



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 6**

Kategoria obiektu: **IX**

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

Adres Inwestycji: Przedszkole Miejskie Nr 6
ul. Tadeusza Kościuszki
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 6 w Kołobrzegu jest obiektem wolnostojącym w kształcie prostokąta z dobudówką od strony wschodniej. Część główna budynku posiada dwie kondygnacje nadziemne i nie jest podpiwniczona. Dobudówka jest obiektem parterowym bez podpiwniczenia.

Obiekt o łącznych wymiarach zewnętrznych 53,47 x 15,18 m, zlokalizowanym osią podłużną w układzie wschód - zachód z niewielkim odchyleniem w kierunku południowym. W budynku można wyróżnić dwie podstawowe części:

- budynek przedszkola - część dwukondygnacyjna,
- część techniczna - parterowa,

Każda z części budynku posiada oddzielne wejścia. Budynek posiada dwie klatki schodowe wewnętrzne. Objęty opracowaniem budynek konstrukcji uprzemysłowionej - prefabrykowane elementy wielkoblokowe dla budynków.

Ławy oraz stopy fundamentowe wykonane jako żelbetowe, ściany fundamentowe wykonane jako monolityczne betonowe wykonane na mokro.

Ściany zewnętrzne kondygnacji nadziemnych wykonane jako prefabrykowane z płyt ściennych kanałowych gr. 24 cm licowane bloczkami gazobetonowymi gr. 12 cm, wszystkie ściany zewnętrzne docieplone styropianem gr. 13 cm.

Stropy międzykondygnacyjne w budynku wykonane jako prefabrykowane - z płyt kanałowych w rozpiętości 6,0 m, wsparte na ścianach konstrukcyjnych oraz podciągach monolitycznych żelbetowych.

Stropodach nad budynkiem wentylowany, wykonane jako dwuspadowy z płyt korytkowych wspartych na ściankach ażurowych. Ściany ażurowe wsparte na stropie właściwym.

Kąt nachylenia stropodachów 5% pokrycie stanowi papa.

Stropodach nad częścią parterową niewentylowany, wykonany jako jednospadowy z płyt kanałowych układanych ze spadkiem. Kąt nachylenia stropodachu 5% pokrycie stanowi papa.

Odprowadzenie wód opadowych z połaci dachowych poprzez istniejący system rur spustowych do kanalizacji deszczowej oraz częściowo powierzchniowo na teren własny nieutwardzony z zadaszeń nad wejściami.

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 ·0,02m]	0,21	1,35	--	0,28
4.	Płyty paździerzowe izolacyjne grub. 4 cm [5,0kN/m ³ ·0,05m]	0,20	1,35	--	0,27
Σ:		0,56	1,35	--	0,76

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. Ciężar termomodernizacji

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m ²	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m ²
1.	Papa na podłożu betonowym bez posypania żwirkiem, podwójnie [0,100kN/m ²]	0,10	1,35	--	0,14
2.	Styropian grub. 22 cm [0,45kN/m ³ ·0,22m]	0,10	1,35	--	0,13
Σ :		0,20	1,35	--	0,27

Tablica 4. 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 5. Ciężar własny ścianki ażurowej

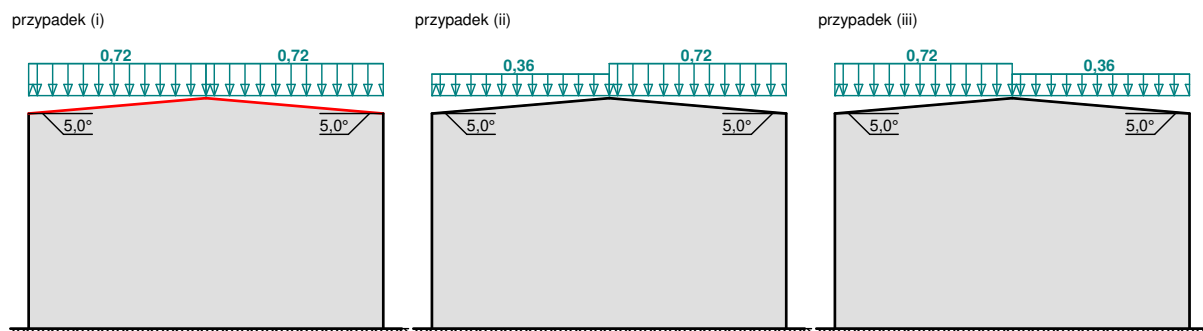
Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Mur z cegły (cegła cementowa pełna) grub. 12 cm i szer.0,46 m [22,000kN/m ³ ·0,12m·0,46m]	1,21	1,35	--	1,63
Σ :		1,21	1,35	--	1,63

