



KONSTRUKTOR PUŁAWY Sp. z o.o.
24-100 Puławy, ul. J. Piłsudskiego 28 lok. 309, NIP 716-282-96-66, REGON 386354256
tel. 502-640-674, e-mail: biuro@konstruktor.pulawy.pl

OPINIA TECHNICZNA

Temat opracowania: **Termomodernizacja budynku Przedszkola Miejskiego Nr 10
w Kołobrzegu**

Kategoria obiektu: **IX**

Inwestor: Miasto Kołobrzeg
ul. Ratuszowa 13
78-100 Kołobrzeg

Adres Inwestycji: Przedszkole Miejskie Nr 10
ul. Okopowa 4
78-100 Kołobrzeg

PROJEKTOWAŁ: mgr inż. Grzegorz Pilarski UPR. NR LUB/0101/PWOK/13 specjalność konstrukcyjno-budowlana	SPRAWDZIŁ: mgr inż. Łukasz Grochecki UPR. NR LUB/0227/PWBKb/17 specjalność konstrukcyjno-budowlana
--	--

1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszej opinii jest ocena nośności konstrukcji dachu pod kątem możliwości montażu instalacji fotowoltaicznej w systemie balastowym.

2. Opis konstrukcji budynku

Przedmiotowy budynek Przedszkola Miejskiego nr 10 w Kołobrzegu jest obiektem wolno stojącym o nieregularnym kształcie, składający się z kilku połączonych, przesuniętych względem siebie segmentów. Budynek posiada dwie kondygnacje nadziemne i jest niepodpiwniczony.

Obiekt o łącznych wymiarach zewnętrznych 60,40 x 31,06 m, zlokalizowanym osią podłużną w układzie wschód -zachód z odchyleniem w kierunku północnym.

Każdy z segmentów budynku posiada oddzielne wejścia od zewnątrz, w tym ewakuacyjne z sal, budynek posiada trzy klatki schodowe, w tym jedną gospodarczą.

Objęty opracowaniem budynek konstrukcji tradycyjnej murowanej oraz żelbetowej słupowo-ryglowej, w układzie konstrukcyjnym mieszanym. Układ ścian podłużny oraz poprzeczny, zastosowano moduły 6,00 m.

Ławy fundamentowe monolityczne żelbetowe, ściany fundamentowe betonowe ocieplone styropianem gr. 10 cm. Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych murowane z bloków gazobetonowych oraz cegły ceramicznej pełnej, ponadto wszystkie ściany zewnętrzne docieplone styropianem gr. 13 cm.

Stropy międzykondygnacyjne w budynku wykonane jako prefabrykowane -typu płyta kanałowa gr. 24 cm.

Klatki schodowe monolityczne żelbetowe wykonane na budowie.

Stropodachy nad budynkiem wentylowane, wykonane jako jedno i dwuspadowe z płyt korytkowych wspartych na ściankach ażurowych. Ściany ażurowe wsparte na stropie właściwym typu płyta kanałowa gr. 24 cm. Kąt nachylenia stropodachów 9% pokrycie stanowi papa. Stropodach ocieplony wełną mineralną gr. 21 cm.

3. Założenia do obliczeń

3.1 Normy przyjęte do obliczeń

- PN-EN 1990:2004/A1:2008 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji
- PN-EN 1991-1-1:2004/Ap1:2010 Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-1 Oddziaływania ogólne – Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
- PN-82/B-2001 Obciążenie budowli. Obciążenia stałe.

- PN-EN 1991-1-6:2007 Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-6
Oddziaływania ogólne – Oddziaływania w trakcie wykonywania konstrukcji.
- PN-EN 1991-1-3:2005/Ac:2009 Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-3
Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem
- PN-EN 1991-1-4:2008/Ap2:2010 Eurokod 1 – Oddziaływania na konstrukcje – Część 1-4
Oddziaływania ogólne – Oddziaływania wiatru
- PN-EN 1992-1-1:2008/ Eurokod 2 – Projektowanie konstrukcji z betonu – część 1-1
Reguły ogólne i reguły dla budynków
- PN-EN 1996-1-1:2010/ Eurokod 6 – Projektowanie konstrukcji murowych – część 1-1
Reguły ogólne dla zbrojonych i niezbrojonych konstrukcji murowych
- PN-EN 1996-2:2010/ Eurokod 6 – Projektowanie konstrukcji murowych – część 2
Wymagania projektowe, dobór materiałów i wykonanie murów.

