PRACOWNIA INŻYNIERSKA mgr inż. CZESŁAW HODUREK ul.Kasztelańska 20 30-116 Kraków tel. 00 48-12-634-09-27
www.pracowniainzynierska.com e-mail: hodurek@pracowniainzynierska.com
hodurek@poczta.onet.pl

# EKSPERTYZA TECHNICZNA

## nośności konstrukcji dachowej Szkoły Podstawowej nr 55 przy ul. Dobczyckiej 20 w Krakowie

**ZAMAWIAJĄCY:** **Gmina Miejska Kraków**
**pl. Wszystkich Świętych 3-4**
**31-004 Kraków**
**Reprezentowana przez**
**Klimat – Energia – Gospodarka Wodna**
**w Krakowie**

**OPRACOWAŁ:** **mgr inż. Czesław Hodurek**

**WSPÓŁPRACA:** **mgr inż. Mateusz Hodurek**
**mgr inż. Marek Leśnik**
**mgr inż. arch. Julian Wandzilak**

*Kraków, grudzień 2020*

## Spis treści

**I. CZĘŚĆ OPISOWA ..... 3**

1. UPRAWNIENIA I ZAŚWIADCZENIA ..... 4

2. PODSTAWY OPRACOWANIA ..... 8

3. CEL I ZAKRES EKSPERTYZY ..... 9

4. OPIS OGÓLNY ZABUDOWY ..... 9

5. OPIS SZCZEGÓŁOWY KONSTRUKCJI DACHOWEJ ..... 10

6. SPRAWDZENIE IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ PRZEGRODY W ŚWIETLE OBOWIĄZUJĄCYH WARUNKÓW TECHNICZNYCH ..... 13

7. ANALIZA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWA ..... 17

8. WNIOSKI ..... 39

9. ZALECENIA ..... 40

10. INSTRUKCJA ODŚNIEŻANIA DACHU ..... 40

**II. CZĘŚĆ FOTOGRAFICZNA ..... 43**

FOT.1÷6

**III. CZĘŚĆ RYSUNKOWA ..... 47**

RYS. NR 1 – INWENTARYZACJA POGLĄDOWA DACHU

RYS. NR 2 – PLAN MOŻLIWYCH OBCIĄŻEŃ OD PANELI FOTOWOLTAICZNYCH

# I. CZĘŚĆ OPISOWA

# 1. UPRAWNIENIA I ZAŚWIADCZENIA

POLSKA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Zaświadczenie
o numerze weryfikacyjnym:
MAP-AVS-ITU-LC2 *

Pan Czesław Hodurek o numerze ewidencyjnym MAP/BO/1661/01
adres zamieszkania ul. Jar 11, 30-698 Kraków
jest członkiem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne do dnia 2020-12-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2019-12-03 roku przez:

Mirosław Boryczko, Przewodniczący Rady Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

URZĄD MIASTA KRAKOWA
Wydział Planowania Przestrzennego
Urbanistyki, Architektury i Nadzoru Budowl.
ul. Przy Rondzie 12 tel. c. 11-20-22

Kraków, dnia 17 listopada 1986r.

Nr.UA.N-Upr.405/86

DECYZJA O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO DO PEŁNIENIA SAMODZIELNYCH FUNKCJI TECHNICZNYCH W BUDOWNICTWIE

Na podstawie § 4 ust.2, § 6 ust.3, §7, § 13, ust.1, pkt.2, rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowisk z dnia 20 lutego 1975r. w sprawie samodzielnych funkcji technicz nych w budownictwie /Dz.U.Nr.8, poz.46/

stwierdza się, że:

Obywatel Czesław HODUREK - magister - inżynier budownictwa, urodzony dnia 18 lutego 1958r. w Myślenicach, posiada przygotowa nie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji: projektanta, w specjalności: konstrukcyjno-budowlanej.

Obywatel Czesław HODUREK, jest upoważniony do:

1/ sporządzania projektów w zakresie rozwiązań konstrukcyjno-budowlanych budynków oraz innych budowli, z wyłączeniem linii węzłów i stacji kolejowych, dróg oraz lotniskowych dróg startowych i manipulacyjnych, mostów, budowli hydrotechnicznych i melioracji wodnych.

2/ sporządzania w budownictwie osób fizycznych projektów w zakresie rozwiązań architektonicznych.

   a/ budynków inwentarskich i gospodarczych, adaptacji projektó typowych i powtarzalnych innych budynków oraz sporządzania planów z zagospodarowania działki związanych z realizacja tych budynków.

   b/ budowli nie będących budynkami.

3/ w budownictwie osób fizycznych - kierowania, nadzorowania, i kontrolowania budowy, kierowania i kontrolowamia wytwarzania konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz oceniania i badania stanu technicznego obiektów budowlanych.

Otrzymują:
1. mgr inż.Czesław Hodurek
2. a/a.

Z-ca Dyrektora Wydziału
mgr Andrzej Gajda

Za zgodność z oryginałem:

POLSKA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

Krajowa Komisja Kwalifikacyjna
KK-0056-0010/09

Warszawa, dnia 31 lipca 2009 r.

**DECYZJA Nr RZE/X/ 0024/09**

Na podstawie art. 36 ust.1 pkt. 3 ustawy z 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (Dz. U. z 2001 r. Nr 5, poz.42 z późn. zm.) w związku z art. 15 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 z późn. zm.), po rozpatrzeniu wniosku Pana mgr inż. Czesława Hodurka z dnia 26 marca .2009 r. oraz dokumentów stwierdzających wymagane wykształcenie, praktykę zawodową i uprawnienia budowlane z dnia 17 listopada 1986 r. Nr UA.N-Upr.405/86, z dnia 16 czerwca 1997 r. Nr NB.III.7342/137/97, a także znaczący dorobek praktyczny w zakresie objętym rzeczoznawstwem

**Krajowa Komisja Kwalifikacyjna Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa**
**nadaje**

**Panu Czesławowi Hodurkowi**
**ur. dnia 18 lutego 1958 r. w Myślenicach**

**magistrowi inżynierowi budownictwa**

**tytuł**

## RZECZOZNAWCY BUDOWLANEGO

**w specjalności konstrukcyjno – budowlanej obejmującej projektowanie w zakresie konstrukcji budowlanych.**

Pan mgr inż. Czesław Hodurek może wykonywać funkcję rzeczoznawcy budowlanego na terenie całego kraju w wyżej wymienionym zakresie.

**Uzasadnienie**

Krajowa Komisja Kwalifikacyjna Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa na podstawie złożonych dokumentów i przeprowadzonego postępowania kwalifikacyjnego ustaliła, że Pan mgr inż. Czesław Hodurek spełnia wymagania określone w art. 15 ust. 1 ustawy z 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 z późn. zm.). W związku z powyższym Krajowa Komisja Kwalifikacyjna orzekła jak w sentencji.

■

**Pouczenie:**

Od niniejszej decyzji przysługuje wniosek o ponowne rozpatrzenie sprawy do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa, 00-048 Warszawa, ul. Mazowiecka 6/8, w terminie 14 dni od daty otrzymania decyzji.

POLSKA IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

**Skład Orzekający**
**Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej:**

**- Prof. zw. dr hab. inż. Kazimierz Szulborski** .....
**Przewodniczący Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej**

**- Mgr inż. Piotr Koczwara** .....

**- Mgr inż. Wojciech Płaza** .....

Otrzymują:
1. Pan Czesław Hodurek, ul. Jar 11, 30-698 Kraków
2. Małopolska Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a

za zgodność z oryginałem!

Pan Czesław Hodurek uiścił opłatę w kwocie 10 zł (dziesięć złotych) na rachunek bankowy Urzędu Dzielnicy Śródmieście m. st. Warszawy zgodnie z ustawą z dnia 16 listopada 2006 r. o opłacie skarbowej (Dz.U. Nr 225, poz. 1635 z późn. zm.).

**GŁÓWNY INSPEKTOR NADZORU BUDOWLANEGO**

DSW/INN/601/2688/09
MPI

Warszawa, 2009-09-14

## DECYZJA

Na podstawie art. 88 a ust. 1 pkt 3 lit. b ustawy z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo budowlane (Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118, z późn. zm.) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071, z późn. zm.),

**CZESŁAW HODUREK**
**magister inżynier budownictwa**

ustanowiony na mocy decyzji

wydanej przez Krajową Komisję Kwalifikacyjną Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa

w dniu 31.07.2009 r., znak: KK-0056-0010/09

Nr RZE/X/0024/09

Rzeczoznawcą Budowlanym

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

obejmującej projektowanie

w zakresie konstrukcji budowlanych

**został wpisany**
**DO CENTRALNEGO REJESTRU RZECZOZNAWCÓW BUDOWLANYCH**
**pod pozycją 24/09/R/C**

Decyzja niniejsza jako uwzględniająca w całości żądania strony, zgodnie z art. 107 § 4 Kpa nie wymaga uzasadnienia.

Niniejsza decyzja jest ostateczna. W związku z powyższym, w oparciu o art. 12 ust. 7 ustawy Prawo budowlane stanowi podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie.

Strona może w terminie 14 dni od daty doręczenia decyzji wystąpić, na podstawie art. 127 § 3 Kpa oraz stosownie do uchwały Naczelnego Sądu Administracyjnego z dnia 9 grudnia 1996 r., sygn. akt OPS 4/96, z wnioskiem o ponowne rozpatrzenie sprawy.

z upoważnienia
GŁÓWNEGO INSPEKTORA NADZORU BUDOWLANEGO
DYREKTOR DEPARTAMENTU SKARG I WNIOSKÓW
Anna Janiszewska

GŁÓWNY URZĄD NADZORU BUDOWLANEGO NR 1

Za zgodność z oryginałem

Otrzymują:
1. Pan Czesław Hodurek
   ul. Jar 11
   30-698 Kraków
2. Krajowa Komisja Kwalifikacyjna PIIB
3. aa

## 2. PODSTAWY OPRACOWANIA

2.1. Umowa nr KEGW/79/2020

2.2. „Szkoła Podstawowa SPS Segment 15 sal przedmiotów różnych os. Wola Duchacka – Zachód. Projekt techniczny - konstrukcja" – opracowany przez Miastoprojekt Kraków w grudniu 1981r. – fragmenty

2.3. „Szkoła Podstawowa SPS Segment 8 sal specjalnych i pracowni os. Wola Duchacka – Zachód. Projekt techniczny - konstrukcja" – opracowany przez Miastoprojekt Kraków w grudniu 1981r. – fragmenty

2.4. „Szkoła Podstawowa SPS Segment wychowania fizycznego (sala gimnastyczna) os. Wola Duchacka – Zachód. Projekt techniczny - konstrukcja" – opracowany przez Miastoprojekt Kraków w grudniu 1980r. – fragmenty

2.5. System Projektowania Segmentowego Budownictwa Oświaty – Szkoły Segment 15 sal przedmiotów różnych. Technologia wielkoblokowa. Projekt podstawowy konstrukcji. Obliczenia statyczne" – COBPBO, Warszawa sierpień 1974r. – fragmenty

2.6. Szkoła podstawowa SPS Kraków os. Wola Duchacka – zachód Projekt techniczny architektury segment 8 sal specjalnych i pracowni SPS – opisany przez Miastoprojekt Kraków – z kwietnia 1981r. – fragmenty

2.7. „Projekt docieplenia budynku Szkoły Podstawowej nr 55" – opracowany przez Goltech Usługi Inżynierskie Piotr Gola – z kwietnia 2018r.

2.8. Albumy i Katalogi elementów prefabrykowanych opracowane przez Centralny Ośrodek Badawczo – Projektowy Budownictwa Ogólnego

2.9. Album Elementów Wielkoblokowych dla typowych budynków szkolnych B-8/6/71 Cześć I – Elementy wielkoblokowe dla typowych budynków szkolnych opracowane przez Centralny Ośrodek Badawczo – Projektowy Budownictwa Ogólnego

2.10. Album Elementów Wielkoblokowych dla typowych budynków szkolnych B-8/6/71 Cześć II – węzły i połączenia opracowane przez Centralny Ośrodek Badawczo – Projektowy Budownictwa Ogólnego

2.11. „Poradnik inżyniera i technika budowlanego" T.2 – cz. II Arkady, Warszawa 1969r.

2.12. Monografia Budownictwo betonowe t.VII „Zagadnienia ogólne prefabrykacji" – wyd. Arkady, Warszawa 1969r.

2.13. J. Kobiak, W. Stachurski: „Konstrukcje żelbetowe" – t. 1, Arkady, Warszawa 1984r.

2.14. Tadeusz Krzyśpiak „Konstrukcje stalowe hal", Arkady, Warszawa 1976r.

2.15. „System Budownictwa Przemysłowego P-70" – Arkady, Warszawa 1976r.

2.16. „System Budownictwa Mieszkaniowego o Ogólnego" Arkady, Warszawa 1974r.

2.17. Polskie Normy Budowlane, Eurokody i Literatura techniczna – związane z tematem opracowania

## 3. CEL I ZAKRES EKSPERTYZY

Celem niniejszej ekspertyzy jest ocena stanu technicznego dachów oraz rozeznanie możliwości dociążenia ich instalacją fotowoltaiczną.

Zakres obejmuje:

- Oględziny ogólne i szczegółowe budynku
- Analizę istniejącej dokumentacji archiwalnej
- Dokumentację fotograficzną
- Analizę statyczno – wytrzymałościową
- Obliczenia cieplne
- Sformułowanie wniosków
- Podanie zaleceń konstrukcyjnych

## 4. OPIS OGÓLNY ZABUDOWY

Szkoła Podstawowa nr 55 w Krakowie przy ul. Dobczyckiej 20 wybudowana została na początku lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku.

Zabudowa składa się z:

- Dwóch trójtaktowych pawilonów „A" i „D"
- Przewiązki „F" w kształcie litery „L" o wymiarach ok. 6,25x12,0 + 6,50x17,15m łączącej pawilony z salą gimnastyczną
- Sali gimnastycznej z zapleczem o wymiarach 20,90x24,50m

**Pawilony A i D**

Pawilony wykonano z typowych elementów prefabrykowanych wielkoblokowych, opartych o technologię „cegły żerańskiej".

