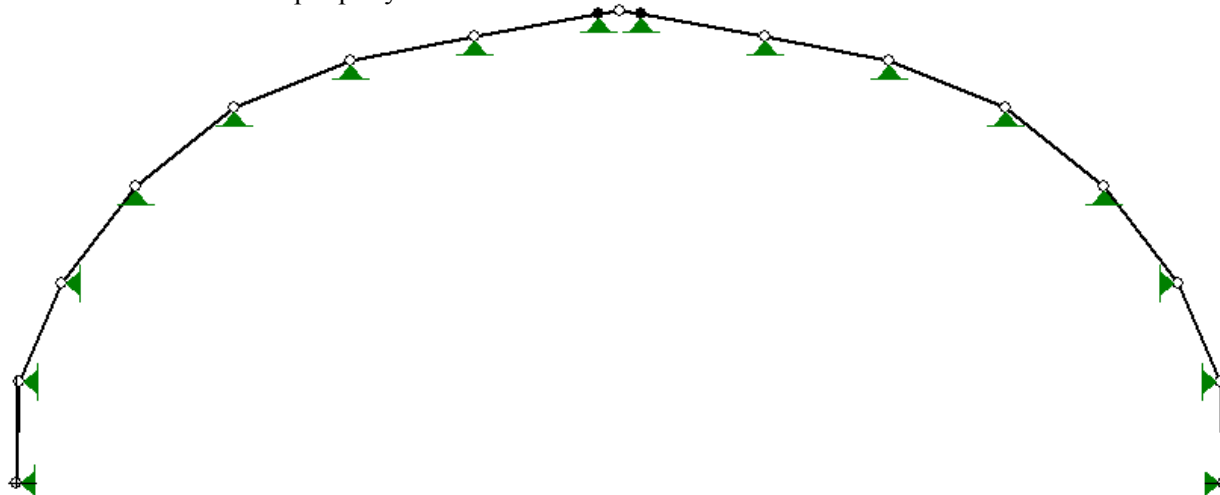
$$u_{fin} = 10 < u_{gr} = 13 \text{ mm}$$

Ugięcie w granicach dopuszczalnych

4. Krokiew

a) Schemat statyczny

Odcinki belek swobodnie podpartych na obwodzie łuku.



b) Zestawienie obciążeń

Obciążenia stałe na $1m^2$

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. kN/m	Wsp. obciążenia	Wartość oblicz. kN/m
1	Blacha 0,55 mm	0,06	1,2	0,07
2	Deski 25 mm 0,025·6,0	0,15	1,1	0,17
3	Krokiew drew. 80x80mm 0,08·0,08·6,0	0,04	1,1	0,05
RAZEM		0,25	-	0,29

Obciążenie śniegiem połaci dachowych

Strefa obciążenia I; $Q_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$;

Wariant 1:

$$C_1 = 0,8; \quad S_{k1} = Q_k \cdot C = 0,70 \cdot 0,80 = 0,56 \text{ kN/m}^2 \\ S_1 = S_{k1} \cdot \gamma_f = 0,56 \cdot 1,4 = 0,79 \text{ kN/m}^2$$

Wariant 2:

$$C_2 = 2,3; \quad S_{k2} = Q_k \cdot C = 0,70 \cdot 2,30 = 1,61 \text{ kN/m}^2 \\ S_2 = S_{k2} \cdot \gamma_f = 1,61 \cdot 1,4 = 2,25 \text{ kN/m}^2 \\ S_3 = S_2 \cdot 0,5$$

Obciążenie wiatrem połaci dachowych

Strefa obciążenia I, teren otwarty A, wysokość $z = 8 \text{ m}$; $q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$; $C_e = 1,0$; $\beta = 1,8$
 $C = C_z$

Obszar „a”: $C = 0,61$

$$p_{k,a} = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,25 \cdot 1,0 \cdot 0,61 \cdot 1,8 = 0,28 \text{ kN/m}^2 \\ p_a = p_{k,a} \cdot \gamma_f = 0,28 \cdot 1,3 = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

Obszar „b”: $C = -1,0$

$$p_{k,b} = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,25 \cdot 1,0 \cdot (-1,0) \cdot 1,8 = -0,45 \text{ kN/m}^2 \\ p_b = p_{k,b} \cdot \gamma_f = -0,45 \cdot 1,3 = -0,59 \text{ kN/m}^2$$

Strona zawietrzna: $C = -0,4$

$$p_{k,zaw} = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,25 \cdot 1,0 \cdot (-0,4) \cdot 1,8 = -0,18 \text{ kN/m}^2 \\ p_{zaw} = p_{k,zaw} \cdot \gamma_f = -0,18 \cdot 1,3 = -0,24 \text{ kN/m}^2$$

c) Obliczenia statyczne

Miarodajny obliczeniowy moment zginający $M = 0,70 \text{ kNm}$

Miarodajna obliczeniowa siła poprzeczna $V = 1,52 \text{ kN}$

d) Obliczenia wytrzymałościowe

Dane geometryczne

Szerokość przekroju	b=	80	mm
Wysokość przekroju	h=	80	mm
Długość przęsła	L=	1,87	m
Długość obliczeniowa belki	l_d =	1,87	m
Pole przekroju	A=	64	cm ²
Moment bezwładności	I_x =	341	cm ⁴
	I_y =	341	cm ⁴
Wskaźnik wytrzymałości	W_x =	85	cm ³
	W_y =	85	cm ³

Dane materiałowe

Drewno klejone klasy	GL30		
Średni moduł sprężystości wzdłuż włókien	$E_{g,0,mean}$ =	12	GPa
5% kwantyl modułu sprężystości wzdłuż włókien	$E_{g,0,05}$ =	8,0	GPa
Średni moduł odkształcenia postaciowego	$G_{g,mean}$ =	0,75	GPa
Wytrzym. charakt. na zginanie drewna klejon. o wilgot. 12%	$f_{m,g,k}$ =	30	MPa
Wytrzym. charakt. na ścinanie drewna klej. o wilgot. 12%	$f_{v,g,k}$ =	3,0	MPa
Klasa użytkowania konstrukcji	3		
Klasa trwania obciążenia			Średniotrwałe
Współczynnik modyfikacyjny	k_{mod} =	0,65	
Częściowy wsp. bezpiecz.	γ_M =	1,1	
Wytrzym. obliczeniowa drewna na zginanie	$f_{m,d}=k_{mod}*f_{m,k}/\gamma_M$ =	17,7	MPa
Wytrzym. obliczeniowa drewna na ścinanie	$f_{v,d}=k_{mod}*f_{v,k}/\gamma_M$ =	1,8	MPa

Siły wewnętrzne i naprężenia

Moment zginający	M_x =	0,70	kNm
	M_y =	0,00	kNm
Naprężenia normalne	$\sigma_{m,x,d}=M_x/W_x$ =	8,20	MPa
	$\sigma_{m,y,d}=M_y/W_y$ =	0,00	MPa
Siła poprzeczna	$V_{y,d}$ =	1,52	kN
	$V_{x,d}$ =	0,00	kN
Naprężenia styczne	$\tau_{y,d}=1,5*V_{y,d}/A$ =	0,36	MPa
	$\tau_{x,d}=1,5*V_{x,d}/A$ =	0,00	MPa
	$\tau_d=(\tau_{y,d}^2+\tau_{x,d}^2)^{0,5}$ =	0,36	MPa

Sprawdzenie nośności elementu

$\lambda_{rel,m}=[l_d*h*f_{m,d}/(\pi*b^2*E_{0,05})]*[(E_{0,mean}/G_{mean})^{0,5}]^{0,5}$	=	0,257
Współczynnik stateczności giętej	k_{crit} =	1,000
Współczynnik	k_m =	0,7