Tablica 6. 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 :		0,71	1,35	--	0,96

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy dwupołaciowe (5.3.3)

s [kN/m²]



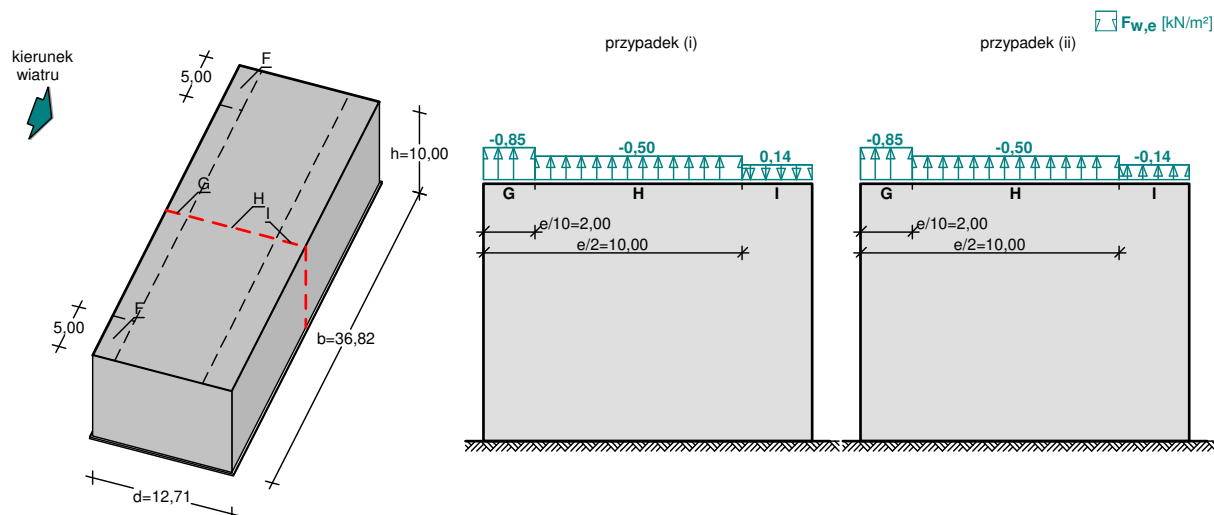
Cały dach - przypadek (i) - równomierny układ obciążenia:

- Dach dwupołaciowy
- 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: $\alpha = 5,0^\circ$
 $\mu_2 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne śniegiem:

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

Obciążenie wiatrem wg PN-EN 1991-1-4 / Dachy płaskie - ciśnienie zewnętrzne (7.2.3)



- Dach płaski o wymiarach: $b = 36,82 \text{ m}$, $d = 12,71 \text{ m}$
- Budynek o wysokości $h = 10,00 \text{ m}$
- Dach o krawędziach ostrych
- Wymiar $e = \min(b, 2 \cdot h) = 20,0 \text{ m}$
- Obliczany element: element konstrukcyjny

- Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru:
Strefa obciążenia wiatrem 1; A = 300 m n.p.m.
 $v_{b,0} = 22 \text{ m/s}$ (wg załącznika krajowego)
- Współczynnik kierunkowy: $c_{dir} = 1,0$
- Współczynnik sezonowy: $c_{season} = 1,00$
- Bazowa prędkość wiatru: $v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b,0} = 22,00 \text{ m/s}$
- Kategoria terenu II $\rightarrow z_0 = 0,05 \text{ m}$, $z_{min} = 2 \text{ m}$
- Wysokość odniesienia: $z_e = h = 10,00 \text{ m}$
- Współczynnik orografii: $c_o(z_e) = 1$
- Współczynnik turbulencji: $k_t = 1,0$
- 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: $v_m(z_e) = c_r(z_e) \cdot c_o(z_e) \cdot v_b = 22,15 \text{ m/s}$
- Intensywność turbulencji: $I_v(z_e) = k_t / (c_o(z_e) \cdot \ln(z_e/z_0)) = 0,189$
- Gęstość powietrza: $\rho = 1,25 \text{ kg/m}^3$
- Szczytowe ciśnienie prędkości: $q_p(z_e) = [1 + 7 \cdot I_v(z_e)] \cdot (1/2) \cdot \rho \cdot v_m^2(z_e) = 711,6 \text{ Pa} = 0,712 \text{ kPa}$
- Współczynnik konstrukcyjny: $c_{sCd} = 1,000$

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

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -1,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,712 \cdot (-1,2) = \mathbf{-0,85 \text{ kN/m}^2}$$

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

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,7$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,712 \cdot (-0,7) = \mathbf{-0,50 \text{ kN/m}^2}$$

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

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = 0,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,712 \cdot 0,2 = \mathbf{0,14 \text{ kN/m}^2}$$

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

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego: $c_{pe} = c_{pe,10} = -0,2$

Siła oddziaływania wiatru na powierzchnię zewnętrzną:

$$F_{w,e} = c_{sCd} \cdot q_p(z_e) \cdot c_{pe} = 1,000 \cdot 0,712 \cdot (-0,2) = \mathbf{-0,14 \text{ kN/m}^2}$$

5. Sprawdzenie nośności płyty stropowej kanałowej.

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	– 0,56 kN/m ²
- ciężar termomodernizacji	– 0,20 kN/m ²
- ciężar instalacji fotowoltaicznej	– 0,06 kN/m ²
- obciążenie śniegiem	– 0,72 kN/m ²
- <u>parcie wiatru</u>	<u>– 0,14 kN/m²</u>

Łącznie – 1,68 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. $1,67 \text{ kN/m}^2 < 2,69 \text{ kN/m}^2$

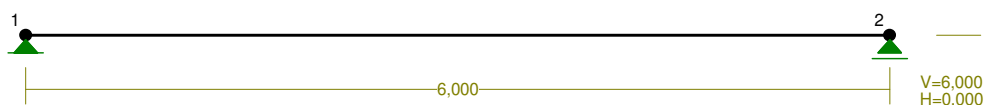
6. Sprawdzenie nośności płyty stropowej kanałowej.

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 + ciężar termomodernizacji	5,80	1,35	--	7,83
2.	Ciężar instalacji fotowoltaicznej	1,80	1,35	--	2,43
3.	Ciężar ścianki ażurowej	1,21	1,35	--	1,63
4.	Obciążenie śniegiem	2,16	1,50	--	3,24
5.	Obciążenie wiatrem	0,42	1,50	--	0,63
Σ :		11,39	1,38	--	15,86

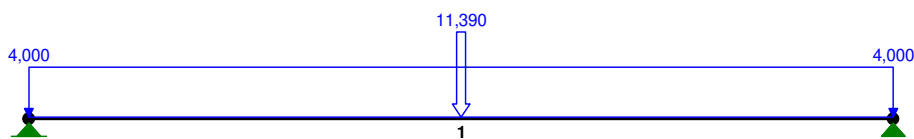
WĘZŁY:



PODPORY:

P o d a t n o ś c i

Węzeł:	Rodzaj:	Kąt:	$D_x (D_o^*) :$ [m / k N]	$D_y :$	$D F_i :$ [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	11,390		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****Kombinatoryka obciążeń**