Budynki są dwupiętrowe, podpiwniczone, z nieużytkowym, niskim poddaszem wentylowanym. Prefabrykaty produkowano w oparciu o Katalog Budownictwa KB.1.

Układ konstrukcyjny budynków – podłużny. Stropy nad drugim piętrem wykonano z płyt kanałowych gr. 24cm. Konstrukcję pokrycia dachowego stanowią typowe płyty korytkowe otwarte o wymiarach (osiowych) 0,6x3,0m na których ułożono pokrycie dachowe z papy

termozgrzewalnej. Płyty korytkowe oparte są na ściankach ażurowych z cegły dziurawki.

**Przewiązka – łącznik „F"**

Stropodach nad przewiązką jest wentylowany. Jego konstrukcję stanowi strop z płyt żelbetowych prefabrykowanych kanałowych. Na tym stropie za pośrednictwem ścianek ażurowych oparto płyty PGS – stanowiące przekrycie dachowe. Pokrycie dachowe wykonano z kilku warstw papy termozgrzewalnej

**Sala gimnastyczna wraz z zapleczem**

Sala gimnastyczna posiada typową konstrukcję wykonaną w oparciu o Katalog Budownictwa KB.1. Konstrukcję nośną dachu stanowią typowe prefabrykowane dźwigary strunobetonowe, sprężone dwuteowe SB-I-65 o wysokości 65cm w rozstawie co 3,0m (w osiach). Na dźwigarach strunobetonowych ułożono jako pokrycie płyty korytkowe zamknięte o wymiarach 0,6x3,0m.

Nad zapleczem wykonano przekrycie dachowe z płyt korytkowych na ściankach ażurowych z cegły kratówki. Ścianki ażurowe stoją na stropodachu z płyt żelbetowych kanałowych prefabrykowanych.

Pokrycie dachowe sali gimnastycznej wraz z zapleczem stanowi kilka warstw papy termozgrzewalnej.

## 5. OPIS SZCZEGÓŁOWY KONSTRUKCJI DACHOWEJ

W ramach realizacji niniejszego zadania przeprowadzono wizję lokalną w zabudowaniach Szkoły Podstawowej nr 27 połączoną z oględzinami ogólnymi i szczegółowymi konstrukcji oraz badaniami makroskopowymi. Przeprowadzono również przegląd częściowo zachowanej dokumentacji archiwalnej.

Stwierdzono:

**Pawilony A i D**

Wybudowano je na planach prostokątnych o wymiarach A:18,50x33,50m B:18,50x21,50m.

Układ konstrukcyjny budynków jest podłużny – trójtraktowy. Podłużne ściany nośne wykonano jako prefabrykowane w technologii „cegły żerańskiej". Na ścianach podłużnych (zewnętrznych i wewnętrznych) opiera się strop nad drugim piętrem, który stanowi konstrukcję stropodachu. Strop wykonano z płyt żelbetowych, kanałowych prefabrykowanych „żerańskich" produkowanych wg katalogów KB4-2.2.2.24/9/ - z modyfikacjami Centralnego Ośrodka Badawczo – Projektowego Budownictwa Ogólnego. Zastosowano typowe płyty A/600/150 i

A/600/120 (o rozpiętościach osiowych 6,0m) dla obciążenia zewnętrznego charakterystycznego (poza ciężarem własnym): $p_k$=400 kG/m$^2$ tj. $p_k$=4,0 kN/m$^2$. Beton płyt marki „200", stal zbrojeniowa 34GS wg PN-B – 03260:1956 „Konstrukcje żelbetowe ‚Obliczenia statyczne i projektowanie". Na płytach kanałowych w rozstawie osiowym 3,0m, w układzie podłużnym wykonano ścianki ażurowe z cegły dziurawki, płyty korytkowe otwarte 0,6x3,0m (wymiary osiowe) o wysokości 10cm. Produkowane zgodnie z KB1-31.6.3/14/-71 (opracowanie B/8-1/71) o dopuszczalnym obciążeniu zewnętrznym charakterystycznym (poza ciężarem własnym) $p_{ch}$=1,8 kN/m$^2$. Stropodach budynku jest wentylowany. Budynek po termomodernizacji.

Warstwy stropodachu (po dociepleniu) - opis od dołu do góry:

- Tynk cementowo – wapienny – 1,5cm
- Płyta kanałowa – 24cm
- Wełna żużlowa – 7cm
- Wylewka cementowa – 1,5cm
- Wełna mineralna wdmuch – 18cm
- Pustka powietrzna
- Płyta korytkowa – 10cm
- 2x papa termozgrzewalna

**Przewiązka – łącznik „F"**

Konstrukcję nośną stropodachu stanowi strop z płyt kanałowych prefabrykowanych o grubości 24cm produkowanych wg katalogów KB4.2.2.2.24/9 z modyfikacjami Centralnego Ośrodka Badawczo – Projektowego Budownictwa Ogólnego. Zastosowano typowe płyty A/600/150 i A/600/120 (o rozpiętościach osiowych 6,0m) dla obciążenia zewnętrznego charakterystycznego (poza ciężarem własnym): $p_k$=400 kG/m$^2$ tj. $p_k$=4,0 kN/m$^2$. Beton płyt marki „200", stal zbrojeniowa 34GS wg PN-B – 03260:1956 „Konstrukcje żelbetowe ‚Obliczenia statyczne i projektowanie". Na płytach kanałowych w rozstawie osiowym 3,0m, w układzie podłużnym wykonano ścianki ażurowe z cegły dziurawki, na których ułożono jako przekrycie płyty prefabrykowane PGS o grubości 12cm o dopuszczalnym obciążeniu zewnętrznym charakterystycznym (poza ciężarem własnym) $p_{ch}$=1,0 kN/m$^2$. Stropodach budynku jest wentylowany. Budynek po termomodernizacji.

Warstwy stropodachu (po dociepleniu) - opis od dołu do góry:

- Tynk cementowo – wapienny – 1,5cm
- Płyta kanałowa – 24cm
- Wełna żużlowa – 7cm
- Wylewka cementowa – 1,5cm
- Wełna mineralna wdmuch – 18cm
- Pustka powietrzna
- Płyta prefabrykowana PGS – 12cm
- 2x papa termozgrzewalna

**Sala gimnastyczna wraz z zapleczem**

Konstrukcja zadaszenia sali gimnastycznej stanowi układ prefabrykowanych dwuteowych dźwigarów strunobetonowych. SB-I-65/12 wg Katalogu KB1-31.6.1/7/-69 – opracowanie Bistyp nr 14575/9.

Dźwigary rozmieszczone są co 3,0m (w osiach) i opierają się na słupach żelbetowych usytuowanych w ścianach podłużnych sali gimnastycznej.

Na dźwigarach strunobetonowych ułożone są prefabrykowane płyty korytkowe zamknięte o wymiarach 0,6x3,0m (w osiach) i wysokości 10cm wykonane wg KB1-31.6.3/6/-60 – opracowanie Bistyp B-8/2/71. Dopuszczalne obciążenie zewnętrzne charakterystyczne dla płyt korytkowych (poza ciężarem własnym): $p_{ch}$=1,8 kN/m$^2$.

Warstwy stropodachu (po docieplenu) opis od dołu do góry:

- Dźwigar strunobetonowy SB-I-65/12 o wysokości 50cm
- Płyta korytkowa – 10cm
- Lepik – 3cm
- Styropian – 3cm
- Gładź cementowa – 4cm
- 2 x Papa termozgrzewalna ~1cm
- Styropapa – 17cm
- Papa termozgrzewalna

## 6. SPRAWDZENIE IZOLACYJNOŚCI CIEPLNEJ PRZEGRODY W ŚWIETLE OBOWIĄZUJĄCYH WARUNKÓW TECHNICZNYCH

Na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej połączonej z analizą istniejącej dokumentacji archiwalnej stwierdzono następujące warstwy:

SP 55 - budynek szkoły

Warstwy stropodachu (po dociepleniu) - opis od dołu do góry:

- Tynk cementowo – wapienny – 1,5cm
- Płyta kanałowa – 24cm
- Wełna żużlowa – 7cm
- Wylewka cementowa – 1,5cm
- Wełna mineralna wdmuch – 18cm
- Pustka powietrzna
- Płyta korytkowa – 10cm
- 2x papa termozgrzewalna

SP 55- budynek Sali gimnastycznej

Warstwy stropodachu (po dociepleniu) - opis od dołu do góry:

- Dźwigar strunobetonowy SB-I-65/12 o wysokości 50cm
- Płyta korytkowa – 10cm
- Lepik – 3cm
- Styropian – 3cm
- Gładź cementowa – 4cm
- 2 x Papa termozgrzewalna ~1cm
- Styropapa – 17cm
- Papa termozgrzewalna
- Papa termozgrzewalna

Zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U.2019.1065 t.j. – załącznik nr 2 określono wymagania dla przegród budowlanych.

## Załącznik nr 2. **Wymagania izolacyjności cieplnej i inne wymagania związane z oszczędnością energii**

1. Izolacyjność cieplna przegród

1.1. Wartości współczynnika przenikania ciepła $U_C$ ścian, dachów, stropów i stropodachów dla wszystkich rodzajów budynków, uwzględniające poprawki ze względu na pustki powietrzne w warstwie izolacji, łączniki mechaniczne przechodzące przez warstwę izolacyjną oraz opady na dach o odwróconym układzie warstw, obliczone zgodnie z Polskimi Normami dotyczącymi obliczania oporu cieplnego i współczynnika przenikania ciepła oraz przenoszenia ciepła przez grunt, nie mogą być większe niż wartości $U_{C(max)}$ określone w poniższej tabeli:

| Lp. | Rodzaj przegrody i temperatura w pomieszczeniu | Współczynnik przenikania ciepła $U_{C(max)}$ [W/(m² · K)] | |
|---|---|---|---|
| | | od 1 stycznia 2017 r. | od 31 grudnia 2020 r.*) |
| 1 | 2 | 3 | |
| 1 | Ściany zewnętrzne: | | |
| | a) przy $t_i \geq 16°C$ | 0,23 | 0,20 |
| | b) przy $8°C \leq t_i < 16°C$ | 0,45 | 0,45 |
| | c) przy $t_i < 8°C$ | 0,90 | 0,90 |
| 2 | Ściany wewnętrzne: | | |
| | a) przy $\Delta t_i \geq 8°C$ | 1,00 | 1,00 |
| | b) przy $\Delta t_i < 8°C$ | bez wymagań | bez wymagań |
| | c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego | 0,30 | 0,30 |
| 3 | Ściany przyległe do szczelin dylatacyjnych o szerokości: | | |
| | a) do 5 cm, trwale zamkniętych i wypełnionych izolacją cieplną na głębokości co najmniej 20 cm | 1,00 | 1,00 |
| | b) powyżej 5 cm, niezależnie od przyjętego sposobu zamknięcia i zaizolowania szczeliny | 0,70 | 0,70 |
| 4 | Ściany nieogrzewanych kondygnacji podziemnych | bez wymagań | bez wymagań |
| 5 | Dachy, stropodachy i stropy pod nieogrzewanymi poddaszami lub nad przejazdami: | | |
| | a) przy $t_i \geq 16°C$ | 0,18 | 0,15 |
| | b) przy $8°C \leq t_i < 16°C$ | 0,30 | 0,30 |
| | c) przy $t_i < 8°C$ | 0,70 | 0,70 |
| 6 | Podłogi na gruncie: | | |
| | a) przy $t_i \geq 16°C$ | 0,30 | 0,30 |
| | b) przy $8°C \leq t_i < 16°C$ | 1,20 | 1,20 |
| | c) przy $t_i < 8°C$ | 1,50 | 1,50 |
| 7 | Stropy nad pomieszczeniami nieogrzewanymi i zamkniętymi przestrzeniami podpodłogowymi: | | |
| | a) przy $t_i \geq 16°C$ | 0,25 | 0,25 |
| | b) przy $8°C \leq t_i < 16°C$ | 0,30 | 0,30 |
| | c) przy $t_i < 8°C$ | 1,00 | 1,00 |

**Stan istniejący:**

| STZ1 Stropodach wentylowany | | | |
|---|---|---|---|
| Grubość [m] | Nazwa Warstwy | λ [W/(m*K] | R[m2*K/W] |
| 0,006 | Papa asfaltowa | 0,180 | 0,033 |
| 0,03 | Gładź cementowo-wapienna | 0,820 | 0,037 |
| 0,1 | Płyta Korytkowa | 1,700 | 0,059 |
| Opór warstwy stropodachu o śr. Wys h = 1m, [m2 * K/W] | | | 0,160 |
| Suma oporów przejmowania ciepła połaci dachowej i war.powietrza, [m2 * K/W] | | | 0,000 |
| 0,18 | Wełna mineralna - wdmuchowa | 0,039 | 4,615 |
| 0,08 | Wiórobeton i wiórotrocinobeton (500) | 0,15 | 0,533 |
| 0,24 | Strop z płyty żerańskiej o grubosci 24cm | 1,22 | 0,197 |
| 0,015 | Tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,82 | 0,018 |
| Opór przejmowania wewnątrz Ri [m2*K/W] | | | 0,100 |
| Opór przejmowania zewnątrz Ri [m2*K/W] | | | 0,090 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R [m2*K/W] | | | 5,554 |
| Współczynnik przenikania U [W/ (m2*K/W)] | | | 0,180 |

| STZ2 Stropodach nad sala gimnastyczną | | | |
|---|---|---|---|
| Grubość [m] | Nazwa Warstwy | λ [W/(m*K] | R[m2*K/W] |
| 0,005 | Papa termozgrzewalna nawierzchniowa | 0,180 | 0,029 |
| 0,003 | Papa termozgrzewalna nawierzchniowa podkładowa | 0,180 | 0,017 |
| 0,003 | Papa Termozgrzewalna wentylacyjna | 0,180 | 0,017 |
| 0,17 | Styropapa | 0,036 | 4,722 |
| 0,015 | 3 x Papa Asfaltowa | 0,180 | 0,083 |
| 0,030 | Płyta pilśniowa | 0,050 | 0,600 |
| 0,100 | Płyta panwiowa | 1,000 | 0,100 |
| 0,015 | tynk lub gładź cementowo-wapienna | 0,820 | 0,018 |
| Opór przejmowania wewnątrz Ri [m2*K/W] | | | 0,100 |
| Opór przejmowania zewnątrz Ri [m2*K/W] | | | 0,040 |
| Suma oporów przejmowania i przewodzenia R [m2*K/W] | | | 5,726 |
| Współczynnik przenikania U [W/ (m2*K/W)] | | | 0,175 |

