

## PROJEKT WYKONAWCZY

Inwestor: **AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO IM. EUGENIUSZA  
PIASECKIEGO, UL. KRÓLOWEJ JADWIGI 27/39, 61-871 POZNAŃ**

Nazwa inwestycji: **PROJEKT WYKONANIA USTROJÓW AKUSTYCZNYCH NA SALI  
GIMNASTYCZNEJ**

Adres inwestycji: **POZNAŃ 61-142, UL. ŚW. ROCHA 9  
OBRĘB RATAJE, DZIAŁKA 76/9, KW PO2P/00110583/5**

Biuro Projektów: **ML\_PROJET PRACOWNIA PROJEKTOWA  
BARTOSZ DAWID JAROSZ  
ul. Wierzbowa 18/2, Dąbrówka  
60-070 Dopiewo**

Gł. projektant: **mgr inż. arch. Bartosz Dawid JAROSZ**  
Architektura upr. WP-OIA/OKK/UpB/62/2009 specjalność: architektura

Opracowujący: inż. arch. **Bartosz WOJCIECHOWSKI**  
inż. arch. **Mirosław WOJCIESZAK**

Projektant **mgr inż. Piotr FAIT**  
Konstrukcja: upr. 338/88/PW specjalność: konstrukcja

**mgr inż. Krzysztof GRABOWSKI**  
upr. WKP/0235/POOK/12 specjalność: konstrukcja

Treść: **PROJEKT WYKONAWCZY**

Nr egzemplarza:

**AUTORSKI**

Pozycja umowy:

**PW**

**BARTOSZ JAROSZ**  
mgr inż. architekt  
Uprawnienia budowlane  
do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności architektonicznej  
nr ewid. WP-OIA/OKK/UpB/62/2009

**mgr inż. Piotr FAIT**  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi  
bez ograniczeń w specjalności  
konstrukcyjno-budowlanej  
Nr ewid. 338/88/PW

**mgr inż. Krzysztof GRABOWSKI**  
Uprawnienia budowlane  
do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
nr ewid. WKP/0235/POOK/12



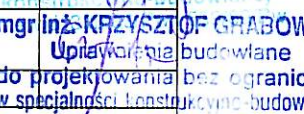
# ml\_projet

PRACOWNIA PROJEKTOWA  
BARTOSZ DAWID JAROSZ  
ul. Wierzbowa 18/2,  
Dąbrówka, 60-070 Dopiewo

<b>Podwykonawcze jednostki projektowania:</b>	
Konstrukcja:	
PPKB Piotr Fait ul. Małeckiego 24/4 60-708 Poznań	

Inwestor:	AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO IM. EUGENIUSZA PIASECKIEGO, UL. KRÓLOWEJ JADWIGI 27/39, 61-871 POZNAŃ
Zamawiający:	AKADEMIA WYCHOWANIA FIZYCZNEGO IM. EUGENIUSZA PIASECKIEGO, UL. KRÓLOWEJ JADWIGI 27/39, 61-871 POZNAŃ
Nazwa i adres obiektu budowlanego:	SALA GIMNASTYCZNA POZNAŃ 61-142, UL. ŚW. ROCHA 9,
Nr ewid. działki:	OBRĘB RATAJE, DZIAŁKA 76/9, KW PO2P/00110583/5
Nazwa zamówienia:	PROJEKT WYKONANIA USTROJÓW AKUSTYCZNYCH NA SALI GIMNASTYCZNEJ
Przedmiot opracowania:	PROJEKT WYKONAWCZY WYKONANIA USTROJÓW AKUSTYCZNYCH NA SALI GIMNASTYCZNEJ

<b>PROJEKT WYKONAWCZY</b>	
Faza opracowania:	
<b>TOM I, CZĘŚĆ 1</b>	
Nr składnika:	
<b>ARCHITEKTURA/KONSTRUKCJA</b>	
SKŁADNIKI TEKSTOWE, RYSUNKOWE	
Nazwa składnika:	

Umowa:	02.2013	Nr obiektu:	1
Zawartość dokumentacji projektowej: Wg załączonego spisu zawartości – opis.			Uwagi:
Osoby opracowujące:			
Zakres i funkcja	Imię i nazwisko	Specjalność i nr upr.	Podpis
Gł. projektant :Architektura	mgr inż. arch. Bartosz Jarosz	Architektura: WP- OIA/OKK/UpB/62/2009	
Opracowali	inż. arch. Bartosz Wojciechowski		
	inż. arch. Mirosław Wojcieszak		
Projektant	mgr inż. Piotr Fait	Konstrukcja upr. 338/88/PW	
Projektant	mgr inż. Krzysztof Grabowski	Konstrukcja upr. WKP/0235/POOK/12	
Poznań, kwiecień 2013 r.			

**BARTOSZ JAROSZ**  
mgr inż. architekt  
budowlane  
upr. 338/88/PW  
do projektowania architektonicznego  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
nr ewid. WKP/0235/POOK/12

**PIOTR FAIT**  
mgr inż. architekt  
budowlane  
upr. 338/88/PW  
do projektowania i kierowania robotami budowlanymi  
w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
nr ewid. WKP/0235/POOK/12

**KRZYSZTOF GRABOWSKI**  
mgr inż. architekt  
budowlane  
upr. WKP/0235/POOK/12  
do projektowania w specjalności konstrukcyjno-budowlanej  
nr ewid. WKP/0235/POOK/12

## **SPIS DOKUMENTACJI**

### **PROJEKT WYKONAWCZY WYKONANIA USTROJÓW AKUSTYCZNYCH NA SALI GIMNASTYCZNEJ**

#### **CZĘŚĆ OPISOWA**

1. Strona tytułowa.
2. Spis projektantów.
3. Spis dokumentacji.
4. Część opisowa **A – Architektura**
  - Opis techniczny część I – Dane ogólne.
  - Opis techniczny część II – Architektura.
  - Opis techniczny część III – Zalecenia dotyczące akustyki
5. Część opisowa **B – Konstrukcja**

#### **CZĘŚĆ RYSUNKOWA**

##### **CZĘŚĆ A ARCHITEKTURA**

- 01 – A.01 – Rzut parteru – 1:50
- 02 – A.02 – Rzut sufitu – 1:50
- 03 – A.03 – Przekrój A-A – 1:50
- 04 – A.04 – Przekrój B-B – 1:50
- 05 – A.05 – Detal A - wieszania materaców gimnastycznych – 1:20, 1:5

##### **CZĘŚĆ B: KONSTRUKCJA**

- 06 – K.01 – Elementy konstrukcji stalowej – 1:50

## **CZĘŚĆ OPISOWA**

### **CZĘŚĆ A – ARCHITEKTURA**

#### **OPIS TECHNICZNY DO PROJEKTU WYKONAWCZEGO WYKONANIA USTROJÓW AKUSTYCZNYCH NA SALI GIMNASTYCZNEJ**

### **CZĘŚĆ I - DANE OGÓLNE**

#### **1. Przedmiot opracowania.**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt wykonawczy ustrojów akustycznych na sali gimnastycznej Akademii Wychowania Fizycznego mieszczącej się w Poznaniu przy ulicy św. Rocha 9, na działce nr 76/9, obręb Rataje. Obiekt nie znajduje się w strefie ochrony konserwatorskiej.

#### **2. Zakres i cel opracowania.**

Zakres opracowania obejmuje sporządzenie projektu wykonawczego ustrojów akustycznych na sali gimnastycznej oraz dostosowania sali do potrzeb zakładu gimnastyki i ćwiczeń muzyczno – ruchowych. Niniejsze opracowanie sporządza się celem poprawy warunków akustycznych na sali – obniżenia ogólnego poziomu hałasu dla zmniejszenia obciążenia akustycznego nauczycieli wychowania fizycznego oraz zmniejszenia pogłosu dla zwiększenia zrozumiałości mowy.

#### **3. Podstawa opracowania.**

- 3.1. Umowa z Inwestorem.
- 3.2. Inwentaryzacja i wizje lokalne zakresu opracowania.
- 3.3. Obowiązujące normy i przepisy.
- 3.4. Uzgodnienia międzybranżowe.
- 3.5. Materiały archiwalne – projekt pierwotny, projekt remontu, projekt koncepcyjny wykonania ustrojów akustycznych.

#### **4. Podstawowe dane**

Projektowana inwestycja składa się z zamontowania ustrojów akustycznych na ścianach i suficie sali. Zakres opracowania obejmuje dostosowanie sali do zajęć gimnastycznych poprzez instalacje i montaż urządzeń gimnastycznych, takich jak drążki, poręcze i kółka gimnastyczne.

#### **Zestawienie wielkości:**

Powierzchnia zabudowy budynku w którym znajduje się sala: 1502,18 m<sup>2</sup>

Powierzchnia użytkowa zakresu opracowania: 395 m<sup>2</sup>

Wysokość budynku: 9,53 m

Kubatura zakresu opracowania: 3757,13m<sup>3</sup>

Długość budynku: 56,40 m

Szerokość budynku: 24,96 m bez dobudówki, 31,36 m –z dobudówką

## **CZĘŚĆ II – OPIS TECHNICZNY: ARCHITEKTURA**

### **1. Zagospodarowanie terenu.**

Opis wg Części II

### **2. Komunikacja.**

Opis wg Części II

### **3. Podstawowe dane.**

Opis wg Części I i II

### **4. Zestawienie pomieszczeń**

Parter:

Numer	Pomieszczenie	Powierzchnia	Posadzka
001	SALA GIMNASTYCZNA	395 m <sup>2</sup>	POSADZKA SPORTOWA

### **5. Forma i funkcja oraz program użytkowy.**

Bryła obiektu zlokalizowana jest w centrum zespołu socjalnego dla studentów Politechniki Poznańskiej i Akademii Wychowania Fizycznego. Głównym elementem kubaturowym jest zbliżony w rzucie do prostokąta budynek mieszczący salę gimnastyczną, pomieszczenia dostosowane pod klub sportowy – Boxing Club dostosowany z byłej stołówki studenckiej, wraz z pomieszczeniami socjalnymi. Program użytkowy zapewnia prowadzenie zajęć na sali gimnastycznej, która będzie dostosowana do wymagań zakładu gimnastyki i ćwiczeń ruchowych Akademii Wychowania Fizycznego poprzez instalacje urządzeń gimnastycznych.