Strefa obciążenie śniegiem – II

Strefa obciążenie wiatrem - II

4. Zestawienie obciążeń

Tablica 1. Ciężar istniejącego pokrycia dachu

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Papa na podłożu betonowym posypana żwirkiem, pojedynczo [0,100kN/m ²]	0,10	1,35	--	0,14
2.	Papa na podłożu betonowym bez posypania żwirkiem, pojedynczo [0,050kN/m ²]	0,05	1,35	--	0,07
3.	Warstwa cementowa grub. 1 cm [21,0kN/m ³ ·0,01m]	0,21	1,35	--	0,28
4.	Wełna mineralna w płytach twardych grub. 21 cm [2,0kN/m ³ ·0,21m]	0,42	1,35	--	0,57
Σ :		0,78	1,35	--	1,05

Tablica 2. Ciężar własny płyty korytkowej

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Płyta korytkowa	1,15	1,35	--	1,50
Σ :		1,15	1,35	--	1,50

Tablica 3. Instalacja fotowoltaiczna

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Ciężar instalacji fotowoltaicznej w systemie balastowym (60kg/m ²)	0,60	1,35	--	0,81
Σ :		0,60	1,35	--	0,81

Tablica 4. Ciężar własny ścianki ażurowej

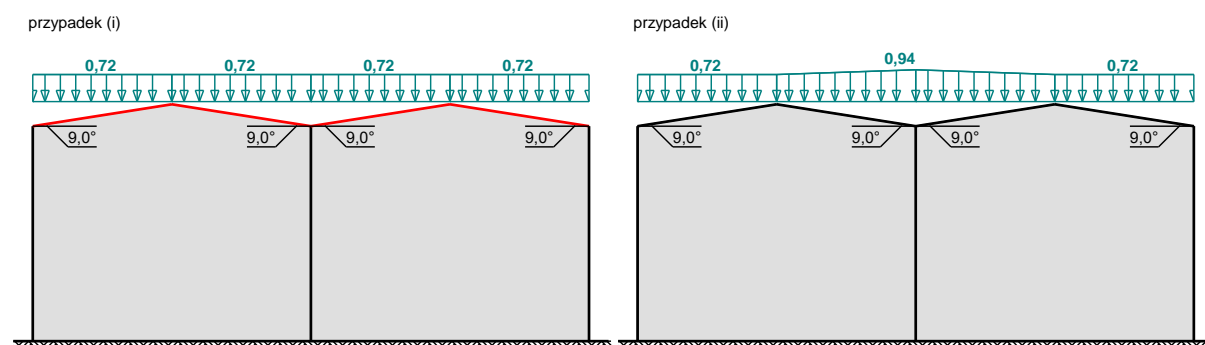
Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Mur z cegły (cegła cementowa pełna) grub. 12 cm i szer. 0,67 m [18,0kN/m ³ ·0,12m·0,67m]	1,45	1,35	--	1,96
Σ :		1,45	1,35	--	1,96

Tablica 5. Ciężar własny stropu

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Płyta kanałowa gr. 22cm	0,33	1,35	--	0,45
2.	Warstwa cementowo-wapienna grub. 2 cm [19,0kN/m ³ ·0,02m]	0,38	1,35	--	0,51
Σ :		0,96	1,35	--	1,30

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy wielopołaciowe (5.3.4, B2)

s [kN/m²]



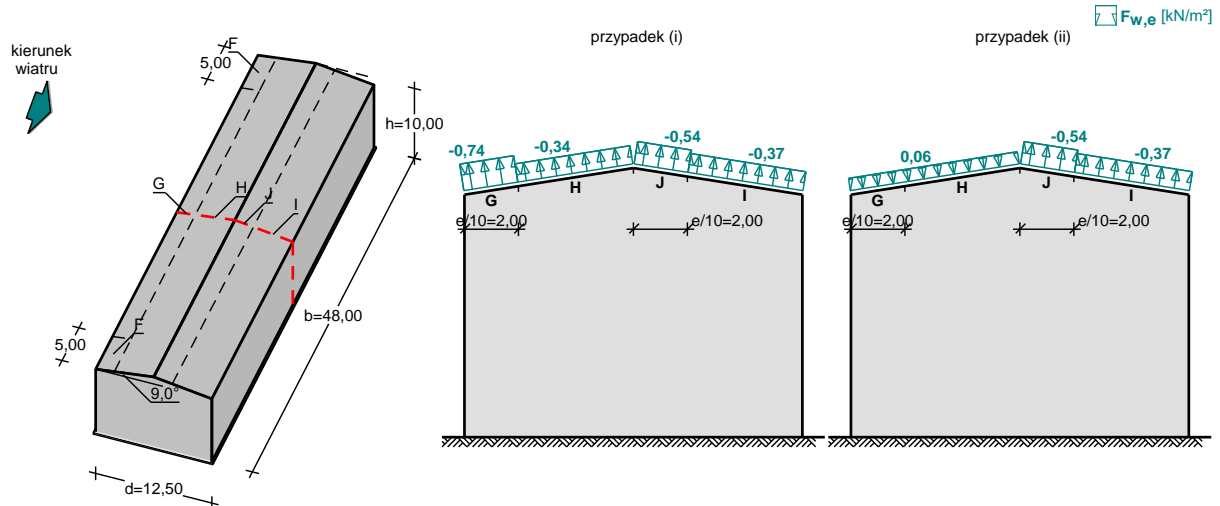
Cały dach - przypadek (i) - równomierny układ obciążenia:

- Dach wielopołaciowy
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowo obfitych opadów śniegu i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg załącznika krajowego):
Strefa obciążenia śniegiem 2
 $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$
- Współczynnik ekspozycji:
Teren: normalny
 $C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny: $C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
Kąt nachylenia połaci dachowej: $\alpha = 9,0^\circ$
 $\mu_2 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = \mathbf{0,72 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy dwuspadowe - ciśnienie zewnętrzne (7.2.5)