Zgodnie z WT 2017 $U_{c(max)} \leq 0,18$ [W/m$^2$·K]

Zgodnie z WT 2021 $U_{c(max)} \leq 0,15$ [W/m$^2$·K]

**WNIOSKI:**

**PO TERMOMODERNIZACJI**

Dach szkoły po dociepleniu 18cm wełny mineralnej wdmuchiwanej o λ=0,039[W/m·K]

$U_{dach} = 0,18$ [W/m$^2$·K]

Dach Sali gimnastycznej po dociepleniu 17cm styropapy o λ=0,036[W/m·K]

$U_{sala_gimn} = 0,175$[W/m$^2$·K]

Zgodnie z WT 2017 $U_{c(max)} \leq 0,18$ [W/m$^2$·K]

$U_{dach} \leq U_{c(max)}$

$U_{sala_gimn} \leq U_{c(max)}$

Istniejące dachy po termomodernizacji spełniają wymagania izolacyjności cieplnej dla WT 2017 stawianym przegrodom zgodnie z Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U.2019.1065 t.j. – załącznik nr 2

Zgodnie z WT 2021 $U_{c(max)} \leq 0,15$ [W/m$^2$·K]

$U_{dach} \geq U_{c(max)}$

$U_{sala_gimn} \geq U_{c(max)}$

Istniejące dachy po termomodernizacji nie spełniają wymagań WT2021 stawianym przegrodom zgodnie z Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U.2019.1065 t.j. – załącznik nr 2

## 7. ANALIZA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWA

# WARSTWY DACHOWE - STROP NAD BUDYNKIEM SZKOŁY

# PŁYTY KORYTKOWE

## Obciążenia stałe na płyty korytkowe otwarte

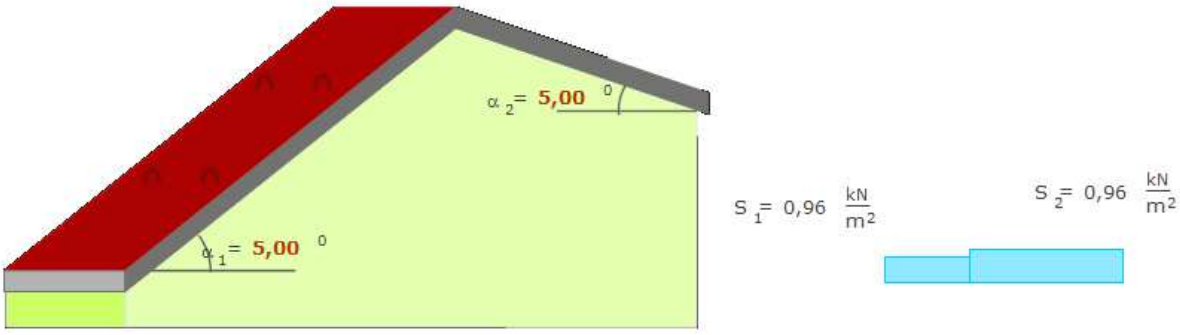
| Obciążenie | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| ciężar własny płyt korytkowych z zalanymi spoinami | 0,96 |
| gładź wyrównawcza - 5mm x 21kN/m3 | 0,11 |
| izolacja 2xpapa termozgrzewalna na starych warstwach papy | 0,20 |
| **SUMA** | **1,27** |

## Obciążenie śniegiem

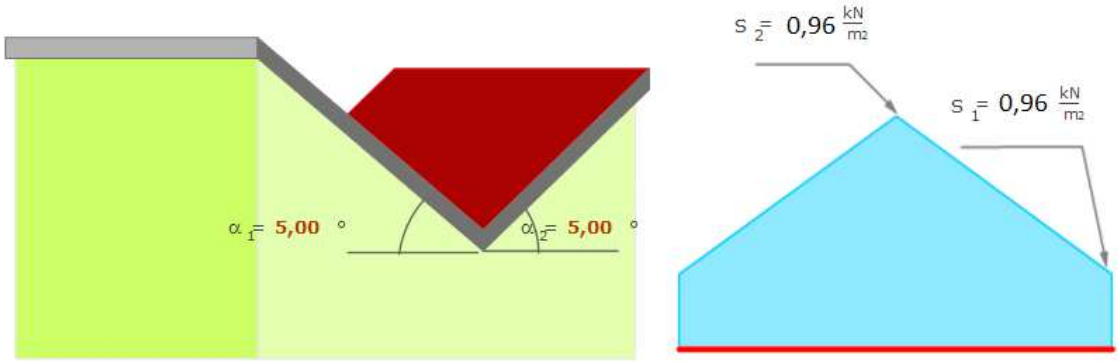
**wg PN-EN 1991-1-3: 2005 Eurokod 1**
*dach dwuspadowy*

| Dane | Wartość | Jednostka |
|---|---|---|
| Rodzaj w dachu: płaski | 5 lub -5 | stopni |
| Wysokość nad poziomem morza: | 250 | m |
| TEREN | Normalny | |
| STREFA | III | |

| Obciążenie | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| **Obciążenie S1** | **0,96** |
| **Obciążenie S2** | **0,96** |

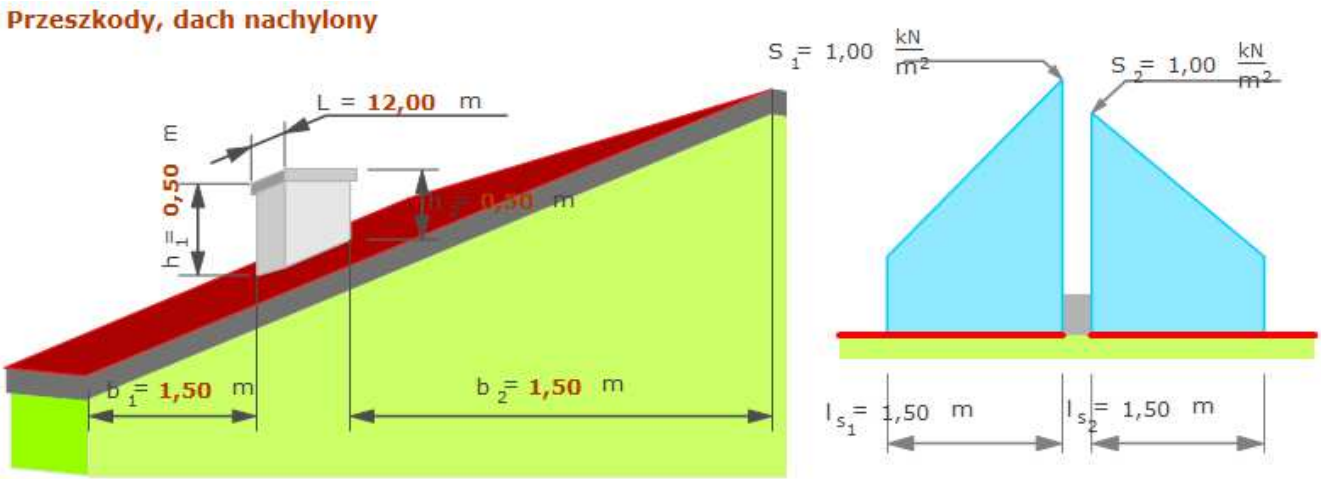


| Obciążenie | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| Obciążenie S1 | 0,96 |
| Obciążenie S2 | 0,96 |




**Obciążenie śniegiem – przeszkody spowodowane ustawieniem paneli fotowoltaicznych o wysokości do 50cm**

| Obciążenie | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| Obciążenie S1 | 1,0 |
| Obciążenie S2 | 1,0 |

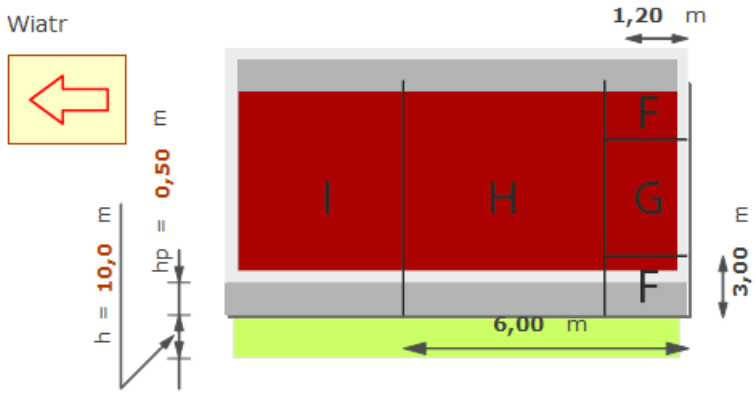



Uwaga dla przeszkody o wysokości do 50cm wpływ worków śnieżnych jest nieznaczny.

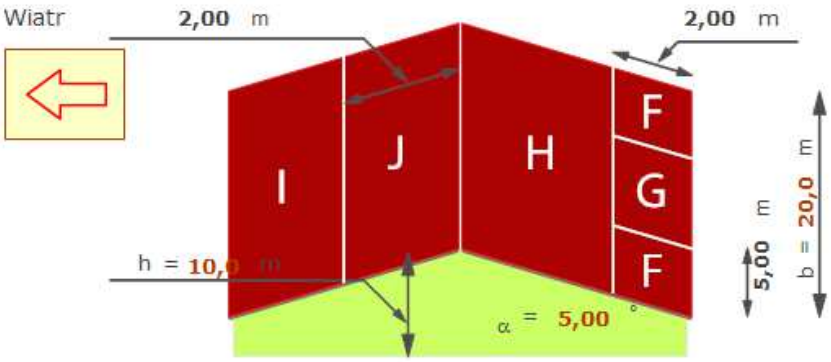
# Obciążenie wiatrem

**według PN-EN 1991-1-4**

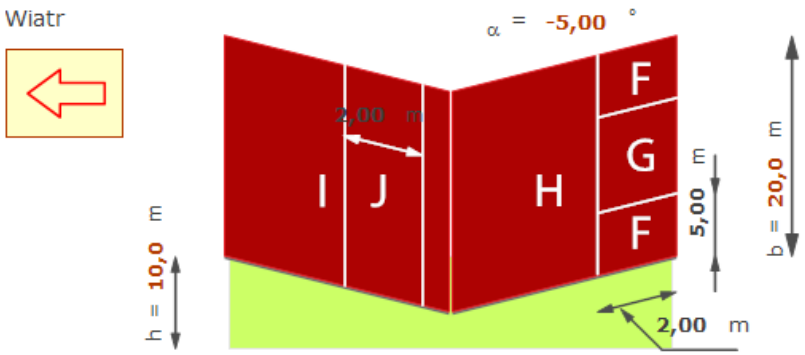
| Dane | Wartość | Jednostka |
|---|---|---|
| Rodzaj w dachu: Dwuspadowy | 5 lub -5 | stopni |
| Wysokość nad poziomem morza: | 250 | m |
| Teren: | Kategoria III | |




| Oznaczenie pola | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| F | -0,77 |
| G | -0,54 |
| H | -0,27 |
| I | -0,27 |
| J | -0,28 |




| Oznaczenie pola | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| F | -0,64 |
| G | -0,41 |
| H | -0,29 |
| I | -0,06 |




| Oznaczenie pola | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| F | -0,85 |
| G | -0,54 |
| H | -0,29 |
| I | -0,22 |
| J | -0,28 |

**Uwaga** w polach F nie należy ustawiać paneli fotowoltaicznych ze względu na znaczne ssanie wiatrem. W polu G występuje ssanie wiatrem przekraczające przyjęte obciążenie panelami fotowoltaicznymi z balastem wynoszące 0,3kN/m2 . W polu G należy zwiększyć balast dla paneli fotowoltaicznych

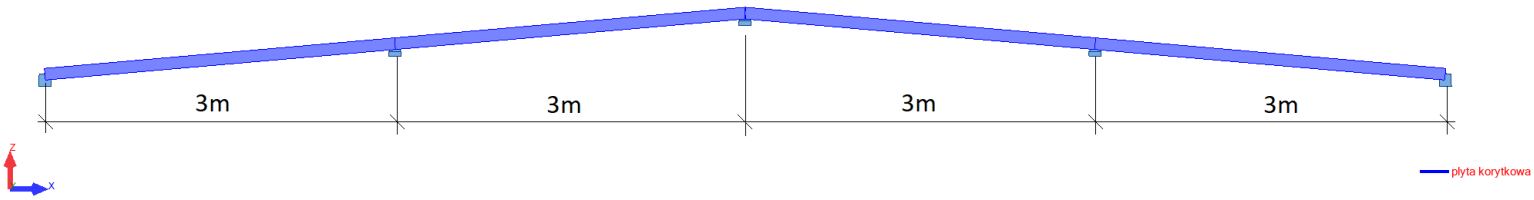
### Obciążenie od projektowanych paneli fotowoltaicznych

| Obciążenie | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| Panele fotowoltaiczne z balastem | **0,3** |

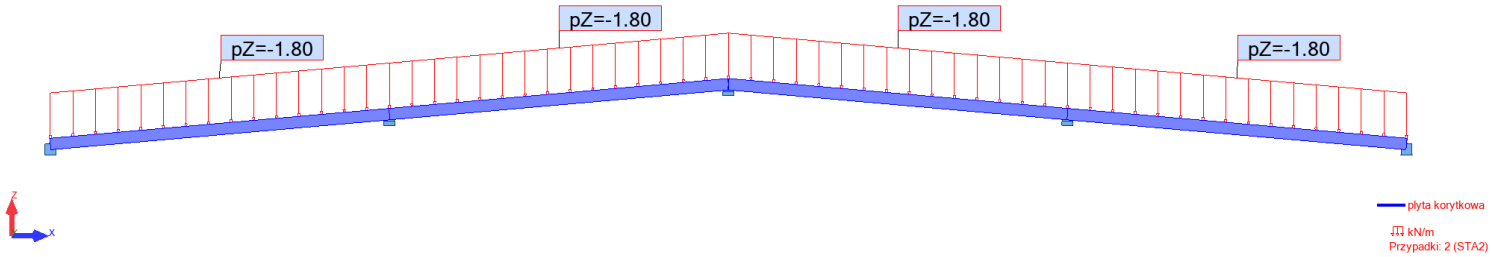
## SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI PŁYT KORYTKOWYCH

### WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH DLA DOPUSZCZALNEGO OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNEGO 1,8kN/m$^2$

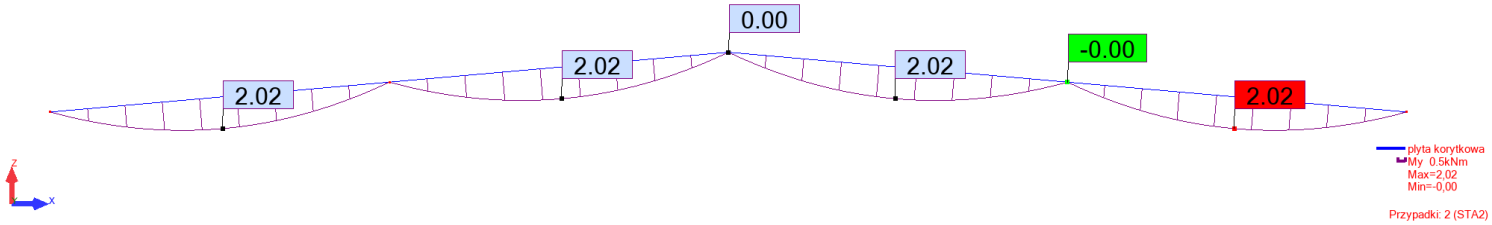
### Przyjęty schemat




### Przyjęte obciążenie warstwami



## Wykres momentów zginających My[kNm]

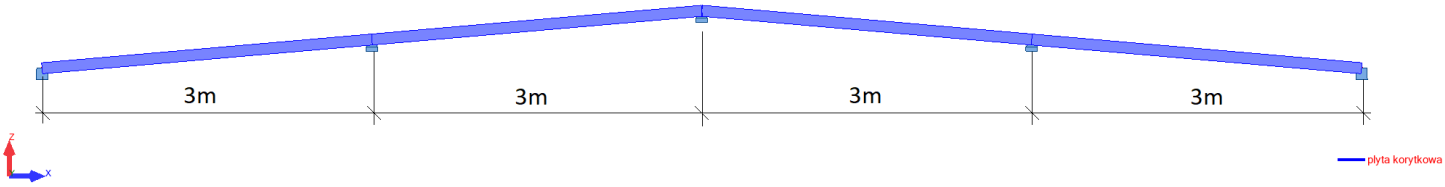



Maksymalny dopuszczalny moment zginający dla płyt korytkowych obciążonych 1,8kN/m$^2$

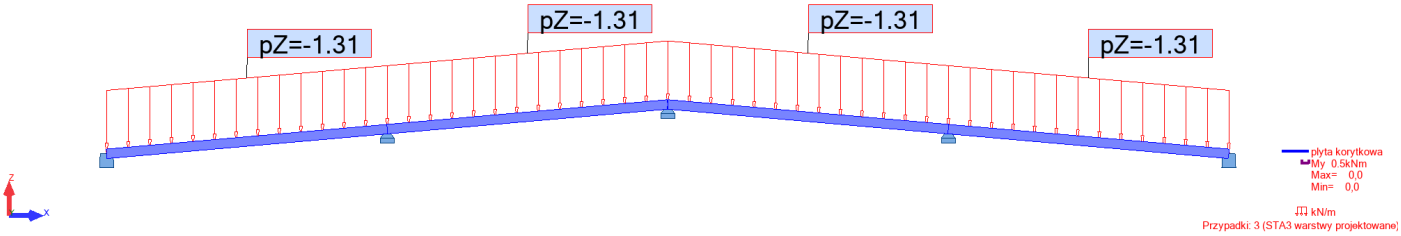
**Mmax= 2,00kNm**

## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH DLA PROJEKTOWANEGO OBCIĄŻENIA

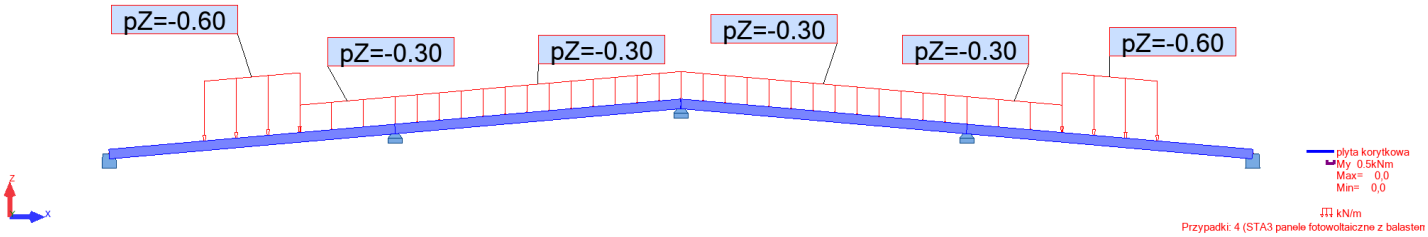
### Przyjęty schemat



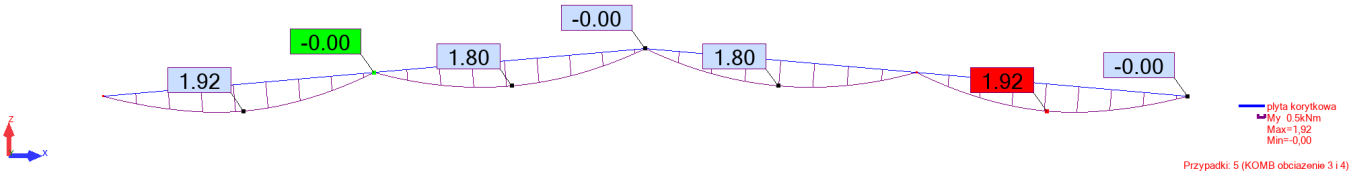

### Przyjęte obciążenie warstwami ze śniegiem (bez ciężaru własnego korytek)




### Przyjęte obciążenie panelami fotowoltaicznymi z balastem (odsunięcie 1m od krawędzi dachu – na fragmencie od 1m do 2m od krawędzi dachu przyjęto większe obciążenie ze względu na zwiększone ssanie wiatrem w tym rejonie)




**Wykres momentów zginających My[kNm]**




Maksymalny dopuszczalny moment zginający **Mmax= 2,0kNm**
Moment zginający dla obciążeń nowymi warstwami i panelami **M= 1,92kNm**

**Mmax= 2,00kNm > M= 1,92kNm – płyty korytkowe przeniosą dodatkowe obciążenie panelami fotowoltaicznymi**

# WARSTWY DACHOWE - STROP NAD BUDYNKIEM SZKOŁY

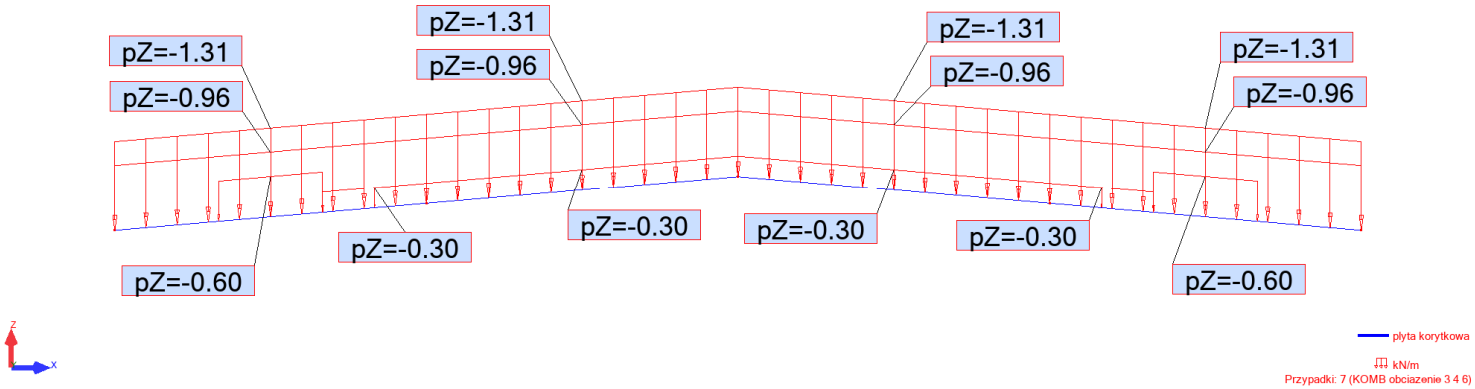
# PŁYTY KANAŁOWE

## *Obciążenia stałe na płyty kanałowe warstwy*

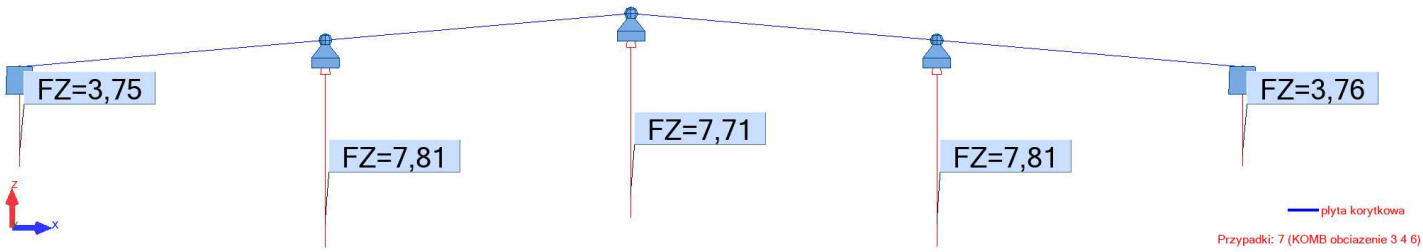
| Obciążenie | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| tynk cementowo wapienny 1,5cm | 0,32 |
| ciężar własny płyty kanałowej | 3,02 |
| wełna żużlowa 7cm | 0,10 |
| wylewka cementowa 1,5cm | 0,35 |
| granulat celulozowy 17cm | 0,09 |
| **SUMA** | **3,88** |

## *Obciążenie linowe ze ścianki ażurowej na płyty kanałowe z uwzględnieniem projektowanych paneli fotowoltaicznych*

*Obciążenie dachu*




*Siły reakcji*



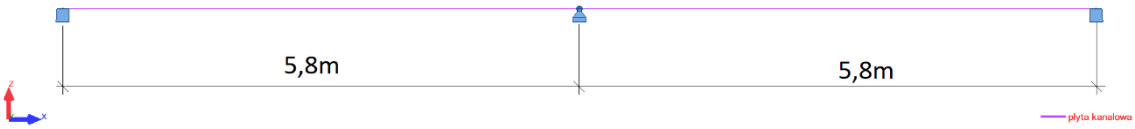

*Ciężar ściany ażurowej*

12cm*60cm*14kN/m$^3$*0,7=0,7kN/mb

**Ściana ażurowa i reakcja z dachu + 7,81+0,7= 8,51kN/m**

## SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI PŁYT KANAŁOWYCH

### Przyjęty schemat




### SPRAWDZENIE PŁYTY O SZEROKOŚCI 1,5M
### SIŁY WEWNĘTRZNE DLA PROJEKTOWANEGO OBCIĄŻENIA

### Przyjęte obciążenie warstwami ze śniegiem

Obciążenie ciężarem własnym z warstwami:
3,88kN/m$^2$ * 1,5m = **5,82kN/m**

Obciążenie ścianą ażurową
8,51kN/m*1,5m = **12,77kN**

**momenty zginające przęsłowe My[kNm]**

uwzględniono częściowe utwierdzenie nad podpora wewnętrzną

$$M_{przeslo} := \frac{5,82\ \frac{kN}{m} \cdot (5,8\ m)^2}{9} + \frac{12,77\ kN \cdot 5,75\ m}{4} = 40,1107\ kN\ m$$

**momenty zginające podporowe -My[kNm]**

$$M_{podpora} := \frac{1}{5} \cdot M_{przeslo} = 8,0221\ kN\ m$$

Maksymalny dopuszczalny moment przęsłowy **Mmax= 40,75kNm**
Maksymalny dopuszczalny moment podporowy **Mmin = -8,60kNm**

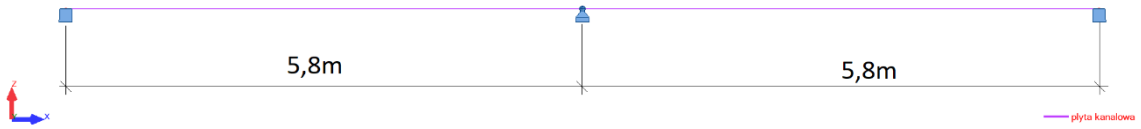
**Mmax= 40,75kNm > Mprzeslo = 40,11kNm**

**Mmin= 8,60kNm > Mpodpora= 8,02kNm**

**płyty kanałowe przeniosą dodatkowe obciążenie panelami fotowoltaicznymi**

**SPRAWDZENIE PŁYTY O SZEROKOŚCI 1,2M**
**SIŁY WEWNĘTRZNE DLA PROJEKTOWANEGO OBCIĄŻENIA**

**Przyjęty schemat**




**Przyjęte obciążenie warstwami ze śniegiem**

Obciążenie ciężarem własnym z warstwami:
3,88kN/m$^2$ * 1,2m = **4,66kN/m**

Obciążenie ścianą ażurową
8,51kN/m*1,2m = **10,212kN**

**momenty zginające przęsłowe My[kNm]**

uwzględniono częściowe utwierdzenie nad podpora wewnętrzną

$$M_{przeslo} := \frac{4,66\ \frac{kN}{m} \cdot (5,8\ m)^2}{9} + \frac{10,212\ kN \cdot 5,75\ m}{4} = 32,0978\ kN\ m$$