$k_m*\sigma_{m,x,d}/f_{m,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,d}$	=	0,32	<	1
$\sigma_{m,x,d}/f_{m,d} + k_m*\sigma_{m,y,d}/f_{m,d}$	=	0,46	<	1
$\sigma_{m,x,d} + \sigma_{m,y,d}$	=	8,20	<	$k_{crit}*f_{m,d}$ = 17,73 MPa
τ_d	=	0,36	<	$f_{v,d}$ = 1,8 MPa

Nośność elementu jest wystarczająca
Wykorzystanie nośności w

46 %

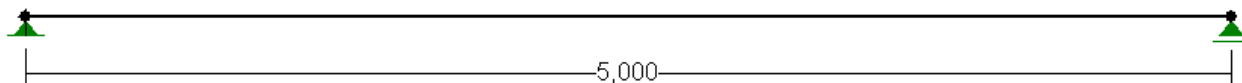
Stan Graniczny Użytkowości -ugięcie elementu

Sztywność giętna	$E_{0,mean}I_x=$	41,0	kNm^2
	$E_{0,mean}I_y=$	41,0	kNm^2
Ugięcie składowe od:			
obciążeń stałych	$u_{inst,y,1}=$	1	mm
	$u_{inst,x,1}=$	0	mm
współczynnik	$k_{def,1}=$	2,0	
obciążeń zmiennych	$u_{inst,y,2}=$	3	mm
	$u_{inst,x,2}=$		mm
współczynnik	$k_{def,2}=$	0,75	
	$u_{fin,y}=u_{inst,y,1}(1+k_{def,1})+u_{inst,y,2}(1+k_{def,2})=$	8	mm
	$u_{fin,x}=u_{inst,x,1}(1+k_{def,1})+u_{inst,x,2}(1+k_{def,2})=$	0	mm
Ugięcie całkowite:			
	$u_{fin}=(u_{fin,y}^2+u_{fin,x}^2)^{0,5}=$	8	mm
Ugięcie graniczne			
	$u_{gr}=L/200$	9	mm
	$u_{fin}=$	8	< $u_{gr}=$ 9 mm

Ugięcie w granicach dopuszczalnych

5. Płatew

a) Schemat statyczny



b) Zestawienie obciążeń

Obciążenia stałe na $1m^2$

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. kN/m	Wsp. obciążenia	Wartość oblicz. kN/m
1	Blacha 0,55 mm	0,06	1,2	0,07
2	Deski 25 mm 0,025·6,0	0,15	1,1	0,17
3	Krokiew drew. 80x80mm*2 0,08·0,08·6,0*2	0,08	1,1	0,09
4	Płatew 200x225mm 0,2·0,225·6,0/1,87	0,13	1,1	0,14
5	Wata szklana 20 cm 0,30·0,2	0,06	1,2	0,07
6	Łaty drew. 38x63mm 0,038·0,063·6,0:0,6	0,02	1,1	0,03
7	Płyty Promaxon Typ A 12mm	0,11	1,2	0,13
RAZEM		0,61	-	0,70

Obciążenie śniegiem połaci dachowych

Strefa obciążenia I; $Q_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$;

Wariant 1:

$$C_1 = 0,8; \quad S_{k1} = Q_k \cdot C = 0,70 \cdot 0,80 = 0,56 \text{ kN/m}^2$$

$$S_1 = S_{k1} \cdot \gamma_f = 0,56 \cdot 1,4 = 0,79 \text{ kN/m}^2$$

Wariant 2:

$$C_2 = 2,3; \quad S_{k2} = Q_k \cdot C = 0,70 \cdot 2,30 = 1,61 \text{ kN/m}^2$$

$$S_2 = S_{k2} \cdot \gamma_f = 1,61 \cdot 1,4 = 2,25 \text{ kN/m}^2$$

$$S_3 = S_2 \cdot 0,5$$

Obciążenie wiatrem połaci dachowych

Strefa obciążenia I, teren otwarty A, wysokość $z = 8 \text{ m}$; $q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$; $C_e = 1,0$; $\beta = 1,8$

$$C = C_z$$

Obszar „a”: $C = 0,61$

$$p_{k,a} = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,25 \cdot 1,0 \cdot 0,61 \cdot 1,8 = 0,28 \text{ kN/m}^2$$

$$p_a = p_{k,a} \cdot \gamma_f = 0,28 \cdot 1,3 = 0,36 \text{ kN/m}^2$$

Obszar „b”: $C = -1,0$

$$p_{k,b} = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,25 \cdot 1,0 \cdot (-1,0) \cdot 1,8 = -0,45 \text{ kN/m}^2$$

$$p_b = p_{k,b} \cdot \gamma_f = -0,45 \cdot 1,3 = -0,59 \text{ kN/m}^2$$

Strona zawietrzna: $C = -0,4$

$$p_{k,zaw} = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta = 0,25 \cdot 1,0 \cdot (-0,4) \cdot 1,8 = -0,18 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{zaw} = p_{k,zaw} \cdot \gamma_f = -0,18 \cdot 1,3 = -0,24 \text{ kN/m}^2$$

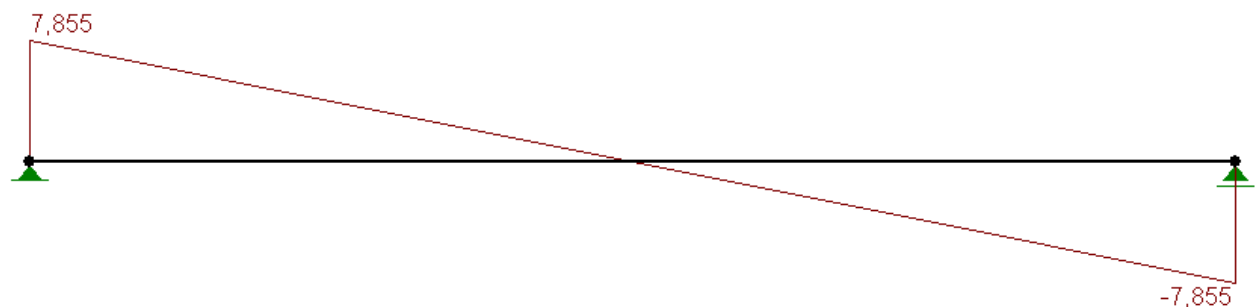
c) Obliczenia statyczne

Do obliczeń wybrano płatew najniekorzystniej obciążoną.

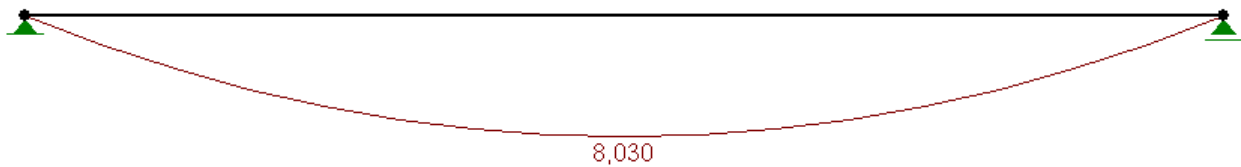
Wykres momentów zginających w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni dachu kNm