- Dach dwuspadowy o wymiarach: $b = 48,00$ m, $d = 12,50$ m, kąt nachylenia połaci $\alpha = 9,0^\circ$
- Budynek o wysokości $h = 10,00$ m
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 20,0$ m
- Wiatr wiejący na ścianę boczną ($\theta = 0^\circ$)
- Obliczany element: element konstrukcyjny
- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; $A = 300$ m n.p.m.
 $v_{b,0} = 22$ m/s (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00$ m/s
- Kategoria terenu II $\rightarrow z_0 = 0,05$ m, $z_{min} = 2$ m
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 10,00$ m
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_l = 1,0$
- Współczynnik terenu: $k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} = 0,190$
- Współczynnik chropowatości: $c_r(z_e) = k_r \cdot \ln(z_e/z_0) = 0,190 \cdot \ln(10,00/0,05) = 1,01$ (wg p.4.3.2 normy)
- Średnia prędkość wiatru: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 22,15$ m/s
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_l / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,189$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25$ kg/m³
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 711,6$ Pa = 0,712 kPa
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_s c_d = 1,000$

Połąc w przekroju $x/b = 0,50$ - pole G - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,080$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,712 \cdot 0,080 = \mathbf{0,06 \text{ kN/m}^2}$$

Połąc w przekroju $x/b = 0,50$ - pole G - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,040$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,712 \cdot (-1,040) = \mathbf{-0,74 \text{ kN/m}^2}$$

Połąc w przekroju $x/b = 0,50$ - pole H - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,080$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_s c_d \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,712 \cdot 0,080 = \mathbf{0,06 \text{ kN/m}^2}$$

Połąc w przekroju $x/b = 0,50$ - pole H - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,480$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(Z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,712 \cdot (-0,480) = -0,34 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,50 - pole I:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $C_{pe} = C_{pe,10} = -0,520$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(Z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,712 \cdot (-0,520) = -0,37 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,50 - pole J - parcie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $C_{pe} = C_{pe,10} = 0,120$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(Z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,712 \cdot 0,120 = 0,09 \text{ kN/m}^2$$

Połąć w przekroju x/b = 0,50 - pole J - ssanie:

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $C_{pe} = C_{pe,10} = -0,760$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = C_s C_d \cdot q_p(Z_e) \cdot C_{pe} = 1,000 \cdot 0,712 \cdot (-0,760) = -0,54 \text{ kN/m}^2$$

5. Sprawdzenie nośności płyty korytkowej.

Sprawdzenia nośności płyt korytkowych zostanie przeprowadzone poprzez porównanie wielkości obciążeń oddziałujących na płytę z wartościami dopuszczalnymi deklarowanymi przez producentów.

- Suma obciążeń działających na płytę korytkową:

- ciężar pokrycia	– 0,78 kN/m ²
- ciężar instalacji fotowoltaicznej	– 0,60 kN/m ²
- obciążenie śniegiem	– 0,72 kN/m ²
- parcie wiatru	– 0,06 kN/m ²

Łącznie – 2,16 kN/m²

- Dopuszczalne obciążenie płyty korytkowej (wg danych producenta) - 2,69 kN/m²

Wniosek:

Suma obciążeń działających na płytę korytkową jest mniejsza od obciążeń

dopuszczalnych, nośność płyt korytkowych jest zachowana. 2,13 kN/m² < 2,69 kN/m²

6. Sprawdzenie nośności płyty stropowej kanałowej.

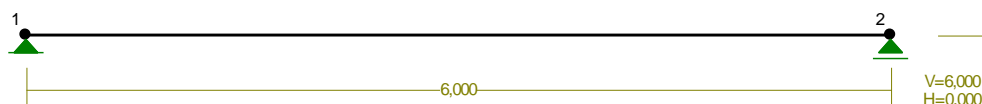
Sprawdzenie nośności płyt kanałowych zostanie przeprowadzone poprzez porównanie wielkości momentów zginających płytę od ciężaru pokrycia i instalacji fotowoltaicznej z momentem zginającym od dopuszczalnego obciążenia ponad ciężar własny określonego przez producenta płyt kanałowych. Do obliczeń porównawczych przyjęto, że dopuszczalne obciążenie ponad ciężar własny wynosi **4,0 kN/m²** oraz, że płyta kanałowa jest obciążona w środku rozpiętości i pracuje w schemacie belki swobodnie podpartej.