**momenty zginające podporowe -My[kNm]**

$$M_{podpora} := \frac{1}{5} \cdot M_{przeslo} = 6,4196\ kN\ m$$

Maksymalny dopuszczalny moment przęsłowy **Mmax= 32,20kNm**
Maksymalny dopuszczalny moment podporowy **Mmin = 6,43kNm**

**Mmax= 32,20kNm > Mprzeslo = 32,10kNm**

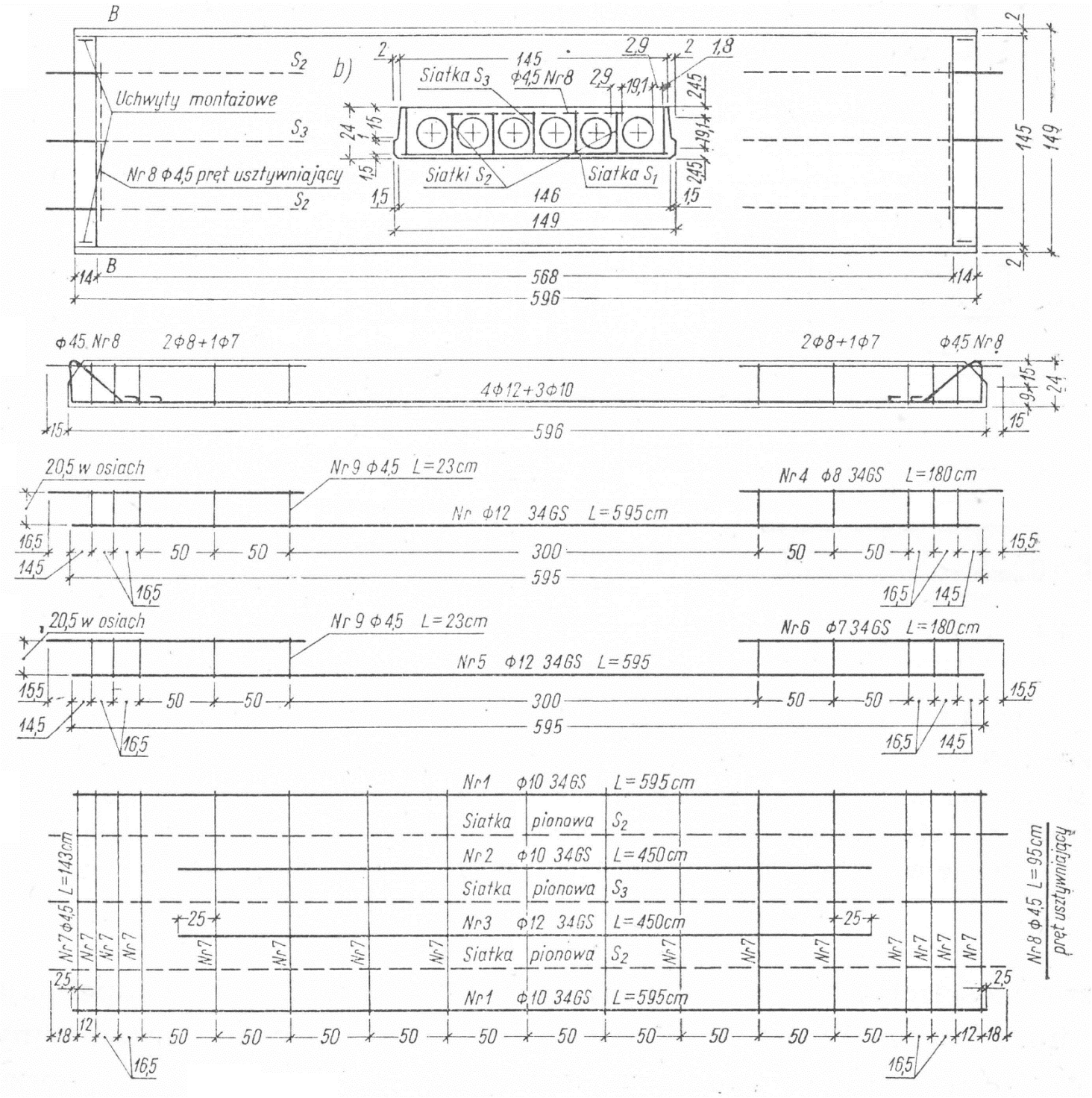
**Mmin= 6,43kNm > Mpodpora= 6,42kNm**

**płyty kanałowe przeniosą dodatkowe obciążenie panelami fotowoltaicznymi**

**WYMIAROWANIE PŁYTY KANAŁOWEJ WEDŁUG PN-EN**

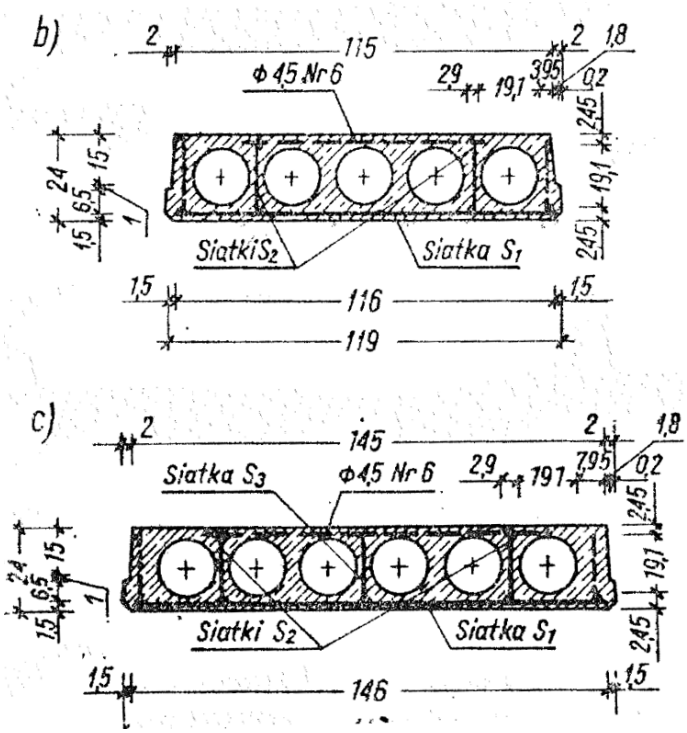
Uwzględniając współczynniki obciążeń dla obciążeń stałych 1,15 i śniegu 1,5

Przyjęte wymiary i zbrojenie płyty




**<u>Zbrojenie płyt kanałowych szerokości 150cm to 4#12+3#10 = 6,88cm²</u>**

**<u>Uśredniając zbrojenie płyt kanałowych wynosi ~4,59cm2/mb płyty</u>**




## OBLICZENIA SIŁ WEWNĘTRZNYCH

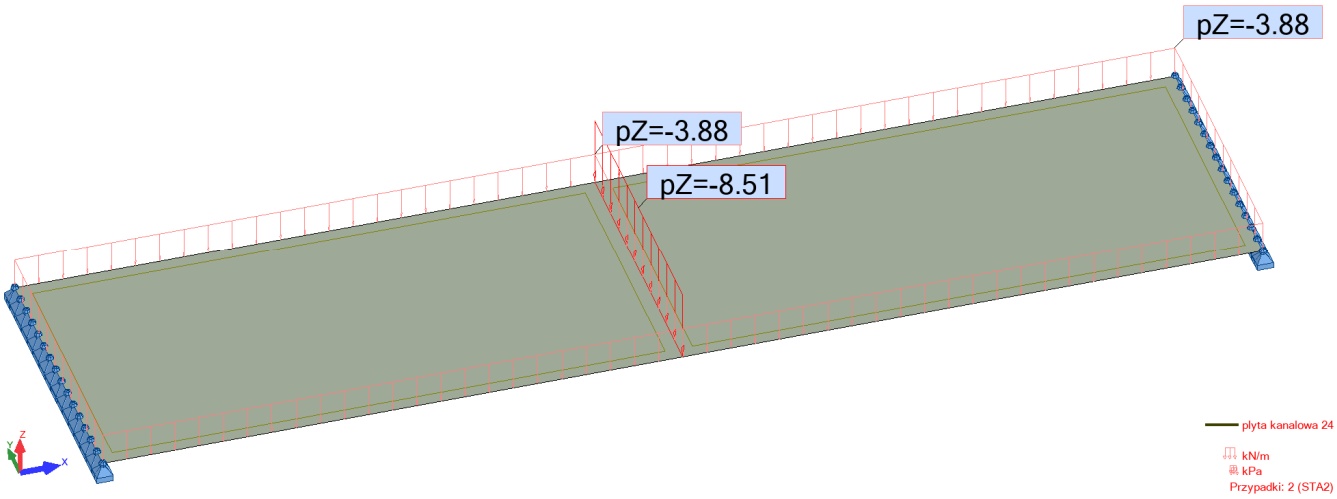
**Przyjęte obciążenie**

Obciążenie ciężarem własnym z warstwami:

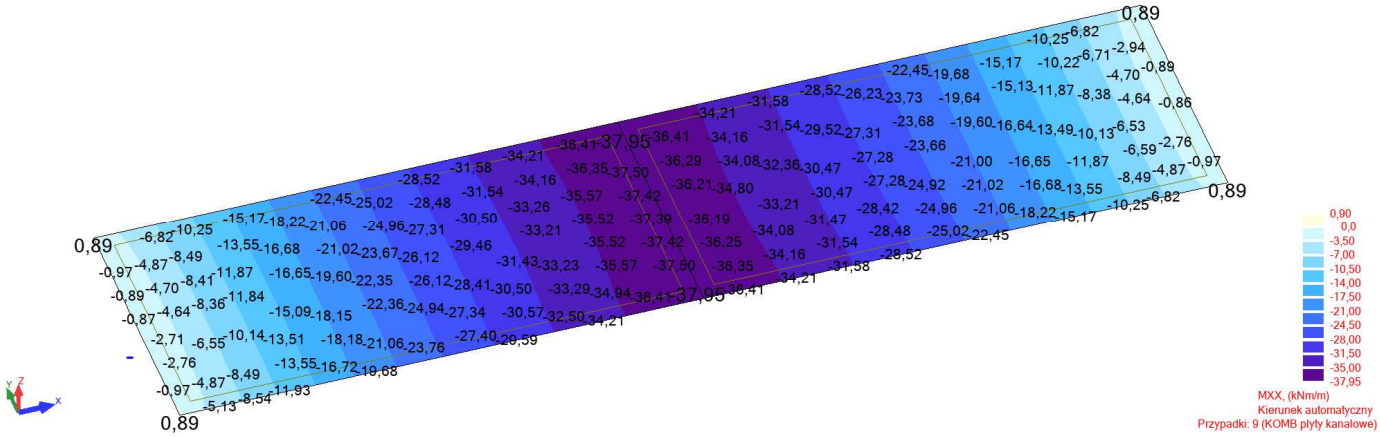
**3,88kN/m²**

Obciążenie ścianą ażurową

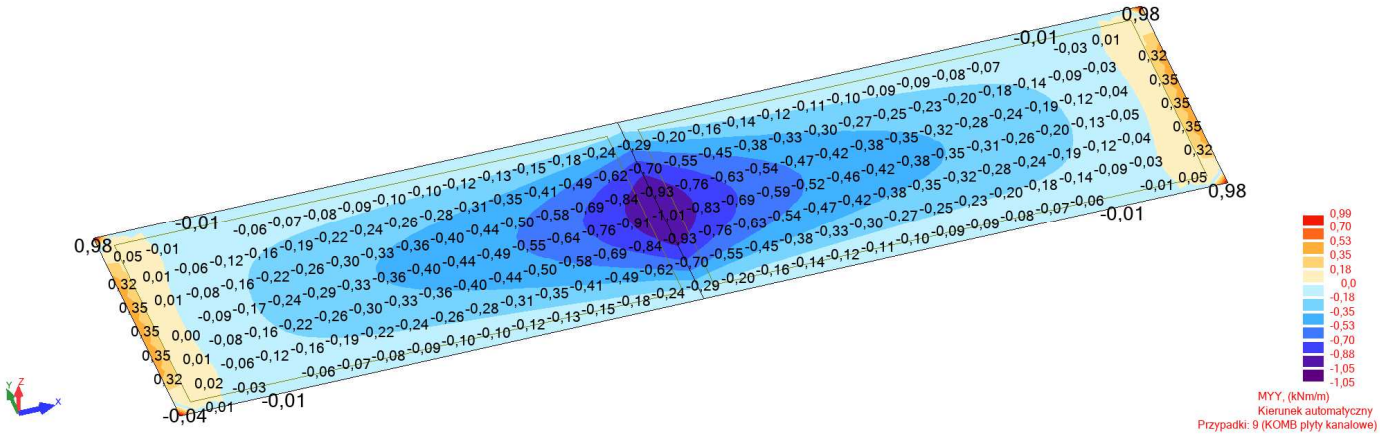
**8,51kN/m**



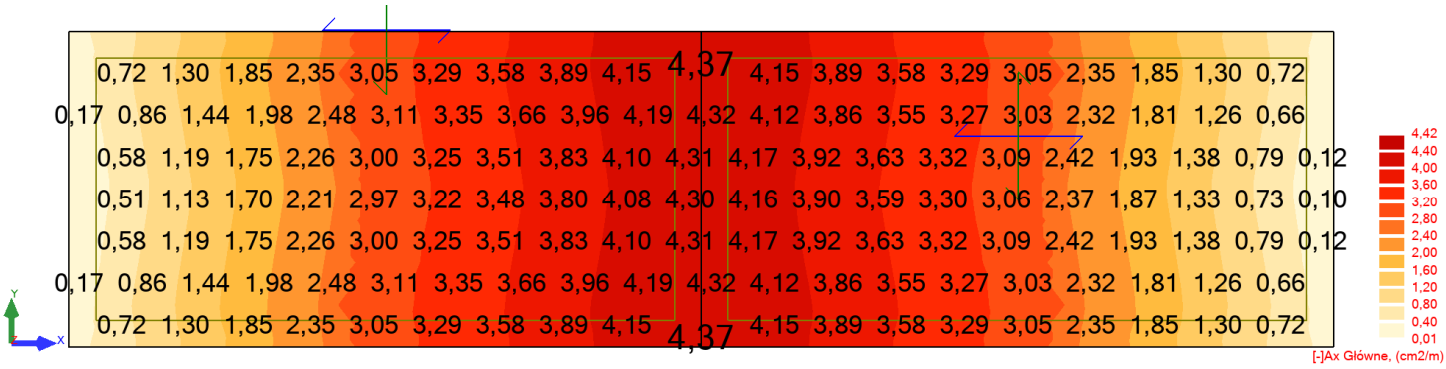
## mapy momentów zginających Mx[kNm]