Poprawa warunków akustycznych zapewniona będzie dzięki montażowi paneli akustycznych wg projektu.

Zastosowane rozwiązania dzięki odpowiedniemu doborowi materiałów nie wpłyną znacząco na charakter wnętrza. Wnętrze sali cechuje się jasnymi barwami i dużą ilością światła.

### **6. Technologia realizacji oraz rozwiązania techniczno - materiałowe.**

#### **6.1 Układ konstrukcyjny**

Elementy urządzeń gimnastycznych zostaną podwieszane do istniejących dźwigarów stalowych wg projektu konstrukcyjnego. W posadzce wykonane zostaną otwory na tuleje służące do montowania słupków do drążków.

Panele akustyczne na suficie wykonane będą na rusztach stalowych systemowych podwieszonych do płatwi poprzez rury stalowe prostokątne. Panele ściennie zamontowane zostaną w ruszcie stalowym systemowym mocowanym bezpośrednio do ścian. Szczegóły wg części B – Konstrukcja. Rozwiązania zobrazowano i opisano w części rysunkowej.

## **6.2 Wykończenie wewnętrzne**

Posadzka sportowa bez zmian w kolorze niebieskim, otwory na urządzenia zaślepię elementami systemowymi w kolorze posadzki lub w kolorze stali nierdzewnej. Miejsce po wykonaniu zaczepów obrobić dookoła masą systemową podłogi sportowej. Roboty wykonać pod nadzorem lub w konsultacji z firmą wykonawczą, która pierwotnie wykonywała ww. podłogę i jest obecnie gwarantem.

Panele akustyczne z wełny szklanej grubości 35 mm na suficie, np.: Ecophon Super G i 35 mm na ścianach, np.: Ecophon Super G pokryte tkaniną z włókna szklanego w kolorze złamanej bieli. Panele montować z użyciem systemowych elementów bez względu na rodzaj uszczegółowienia w niniejszym projekcie. Wykonawca przygotuje projekt warsztatowy i przed montażem przekaże do akceptacji projektanta w odniesieniu do podziałów, kolorów i rozmieszczenia paneli.

Na krótszych bokach boiska za bramkami zamontować siatki – piłkochwyty o oczku ok 45/45 mm – kolor ustalić w nadzorze.

Podobnie na krótszych ścianach wykonać uchwyty pod zawieszanie materaców do ćwiczeń gimnastycznych, elementy wykonać jako stalowe z przepaskami z pasków plecionych z tworzywa sztucznego z naszytymi tzw. rzepami, montować na kotwy stalowe np.: Hilti. Na profile stalowe wymalować lub nakleić taśmę ochronną w kolorze żółto – czarnym. Elementy wykonać wg szkicu detalu. Przedstawić do akceptacji projekt warsztatowy lub makietę w skali 1:1 elementu montażowego.

Mocowania sprzętu gimnastycznego wykonać wg. opracowania konstrukcyjnego przed przystąpieniem do ww. prac potwierdzić gabaryty elementów konstrukcji dachu i sporządzić szczegółowy projekt warsztatowy.

## **7. Ocena stanu technicznego.**

Na podstawie dokonanych oględzin oraz analizy materiałów źródłowych stwierdza się, że obiekt znajduje się w stanie technicznym ogólnym dobrym. Obiekt został wyremontowany ok. rok temu. Została wykonana nowa posadzka sportowa. Ściany odmalowane, pod sufitem zawieszono siatkę ochronną. Ze względu na brak odpowiednich instalacji akustycznych sala nie utrzymuje standardu akustycznego co powoduje, że czas pogłosu nie dotrzymuje normatywów.

## **8. Zdjęcia stanu istniejącego.**



Fot. 1 Widok ogólny sali gimnastycznej.



Fot. 2 Widok na strop z kanałami wentylacyjnymi.



Fot. 3 Widok ogólny sali gimnastycznej.



Fot. 4 Dźwigar stalowy – oparcie na słupie.

***Uwaga: przed rozpoczęciem robót wykończeniowych ustalić szczegółowo z projektantem (w nadzorze oraz w częściowym projekcie wnętrza) wszystkie okleiny, farby, okładziny, profile okienne i drzwiowe oraz podobne elementy.***

### **8. Uwagi końcowe.**

Roboty budowlane i instalacyjne. Wszystkie roboty budowlane i instalacyjne wykonać pod ścisłym nadzorem technicznym, zgodnie z P.N. Budowlaną i obowiązującymi przepisami budowlanymi oraz zgodnie ze sztuką budowlaną. Inwestycję realizować zgodnie z projektem.

## **CZĘŚĆ III – ZALECENIA DOTYCZĄCE AKUSTYKI**

### **1. Opis sali gimnastycznej**

Sala gimnastyczna o wymiarach 26,6 m x 14,8 m i kubaturze ok. 3035 m<sup>3</sup>. Ściany murowane i tynkowane. Podłoga sportowa. Sala przykryta płaskim dachem z żelbetowych płyt korytkowych na kratownicy stalowej.

### **2. Wymagania**

Sale sportowe lokalizowane przy szkołach muszą najczęściej łączyć różne funkcje:

- Zajęcia wychowania fizycznego
- Zawody sportowe
- Apele, akademie i inne uroczystości szkolne
- Koncerty i przedstawienia
- Egzaminy



Dla poprawnego przeprowadzenia tych różnorodnych zajęć konieczne jest:

- Obniżenie ogólnego poziomu hałasu dla zmniejszenia obciążenia nauczycieli wychowania fizycznego. Wysoki poziom hałasu przyspiesza zmęczenie i zmusza nauczycieli do nadmiernego forsowania głosu.

- Zmniejszenie pogłosu dla zwiększenia zrozumiałości mowy. Dotyczy to zarówno komunikacji bezpośredniej (naturalnej) jak i z użyciem nagłośnienia. Przedmiotowa sala przy obecnym wykończeniu jest pomieszczeniem silnie pogłosowym. Obliczeniowe (Sabine z uwzględnieniem pochłaniania dźwięku przez powietrze) wartości czasu pogłosu wynoszą:

Częstotliwość	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Czas pogłosu T	3,9 s	5,1 s	5,4 s	7,1 s	4,9 s	3,1 s

Znając kubaturę pomieszczenia i czas pogłosu można wyliczyć tzw. promień graniczny. Promień graniczny to odległość od mówcy (lub innego źródła dźwięku) przy której poziom jego głosu (dźwięku) jest równy poziomowi pogłosu wzbudzonego przez ten głos. Mnożąc wyliczoną wartość (średnią dla wszystkich częstotliwości 125 – 4000 Hz) przez 4 otrzymujemy przybliżony promień dobrej zrozumiałości mowy, który przy obecnym wykończeniu wynosi:

$$r = 5,8 \text{ m}$$

Oznacza to, że w sprawna komunikacja werbalna pomiędzy dwoma osobami na sali (nawet w warunkach zupełnej ciszy) jest możliwa jeśli odległość między nimi nie przekracza 5,0 – 6,0 m.

**Polska** norma PN-B-02151-4 określająca warunki pogłosowe m.in. w salach sportowych jest obecnie w przygotowaniu. Zaleca ona maksymalny czas pogłosu (w przedziale częstotliwości 250 Hz – 4 kHz) w salach sportowych o kubaturze mniejszej niż 5000 m<sup>2</sup> na poziomie **1,5 s**. W wielu państwach stosowne normy obowiązują już od wielu lat:

**Szwecja.** Norma Szwedzka 02 52 68 zaleca maksymalny czas pogłosu **1,0 lub 1,2 s** w zależności od wybranej dla budynku klasy akustycznej. Wartości te dotyczą w pełni umeblowanych pomieszczeń ale bez użytkowników. Dla częstotliwości 125 Hz podane wartości mogą być do 20% wyższe.

**Finlandia.** Maksymalny czas pogłosu w salach sportowych o wysokości powyżej 5 m może wynosić **1,3 lub 1,9 s** w zależności od klasy akustycznej budynku. Dla częstotliwości 125 Hz dopuszczalne są wartości wyższe o 50%.

**Niemcy.** Norma 18041 zaleca wyliczać optymalny czas pogłosu dla małych sal sportowych przeznaczonych dla pojedynczych grup (i bez widowni):

$$T = 1,27 \log V - 2,49 \text{ gdzie } V \text{ to kubatura.}$$

Dla kubatury 3035 m<sup>3</sup> zalecany czas pogłosu wyniósłby więc **1,93 s**. Przy uwzględnieniu dopuszczalnej tolerancji (□20%) będzie to zakres ok. **1,5 – 2,3 s**.

**Wlk. Brytania.** Wytyczne Building Bulletin 93 zalecają w salach sportowych czas pogłosu nie dłuższy niż **1,5 s**. Zalecenie to dotyczy pasm 500-2000 Hz.

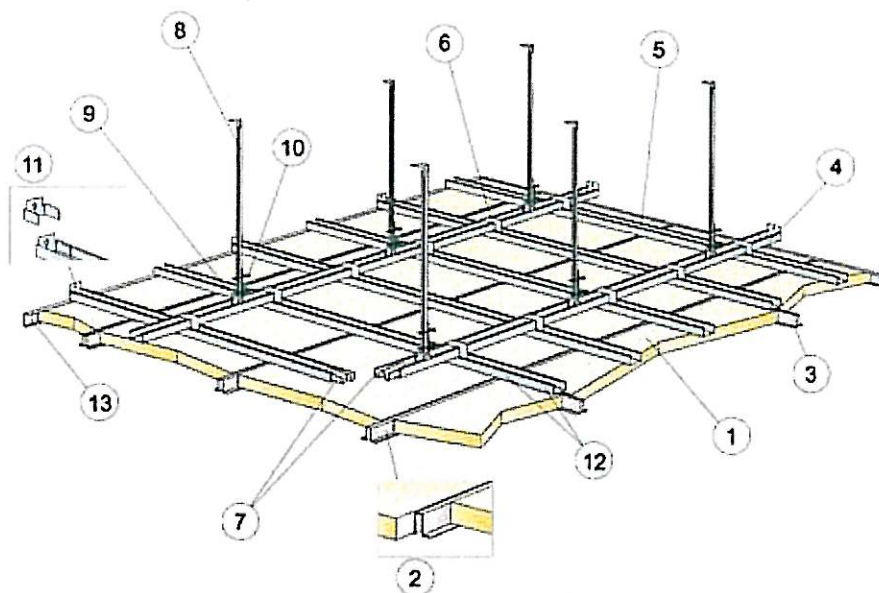
### 3. Rozwiązania

W związku z powyższym zaleca się zainstalowanie materiałów dźwiękochłonnych na powierzchni dachu i częściowo ścian.