Tablica 7. Obciążenie na płytę kanałową

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Ciężar pokrycia + ciężar płyt korytkowych	5,79	1,35	--	7,82
2.	Ciężar instalacji fotowoltaicznej	1,80	1,35	--	2,43
3.	Ciężar ścianki ażutowej	1,45	1,35	--	1,96
4.	Obciążenie śniegiem	2,16	1,50	--	3,24
5.	Obciążenie wiatrem	0,18	1,50	--	0,27
Σ :		11,38	1,38	--	15,71

Obliczenie sił wewnętrznych w płycie kanałowej

WEZŁY:



WEZŁY:

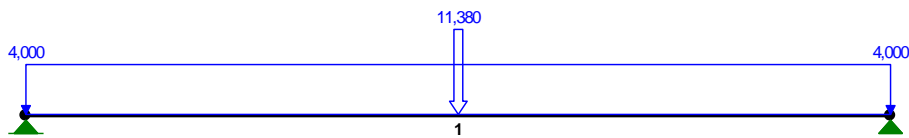
Nr:	X [m]:	Y [m]:
1	0,000	0,000
2	6,000	0,000

PODPORY:

P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	Dx (Do*) : [m / k N]	Dy:	DFi: [rad/kNm]
1	stała	0,0	0,0	0,0	
2	przesuwna	0,0	0,0*		

OBCIĄŻENIA:



OBCIĄŻENIA:

([kN] , [kNm] , [kN/m])

Pręt:	Rodzaj:	Kąt:	P1 (Tg):	P2 (Td):	a [m]:	b [m]:
Grupa:	CW "Ciężar własny"			Stałe	$\gamma_f = 1,10$	
Grupa:	A "ciężar z dachu"			Stałe	$\gamma_f = 1,38/1,00$	
1	Skupione	0,0	11,380		3,00	
Grupa:	B "obciążenie dopuszczalne"			Zmienne	$\gamma_f = 1,50$	
1	Liniowe	0,0	4,000	4,000	0,00	6,00

W Y N I K I wg PN 82/B-02000

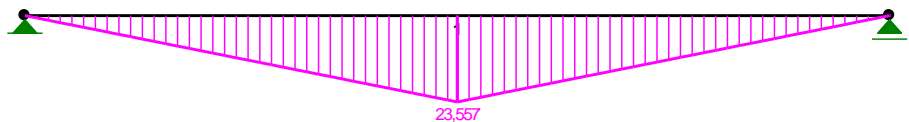
Teoria I-go rzędu

RM_Win v. 12.1 licencja nr 43302

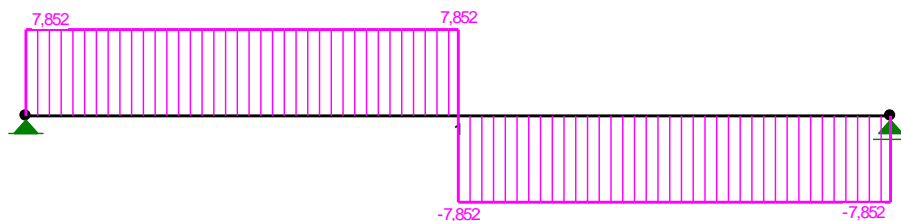
OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

Grupa:	Znaczenie:	γ_f :	ψ_d :
A -"ciężar z dachu"	Stałe	1,38/1,00	

MOMENTY:



TNĄCE:



SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

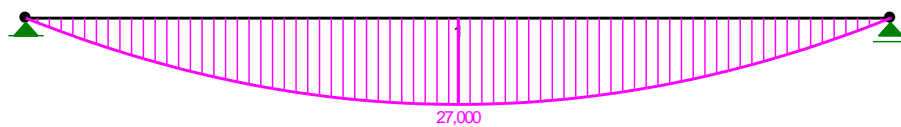
Obciążenia obl.: A

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,000	7,852	0,000
	0,50	3,000	23,557*	7,852	0,000
	0,50	3,000	23,557	-7,852*	0,000
	1,00	6,000	0,000	-7,852	0,000

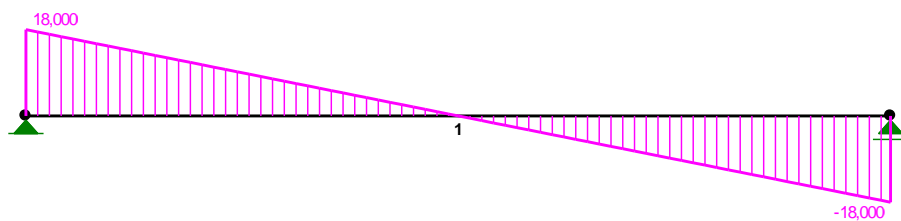
* = Wartości ekstremalne

Grupa:	Znaczenie:	γ_f :	ψ_d :
B - "obciążenie dopuszczalne"	Zmienne	1 1,50	1,00

MOMENTY:



TNĄCE:



SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

Obciążenia obl.: B

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,000	18,000	0,000
	0,50	3,000	27,000*	0,000	0,000
	1,00	6,000	0,000	-18,000	0,000

* = Wartości ekstremalne

Wniosek:

Wartość sił wewnętrznych w płytach kanałowych od pokrycia dachu i instalacji fotowoltaicznej jest mniejsza niż wartość sił wewnętrznych od dopuszczalnego obciążenia ponad ciężar własny stropu. Nośność płyt kanałowych jest zachowana.