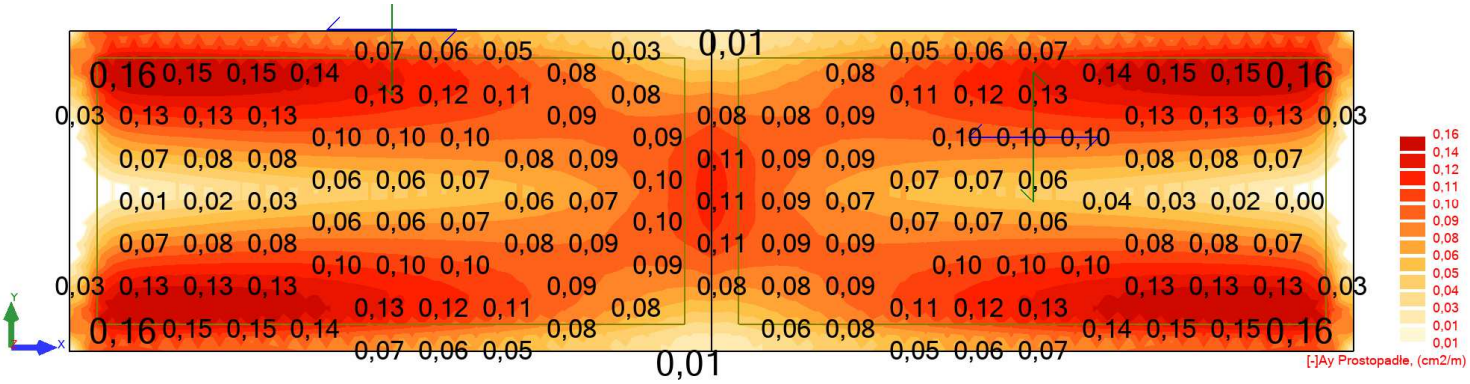

## mapy momentów zginających My[kNm]



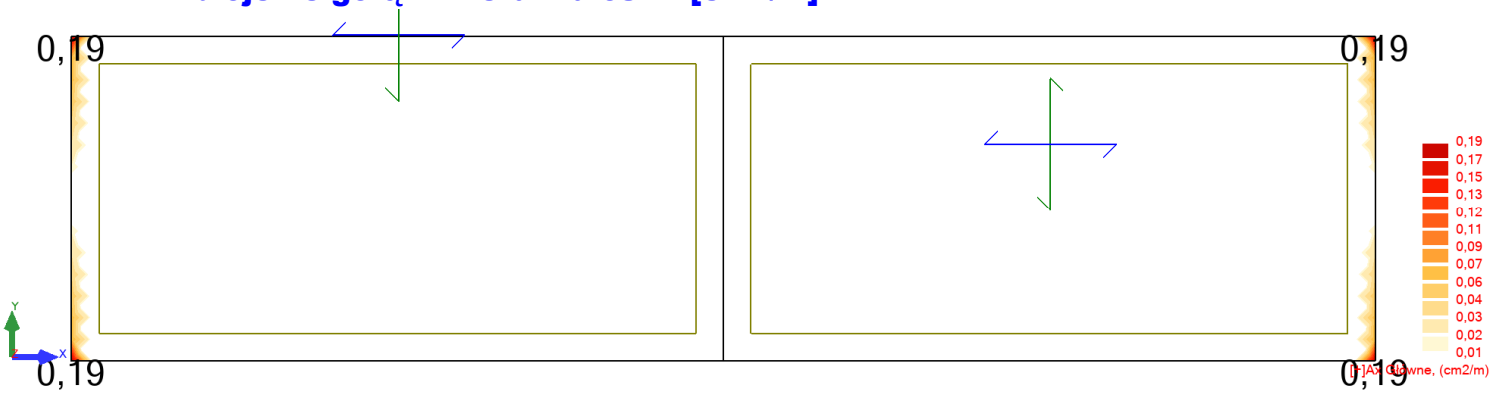

## Zbrojenie dołem w kierunku osi X [cm2/m]



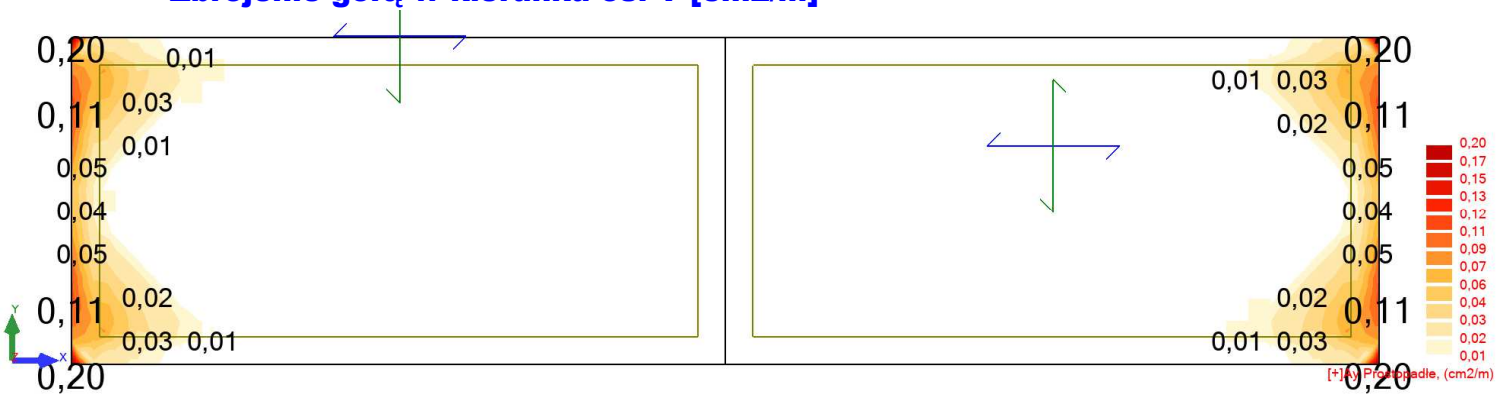

## Zbrojenie dołem w kierunku osi Y [cm2/m]



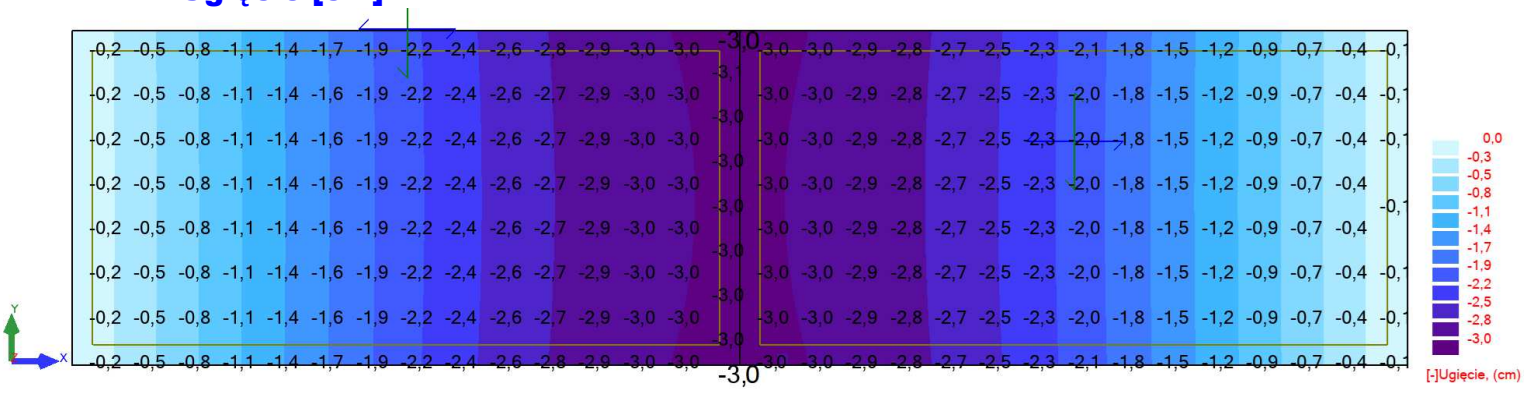

**Zbrojenie górą w kierunku osi X [cm2/m]**



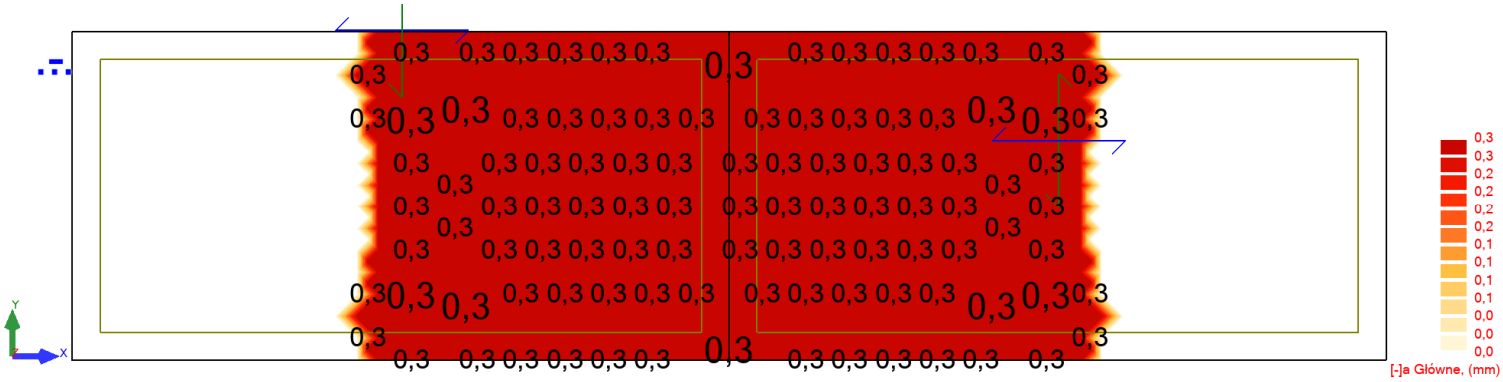

**Zbrojenie górą w kierunku osi Y [cm2/m]**




**Ugięcie [cm]**




**Zarysowanie [cm]**




Istniejące zbrojenie dolne przęsłowe w płycie **4,59cm2/m**

Obliczone zbrojenie dolne przęsłowe w płycie **4,37cm2/m**

ISTNIEJĄCE ZBROJENIE W PŁYCIE JEST WIĘKSZE NIŻ WYMAGANE PO ZWIĘKSZENIU OBCIĄŻEŃ

**Dopuszczalne ugięcie płyty l/200 = 600/200 = 3cm = ugięciu obliczonemu**

**UGIĘCIE PŁYT NIE PRZEKRACZA UGIĘCIA DOPUSZCZALNEGO**

Zgodnie z obliczeniami wg PN-EN 1992-1-1:2008 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu - Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków

## Płyty kanałowe przeniosą dodatkowe obciążenie panelami fotowoltaicznymi

# WARSTWY DACHOWE - STROP NAD SALAMI GIMNASTYCZNYMI PŁYTY KORYTKOWE

## Obciążenia stałe na płyty korytkowe zamknięte

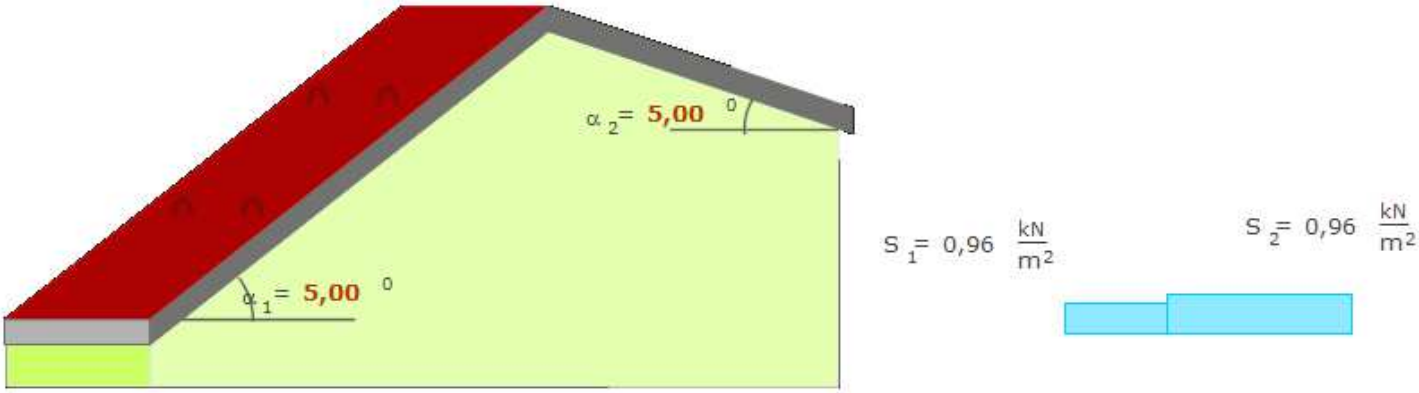
| Obciążenie | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| ciężar własny płyt korytkowychzamkniętych z zalanymi spoinami | 1,00 |
| gładź wyrównawcza - 5mm x 21kN/m3 | 0,11 |
| lepik | 0,01 |
| styropian 3cm | 0,01 |
| gładź cementowa 4cm | 0,84 |
| izolacja 2xpapa termozgrzewalna na starych warstwach papy | 0,11 |
| Styropapa17cm | 0,05 |
| papa termozgrzewalna | 0,11 |
| **SUMA** | **2,24** |