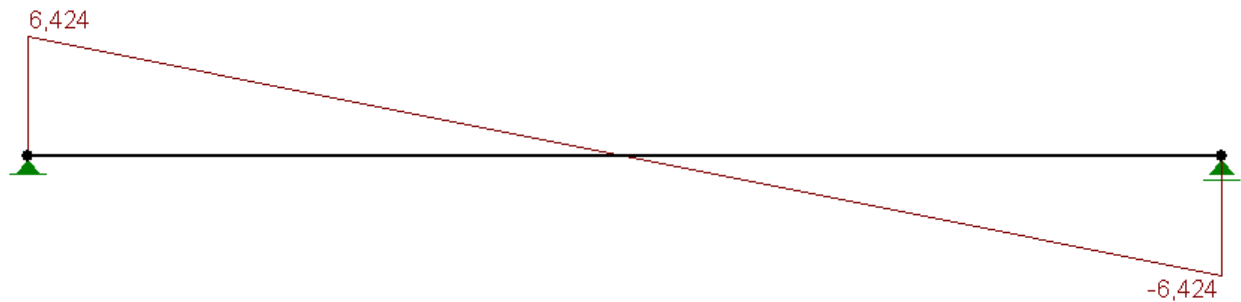
Wykres sił poprzecznych w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni dachu kN



Wykres momentów zginających w płaszczyźnie stycznej do powierzchni dachu kNm



Wykres sił poprzecznych w płaszczyźnie stycznej do powierzchni dachu kN



d) Obliczenia wytrzymałościowe

Dane geometryczne

Szerokość przekroju	b=	200	mm
Wysokość przekroju	h=	225	mm
Długość przęsła	L=	5,00	m
Długość obliczeniowa belki	l_d =	5,00	m
Pole przekroju	A=	450	cm ²
Moment bezwładności	I_x =	18984	cm ⁴
	I_y =	15000	cm ⁴
Wskaźnik wytrzymałości	W_x =	1688	cm ³
	W_y =	1500	cm ³

Dane materiałowe

Drewno klejone klasy	GL30	
Średni moduł sprężystości wzdłuż włókien	$E_{g,0,mean}$ =	12 GPa
5% kwantyl modułu sprężystości wzdłuż włókien	$E_{g,0,05}$ =	8,0 GPa
Średni moduł odkształcenia postaciowego	$G_{g,mean}$ =	0,75 GPa
Wytrzym. charakt. na zginanie drewna klejon. o wilgot.12%	$f_{m,g,k}$ =	30 MPa
Wytrzym. charakt. na ścinanie drewna klej. o wilgot.12%	$f_{v,g,k}$ =	3,0 MPa
Klasa użytkowania konstrukcji	3	
Klasa trwania obciążenia		Średniotrwale
Współczynnik modyfikacyjny	k_{mod} =	0,65
Częściowy wsp. bezpiecz.	γ_M =	1,1
Wytrzym. obliczeniowa drewna na zginanie	$f_{m,d}=k_{mod} \cdot f_{m,k} / \gamma_M$ =	17,7 MPa
Wytrzym. obliczeniowa drewna na ścinanie	$f_{v,d}=k_{mod} \cdot f_{v,k} / \gamma_M$ =	1,8 MPa

Siły wewnętrzne i naprężenia

Moment zginający	$M_x =$	9,82	kNm
	$M_y =$	8,03	kNm
Naprężenia normalne	$\sigma_{m,x,d} = M_x / W_x =$	5,82	MPa
	$\sigma_{m,y,d} = M_y / W_y =$	5,35	MPa
Siła poprzeczna	$V_{y,d} =$	7,86	kN
	$V_{x,d} =$	6,42	kN
Naprężenia styczne	$\tau_{y,d} = 1,5 * V_{y,d} / A =$	0,26	MPa
	$\tau_{x,d} = 1,5 * V_{x,d} / A =$	0,21	MPa
	$\tau_d = (\tau_{y,d}^2 + \tau_{x,d}^2)^{0,5} =$	0,34	MPa

Sprawdzenie nośności elementu

$\lambda_{rel,m} = [I_d * h * f_{m,d} / (\pi * b^2 * E_{0,05})] * [(E_{0,mean} / G_{mean})^{0,5}]^{0,5} =$	0,282
Współczynnik stateczności giętej $k_{crit} =$	1,000
Współczynnik $k_m =$	0,7

$k_m * \sigma_{m,x,d} / f_{m,d} + \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} =$	0,53	<	1
$\sigma_{m,x,d} / f_{m,d} + k_m * \sigma_{m,y,d} / f_{m,d} =$	0,54	<	1
$\sigma_{m,x,d} + \sigma_{m,y,d} =$	11,17	<	$k_{crit} * f_{m,d} = 17,73$ MPa
$\tau_d =$	0,34	<	$f_{v,d} = 1,8$ MPa

Nośność elementu jest wystarczająca

Wykorzystanie nośności w

63 %

Stan Graniczny Użytkowalności -ugięcie elementu

Sztywność giętna $E_{0,mean} I_x =$	2278,1	kNm ²
$E_{0,mean} I_y =$	1800,0	kNm ²

Ugięcie składowe od:

obciążeń stałych $u_{inst,y,1} =$	2,8	mm
$u_{inst,x,1} =$	3,7	mm
współczynnik $k_{def,1} =$	2,0	

obciążeń zmiennych $u_{inst,y,2} =$	4	mm
$u_{inst,x,2} =$	5	mm
współczynnik $k_{def,2} =$	0,75	

$u_{fin,y} = u_{inst,y,1} (1 + k_{def,1}) + u_{inst,y,2} (1 + k_{def,2}) =$	15	mm
$u_{fin,x} = u_{inst,x,1} (1 + k_{def,1}) + u_{inst,x,2} (1 + k_{def,2}) =$	20	mm

Ugięcie całkowite:

$$u_{fin} = (u_{fin,y}^2 + u_{fin,x}^2)^{0,5} = 25 \text{ mm}$$

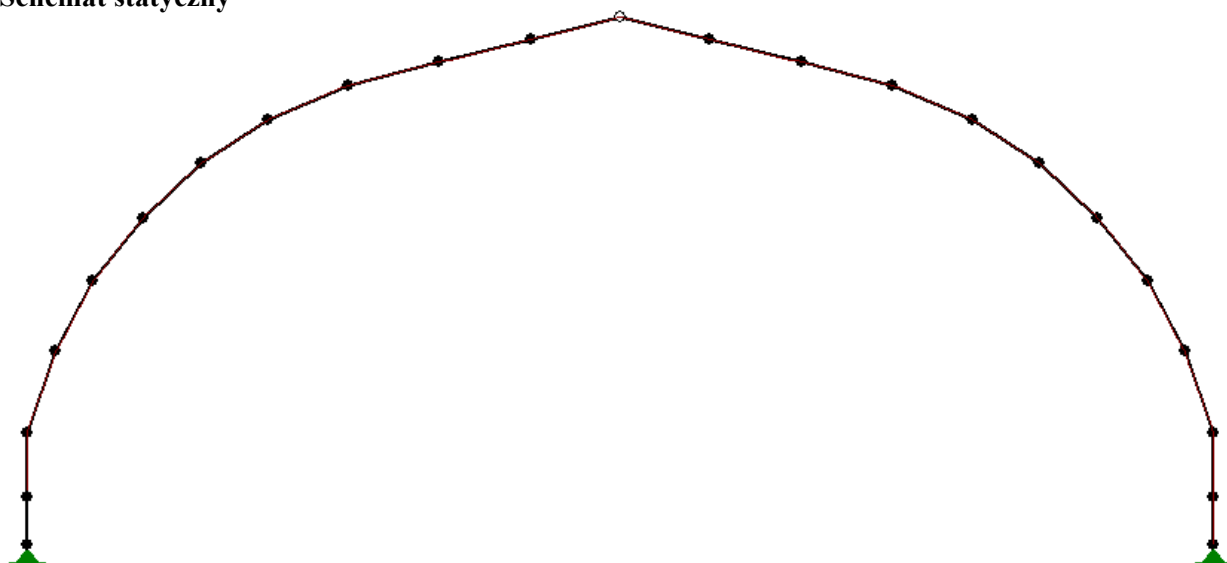
Ugięcie graniczne $u_{gr} = L / 200 = 25 \text{ mm}$