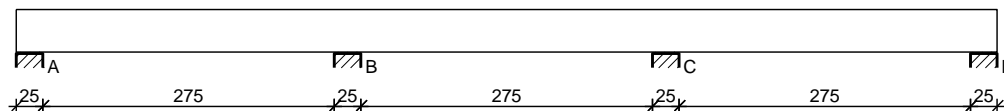
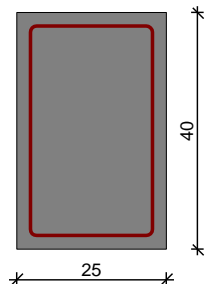
7. Sprawdzenie nośności belek (podciągów) podpierających płyty kanałowe

Sprawdzenie nośności podciągów zostanie przeprowadzone przy następujących założeniach:

- podciągi są belkami ciągłymi 3 i 4 przęsłowymi
- wysokość podciągów wynosi min. 40cm
- klasa betonu min. C16/20 (B20)
- zbrojenie przęsłowe min. 3 pręty $\phi 12$ ze stali AIII (34GS) – dla rozpiętości 3,0m
- zbrojenie przęsłowe min. 6 prętów $\phi 14$ ze stali AIII (34GS) – dla rozpiętości 6,0m

W celu weryfikacji przyjętych założeń należy lokalnie odkuć pręty zbrojeniowe lub wykonać skan ferromagnetyczny.

W przypadku stwierdzenia rozbieżności pomiędzy stanem faktycznym, a przyjętymi założeniami należy koniecznie skonsultować się z projektantem.

Belka 1**SZKIC BELKI****GEOMETRIA BELKI**

Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 25,0 \text{ cm}$

Wysokość przekroju $h = 40,0 \text{ cm}$

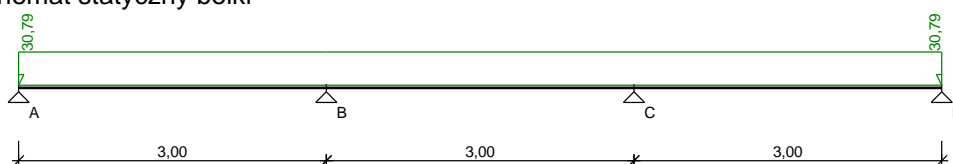
Rodzaj belki: monolityczna

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Obciążenia z płyt kanałowych	20,62	1,36	--	28,04	cała belka
2.	Ciężar własny belki [0,25m·0,40m·25,0kN/m ³]	2,50	1,10	--	2,75	cała belka
Σ :		23,12	1,33		30,79	

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

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

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0 \text{ kN/m}^3$

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8 \text{ mm}$

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,24$

Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-III (34GS)** $\rightarrow f_{yk} = 410 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 350 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 550 \text{ MPa}$

Średnica prętów górnych $\phi_g = 12 \text{ mm}$

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 12 \text{ mm}$

Strzemiona:

Klasa stali **A-0 (St0S-b)** $\rightarrow f_{yk} = 220 \text{ MPa}$, $f_{yd} = 190 \text{ MPa}$, $f_{tk} = 300 \text{ MPa}$

Średnica strzemion $\phi_s = 6 \text{ mm}$

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali **A-0 (St0S-b)**

Średnica prętów $\phi = 10 \text{ mm}$

Otulenie:

Klasa środowiska: **XC1**

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5 \text{ mm}$

\rightarrow nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20 \text{ mm}$

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa: trwała

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

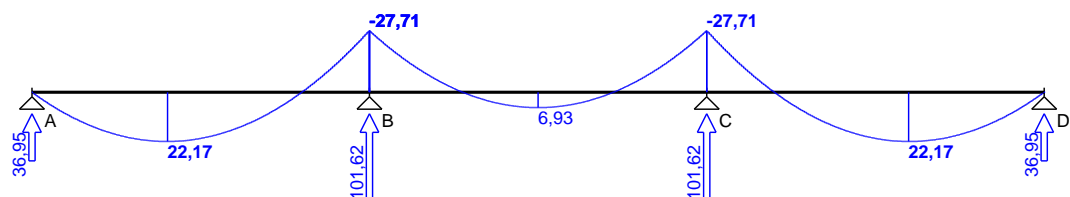
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$

Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

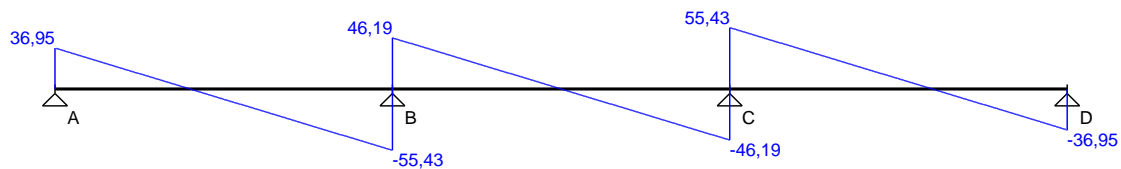
Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

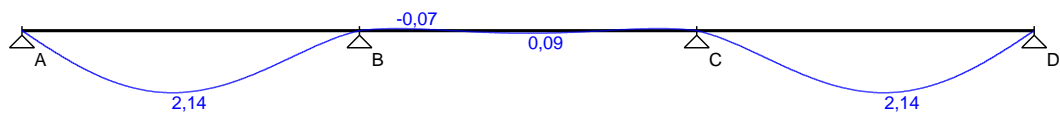
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