**Sufit.** Okładzina dźwiękochłonna z płyt, np.: Ecophon Super G instalowana w polach pomiędzy dźwigarami i płatwiami. Pola o wymiarach 2,4 x 4,8 m i 1,8 x 4,8 m (przy oknach). Łączna powierzchnia paneli sufitowych wyniesie 273 m<sup>2</sup>.

Płyty z wełny szklanej o grubości 35 mm, o formacie 1200/600. Lico płyt pokryte tkaniną z włókna szklanego o dużej odporności mechanicznej, tył płyty wykończony welonem szklanym. Powierzchnia licowa umożliwiającą czyszczenia na sucho i przecierania na mokro raz w tygodniu. Kolor płyt: biel (NCS: S 1002-Y), współczynnik odbicia światła min 78%, odporne na wilgoć do 95% przy 30C (zgodnie z normą ISO 4611). Materiał niepalny wg badań i klasyfikacji EN ISO 1182.

Do płyt korytkowych, w polach między dźwigarami a płatwiami, montowane profile CD (12). Profile montowane bezpośrednio do płyt korytkowych (bez wieszaków), prostopadłe do dźwigarów, w odstępach 40 cm. Do tak powstałego rusztu mocowane są za pomocą systemowych profili Omega (2 i 3) płyty dźwiękochłonne, np.: SuperG lub Super G Plus (1).



W polach 2,4 x 4,8 płyty układane w ten sposób aby ich dłuższe boki były równoległe do dźwigarów. Każde pole wykończone po obwodzie profilem ceowym (13).

W polach 1,8 x 4,8 płyty 1200/600 układane w podobny sposób a pola uzupełnione płytami 600/600.

Współczynniki pochłaniania dźwięku przez panele, np.: SuperG przy tego typu montażu podano poniżej:

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
0,50	0,75	0,85	0,95	1,00	0,90

**Ściany.** Dodatkowo, w celu dalszego obniżenia pogłosu, obniżenia poziomu dźwięku i ograniczenia trzepoczącego echa, zaleca się instalację paneli ściennych, np.: Ecophon Wall Panel SuperG na jednej ze ścian szczytowych i na ścianie podłużnej nad drabinkami.

**Ściana szczytowa.** Panele instalowane pionowo w formie pasa o wysokości 270 cm. Pas układany od poziomu ok. 200 cm do 470 cm ponad podłogą. Łączna powierzchnia paneli ściennych na ścianie szczytowej wyniesie 40,5 m<sup>2</sup>.

**Ściana podłużna.** Panele cięte na pół (600x1350) i instalowane pionowo w formie pasa o wysokości 135 cm. Pas układany od poziomu ok. 335 cm do 470 cm ponad podłogą. Łączna powierzchnia paneli ściennych na ścianie szczytowej wyniesie 35,6 m<sup>2</sup>.

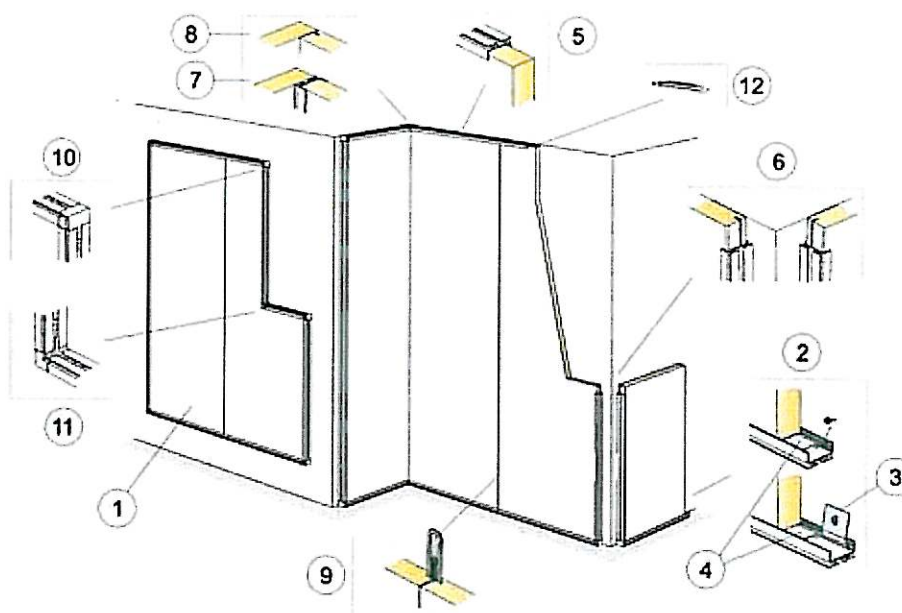
Panele z wełny szklanej grubości 35 mm i o wymiarach 2700x600 mm. Lico pokryte tkaniną z włókna szklanego, tył welonem szklanym. Krawędź kórtka prosta, długa fazowana z wpustem. Panele odporne na wilgotność względną powietrza do 95% przy 30°C (zgodnie z normą ISO 4611). Materiał niepalny.

Akustyka: Klasa pochłaniania dźwięku A dla c.w.k. 40mm wg EN ISO 11654.

Współczynniki pochłaniania dla poszczególnych częstotliwości dla montażu bezpośrednio na ścianie podano poniżej:

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
0,15	0,65	1,00	1,00	0,95	0,80

Panele ściennie mocowane do ściany za pomocą ceowników z ekstrudowanego aluminium.



#### **4. Spodziewane wyniki**

Redukcja czasu pogłosu:

Częstotliwość	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Czas pogłosu T	3,9 s	5,1 s	5,4 s	7,1 s	4,9 s	3,1 s

obecnie (obliczeniowy)						
<b>Czas pogłosu T po adaptacji</b>	<b>1,7 s</b>	<b>1,3 s</b>	<b>1,1 s</b>	<b>1,1 s</b>	<b>1,0 s</b>	<b>0,9 s</b>

Krótszy czas pogłosu pozwoli na zwiększenie promienia zrozumiałości mowy:

Promień dobrej zrozumiałości mowy r obecnie	5,8 m
<b>Promień dobrej zrozumiałości mowy r po adaptacji</b>	<b>11,6 m</b>

Tak wykończona sala sportowa będzie także w mniejszym stopniu wzmacniała dźwięki w niej wytwarzane. W stosunku do obecnego wykończenia stopień redukcji poziomu dźwięku w zależności od częstotliwości wyniesie:

Częstotliwość	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
<b><math>\Delta L</math></b>	<b>-3,3 dB</b>	<b>-5,6 dB</b>	<b>-6,3 dB</b>	<b>-7,5 dB</b>	<b>-6,3 dB</b>	<b>-4,5 dB</b>

Opracował:



mgr inż. arch. Bartosz Dawid Jarosz

**BARTOSZ JAROSZ**  
mgr inż. architekt  
Uprawnienia budowlane  
do projektowania bez ograniczeń  
w specjalności architektonicznej  
nr ewd. WP-OIA/OKK/UptB/62/2009

## **CZĘŚĆ B – KONSTRUKCJA**

Zawartość opracowania:

### **I     Opis techniczny**

- 1.0   Podstawa opracowania
- 2.0   Opis poszczególnych elementów konstrukcji
- 3.0   Analiza i ocena stanu istniejącego

### **II    Analiza konstrukcji**

- 4.0   Obliczenia statyczne

## I OPIS TECHNICZNY

### 1.0 Podstawa opracowania

- Zlecenie Inwestora
- Wizja lokalna konstrukcji zadania wykonana w maju 2013 r.
- Dostarczona dokumentacja projektowa:
  - a) "Zespół socjalny studentów AWF Sala gimnastyczna Poznań ul. Serafitek" opracowana przez Biuro Projektowo - Badawcze Budownictwa Ogólnego Miastoprojekt - Poznań w sierpniu 1975 r. - branża konstrukcyjna
  - b) "Projekt docieplenia ścian i stropodachu byłej stołówki i sali gimnastycznej przy ul. Św. Rocha 9" opracowana przez firmę wielobranżową Ekspert-Bud-Projekt 62-006 Gruszczyń ul. Spadochronowa 7 w lutym 2006, aktualizacja listopad 2011 - branża arch - bud.
- Obowiązujące normatywy i przepisy związane w budownictwie
  - Obciążenie wiatrem PN-77/B-02011/Az1:2009 PN-77/B-02011
  - Obciążenia budowli PN-82/B-02000-3
  - Obciążenie śniegiem PN-80/B-02010 PN-B-02010:1980/Az1:2006
  - DIN EN 12346 (1998) (English): Gymnastic equipment - Wall bars, lattice ladders and climbing frames - Safety requirements and test methods [Authority: Directive 2001/95/EC]
  - PN-EN 12655 Sprzęt gimnastyczny - Kółka

### 1.1 Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt zamocowania przyrządów gimnastycznych - kółek do ćwiczeń, oraz drabinek do przeplotów do stalowych dźwigarów dachowych, oraz ocena nośności elementów konstrukcji stropodachu nad salą gimnastyczną pod kątem montażu w/w urządzeń oraz sufitów akustycznych np. Ecophon Super G.