$$u_{fin} = 25 = u_{gr} = 25 \text{ mm}$$

Ugięcie w granicach dopuszczalnych

6. Łuk

a) Schemat statyczny

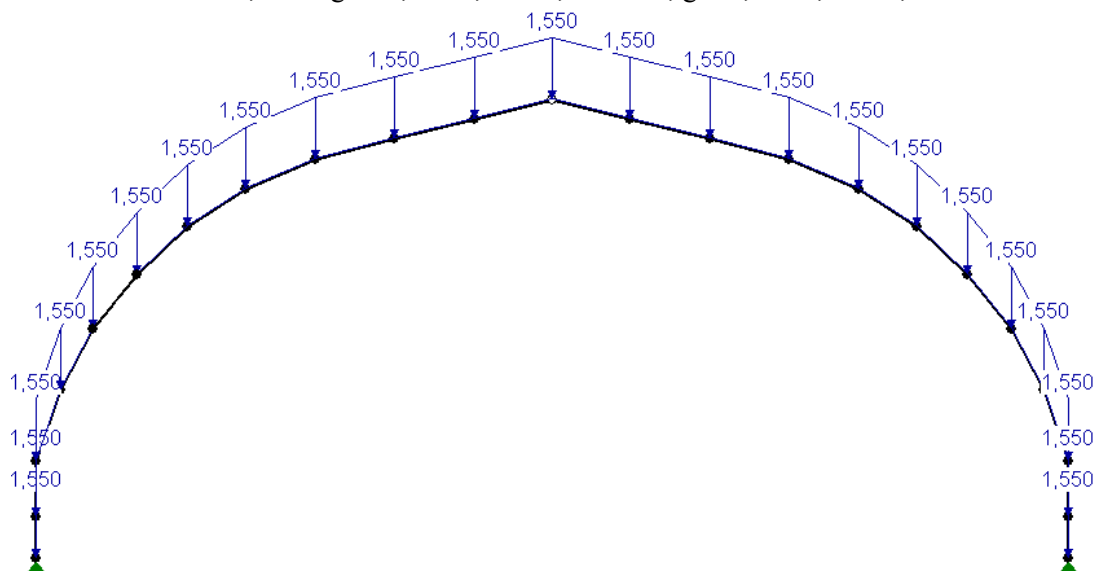


b) Zestawienie obciążeń

Obciążenia stałe na $1m^2$

Lp	Obciążenie	Wartość charakt. kN/m	Wsp. obciążenia	Wartość oblicz. kN/m
1	Blacha 0,55 mm	0,06	1,2	0,07
2	Deski 25 mm 0,025·6,0	0,15	1,1	0,17
3	Krokiew drew. 80x80mm*2 0,08·0,08·6,0*2	0,08	1,1	0,09
4	Płatew 200x225mm 0,2·0,225·6,0/1,87	0,14	1,1	0,15
5	Wata szklana 20 cm 0,30·0,2	0,06	1,2	0,07
6	Łaty drew. 38x63mm 0,038·0,063·6,0:0,6	0,02	1,1	0,03
7	Płyty Promaxon Typ A 12mm	0,11	1,2	0,13
RAZEM		0,62	-	0,71

Pasmo o szerokości 2,50 m: $g_k = 0,62 \cdot 2,50 = 1,55 \text{ kN/m}$, $g = 0,71 \cdot 2,50 = 1,78 \text{ kN/m}$



Obciążenie śniegiem połaci dachowych

Strefa obciążenia I; $Q_k = 0,70 \text{ kN/m}^2$;

Wariant 1:

$$C_1 = 0,8; \quad S_{k1} = Q_k \cdot C \cdot 2,50 \text{ m} = 0,70 \cdot 0,80 \cdot 2,5 = 1,40 \text{ kN/m}$$

$$S_1 = S_{k1} \cdot \gamma_f = 1,40 \cdot 1,4 = 1,96 \text{ kN/m}$$

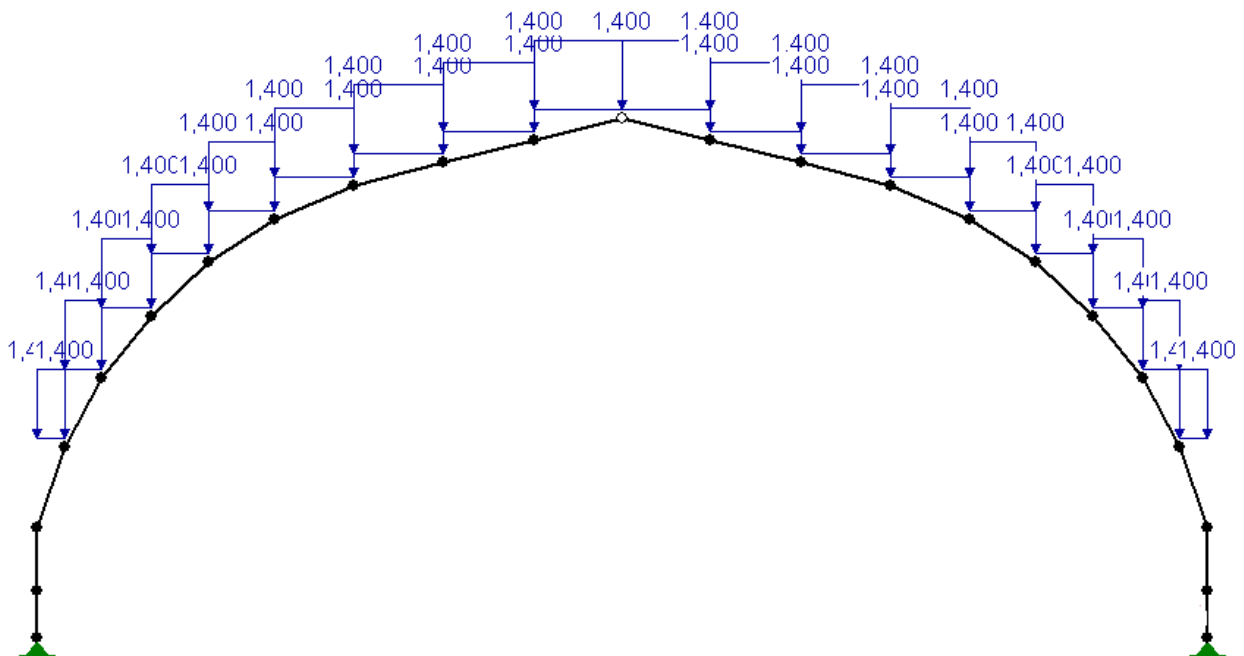
Wariant 2:

$$C_2 = 2,3; \quad S_{k2} = Q_k \cdot C \cdot 2,50 \text{ m} = 0,70 \cdot 2,30 \cdot 2,5 = 4,03 \text{ kN/m}$$