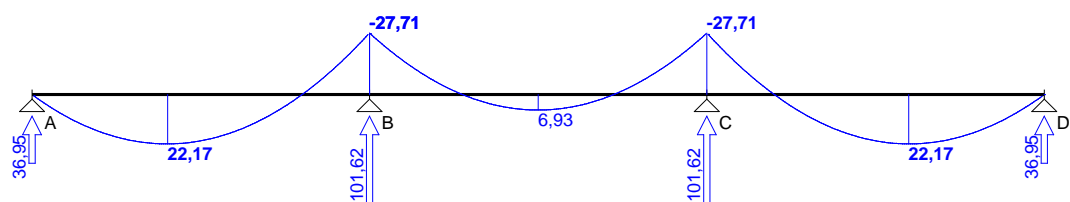


Ugięcia [mm]:

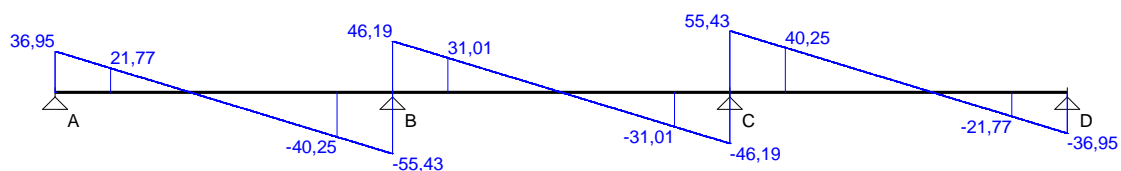


Obwiednia sił wewnętrznych

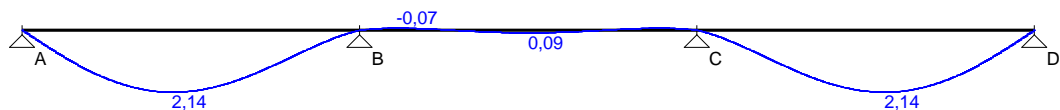
Momenty zginające [kNm]:



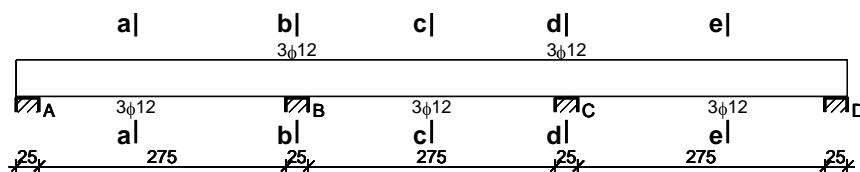
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE



Przęsło A - B:

Zginanie: (przekrój a-a)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 22,17 \text{ kNm}$

Przyjęto indywidualnie dołem $3\phi 12$ o $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,37\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 22,17 \text{ kNm} < M_{Rd} = 41,06 \text{ kNm}$ (54,0%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = (-)40,25 \text{ kN}$

Zbrojenie konstrukcyjne strzemionami dwuciętymi $\phi 6$ co 270 mm na całej długości przęsła

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = (-)40,25 \text{ kN} < V_{Rd1} = 46,33 \text{ kN}$ (86,9%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 16,65 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 16,65 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,111 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (36,9%)

Maksymalne ugięcie od $M_{Sk,lt}$: $a(M_{Sk,lt}) = 2,14 \text{ mm} < a_{lim} = 3000/200 = 15,00 \text{ mm}$ (14,3%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 38,72 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: rysy nie wyznaczono

Podpora B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)27,71 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne $A_{s1} = 2,24 \text{ cm}^2$. Przyjęto $3\phi 12$ o $A_s = 3,39 \text{ cm}^2$ ($\rho = 0,37\%$)
(decyduje warunek dopuszczalnej szerokości rys prostopadłych)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)27,71 \text{ kNm} < M_{Rd} = 41,06 \text{ kNm}$ (67,5%)

SGU:

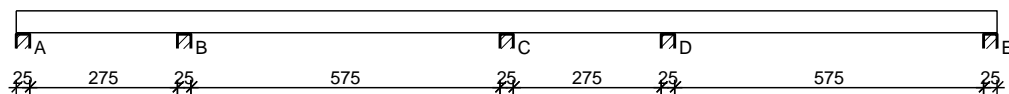
Moment podporowy charakterystyczny $M_{Sk} = (-)20,81 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = (-)20,81 \text{ kNm}$

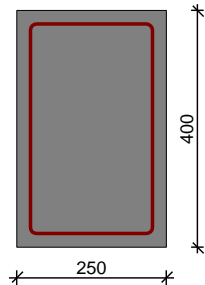
Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,159 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (53,0%)

Belka 2

SZKIC BELKI



GEOMETRIA BELKI



Wymiary przekroju:

Typ przekroju: prostokątny

Szerokość przekroju $b_w = 25,0 \text{ cm}$

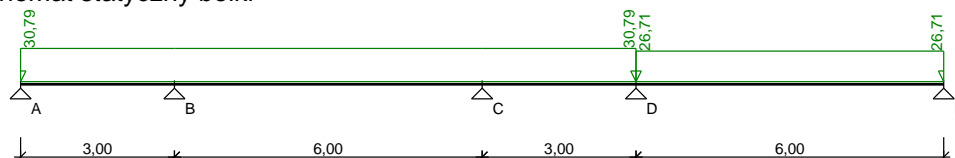
Wysokość przekroju $h = 40,0 \text{ cm}$