## Obciążenie śniegiem

**wg PN-EN 1991-1-3: 2005 Eurokod 1**
*dach dwuspadowy*

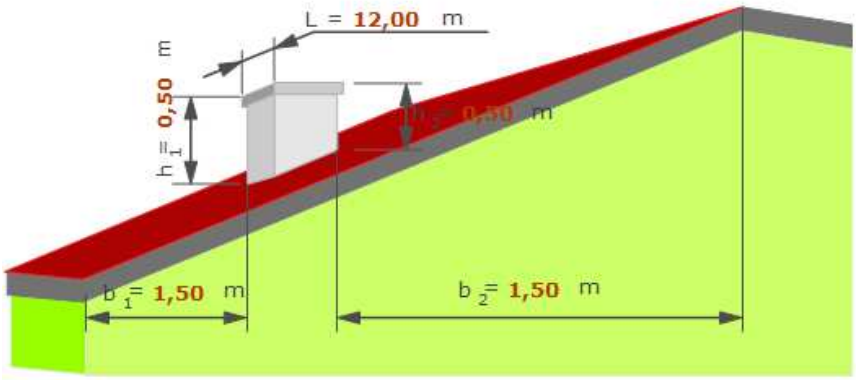
| Dane | Wartość | Jednostka |
|---|---|---|
| Rodzaj w dachu: płaski | 5 | stopni |
| Wysokość nad poziomem morza: | 250 | m |
| TEREN | Normalny | |
| STREFA | III | |

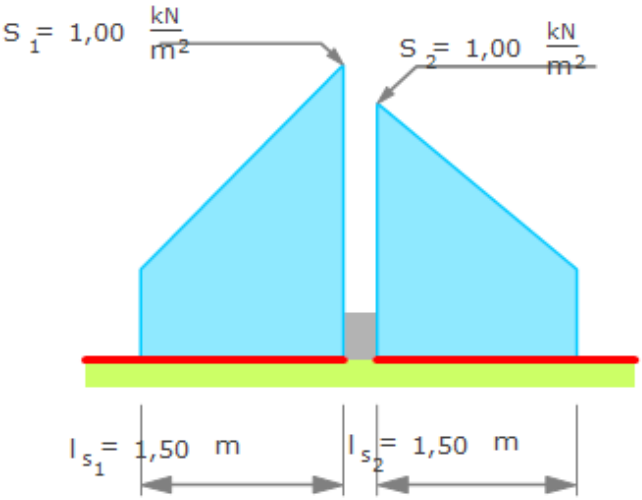
| Obciążenie | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| **Obciążenie S1** | **0,96** |
| **Obciążenie S2** | **0,96** |




| Obciążenie | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| **Obciążenie S1** | **0,96** |
| **Obciążenie S2** | **0,96** |

**Przeszkody, dach nachylony**



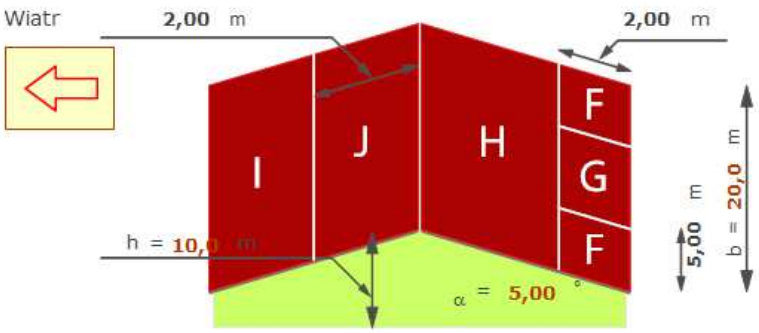




Uwaga dla przeszkody o wysokości do 50cm wpływ worków śnieżnych jest nieznaczny.

# Obciążenie wiatrem

**według PN-EN 1991-1-4**

| Dane | Wartość | Jednostka |
|---|---|---|
| Rodzaj w dachu: Dwuspadowy | 5 | stopni |
| Wysokość nad poziomem morza: | 250 | m |
| Teren: | Kategoria III | |




| Oznaczenie pola | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| F | -0,77 |
| G | -0,54 |
| H | -0,27 |
| I | -0,27 |
| J | -0,28 |

**Uwaga** w polach F nie należy ustawiać paneli fotowoltaicznych ze względu na znaczne ssanie wiatrem. W polu G występuje ssanie wiatrem przekraczające przyjęte obciążenie panelami fotowoltaicznymi z balastem wynoszące 0,3kN/m2 . W polu G należy zwiększyć balast dla paneli fotowoltaicznych

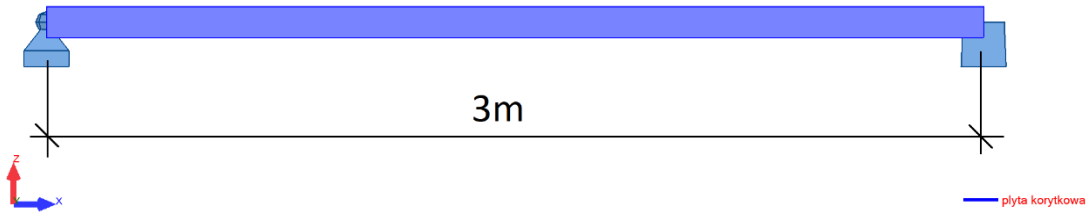
## Obciążenie od projektowanych paneli fotowoltaicznych

| Obciążenie | Wartość charakterystyczna [kN/m2] |
|---|---|
| Panele fotowoltaiczne z balastem | **0,3** |

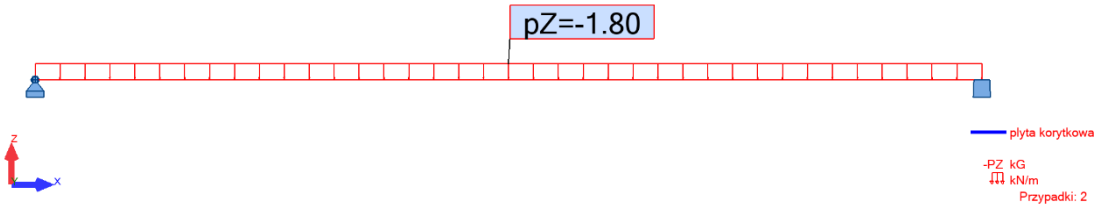
# SPRAWDZENIE NOŚNOŚCI PŁYT KORYTKOWYCH

## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH DLA DOPUSZCZALNEGO OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNEGO 1,8kN/m$^2$

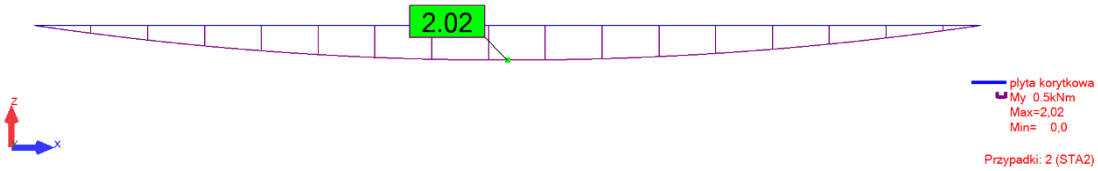
### Przyjęty schemat




### Przyjęte obciążenie warstwami




### Wykres momentów zginających My[kNm]

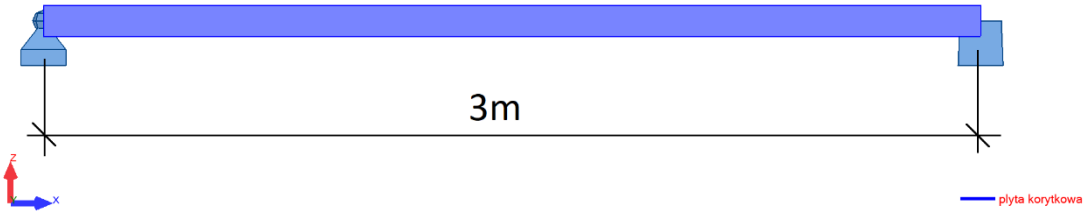



Maksymalny dopuszczalny moment zginający dla płyt korytkowych obciążonych 1,8kN/m$^2$

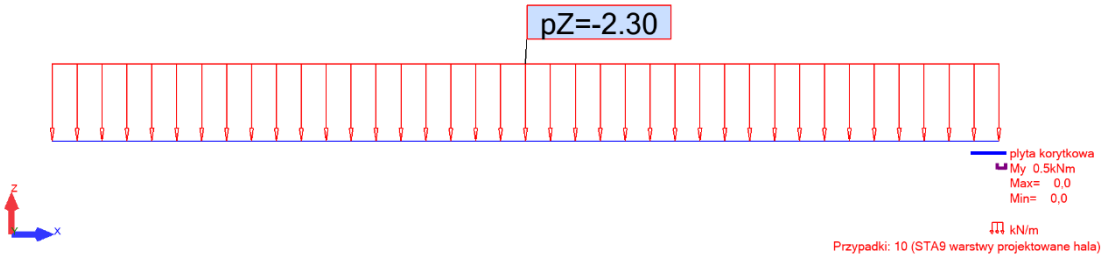
**Mmax= 2,00kNm**

## WYKRESY SIŁ WEWNĘTRZNYCH DLA PROJEKTOWANEGO OBCIĄŻENIA

### Przyjęty schemat

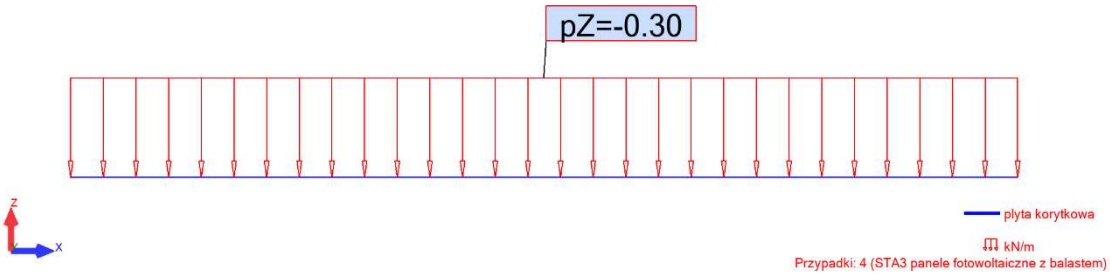



### Przyjęte obciążenie warstwami ze śniegiem (bez ciężaru własnego korytek)

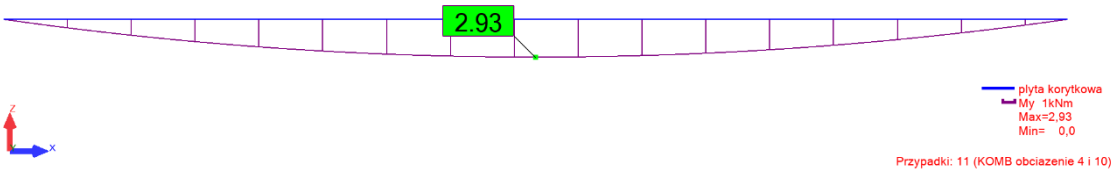



**Uwaga** istniejące obciążenie śniegiem i warstwami wykończeniowymi przekraczają maksymalna nośność płyt korytkowych – dach należy odśnieżać przy ekstremalnych opadach śniegu

### Przyjęte obciążenie panelami fotowoltaicznymi z balastem – przyjęto jedynie płyty odsunięte o 2m od krawędzi dachu z balasem 0,3kN/m²




### Wykres momentów zginających My[kNm]



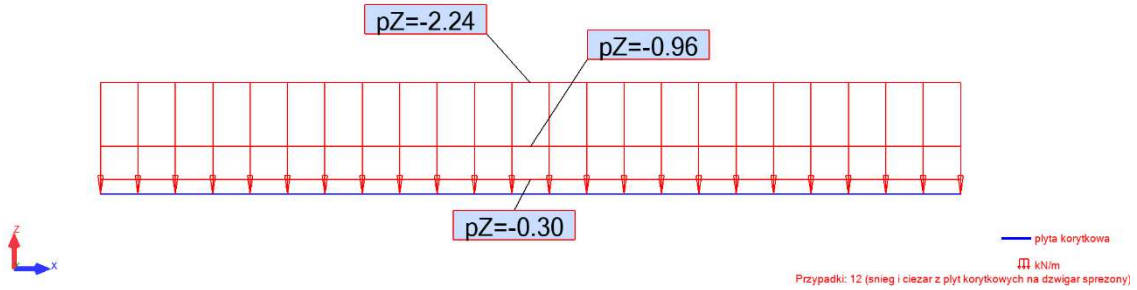

| | |
|---|---|
| Maksymalny dopuszczalny moment zginający | **Mmax= 2,0kNm** |
| Moment zginający dla obciążeń nowymi warstwami i panelami | **M= 2,93kNm** |

**Mmax= 2,00kNm < M= 2,93kNm – płyty korytkowe nad salami gimnastycznymi nie przeniosą dodatkowego obciążenia od paneli fotowoltaicznych**