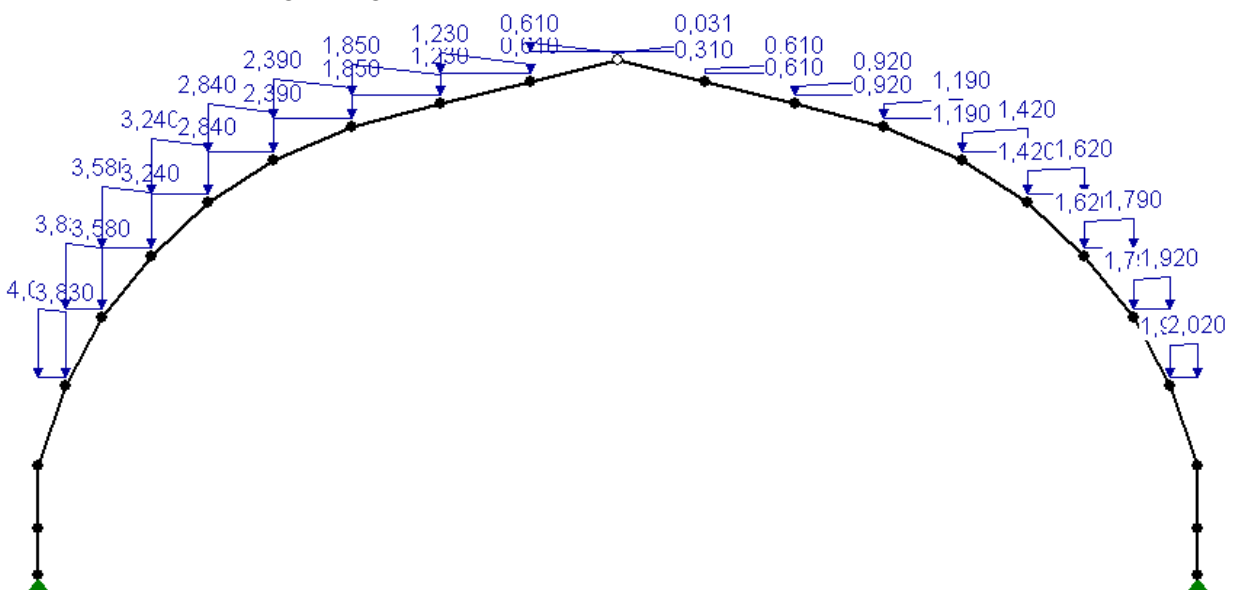
$$S_2 = S_{k2} \cdot \gamma_f = 4,03 \cdot 1,4 = 5,64 \text{ kN/m}$$

$$S_3 = S_2 \cdot 0,5$$

Schemat obciążenia śniegiem wg wariantu 1 kN/m



Schemat obciążenia śniegiem wg wariantu 2 kN/m



Obciążenie wiatrem połaci dachowych zaplecza sanitarno-szatniowego

Strefa obciążenia I, teren otwarty A, wysokość $z = 8 \text{ m}$; $q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$; $C_e = 1,0$; $\beta = 1,8$
 $C = C_z$

Wariant 1

Obszar „a”: $C = 0,61$

$$p_{k,a} = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta \cdot 2,50 \text{ m} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot 0,61 \cdot 1,8 \cdot 2,5 = 0,69 \text{ kN/m}$$

$$p_a = p_{k,a} \cdot \gamma_f = 0,69 \cdot 1,3 = 0,89 \text{ kN/m}$$

Obszar „b”: $C = -1,0$

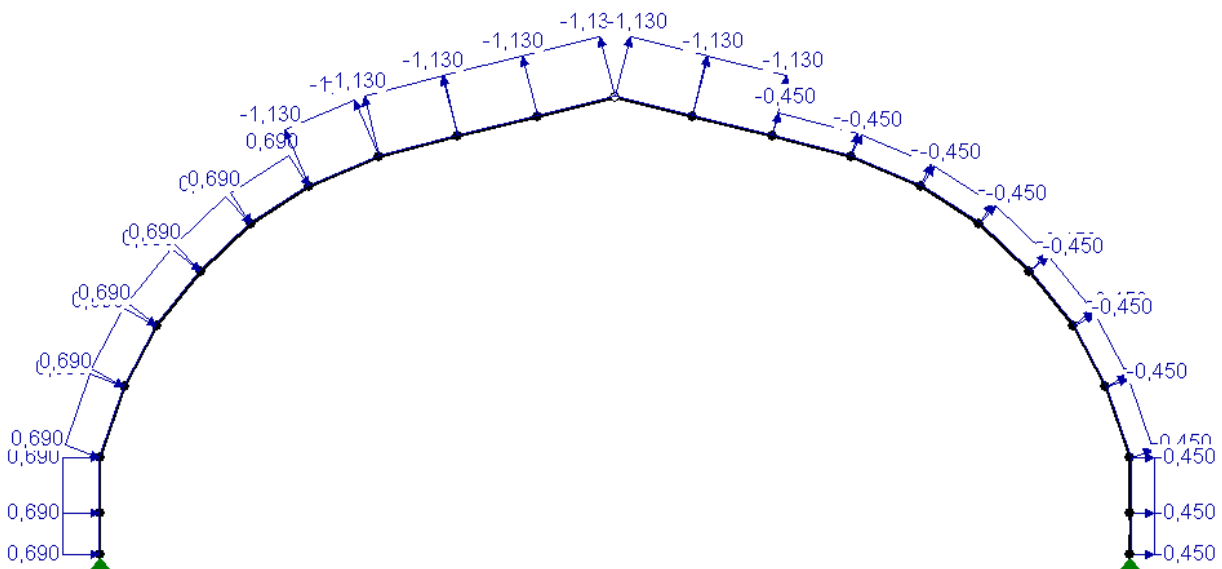
$$p_{k,b} = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta \cdot 2,50 \text{ m} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot (-1,0) \cdot 1,8 \cdot 2,5 = -1,13 \text{ kN/m}$$

$$p_b = p_{k,b} \cdot \gamma_f = -1,13 \cdot 1,3 = -1,46 \text{ kN/m}$$

Strona zawietrzna: $C = -0,4$

$$p_{k,zaw} = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta \cdot 2,50 \text{ m} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot (-0,4) \cdot 1,8 \cdot 2,5 = -0,45 \text{ kN/m}$$

$$p_{zaw} = p_{k,zaw} \cdot \gamma_f = -0,45 \cdot 1,3 = -0,59 \text{ kN/m}$$

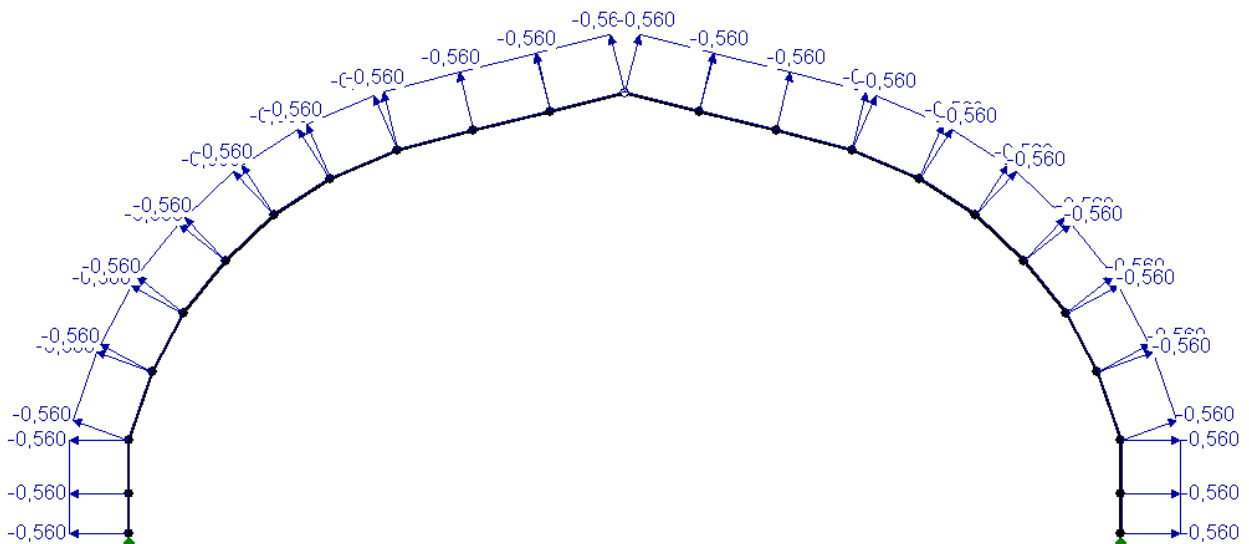


Wariant 2

$C = -0,5$

$$p_{k,zaw} = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta \cdot 2,50 \text{ m} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot (-0,5) \cdot 1,8 \cdot 2,5 = -0,56 \text{ kN/m}$$

$$p_{zaw} = p_{k,zaw} \cdot \gamma_f = -0,56 \cdot 1,3 = -0,73 \text{ kN/m}$$



Obciążenie wiatrem zadaszania estrady

Strefa obciążenia I, teren otwarty A, wysokość $z = 8 \text{ m}$; $q_k = 0,25 \text{ kN/m}^2$; $C_e = 1,0$; $\beta = 1,8$
 $C = C_z$