OBCIĄŻENIA NA BELCE

Zestawienie obciążeń rozłożonych [kN/m]:

Lp	Opis obciążenia	Obc.char.	γ_f	k_d	Obc.obl.	Zasięg [m]
1.	Obciążenia z płyt kanałowych	20,62	1,36	--	28,04	przęsło A-B
2.	Obciążenia z płyt kanałowych	20,62	1,36	--	28,04	przęsło B-C
3.	Obciążenia z płyt kanałowych	20,62	1,36	--	28,04	przęsło C-D
4.	Obciążenia z płyt kanałowych	17,62	1,36	--	23,96	przęsło D-E
5.	Ciężar własny belki [0,25m·0,40m·25,0kN/m ³]	2,50	1,10	--	2,75	cała belka

Schemat statyczny belki



DANE MATERIAŁOWE

Parametry betonu:

Klasa betonu: **C16/20 (B20)** → $f_{cd} = 9,07$ MPa, $f_{ctd} = 0,74$ MPa, $E_{cm} = 29,0$ GPa

Ciężar objętościowy $\rho = 25,0$ kN/m³

Maksymalny rozmiar kruszywa $d_g = 8$ mm

Wilgotność środowiska $RH = 50\%$

Wiek betonu w chwili obciążenia 28 dni

Współczynnik pełzania (obliczono) $\phi = 3,24$

Zbrojenie główne:

Klasa stali **A-III (34GS)** → $f_{yk} = 410$ MPa, $f_{yd} = 350$ MPa, $f_{tk} = 550$ MPa

Średnica prętów górnych $\phi_g = 14$ mm

Średnica prętów dolnych $\phi_d = 14$ mm

Strzemiona:

Klasa stali **A-0 (St0S-b)** → $f_{yk} = 220$ MPa, $f_{yd} = 190$ MPa, $f_{tk} = 300$ MPa

Średnica strzemion $\phi_s = 6$ mm

Zbrojenie montażowe:

Klasa stali **A-0 (St0S-b)**

Średnica prętów $\phi = 10$ mm

Belka prefabrykowana

Otulenie:

Klasa środowiska: **XC1**

Wartość dopuszczalnej odchyłki $\Delta c = 5$ mm

→ nominalna grubość otulenia $c_{nom} = 20$ mm

ZAŁOŻENIA

Sytuacja obliczeniowa:

- element konstrukcyjny o wyjątkowym znaczeniu

Cotanges kąta nachylenia ścisk. krzyżulców bet. $\cot \theta = 2,00$

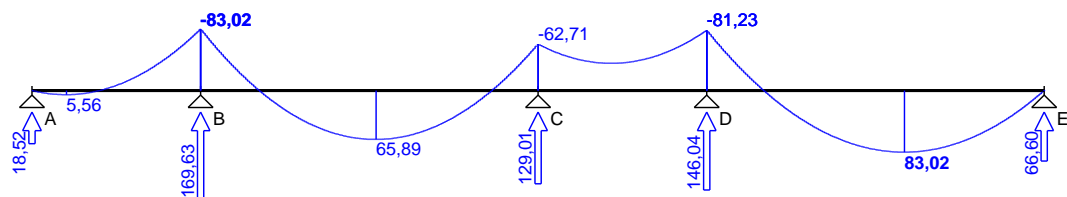
Graniczna szerokość rys $w_{lim} = 0,3$ mm

Graniczne ugięcie w przęsłach $a_{lim} = \text{jak dla belek i płyt (wg tablicy 8)}$

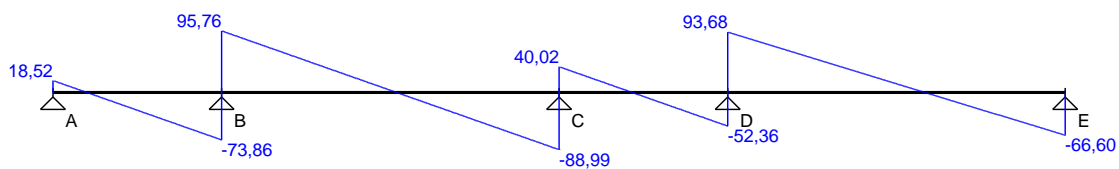
Graniczne ugięcie na wspornikach $a_{lim} = \text{jak dla wsporników (wg tablicy 8)}$

WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH

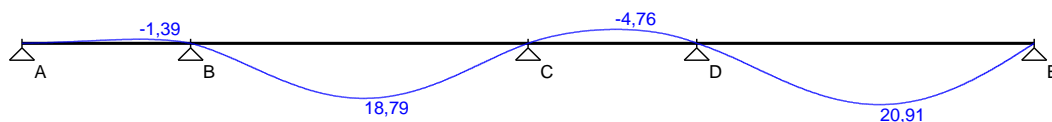
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