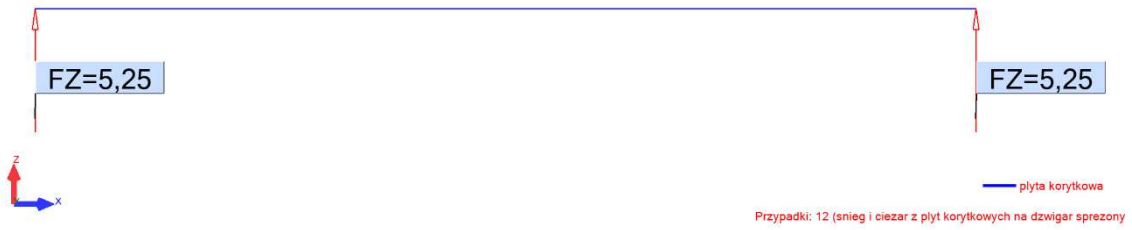
# STROP NAD SALĄ GIMNASTYCZNĄ DŹWIGARY DWUTEOWE SPRĘŻONE

***Przyjęte obciążenie z płyt korytkowych ze śniegiem i dodatkowym obciążeniem panelami fotowoltaicznymi***

**Obciążenie płyty korytkowej:**



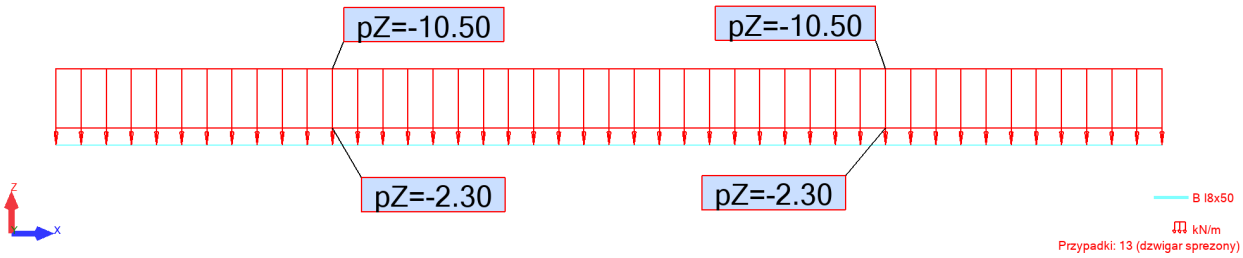

**Siły reakcji na dźwigary**



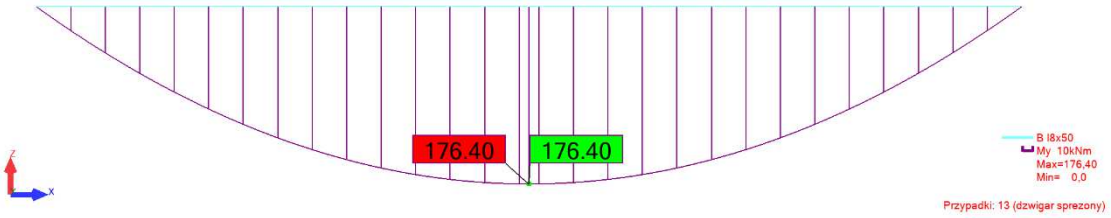

**SPRAWDZENIE DŹWIGARÓW O DŁUGOŚCI 10,5m I ROZSTAWIE 3m**
**SIŁY WEWNĘTRZNE DLA PROJEKTOWANEGO OBCIĄŻENIA**

Obciążenie z płyt warstwowych 5,25kN/m x 2 = **10,5kN/m**

Ciężar własny dźwigara **2,30kN/m**




**momenty zginające My[kNm]**




Maksymalny dopuszczalny moment **Mmax= 162kNm**

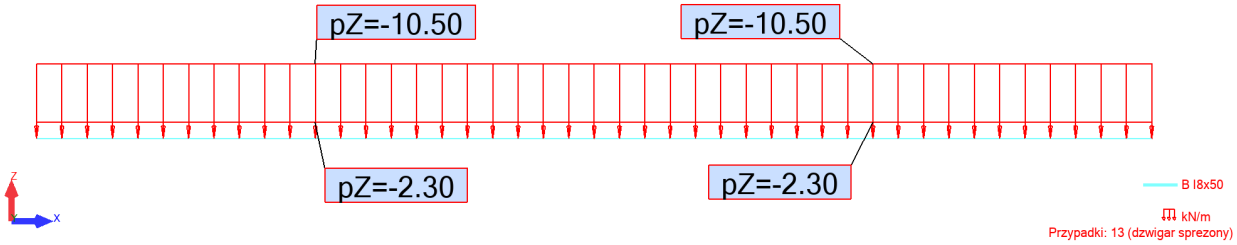
**Mmax= 162kNm < Mprzeslo = 176,40kNm**

**Dźwigary dachowe sprężone nad salami gimnastycznymi nie przeniosą dodatkowego obciążenia od paneli fotowoltaicznych**

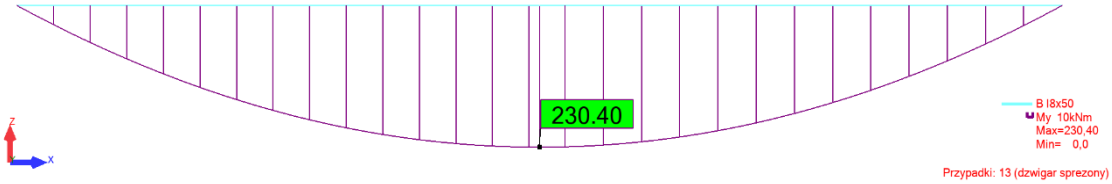
## SPRAWDZENIE DŹWIGARÓW O DŁUGOŚCI 12,0m I ROZSTAWIE 3m
## SIŁY WEWNĘTRZNE DLA PROJEKTOWANEGO OBCIĄŻENIA

Obciążenie z płyt warstwowych 5,25kN/m x 2 = **10,5kN/m**

Ciężar własny dźwigara **2,30kN/m**




**momenty zginające My[kNm]**




Maksymalny dopuszczalny moment **Mmax= 198kNm**

**Mmax= 198kNm < Mprzeslo = 230,40kNm**

**Dźwigary dachowe sprężone nad salami gimnastycznymi nie przeniosą dodatkowego obciążenia od paneli fotowoltaicznych**

## 8. WNIOSKI

Na podstawie wizji lokalnych, oględzin ogólnych i szczegółowych, badań makroskopowych i badań zachowanej dokumentacji archiwalnej oraz nawiązując do celu i zakresu niniejszej ekspertyzy stwierdzam:

8.1. Dach budynku głównego szkoły nadaje się do zainstalowania paneli fotowoltaicznych.

8.2. Zgodnie z dokumentacją archiwalną zastosowanych systemów budownictwa prefabrykowanego obciążenie zewnętrzne charakterystyczne (poza ciężarem własnym) które mogą przenieść płyty kanałowe prefabrykowane stropu ostatniej kondygnacji $p_{ch}$=4,0kN/m$^2$.

8.3. Płyty korytkowe otwarte, stanowiące przekrycie dachowe mogą przenieść obciążenie zewnętrzne (poza ciężarem własnym) $p_{ch}$=1,8 kN/m$^2$.

8.4. W obliczeniach sprawdzających przyjęto obciążenie charakterystyczne równomiernie rozłożone od paneli fotowoltaicznych w pasie przyokapowym o szerokości 1,0m $p_{ch}$=0,60kN/m$^2$. Na pozostałym obszarze dachu przyjęto obciążenie rozłożone charakterystyczne od paneli fotowoltaicznych $p_{ch}$=0,30 kN/m$^2$. Obciążenie na takim poziomie (panele fotowoltaiczne + balast) są wystarczające dla ochrony instalacji przed odrywaniem pod wpływem działania wiatru.

8.5. Na dachu przy samych okapach ze względów technologicznych założono pas o szerokości 1,0m wolny od paneli fotowoltaicznych.

8.6. Ze względów na skuteczną ochronę budynków przed wodami opadowymi – nie przewiduje się kotwienia mechanicznego konstrukcji paneli fotowoltaicznych do konstrukcji dachowych (brak dziurawienia dachu).

8.7. Dachy zabudowań mogą wymagać odśnieżania w razie dużych opadów śniegu. Instrukcję odśnieżania podano w pkt.10.

8.8. Dach sali gimnastycznej, ze względu na zbyt małą nośność płyt korytkowych pokrycia i zbyt duże ciężary istniejących warstw dachowych oraz małą nośność dźwigarów dachowych – nie nadaje się do zamontowania na nim paneli fotowoltaicznych. Dach ten wymaga odśnieżania już przy 50% obciążenia śniegiem wg PN EN 1991-1-3:2005 „Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcję. Część 1-3: Oddziaływania ogólne – Obciążenie śniegiem" – szczegóły w załączonej instrukcji odśnieżania.

8.9. Dach przewiązki – łącznika ze względu na zbyt małą nośność nie nadaje się do zamontowania na nim paneli fotowoltaicznych.

Przegrody dachowe budynku szkoły i sali gimnastycznej po termomodernizacji spełniają

wymagania dla warunków technicznych WT 2017 $U_{c(max)} \leq 0{,}18$ [W/m$^2$·K]

## 9. ZALECENIA

9.1. Zaleca się montowanie paneli fotowoltaicznych zgodnie z zaleceniami podanymi na załączonym rysunku, bez dziurawienia pokrycia dachowego.

9.2. Wykonawca instalacji fotowoltaicznej powinien zastosować się do zaleceń autora niniejszego opracowania, ze szczególnym uwzględnieniem dopuszczalnych obciążeń.

9.3.Montaż winien być prowadzony przez osoby posiadające doświadczenie przy realizacji tego typu montażu.

9.4. Panele fotowoltaiczne powinny być montowane za pomocą produktów systemowych renomowanych producentów.

9.5. W razie dużych opadów śniegu, dachy należy odśnieżać wg załączonej instrukcji.

9.6. W razie innego sposobu obciążenia dachu – wykonawca instalacji fotowoltaicznej winien porozumieć się z autorem niniejszej ekspertyzy i uzyskać zgodę na rozwiązania zamienne.

## 10. INSTRUKCJA ODŚNIEŻANIA DACHU

**INSTRUKCJA ODŚNIEŻANIA DACHU – SZKOŁY PODSTAWOWEJ NR 55**

Dachy przedmiotowego budynku w warunkach ekstremalnych opadów śniegu mogą wymagać odśnieżania.

Wg PN-EN 1991-1-3: 2005 EUROKOD 1 - W projekcie konstrukcyjnym przyjęto obciążenie od śniegu: **= 0,96 kN/m$^2$** (obciążenie charakterystyczne)

Orientacyjny ciężar objętościowy śniegu w zależności od jego rodzaju wynosi:

| | |
|---|---|
| Śnieg świeży | 1,0 kN/m$^3$ |
| Śnieg osiadły (kilka godzin lub dni po opadach) | 2,0 kN/m$^3$ |
| Śnieg stary (kilka tygodni lub miesięcy po opadach) | 2,5 – 3,5 kN/m$^3$ |
| Śnieg mokry | 4,0 kN/m$^3$ |

| | |
|---|---|
| Śnieg zlodowaciały | 6,0 – 7,0 kN/m$^3$ |
| Lód (z zamarzniętej wody) | 9,0 kN/m$^3$ |

**DOPUSZCZALNA GRUBOŚĆ WARSTWY ŚNIEGU (BEZ POTRZEBY USUWANIA):**

**BUDYNEK GŁÓWNY I PRZEWIĄZKA – ŁĄCZNIK (96 kg/m$^2$)**

| | |
|---|---|
| **Śnieg świeży** | **- 96 cm** |
| **Śnieg osiadły (kilka godzin lub dni po opadach)** | **- 48 cm** |
| **Śnieg stary (kilka tygodni lub miesięcy po opadach)** | **- 28 cm** |
| **Śnieg mokry** | **- 24 cm** |
| **Śnieg zlodowaciały** | **- 15 cm** |
| **Lód (z zamarzniętej wody)** | **- 11 cm** |

**SALA GIMNASTYCZNA (48 kg/m$^2$)**

| | |
|---|---|
| **Śnieg świeży** | **- 48 cm** |
| **Śnieg osiadły (kilka godzin lub dni po opadach)** | **- 24 cm** |
| **Śnieg stary (kilka tygodni lub miesięcy po opadach)** | **- 14 cm** |
| **Śnieg mokry** | **- 12 cm** |
| **Śnieg zlodowaciały** | **- 7,5 cm** |
| **Lód (z zamarzniętej wody)** | **- 5,5 cm** |

## Uwaga:

1.W czasie długotrwałych opadów śniegu dachy powinny być monitorowane.

2.W razie wystąpienia różnych rodzajów śniegu należy przyjąć rzeczywiste grubości poszczególnych warstw. W wypadku wątpliwości można zebrać i zważyć śnieg ze znanej powierzchni i odnieść jego ciężar do 1 m$^2$. W handlu dostępne są specjalne cylindry do

pobierania próbek śniegu o znormalizowanej powierzchni przekroju.

3.Śnieg, którego pokrywa jest grubsza niż podana powyżej winien być usuwany z dachów.

4. Prace związane z usuwaniem śniegu z dachu powinni wykonywać wyspecjalizowani pracownicy posiadający aktualne badania lekarskie, zezwalające na pracę na wysokości. Pracownicy muszą być wyposażeni w sprzęt zabezpieczający, a teren wokół budynku zabezpieczony. Szczególnie zabezpieczone powinny być strefy zrzutu, które nie mogą być wyznaczone w pobliżu wejść do budynku, wjazdu do garaży podziemnych, daszków oraz innych urządzeń, które mogłyby ulec uszkodzeniu. Dodatkowo teren zrzutu powinni zabezpieczać przeszkoleni pracownicy, aby zapobiec wtargnięciu przypadkowych osób w strefę zrzutu. Prace należy przeprowadzać z zachowaniem przepisów BHP.

5. Usuwanie śniegu i lodu powinno odbywać się przy użyciu odpowiedniego sprzętu i w taki sposób aby nie niszczyć pokrycia dachowego. Łopaty winny posiadać nakładki gumowe. Na dachach ostatnia warstwa śniegu o grubości 5cm winna być pozostawiona dla zabezpieczenia pokrycia.

6. Średnia grubość hałdowanego śniegu powinna mieścić się w granicach podanych wyżej.

Opracował
mgr inż. Czesław Hodurek

# II. CZĘŚĆ FOTOGRAFICZNA

Fot.1. Widok na budynek szkoły. Obiekt po termomodernizacji.

Fot.2. Widok na zabudowę szkoły. Widoczne poszczególne budynki wraz z przewiązkami.

Fot.3. Widok na halę sportową wraz z zapleczem.

Fot.4. Maszty antenowe na budynku szkoły – szczegół.

Fot.5. Dach budynku szkoły. Widoczny wyłaz dachowy do wymiany oraz kominy w dobrym stanie technicznym.

Fot.6. Hala sportowa. Widoczne dźwigary strunobetonowe w rozstawie co 3m.

# III. CZĘŚĆ RYSUNKOWA