### 1.2 Ogólny opis stropodachu nad salą gimnastyczną

Głównym elementem nośnym stropodachu są dźwigary blachownicowe o rozpiętości 15,0 m

spawane z blach ( pasy BL 20 x 250, środnik o zmiennej wysokości BL 10 x 660 - 1510, stal St3SX ) wsparte co 540 cm na słupach i ścianach. Do dźwigarów zamocowano płatwie z IN 200 ze stali St3SX w rozstawie 2200 i 3000 mm. Na płatwiach ułożono płyty korytkowe prefabrykowane

DK 300/60 oraz DK 210/60. Wg danych z projektu pkt 1.0 a) pokrycie dachu posiada następujące warstwy:

- termorenowacja:
  - papa termozgrzewana SBS
  - płyta PW11A gr 15 cm
- warstwy istniejące pierwotnie:
  - 3 x papa asfaltowa 500
  - szlichta cementowa 3 cm
  - 1 x papa klejona
  - płyty półtwarde z wełny mineralnej 6 cm
  - 2 x papa klejona
  - szlichta 1 cm
  - płyty korytkowe DK1 300/60 gr 10 cm
  - gładź gipsowa 0,005 m
- siatka sznurkowa do amortyzacji uderzeń piłką
- oświetlenie
- zdemontowano istniejący sufit akustyczny na konstrukcji drewnianej

### 1.3 Ocena stanu technicznego

Na podstawie przeprowadzonej wizji lokalnej w maju 2013 stwierdza się, że elementy konstrukcji

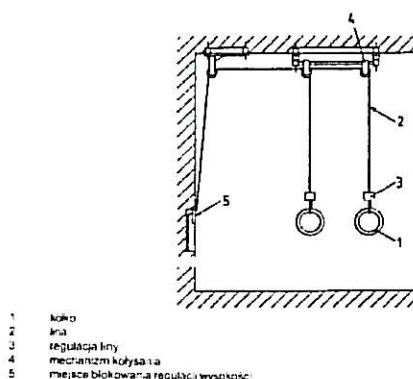
stropodachu:

- pokrycie z papy termozgrzewalnej
- płyty korytkowe
- płatwie IN 200
- dźwigary blachownicowe

znajdują się w dobrym stanie technicznym.

### 2.0 Opis mocowania projektowanych elementów konstrukcji

#### 2.1 Mocowanie kólek do ćwiczeń gimnastycznych U-1



Rysunek 3: Przykład przyrządu typu 3

Założono ponowne mocowanie zdemontowanych kólek do ćwiczeń szt. 3 - po jednej sztuce na dźwigar ( np w osiach "E", "F", "G" ) .

Lokalizacja przenoszonych kólek do ćwiczeń została pokazana na rysunkach w części architektonicznej opracowania ( odległość osi przyrządów od osi modularnej nr "1" winna wynosić  $b = 2200$  mm ). Do zamocowania istniejących przyrządów gimnastycznych do dźwigarów blachownicowych zaprojektowano uchwyty U-1 mocowane do dolnego pasa o przekroju BL 20 x 250 mm.

Blachy łącznikowe POZ.1 uchwytu U-1 należy przyspawać do pasa dolnego dźwigara blachownicowego. Spoiny pachwinowe grubości  $a = 6,0$ ;  $l = 100$  mm ułożyć zgodnie z rysunkiem nr 1 wzdłuż pasa. W miejscu spawów usunąć powłoki malarskie.

Po przyspawaniu blach łącznikowych zamocować przy pomocy śrub M16 kl.8.8 C wymian z IPE 120. Do wymianu mocowany jest wieszak z RK 50 x 50 x 5 mm z obejmą do mocowania drążka z kółkami. Obejmę z rury POZ.5 dostosować do średnicy istniejącego ( demontowanego drążka z kółkami ) .

Po wykonaniu prac spawalniczych uzupełnić usunięte i uszkodzone powłoki malarskie. Mocowanie i knagowanie linek do podnoszenia kólek wg opisu w części architektonicznej opracowania.

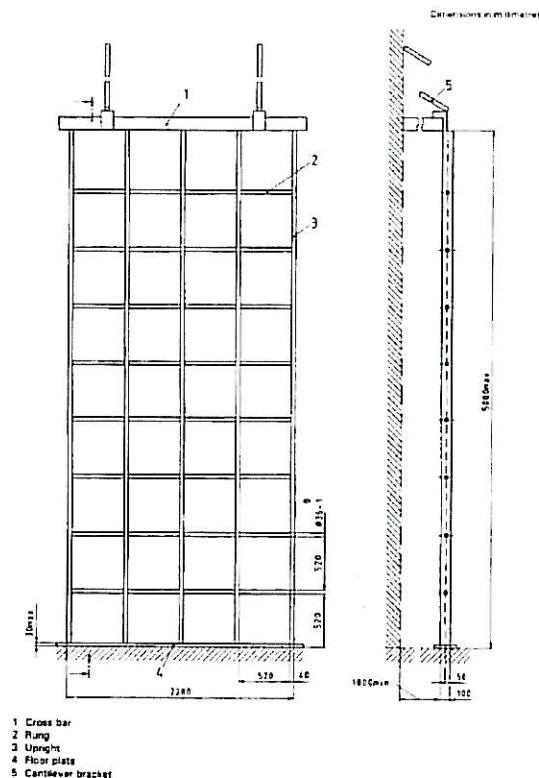


Figure A.2: Example of a lattice ladder

## 2.2 Mocowanie wymianów B-1 i B-2 pod szyny drabinek do przeplotów

Założono ponowne mocowanie zdemontowanych drabinek do przeplotów szt.2 - wraz szynami jezdnyymi służącymi do przesuwania i blokowania drabinek w miejscu wykonywania ćwiczeń gimnastycznych.

Lokalizacja przenoszonych drabinek do ćwiczeń została pokazana na rysunkach w części architektonicznej opracowania. W podłodze wykonać otwory służące do blokowania drabinek w położeniu roboczym, oraz w położeniu bazowym. W przypadku konieczności przedłużenia istniejących drabinek każdy z drewnianych słupków (wg normy 40 x 100 mm) należy wydłużyć poprzez zamocowanie stalowej rury prostokątnej o przekroju RP 100 x 50 x 5 ze stali S235 - element P-1.

W przypadku drabinek o innych przekrojach słupków drewnianych - przedłużyć z rury prostokątnej odpowiednio dostosować. Rury stalowe należy nasunąć na słupek minimum na głębokość 500 mm i skrócić 3 śrubami M12x60 kl. 8.8.C. zaopatrzonymi w nakrętki kołpakowe.

Do ponownego zamocowania zdemontowanych szyn jezdnych drabinek do przeplotów zaprojektowano dwa wymiany ( B-1 i B-2 wg rys. nr 1 ) wykonane z dwuteownika gorącowalcowanego HEB 140 ze stali S235. Rozstaw wymianów dostosować do zdemontowanych szyn jezdnych.

Wymiany B-1 i B-2 należy przyspawać do pasa dolnego dźwigara blachownicowego. Spoiny pachwinowe grubości  $a = 6,0$ ;  $l = 140$  mm ułożyć zgodnie z rysunkiem nr 1 wzdłuż pasa. W miejscu spawów usunąć powłoki malarskie.

Po przyspawaniu wymianów HEB 140 zamocować istniejące szyny w rozstawie odpowiadającym prawidłowe przesuwaniu drabinek. W pozycji do ćwiczeń istniejące szyny muszą posiadać blokadę przesuwu drabinek. Po wykonaniu prac spawalniczych uzupełnić usunięte i uszkodzone powłoki malarskie.

## 3.0 Zabezpieczenie antykorozyjne elementów konstrukcji stalowej

Wszelkie prace spawalnicze muszą być ukończone przed ostatecznym wykonaniem zabezpieczeń antykorozyjnych. Kolorystyka zgodnie z opisem architektonicznym. Konstrukcje zewnętrzne należy zabezpieczyć



antykorozyjnie wg PN-EN ISO 12944 zestawem  
o średniej kategorii korozyjności C3 i trwałość M=5÷15 lat.

Nr farby	Rodzaj	Producent	Oznaczenie	Cechy powłoki
d)	Dwuskładnikowy, grubowarstwowy grunt epoksydowy utwardzany poliamidem	Tikkurila Coatings	TEMACOAT SPA MIO grunt	Pigmentowana trzema rodzajami pigmentów : aluminium, błyszczem żelazowym, fosforanem cynku. Dzięki specjalnym pigmentom tworzy bardzo mocną i trwałą powłokę.
e)	Dwuskładnikowa, półpolyskowa farba nawierzchniowa poliuretanowa utwardzana izocyjanianem alifatycznym	Tikkurila Coatings	TEMATHANE 50 nawierzchniowa	Doskonała odporność na warunki atmosferyczne i ścieranie Trwała nie kredująca farba nawierzchniowa o bardzo dobrej trwałości koloru i połysku.

f) Technologia zabezpieczeń antykorozyjnych konstrukcji eksploatowanych w środowisku C3 na stal czarna

ELEMENTY ZABEZPIECZANE	STOPIENIENIE CZYŚCISPOWIERZCHNI	ZESTAW MALARSKI		LICZBA POWŁOK	GRUBOŚĆ JEDNEJ POWŁOKI (mm)	SUMARYCZNA GRUBOŚĆ POKRYCIA (µm)	MIEJSCE MALOWANIA	ZALECANY /DOPUSZCZALNY SPOSÓB NAKŁADANIA POWŁOKI	UWAGI
		NAZWA MATERIAŁU MALARSKIEGO	FUNKCJA						
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
KONSTRUKCJE STALOWE	Sa 2 ½	TEMACOAT SPA PRIMER MIO	grunt	1	100	100	W wytwórni konstrukcji	NATRYSK HYDRODYNAMICZNY	
		TEMATHANE 50	Nawierzchniowa	1	60	60			

#### 4.0 Ogólne wytyczne montażu konstrukcji stalowej

- Montaż konstrukcji poszczególnych ustrojów może być wykonany wyłącznie przez przedsiębiorstwa montażowe dysponujące odpowiednim sprzętem i wykwalifikowanymi brygadami montażowymi.
- Montaż konstrukcji należy przeprowadzić w oparciu o projekt montażu konstrukcji i organizacji robót sporządzony na podstawie niniejszych wytycznych i przepisów BHP w budownictwie oraz warunków technicznych wykonania i odbioru konstrukcji stalowych.
- Przed przystąpieniem do montażu konstrukcji poszczególnych ustrojów należy sprawdzić ilość dostarczonych elementów i łączników. Usunąć ewentualne uszkodzenia powstałe podczas montażu oraz ułożyć elementy w kolejności dogodnej do montażu. Szczególną uwagę należy zwrócić na prostoliniowość elementów.
- Montaż konstrukcji
  - po montażu elementów mocujących urządzenia gimnastyczne należy przeprowadzić próby wytrzymałościowe zgodnie z normami: DIN EN 12346 (1998) (English): Gymnastic equipment - Wall bars, lattice ladders and

climbing frames - Safety requirements and test methods [Authority: Directive 2001/95/EC] oraz PN-EN 12655 Sprzęt gimnastyczny - Kółka, których wyniki muszą być wpisane do dziennika budowy  
- sprawdzenie połączeń spawanych na montażu

opracował: mgr inż. Piotr Fait

mgr inż. PIOTR FAIT  
Uprawnienia budowlane do projektowania  
i kierowania robotami budowlanymi  
bez ograniczeń w zakresie  
konstrukcyjnej budowlanej  
Nr ewid. 330/69/Pw i 569/69/Pw

## II ANALIZA STATYCZNA KONSTRUKCJI

### 4.0 Obliczenia statyczne i wymiarowanie

Dla określenia nośności poszczególnych elementów przeprowadzono analizę statyczną i wytrzymałościową programem ARSA 2013.