Wariant 1

Obszar „a”: $C = 0,61$

$$p_{k,a} = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta \cdot 2,50 \text{ m} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot 0,61 \cdot 1,8 \cdot 2,5 = 0,69 \text{ kN/m}$$

$$p_a = p_{k,a} \cdot \gamma_f = 0,69 \cdot 1,3 = 0,89 \text{ kN/m}$$

Obszar „b”: $C = -1,0$

$$p_{k,b} = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta \cdot 2,50 \text{ m} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot (-1,0) \cdot 1,8 \cdot 2,5 = -1,13 \text{ kN/m}$$

$$p_b = p_{k,b} \cdot \gamma_f = -1,13 \cdot 1,3 = -1,46 \text{ kN/m}$$

Strona zawietrzna: $C = -0,4$

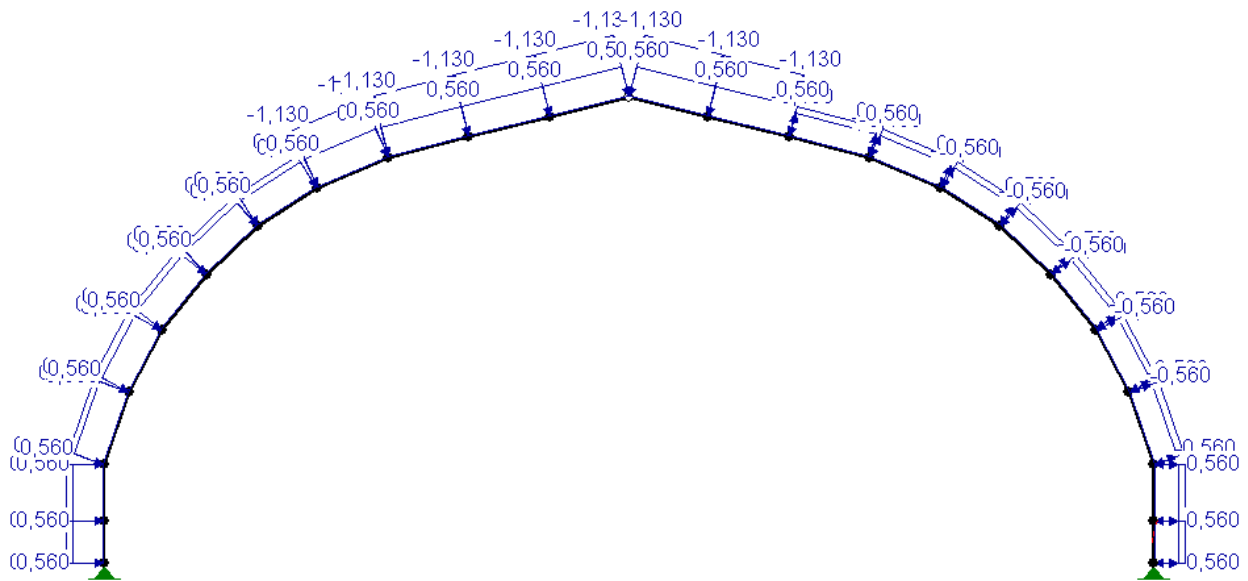
$$p_{k,zaw} = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta \cdot 2,50 \text{ m} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot (-0,4) \cdot 1,8 \cdot 2,5 = -0,45 \text{ kN/m}$$

$$p_{zaw} = p_{k,zaw} \cdot \gamma_f = -0,45 \cdot 1,3 = -0,59 \text{ kN/m}$$

Wewnątrz: $C = -0,5$

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta \cdot 2,50 \text{ m} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot (-0,5) \cdot 1,8 \cdot 2,5 = -0,56 \text{ kN/m}$$

$$p = p_k \cdot \gamma_f = -0,56 \cdot 1,3 = -0,73 \text{ kN/m}$$



Wariant 2

Zewnątrz: $C = -0,5$

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta \cdot 2,50 \text{ m} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot (-0,5) \cdot 1,8 \cdot 2,5 = -0,56 \text{ kN/m}$$

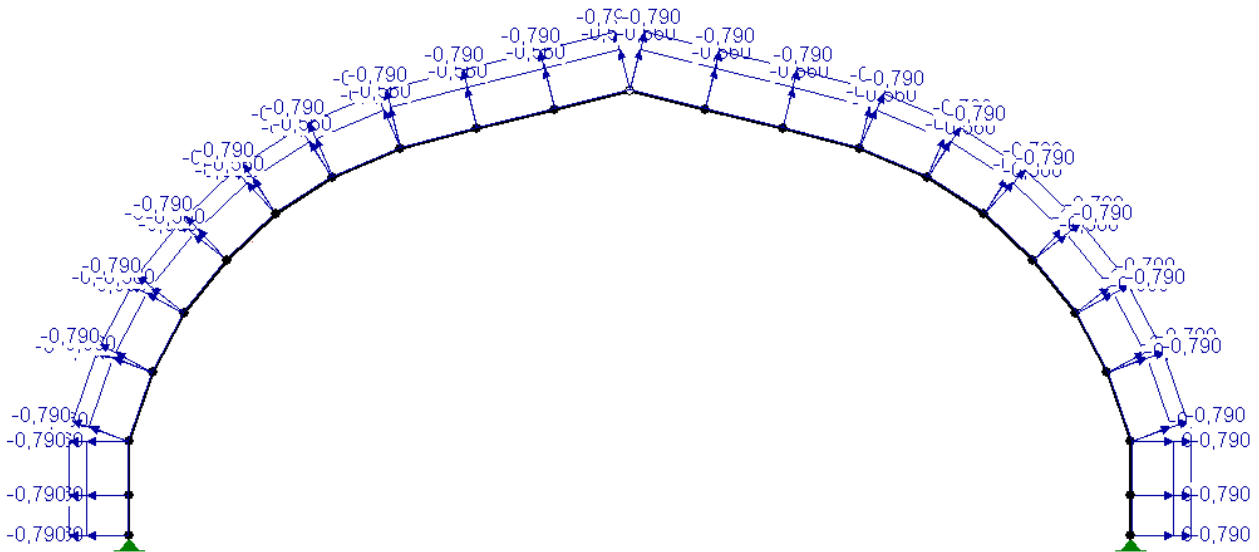
$$p = p_k \cdot \gamma_f = -0,56 \cdot 1,3 = -0,73 \text{ kN/m}$$

Wewnątrz: $C = 0,7$

$$p_k = q_k \cdot C_e \cdot C \cdot \beta \cdot 2,50 \text{ m} = 0,25 \cdot 1,0 \cdot 0,7 \cdot 1,8 \cdot 2,5 = 0,79 \text{ kN/m}$$