RM_Win v. 12.1 licencja nr 43302

OBCIĄŻENIOWE WSPÓŁ. BEZPIECZ.:

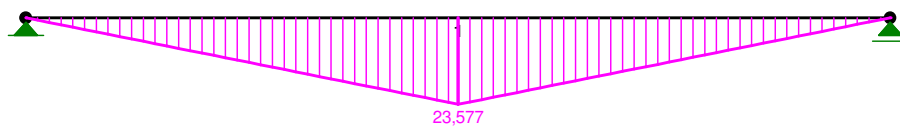
Grupa:	Znaczenie:	γ_f :	ψ_d :
A -"ciężar z dachu"	Stałe	1,38/1,00	
B -"obciążenie dopuszczalne"	Zmienne	1 1,50	1,00

RELACJE GRUP OBCIĄŻEŃ:

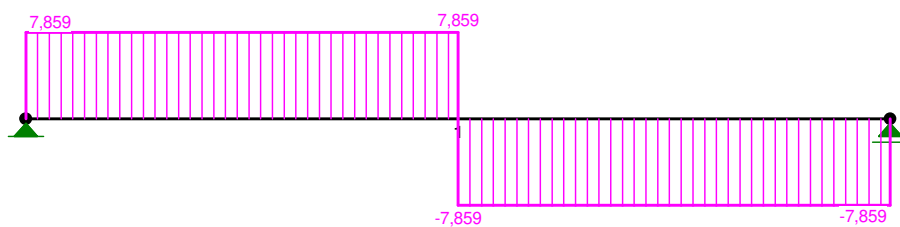
Grupa obc.:	Relacje:
A -"ciężar z dachu"	EWENTUALNIE Nie występuje z: B
B -"obciążenie dopuszczalne"	EWENTUALNIE Nie występuje z: A

SIŁY PRZEKROJOWE OD OBCIĄŻEŃ Z DACHU

MOMENTY:



TNĄCE:



SIŁY PRZEKROJOWE:

T.I rzędu

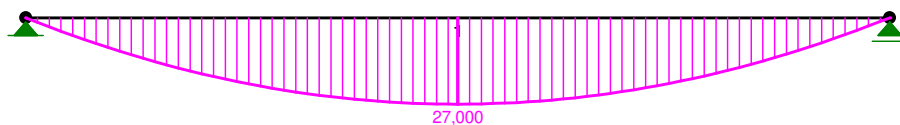
Obciążenia obl.: A

Pręt:	x/L:	x [m]:	M [kNm]:	Q [kN]:	N [kN]:
1	0,00	0,000	0,000	7,790	0,000
	0,50	3,000	23,370*	7,790	0,000
	0,50	3,000	23,370	-7,790*	0,000
	1,00	6,000	0,000	-7,790	0,000

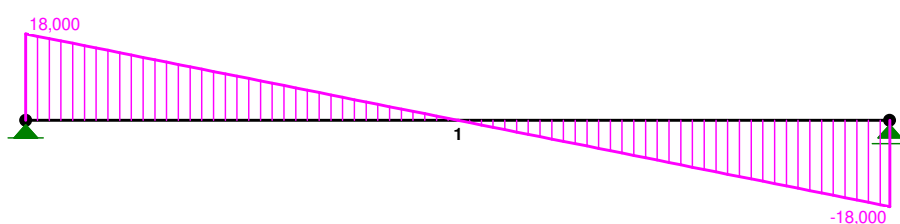
* = Wartości ekstremalne

SIŁY PRZEKROJOWE OD OBCIĄŻEŃ DOPUSZCZALNYCH

MOMENTY:



SIŁY PRZĘTOWE:



SIŁY PRZĘTOWE:

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.
Montaż instalacji fotowoltaicznej o ciężarze do 60kg/m² oraz wykonanie docieplenia dachu nie spowoduje przekroczenia stanów granicznych nośności elementów konstrukcyjnych stropodachu na budynku przedszkola nr 6