#### 4.1 Zebranie obciążeń

Obciążenia dachu nad salą ( na podstawie Projektu docieplenia ścian i stropodachu byłej stołówki i sali gimnastycznej opracowanego przez Ekspert-Bud-Projekt 62-006 Gruszczyn ul. Spadochronowa 7 )

##### 4.1.1 obciążenia stałe kN/m<sup>2</sup>

###### **termorenowacja:**

- papa termozgrzewana SBS  
0,09

- płyta PW11A gr 15 cm  $0,15 \times 0,45 + 0,1 =$   
0,17

###### **stropodach istniejący**

- 3 x papa asfaltowa 500  $3 \times 0,075 =$   
0,23

- szlichta cementowa 3 cm  $0,03 \times 21,0 =$   
0,63

- 1 x papa klejona  $0,075$  0,08

- płyty półtwarde z wełny mineralnej 6 cm  $0,06 \times 1,30 =$   
0,08

- 2 x papa klejona  $2 \times 0,075 =$  0,15

- szlichta 1 cm  $0,01 \times 21,0$   
0,21

- płyty korytkowe Dk1 300/60 gr 10 cm  $1,53 / 3,0 \times 0,6 = 0,085$   
0,85

- gładź gipsowa 0,005 m  $0,005 \times 12,0 =$   
0,06

###### **projektowane wygłuszenie**

- panele akustyczne na ruszcie np. Ecophon Super G 5,0 kg/m<sup>2</sup>  
 $0,0$   $\gamma = 1,35$  razem 2,60

- płatwie IN 200 ciężar własny elementów konstrukcji jest generowany przez program ARSA2013 automatycznie ( również drabinek )

##### 4.1.2 Instalacje podwieszane

- siatka ochronna i oświetlenie  
kN/m<sup>2</sup> 0,05

- kółka do ćwiczeń ( jedno stanowisko ) - siła pionowa  $F_z = 4,53$  kN  
- siła pozioma  $F_y = 2,14$  kN

- drabinki ( jedno stanowisko ) - siła pionowa  $F_z = 1,70$  kN  
- siła pozioma  $F_y = 0,90$  kN

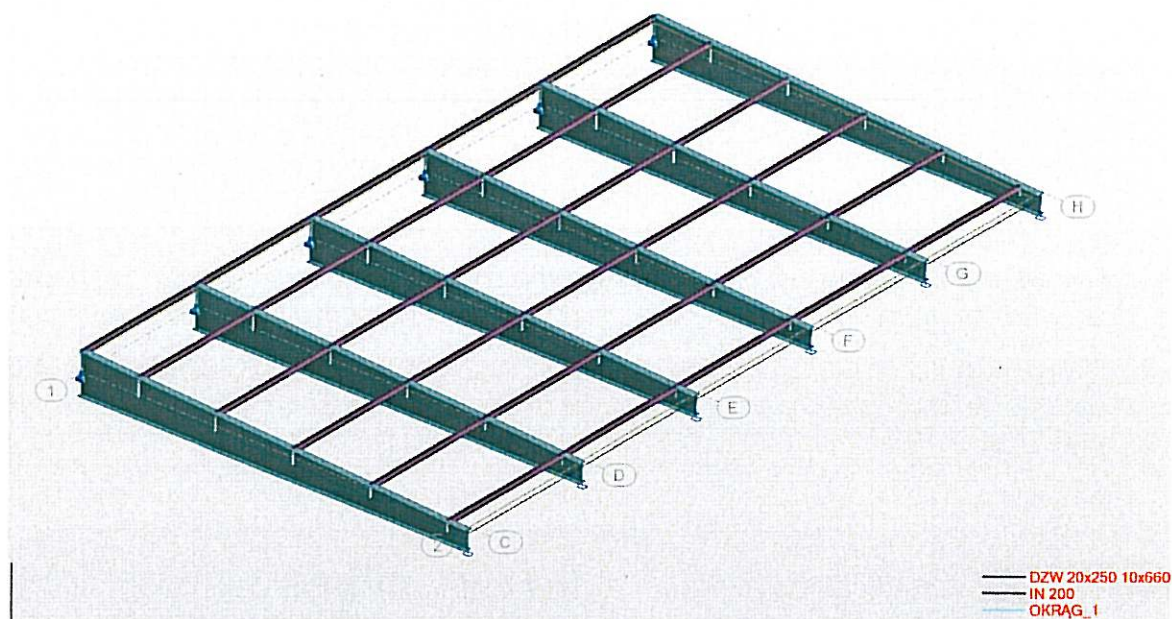
4.1.3 Śnieg : Poznań \*- II strefa obciążenia

-dachy dla  $\alpha = 5,14^\circ < 6^\circ$  przyjęto tylko równomierne obciążenie

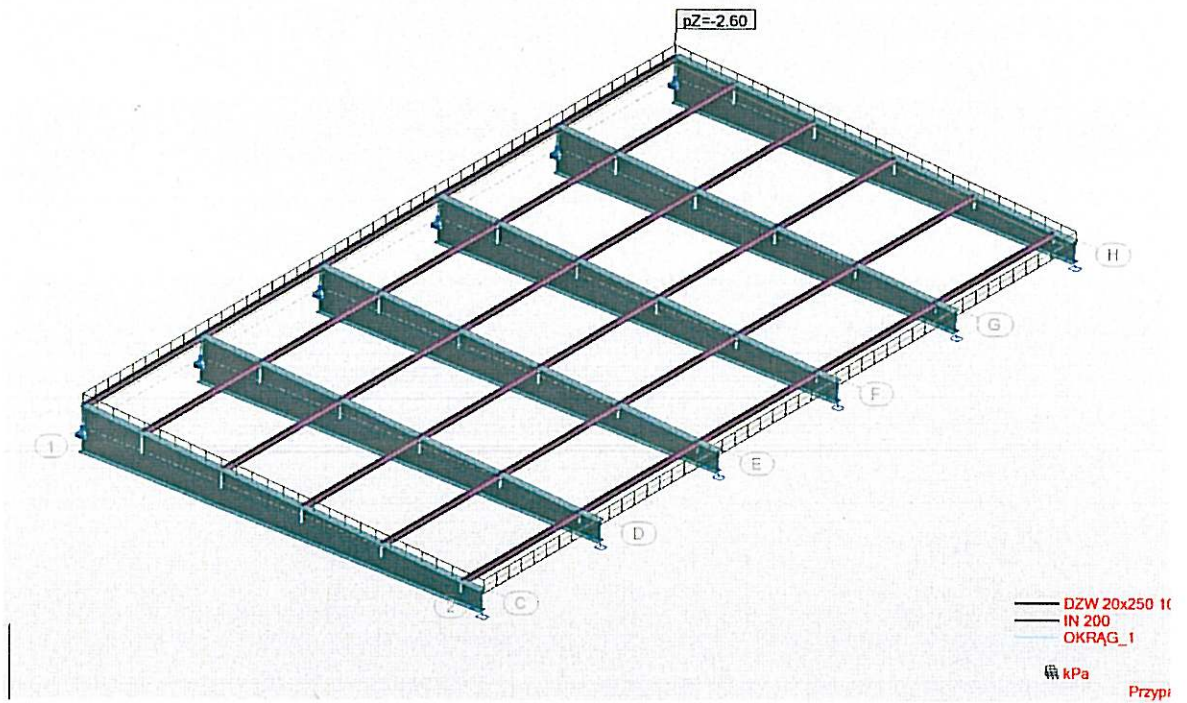
kN/m<sup>2</sup> śnieg  $\gamma = 1,5$  0,80 x 0,90 =  
0,72