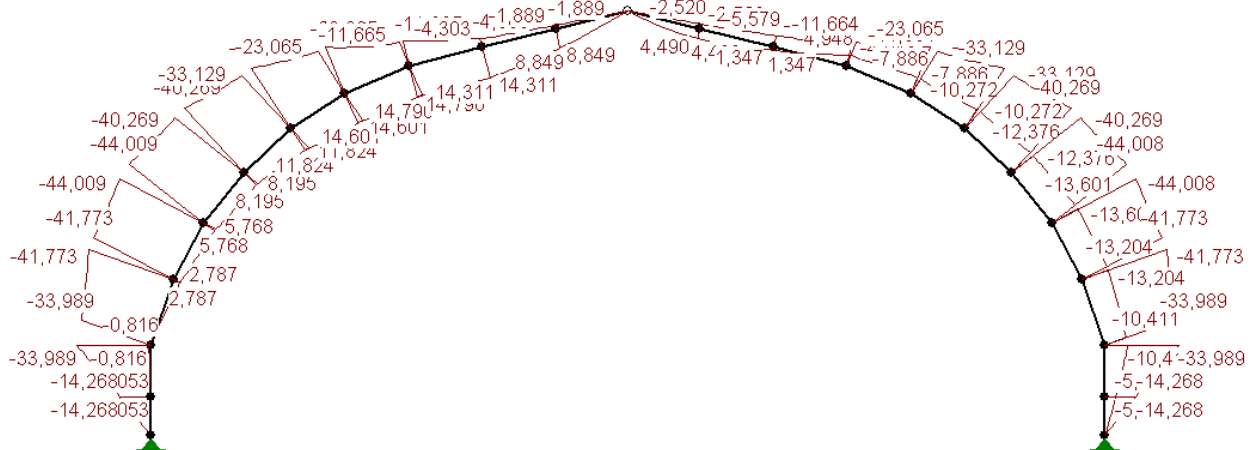
$$p = p_k \cdot \gamma_f = 0,79 \cdot 1,3 = 1,03 \text{ kN/m}$$

Schemat obciążenia wiatrem kN/m

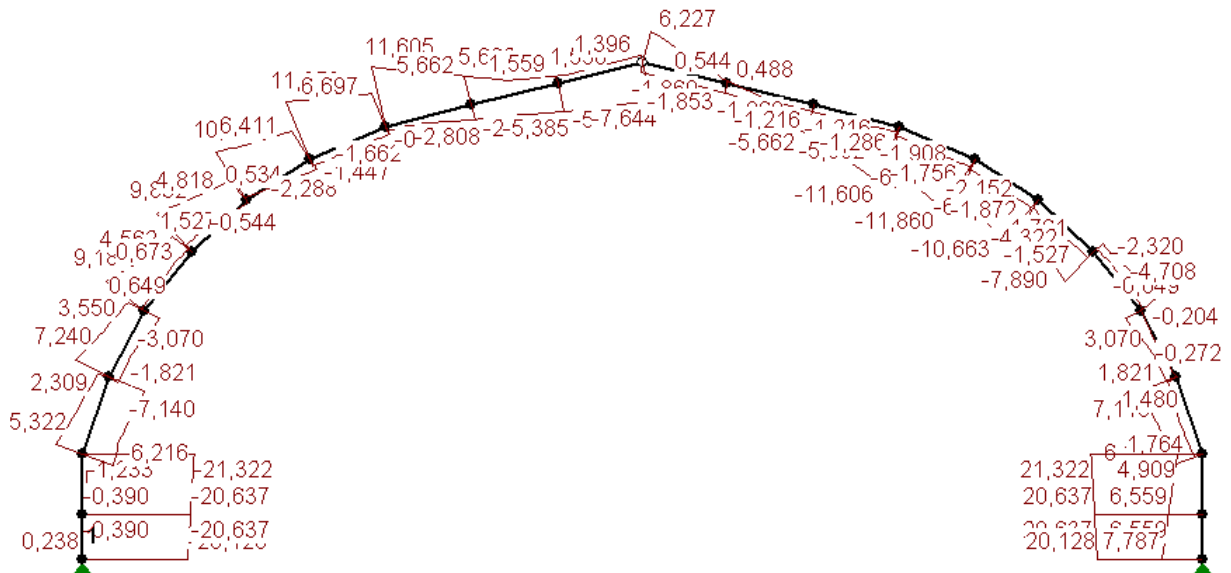


c) Obliczenia statyczne

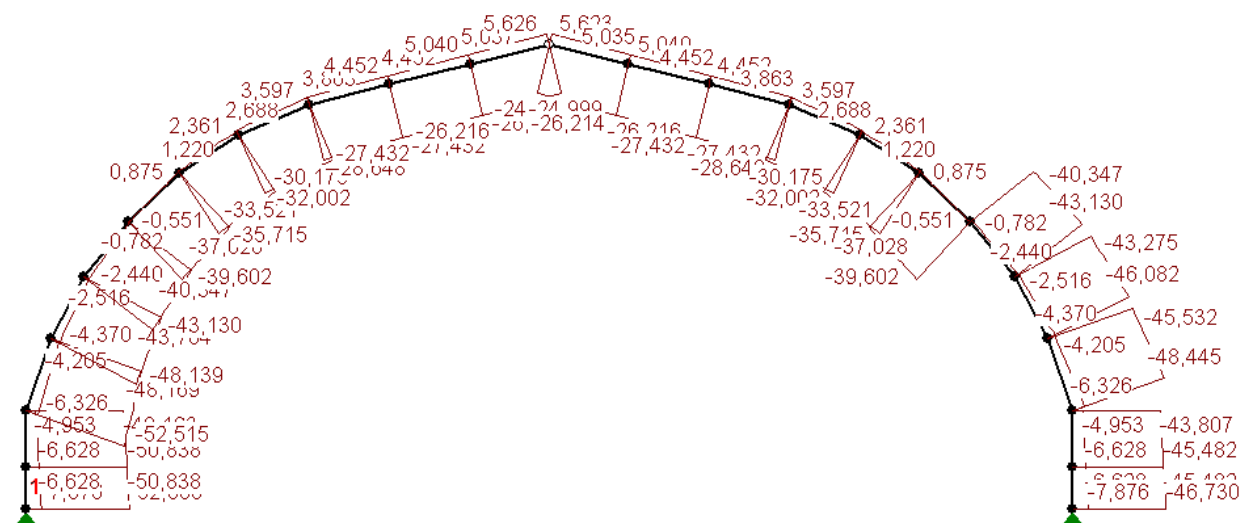
Obwiednia momentów zginających kNm



Obwiednia sił poprzecznych kN



Obwiednia sił osiowych kN



d) Obliczenia wytrzymałościowe

Dane geometryczne

Szerokość przekroju	b=	140	mm
Wysokość przekroju	h=	765	mm
Długość przęsła	L=	13,40	m
Długość obliczeniowa belki	l_d =	13,40	m
Długość wyboczeniowa pręta	$l_{c,x}$ =	13,40	m
	$l_{c,y}$ =	3,90	m
Pole przekroju	A=	1071	cm ²
Moment bezwładności	I_x =	522313	cm ⁴
	I_y =	17493	cm ⁴
Wskaźnik wytrzymałości	W_x =	13655	cm ³
	W_y =	2499	cm ³
Promień bezwładności	i_x =	22,08	cm
	i_y =	4,04	cm
Smukłość pręta	λ_x =	61	
	λ_y =	96	