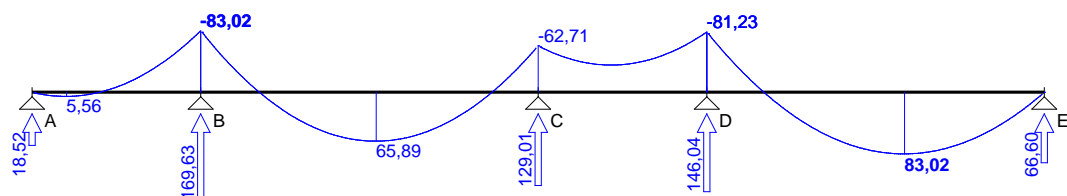


Ugięcia [mm]:

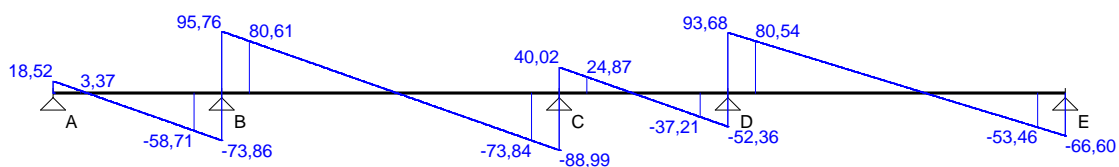


Obwiednia sił wewnętrznych

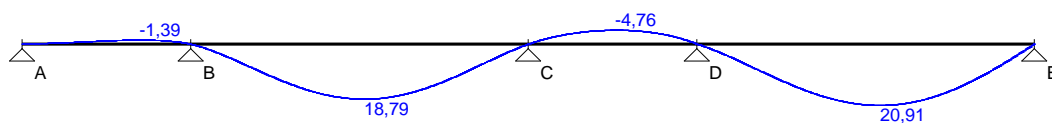
Momenty zginające [kNm]:



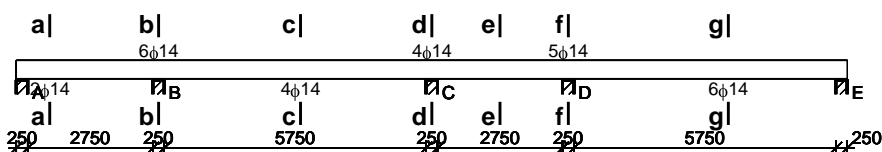
Siły poprzeczne [kN]:



Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE



Podpora B:

Zginanie: (przekrój b-b)

Moment podporowy obliczeniowy $M_{Sd} = (-)83,02 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne górne $A_{s1} = 7,72 \text{ cm}^2$. Przyjęto 6φ14 o $A_s = 9,24 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1,01\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = (-)83,02 \text{ kNm} < M_{Rd} = 95,59 \text{ kNm}$ (86,9%)

SGU:

Moment podporowy charakterystyczny $M_{Sk} = (-)62,35 \text{ kNm}$

Moment podporowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = (-)62,35 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,141 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (47,1%)

Przęsło D - E:

Zginanie: (przekrój g-g)

Moment przęsłowy obliczeniowy $M_{Sd} = 83,02 \text{ kNm}$

Zbrojenie potrzebne $A_s = 7,72 \text{ cm}^2$. Przyjęto 6φ14 o $A_s = 9,24 \text{ cm}^2$ ($\rho = 1,01\%$)

Warunek nośności na zginanie: $M_{Sd} = 83,02 \text{ kNm} < M_{Rd} = 95,59 \text{ kNm}$ (86,9%)

Ścinanie:

Miarodajna wartość obliczeniowa siły poprzecznej $V_{Sd} = 80,54 \text{ kN}$

Zbrojenie strzemionami dwuciętymi 6φ co 80 mm na odcinku 176,0 cm przy lewej podporze i na odcinku 72,0 cm przy prawej podporze oraz co 270 mm na pozostałej części belki

Warunek nośności na ścinanie: $V_{Sd} = 80,54 \text{ kN} < V_{Rd3} = 88,72 \text{ kN}$ (90,8%)

SGU:

Moment przęsłowy charakterystyczny $M_{Sk} = 62,53 \text{ kNm}$

Moment przęsłowy charakterystyczny długotrwały $M_{Sk,lt} = 62,53 \text{ kNm}$

Szerokość rys prostopadłych: $w_k = 0,142 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (47,3%)

Maksymalne ugięcie od M_{Sk} : $a(M_{Sk}) = 20,91 \text{ mm} < a_{lim} = 6000/200 = 30,00 \text{ mm}$ (69,7%)

Miarodajna wartość charakterystyczna siły poprzecznej $V_{Sk,lt} = 68,04 \text{ kN}$

Szerokość rys ukośnych: $w_k = 0,223 \text{ mm} < w_{lim} = 0,3 \text{ mm}$ (74,2%)

Wniosek:

Przy spełnieniu w/w założeń nośność podciągów podpierających płyty kanałowe stropodachów została zachowana.

Montaż instalacji fotowoltaicznej o ciężarze do 60kg/m² nie spowoduje przekroczenia stanów granicznych nośności elementów konstrukcyjnych stropodachu na budynku przedszkola nr 10