4.1.4 Wiatr: Poznań - I strefa obciążenia  
ssanie wiatru - działanie odciążające - pominięto

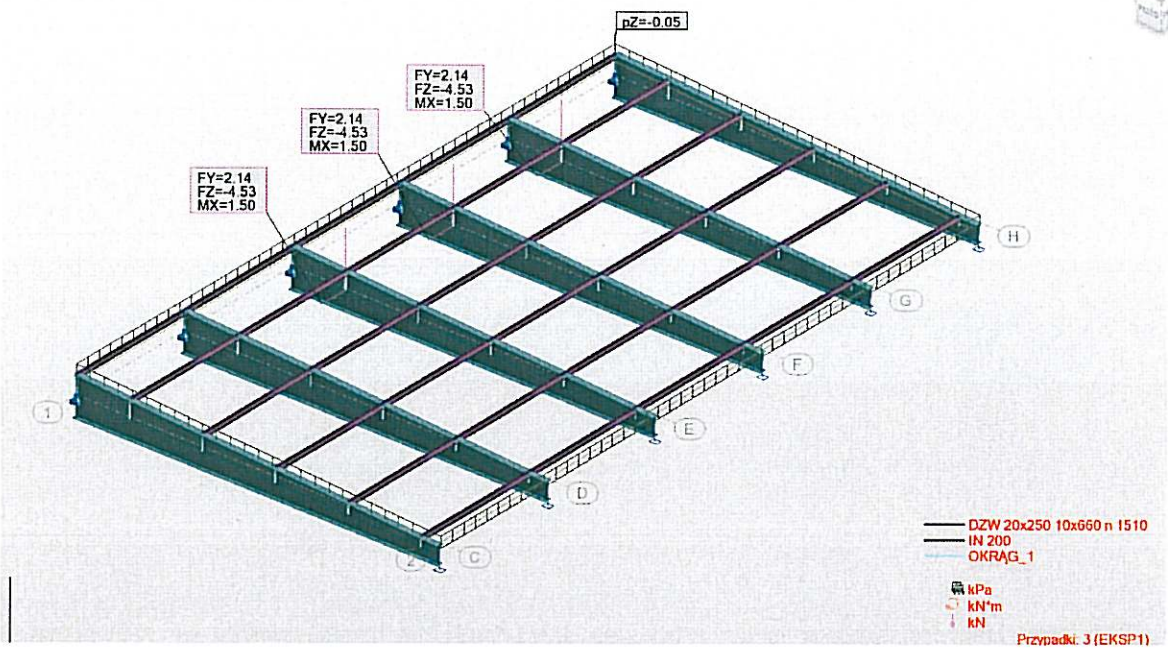
4.2 Schemat konstrukcji stropodachu



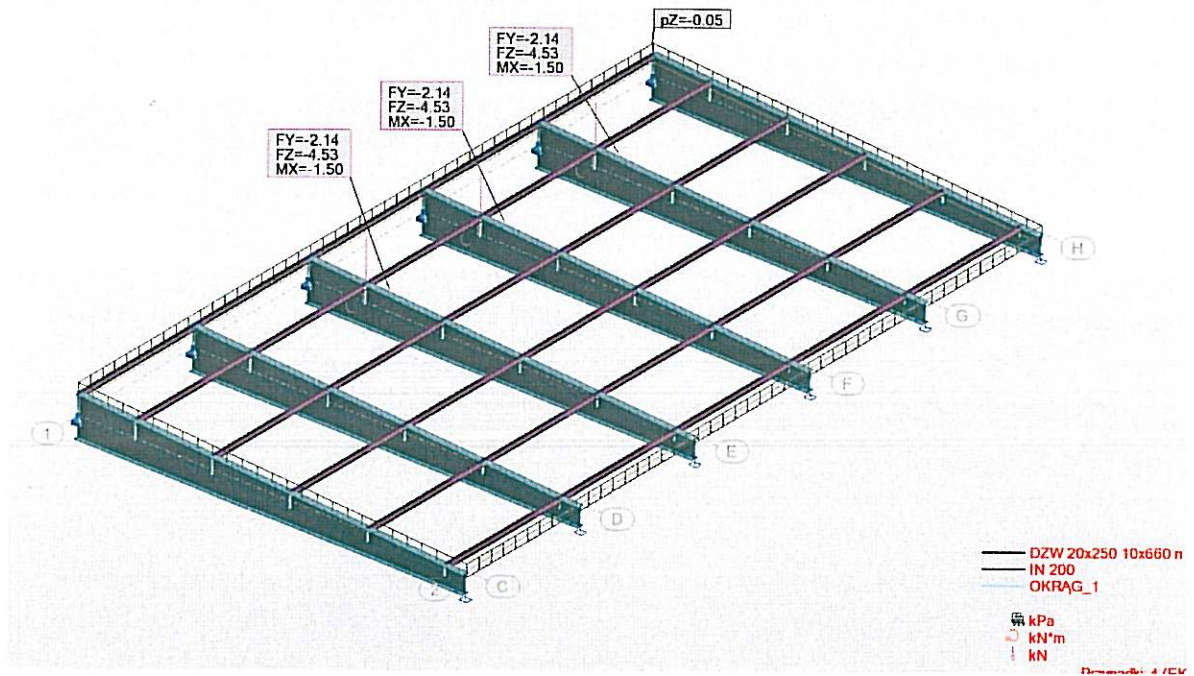
obciążenia stałe



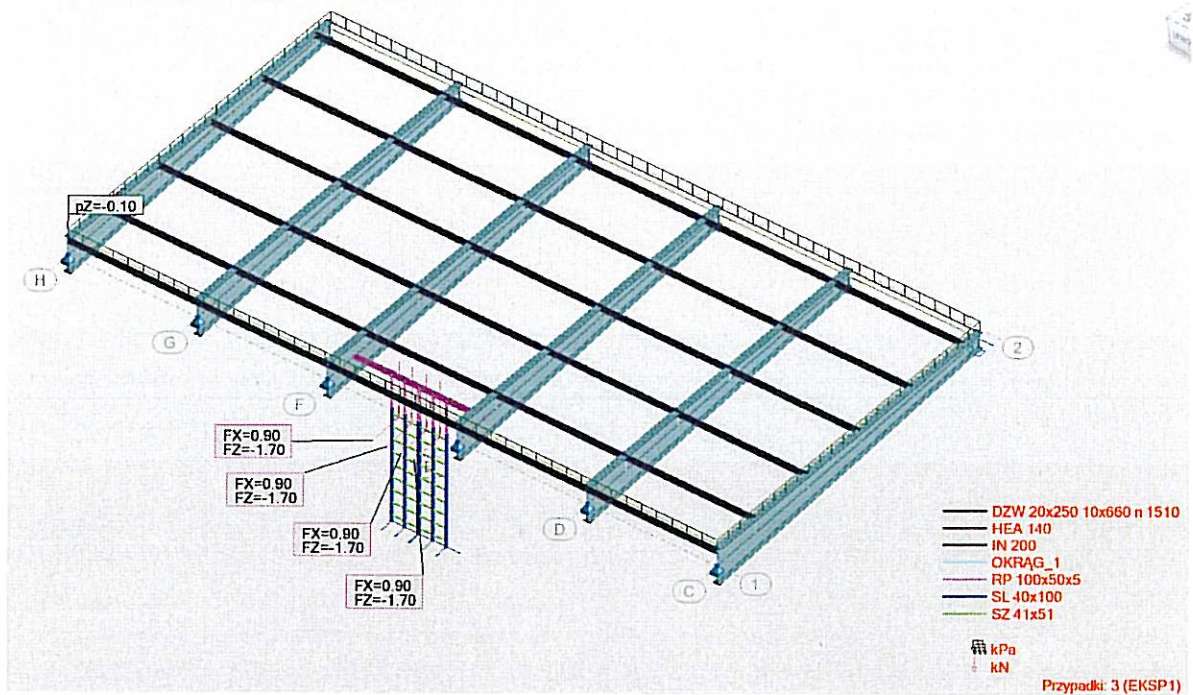
### obciążenia eksploatacyjne 1



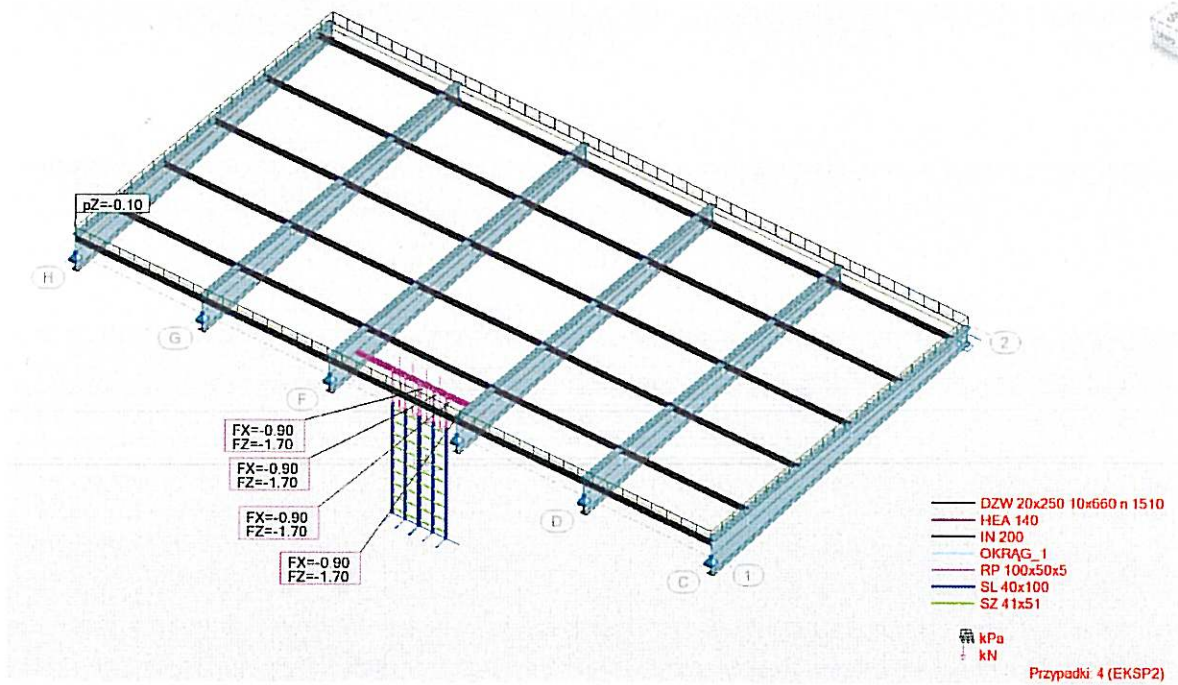
### obciążenia eksploatacyjne 2



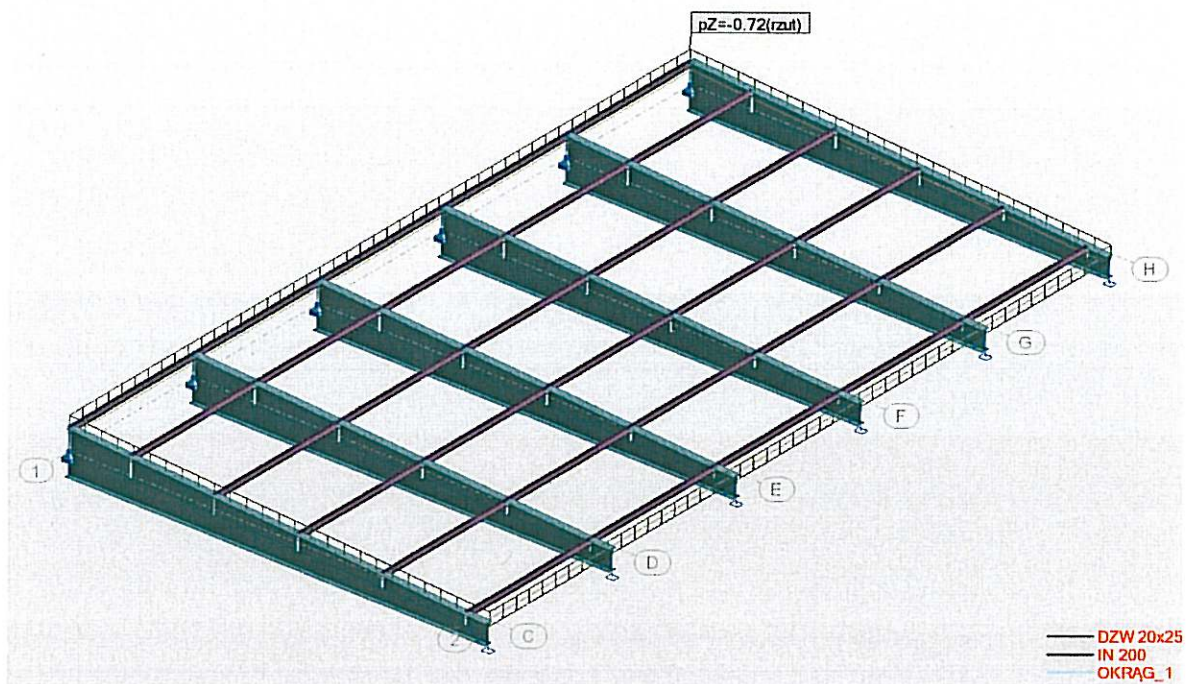
obciążenia eksploatacyjne 1 wariant z drabinkami



obciążenia eksploatacyjne 2 wariant z drabinkami



obciążenie śniegiem



## Pręty: Wartości: 1

Pręt	Węzeł 1	Węzeł 2	Przekrój	Materiał	Długość (m)	Typ
1	4	5	DZW 20x250 10x660 n 1510	STAL S13S	15,01	DYwigar blachownicowy
2	8	9	DZW 20x250 10x660 n 1510	STAL S13S	15,01	DYwigar blachownicowy
3	15	16	DZW 20x250 10x660 n 1510	STAL S13S	15,01	DYwigar blachownicowy
4	22	23	DZW 20x250 10x660 n 1510	STAL S13S	15,01	DYwigar blachownicowy
5	29	30	DZW 20x250 10x660 n 1510	STAL S13S	15,01	DYwigar blachownicowy
12	17	18	DZW 20x250 10x660 n 1510	STAL S13S	15,01	DYwigar blachownicowy
41	47	46	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
42	46	45	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
43	45	44	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
44	44	43	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
45	43	48	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
51	57	58	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew skrajna
52	58	59	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
53	59	60	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
54	60	50	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
55	50	61	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew skrajna
56	62	63	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew skrajna
57	63	64	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
58	64	65	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
59	65	52	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
60	52	66	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew skrajna
61	67	68	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew skrajna
62	68	69	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
63	69	70	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
64	70	54	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
65	54	71	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew skrajna
66	72	73	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew skrajna
67	73	74	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
68	74	75	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
69	75	56	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
70	56	76	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew skrajna
71	77	78	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew skrajna
72	78	79	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
73	79	80	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
74	80	49	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew pośrednia
75	49	81	IN 200	STAL S13S	5,40	Platew skrajna

## Obciążenia - Przypadki: 1do5 : Wartości: 1 - Przypadki: 1do5

Przypadek	Typ obciążenia	Lista	Wartość obciążenia
1	ciężar własny	1do18 37 41do94	PZ Minus Wsp=1,00
2	(ES) jednorodne	94	PZ=-2,60(kN/m2)