Dane materiałowe

Drewno klejone klasy	GL30	
Średni moduł sprężystości wzdłuż włókien	$E_{g,0,mean}$ =	12 GPa
5% kwantyl modułu sprężystości wzdłuż włókien	$E_{g,0,05}$ =	8,0 GPa
Średni moduł odkształcenia postaciowego	$G_{g,mean}$ =	0,75 GPa
Wytrzym. charakt. na zginanie drewna klejon. o wilgot.12%	$f_{m,g,k}$ =	30 MPa
Wytrzym. charakt. na ściskanie drewna litego o wilgot.12%	$f_{c,0,g,k}$ =	23 MPa
Wytrzym. charakt. na ścinanie drewna klej. o wilgot.12%	$f_{v,g,k}$ =	3,0 MPa

Przebudowa muszli koncertowej przy Pałacu Larischów w Zebrzydowicach
Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe

Klasa użytkowania konstrukcji	3	
Klasa trwania obciążenia		Średniotrwałe
Współczynnik modyfikacyjny k_{mod}	0,65	
Częściowy wsp. bezpiecz. γ_M	1,1	
Wytrzym. obliczeniowa drewna na zginanie $f_{m,d}=k_{mod} \cdot f_{m,k}/\gamma_M$	17,7	MPa
Wytrzym. obliczeniowa drewna na ścinanie $f_{v,d}=k_{mod} \cdot f_{v,k}/\gamma_M$	1,8	MPa
Wytrzym. obliczeniowa drewna na ściskanie $f_{c,0,d}=k_{mod} \cdot f_{c,0,k}/\gamma_M$	13,6	MPa

Siły wewnętrzne i naprężenia

Moment zginający	M_x	44,00	kNm
	M_y	0,00	kNm
Siła ściskająca	N	43,13	kN
Naprężenia normalne	$\sigma_{m,x,d}=M_x/W_x$	3,22	MPa
	$\sigma_{m,y,d}=M_y/W_y$	0,00	MPa
	$\sigma_{c,0,d}=N/A$	0,40	MPa
Siła poprzeczna	$V_{y,d}$	7,86	kN
	$V_{x,d}$	6,42	kN
Naprężenia styczne	$\tau_{y,d}=1,5 \cdot V_{y,d}/A$	0,11	MPa
	$\tau_{x,d}=1,5 \cdot V_{x,d}/A$	0,09	MPa
	$\tau_d=(\tau_{y,d}^2+\tau_{x,d}^2)^{0,5}$	0,14	MPa

Sprawdzenie nośności elementu

$\lambda_{rel,m}=[l_d \cdot h \cdot f_{m,d}/(\pi^2 \cdot b^2 \cdot E_{0,05})] \cdot [(E_{0,mean}/G_{mean})^{0,5}]^{0,5}$	=	1,215
Współczynnik stateczności giętej	k_{crit}	0,649
Współczynnik	k_m	0,7

Naprężenia krytyczne przy ściskaniu

$\sigma_{c,crit,x}=\pi^2 \cdot E_{0,05}/\lambda_x^2$	21,45	MPa
$\sigma_{c,crit,y}=\pi^2 \cdot E_{0,05}/\lambda_y^2$	8,48	MPa
$\lambda_{rel,x}=[f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit,x}]^{0,5}$	1,036	
$\lambda_{rel,y}=[f_{c,0,k}/\sigma_{c,crit,y}]^{0,5}$	1,647	
Współczynnik prostoliniowości elem. β_c	0,1	
$k_x=0,5[1+\beta_c(\lambda_{rel,x}-0,5)+\lambda_{rel,x}^2]$	1,063	
$k_y=0,5[1+\beta_c(\lambda_{rel,y}-0,5)+\lambda_{rel,y}^2]$	1,914	
Współczynniki wyboczeniowe:		
$k_{c,x}=1/[k_x+(k_x^2-\lambda_{rel,x}^2)^{0,5}]$	0,768	
$k_{c,y}=1/[k_y+(k_y^2-\lambda_{rel,y}^2)^{0,5}]$	0,346	
Współczynnik	k_m	0,7

$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2+k_m \cdot \sigma_{m,x,d}/f_{m,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,d}$	0,13	<	1
$(\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d})^2+\sigma_{m,x,d}/f_{m,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,d}$	0,18	<	1
$\sigma_{m,x,d} + \sigma_{m,y,d}$	3,22	<	$k_{crit} \cdot f_{m,d}$ 11,50 MPa
τ_d	0,14	<	$f_{v,d}$ 1,8 MPa
$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,y} \cdot f_{c,0,d})+k_m \cdot \sigma_{m,x,d}/f_{m,d} + \sigma_{m,y,d}/f_{m,d}$	0,21	<	1
$\sigma_{c,0,d}/(k_{c,x} \cdot f_{c,0,d})+\sigma_{m,x,d}/f_{m,d} + k_m \cdot \sigma_{m,y,d}/f_{m,d}$	0,22	<	1

Nośność elementu jest wystarczająca
Wykorzystanie nośności w

28 %

Stan Graniczny Użytkowalności -ugięcie elementu

Szttywność giętna	$E_{0,mean}I_x =$	62677,6	kNm ²		
	$E_{0,mean}I_y =$	2099,2	kNm ²		
Ugięcie składowe od:					
obciążeń stałych	$u_{inst,y,1} =$	6	mm		
	$u_{inst,x,1} =$	0	mm		
współczynnik	$k_{def,1} =$	2,0			
obciążeń zmiennych	$u_{inst,y,2} =$	5	mm		
	$u_{inst,x,2} =$	0	mm		
współczynnik	$k_{def,2} =$	0,75			
	$u_{fin,y} = u_{inst,y,1}(1+k_{def,1}) + u_{inst,y,2}(1+k_{def,2}) =$	27	mm		
	$u_{fin,x} = u_{inst,x,1}(1+k_{def,1}) + u_{inst,x,2}(1+k_{def,2}) =$	0	mm		
Ugięcie całkowite:					
	$u_{fin} = (u_{fin,y}^2 + u_{fin,x}^2)^{0,5} =$	27	mm		
Ugięcie graniczne	$u_{gr} = L/200$	67	mm		
	$u_{fin} =$	27	<	$u_{gr} =$	67 mm

Ugięcie w granicach dopuszczalnych

7. Stopa fundamentowa pod łukiem

a) Zestawienie obciążeń

Obliczeniowe największe oddziaływanie łuku na fundament 52,1 kN
Ciężar fundamentu 28,0 kN
Razem: 80,1 kN

b) Sprawdzenie stanu granicznego nośności

DANE

Obciążenie obliczeniowe:	$N_r =$	80,1	kN
Ciężar objętościowy gruntu powyżej poziomu posadowienia:	$\rho_D^{(n)} =$	1,75	t/m ³
Ciężar objętościowy gruntu poniżej poziomu posadowienia:	$\rho_B^{(n)} =$	2,05	t/m ³
Kąt tarcia wewnętrznego:	$\Phi_u^{(n)} =$	15	°
Spójność gruntu:	$c_u^{(n)} =$	27	kPa
Współczynniki nośności:	$N_D =$	3,42	
	$N_c =$	10,08	
	$N_B =$	0,44	
Najmniejsza głębokość posadowienia :	$D_{min} =$	1	m
Głębokość posadowienia:	$D =$	1	m
Szerokość fundamentu	$B =$	1	m
Długość fundamentu	$L =$	1,5	m
	$B/L =$	0,67	

WYNIKI

Średnia wartość obliczeniowa obciążenia jednostkowego podłoża
pod fundamentem:

$$q_{rs} = 53,4 \text{ kPa}$$

Obliczeniowy opór jednostkowy jednowarstwowego podłoża
pod fundamentem:

$$mq_f = 367,59 \text{ kPa}$$