3	siła węzłowa		FX=0,90(kN) FZ=-1,70(kN)
3	(ES) jednorodne	94	PZ=-0,05(kN/m2)
3	siła węzłowa	83 88 93	FY=2,14(kN) FZ=-4,53(kN) CX=1,50(kNm)
3	siła węzłowa		FX=0,90(kN) FZ=-1,70(kN)
3	siła węzłowa		
3	siła węzłowa		
3	siła węzłowa		
4	(ES) jednorodne	94	PZ=-0,05(kN/m2)
4	siła węzłowa	83 88 93	FY=-2,14(kN) FZ=-4,53(kN) CX=-1,50(kNm)
4	siła węzłowa		FX=-0,90(kN) FZ=-1,70(kN)
4	siła węzłowa		FX=0,90(kN) FZ=-1,70(kN)
4	siła węzłowa		
4	siła węzłowa		
4	siła węzłowa		
5	(ES) jednorodne	94	PZ=-0,72(kN/m2) rzutowane

Definicje kombinacji automatycznych - Przypadki: 6 9 [ PN82 st 13 bez wsp ] [ PN82 st 13 bez wsp ]: Wartości: 1 - Przypadki: 6 9 [ PN82 st 13 bez wsp ]

Kombinacja/Składowa	Definicja
SGN/ 1	1*1.35 + 2*1.35
SGN/ 2	1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.50
SGN/ 3	1*1.35 + 2*1.35 + 4*1.50
SGN/ 4	1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.50 + 5*1.50
SGN/ 5	1*1.35 + 2*1.35 + 4*1.50 + 5*1.50
SGN/ 6	1*1.35 + 2*1.35 + 5*1.50
SGU/ 1	1*1.00 + 2*1.00
SGU/ 2	1*1.00 + 2*1.00 + 3*1.00
SGU/ 3	1*1.00 + 2*1.00 + 4*1.00

Kombinacja/Składowa	Definicja
SGU/ 4	1*1.00 + 2*1.00 + 5*1.00

POZ dźwigar blachownicowy  
OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200  
TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:  
PRĘT: 2 Dźwigar blachownicowy\_2 PUNKT: 1 WSPÓLRZĘDNA:  $x = 0.55 L = 8.20$  m

OBCIĄŻENIA:  
Decydujący przypadek obciążenia: 6 SGN /5/ 1\*1.35 + 2\*1.35 + 4\*1.50 + 5\*1.50

MATERIAŁ: STAL S13S  
fd = 205.00 MPa E = 205000.00 MPa

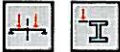


PARAMETRY PRZEKROJU: DZW 20x250 10x660 n 1510

h=108.6 cm	Ay=100.00 cm <sup>2</sup>	Az=104.55 cm <sup>2</sup>	Ax=204.55 cm <sup>2</sup>
b=25.0 cm	Iy=379109.06 cm <sup>4</sup>	Iz=5217.05 cm <sup>4</sup>	Ix=169.50 cm <sup>4</sup>
tw=1.0 cm	Wely=6984.81 cm <sup>3</sup>	Welz=417.36 cm <sup>3</sup>	
tf=2.0 cm			

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:


N = 1.96 kN	My = 864.51 kN*m	Mz = -0.95 kN*m	Vy = -0.56 kN
Nrc = 4193.32 kN	Mry = 1431.89 kN*m	Mrz = 85.56 kN*m	Vry = 1189.00 kN
	Mry_v = 1431.89 kN*m	Mrz_v = 85.56 kN*m	Vz = -64.58 kN
KLASA PRZEKROJU = 4	By*Mymax = 864.51 kN*m	Bz*Mzmax = -0.95 kN*m	Vrz = 852.36 kN



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00	La_L = 0.44	Nw = 67344.91 kN	fi L = 0.99
Ld = 3.00 m	Nz = 11719.43 kN	Mcr = 10853.08 kN*m	

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:

 względem osi Y:	Lambda_y = 0.38	względem osi Z:	Lambda_z = 0.69
Ly = 15.01 m	Ncr y = 39714.24 kN	Lz = 15.01 m	Ncr z = 11719.43 kN
Lwy = 15.01 m	fi y = 0.97	Lwz = 3.00 m	fi z = 0.75
Lambda y = 32.59		Lambda z = 60.00	

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry)+Bz*Mzmax/Mrz = 0.00 + 0.61 + 0.01 = 0.62 < 1.00$  - Delta z = 1.00 (58)  
 $Vy/Vry = 0.00 < 1.00$   $Vz/Vrz = 0.08 < 1.00$  (53)

PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



Ugięcia

$uy = 0.2$  cm  $< uy_{max} = L/350.00 = 4.3$  cm Zweryfikowano  
Decydujący przypadek obciążenia: 9 SGU /2/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 3\*1.00  
 $uz = 1.8$  cm  $< uz_{max} = L/350.00 = 4.3$  cm Zweryfikowano  
Decydujący przypadek obciążenia: 9 SGU /4/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 5\*1.00



Przemieszczenia Nie analizowano

Profil poprawny !!!

Poz płatew dachowa  
OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200  
TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:  
PRĘT: 66 Płatew skrajna\_66 PUNKT: WSPÓLRZĘDNA:  $x = 1.00 L = 5.40$  m

OBCIĄŻENIA:  
Decydujący przypadek obciążenia: 6 SGN /4/ 1\*1.35 + 2\*1.35 + 3\*1.50 + 5\*1.50

MATERIAŁ: STAL S13S  
fd = 215.00 MPa E = 205000.00 MPa





## PARAMETRY PRZEKROJU: IN 200

h=20.0 cm  
b=9.0 cm  
tw=0.8 cm  
tf=1.1 cm

Ay=20.34 cm<sup>2</sup>  
Iy=2140.00 cm<sup>4</sup>  
Wely=214.00 cm<sup>3</sup>

Az=15.00 cm<sup>2</sup>  
Iz=117.00 cm<sup>4</sup>  
Welz=26.00 cm<sup>3</sup>

Ax=33.40 cm<sup>2</sup>  
Ix=14.60 cm<sup>4</sup>

## SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

N = 3.32 kN  
Nrc = 718.10 kN

My = -40.16 kN\*m  
Mry = 46.01 kN\*m  
Mry\_v = 46.01 kN\*m  
By\*Mymax = -40.16 kN\*m

Mz = 0.13 kN\*m  
Mrz = 5.59 kN\*m  
Mrz\_v = 5.59 kN\*m  
Bz\*Mzmax = 0.13 kN\*m

Vy = -0.08 kN  
Vry = 253.64 kN  
Vz = -45.91 kN  
Vrz = 187.05 kN

KLASA PRZEKROJU = 1



## PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

z = 1.00  
Ld = 5.40 m

La\_L = 0.64  
Nz = 6709.14 kN

Nw = 2156.22 kN  
Mcr = 149.58 kN\*m

fi L = 0.96

## PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:  
Ly = 5.40 m  
Lwy = 3.78 m  
Lambda\_y = 47.22

Lambda\_y = 0.56  
Ncr\_y = 3030.29 kN  
fi\_y = 0.95

względem osi Z:  
Lz = 5.40 m  
Lwz = 0.59 m  
Lambda\_z = 31.74

Lambda\_z = 0.38  
Ncr\_z = 6709.14 kN  
fi\_z = 0.97

## FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N/(fi*Nrc)+By*Mymax/(fiL*Mry)+Bz*Mzmax/Mrz = 0.00 + 0.91 + 0.02 = 0.94 < 1.00$  - Delta y = 1.00 (58)  
 $Vy/Vry = 0.00 < 1.00$   $Vz/Vrz = 0.25 < 1.00$  (53)

## PRZEMIESZCZENIA GRANICZNE



## Ugięcia

uy = 0.1 cm < uy max = L/250.00 = 2.2 cm

Zweryfikowano

Decydujący przypadek obciążenia: 9 SGU /4/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 5\*1.00

uz = 1.4 cm < uz max = L/250.00 = 2.2 cm

Zweryfikowano

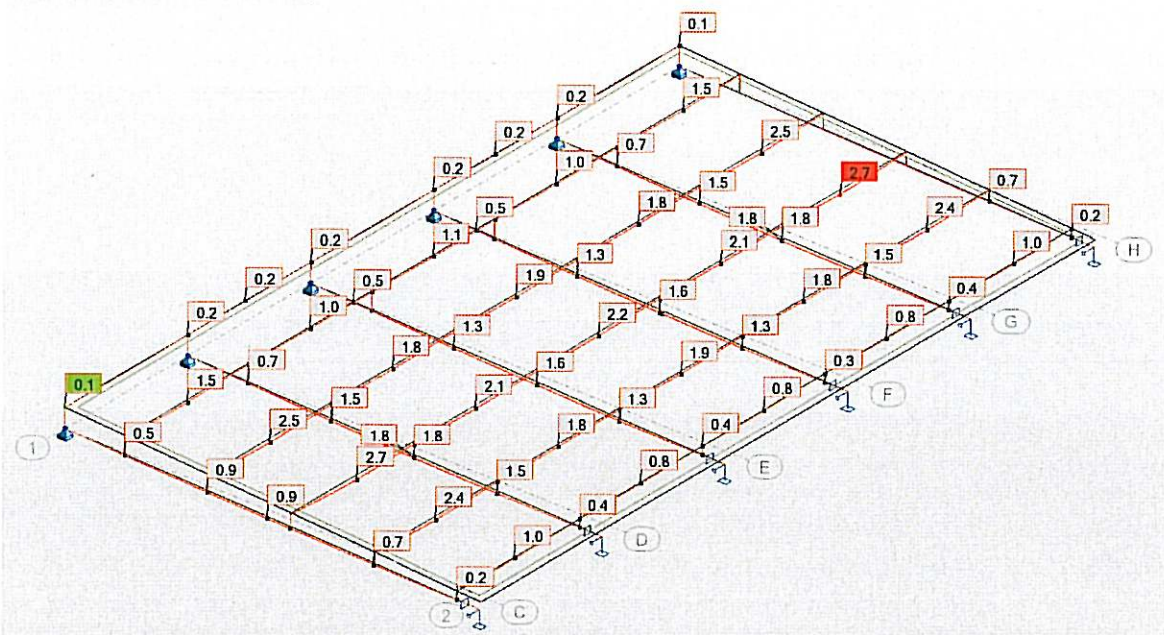
Decydujący przypadek obciążenia: 9 SGU /4/ 1\*1.00 + 2\*1.00 + 5\*1.00



Przemieszczenia Nie analizowano

Profil poprawny !!!

przemieszczenia konstrukcji



POZ wymian pod drabinki

OBLICZENIA KONSTRUKCJI STALOWYCH

NORMA: PN-90/B-03200

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

GRUPA:

PRĘT: 95 Wymian drabinki\_95

PUNKT: 5

WSPÓLRZĘDNA:  $x = 0.50$   $L = 2.68$  m

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 6 SGN /4/  $1*1.35 + 2*1.35 + 3*1.50 + 5*1.50$

MATERIAŁ: STAL

$f_d = 215.00$  MPa

$E = 205000.00$  MPa



PARAMETRY PRZEKROJU: HEB 140

$h = 14.0$  cm

$b = 14.0$  cm

$t_w = 0.7$  cm

$t_f = 1.2$  cm

$A_y = 33.60$  cm<sup>2</sup>

$I_y = 1510.00$  cm<sup>4</sup>

$W_{ely} = 215.71$  cm<sup>3</sup>

$A_z = 9.80$  cm<sup>2</sup>

$I_z = 550.00$  cm<sup>4</sup>

$W_{elz} = 78.57$  cm<sup>3</sup>

$A_x = 43.00$  cm<sup>2</sup>

$I_x = 20.10$  cm<sup>4</sup>

SIŁY WEWNĘTRZNE I NOŚNOŚCI:

$N = 0.65$  kN

$N_{rc} = 924.50$  kN

KLASA PRZEKROJU = 1

$M_y = 11.10$  kN\*m

$M_{ry} = 46.38$  kN\*m

$M_{ry_v} = 46.38$  kN\*m

$B_y * M_{y_{max}} = 11.10$  kN\*m

$M_z = -4.24$  kN\*m

$M_{rz} = 16.89$  kN\*m

$M_{rz_v} = 16.89$  kN\*m

$B_z * M_{z_{max}} = -4.24$  kN\*m

$V_y = 0.63$  kN

$V_{ry} = 418.99$  kN

$V_z = 0.35$  kN

$V_{rz} = 122.21$  kN



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$z = 1.00$

$L_d = 5.40$  m

$L_a_L = 0.87$

$N_z = 381.62$  kN

$N_w = 3682.78$  kN

$M_{cr} = 80.45$  kN\*m

$f_i L = 0.85$

PARAMETRY WYBOCZENIOWE:



względem osi Y:

$L_y = 5.40$  m

$L_{wy} = 5.40$  m

$\lambda_y = 91.13$

$\lambda_{by} = 1.08$

$N_{cr_y} = 1047.71$  kN

$f_{iy} = 0.60$



względem osi Z:

$L_z = 5.40$  m

$L_{wz} = 5.40$  m

$\lambda_z = 150.99$

$\lambda_{bz} = 1.79$

$N_{cr_z} = 381.62$  kN

$f_{iz} = 0.26$

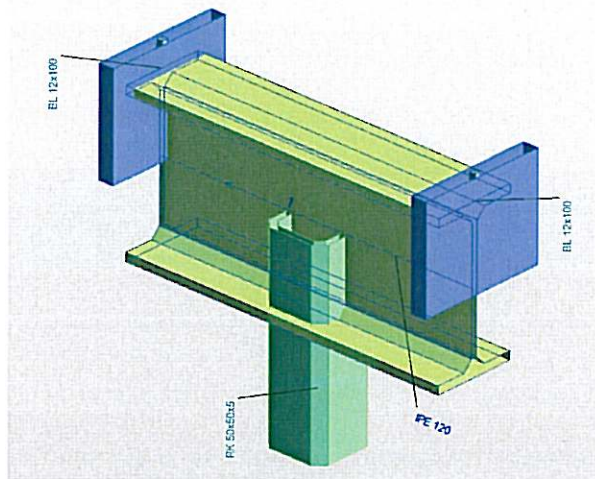
FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$N / (f_i * N_{rc}) + B_y * M_{y_{max}} / (f_i L * M_{ry}) + B_z * M_{z_{max}} / M_{rz} = 0.00 + 0.28 + 0.25 = 0.54 < 1.00$  - Delta  $z = 1.00$  (58)

$V_y / V_{ry} = 0.00 < 1.00$   $V_z / V_{rz} = 0.00 < 1.00$  (53)

Profil poprawny !!!

Mocowanie kółek do ćwiczeń



Napężenia - Przypadki: 3 4 : Ekstrema globalne: 1 - Przypadki: 3 4

	S max (MPa)	S min (MPa)	S max(My) (MPa)	S max(Mz) (MPa)	S min(My) (MPa)	S min(Mz) (MPa)	Fx/Ax (MPa)	TY (MPa)	TZ (MPa)	T (MPa)
MAX	33,84	0,04	41,85	0,0	-0,00	0,0	1,13	0,0	13,78	0,0
Pręt	4	1	4	1	4	1	1	1	1	1
Węzeł	5	2	5	1	6	1	2	1	1	1
Przypadek	4 (K)	4 (K)	4 (K)	3 (K)	3 (K)	3 (K)	4 (K)	3 (K)	4 (K)	3 (K)

	S max (MPa)	S min (MPa)	S max(My ) (MPa)	S max(Mz) (MPa)	S min(My) (MPa)	S min(Mz) (MPa)	Fx/Ax (MPa)	TY (MPa)	TZ (MPa)	T (MPa)
<b>MIN</b>	-7,80	-49,47	0,00	0,0	-41,65	0,0	-7,82	0,0	-7,70	0,0
<b>Pręt</b>	4	4	4	1	4	1	4	1	4	1
<b>Węzeł</b>	6	5	6	1	5	1	5	1	5	1
<b>Przypadek</b>	4 (K)	4 (K)	3 (K)	3 (K)	4 (K)	3 (K)	4 (K)	3 (K)	4 (K)	3 (K)