



**PRACOWNIA INŻYNIERSKA PROJEKT S.C.**

KRĘZEL Marian, KRĘZEL Marta

43- 300 Bielsko - Biała, ul. T. Sixta 5/407

tel./fax (033) 819-26-81, e-mail: [biuro@mkprojekt.bielsko.pl](mailto:biuro@mkprojekt.bielsko.pl)

[www.mkprojekt.bielsko.pl](http://www.mkprojekt.bielsko.pl)

---

Zadanie: Modernizacja akustyczna zadaszania Widowni Amfiteatru Miejskiego  
przy ul. Chopina 30 w Świnoujściu

Temat:

## **PROJEKT WYKONAWCZY**

MODERNIZACJI AKUSTYCZNEJ ZADASZENIA  
WIDOWNI AMFITEATRU MIEJSKIEGO PRZY  
UL. CHOPINA 30 W ŚWINOUJŚCIU

Zamawiający:

**MIEJSKI DOM KULTURY**

ul. Wojska Polskiego 1/1

72-610 Świnoujście

Projektant:

mgr inż. Marian Krężel

upr. proj. 913/82 U.W. K-ce

Sprawdzający:

mgr inż. Marta Krężel

upr. proj. SLK/6071/PWBBk/15

Opracowanie:

mgr inż. Mirosław Hankus

mgr inż. Maciej Krężel

Bielsko - Biała, grudzień 2015 r.

## **SPIS ZAWARTOŚCI**

### **I. CZĘŚĆ OPISOWA**

#### **SPIS TREŚCI:**

1. Podstawy opracowania.....	3
1.1 Podstawy formalne.....	3
1.2 Podstawy techniczne.....	3
2. Cel i zakres projektu.....	3
3. Zakres modernizacji akustycznej zadaszania nad widownią.....	4
3.1 Membrany akustyczne pod świetlikiem.....	4
3.2 Membrany akustyczne pod kopułą zadaszania .....	5
3.3 Panele akustyczne pod dźwigarami kratowymi.....	6
4. Etapowanie robót .....	6
5. Uwagi końcowe .....	6

### **II. CZĘŚĆ RYSUNKOWA**

#### **SPIS RYSUNKÓW:**

PW-1	Zestawienie elementów akustycznych
PW-2	Membrany akustyczne nad stężeniami. Rysunek montażowy
PW-3	Membrana akustyczna świetlika. Konstrukcja. Montaż
PW-4	Panele akustyczne pod dźwigarami. Konstrukcja i montaż
PW-5	Elementy mocujące EM.1 i EM.2

## **1. Podstawy opracowania**

### **1.1 Podstawy formalne**

Projekt wykonawczy modernizacji akustycznej zadaszenia widowni Amfiteatru Miejskiego przy ulicy Chopina 30 w Świnoujściu został opracowany zgodnie z umową nr 90/MDK/2015 zawartą w dniu 29 października 2015 roku pomiędzy Miejskim Domem Kultury z siedzibą w Świnoujściu przy ul. Wojska Polskiego 1/1 a Pracownią Inżynierską PROJEKT S.C. Krężel Marian, Krężel Marta z siedzibą w Bielsku-Białej przy ul. Sixta 5/407.

### **1.2 Podstawy techniczne**

- [1] Projekt wykonawczy zadaszenia trybun widowni Amfiteatru Miejskiego w Świnoujściu przy ul. Chopina 30, na działce nr 18. Pracownia Inżynierska PROJEKT, Bielsko-Biała 2014 rok,
- [2] Wytyczne akustyczne do projektu modernizacji zadaszenia widowni Amfiteatru Miejskiego w Świnoujściu przy ul. Chopina 30. AUDIO MODELLING Waldemar Cichoń, Wymysłów 2015 rok,
- [3] PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe. Obliczenia statyczne i projektowanie,
- [4] Katalogi i materiały informacyjne firm produkujących materiały do izolacji akustycznej.

## **2. Cel i zakres projektu**

Modernizacja Amfiteatru Miejskiego prowadzona jest etapowo. W pierwszej kolejności przebudowano budynek zaplecza, zadaszenie sceny oraz widownię wraz z sanitariatami. Zadaszenie sceny wykonano ze sklejki ułożonej na przestrzennej konstrukcji stalowej, a osłaniające ją ściany wykończono standardowym tynkiem mineralnym.

Widownię amfiteatru tworzą belki betonowe rozmieszczone po łuku względem sceny i wznoszące się ku koronie. Do belek zamontowano krzesła plastikowe. Dojścia do krzeseł wyłożono kostką granitową, natomiast pionowe ciągi komunikacyjne zostały wykonane z prefabrykatów betonowych.

Po przeprowadzonych w pierwszym etapie pracach modernizacyjnych, użytkownik amfiteatru sygnalizował trudności z uzyskaniem właściwego nagłośnienia widowni amfiteatru. Akustyka amfiteatru jest ściśle związana z rodzajem wykorzystanych materiałów. Ponieważ amfiteatr podlega wpływom atmosferycznym zastosowane są w nim materiały na nie odporne (beton, tworzywa sztuczne, rzadko drewno). Z uwagi na to, że materiały te mają bardzo małą zdolność tłumienia fal dźwiękowych, w amfiteatrach występują problemy z pogłosem. Wykonane zadaszenie membranowe widowni amfiteatru także zostało wykonane z materiałów „twardych” i w związku z tym nie wpłynęło korzystnie na jego akustykę. Z przeprowadzonych pomiarów wynikało, że parametry akustyczne amfiteatru

należy korygować w taki sam sposób jak w salach koncertowych. Tam ściany, sufit, podłoga tak na widowni jak i na scenie wykładane są odpowiednimi materiałami, których zadaniem jest pochłanianie fali dźwiękowej. Takie same kryteria obowiązują przy projektowaniu siedzisk. Po zapoznaniu się z przykładowymi realizacjami obiektów, w których ważne są parametry akustyczne, należy stwierdzić, że problemy akustyki rozwiązywane są niezależnie od części budowlanej. Zasadniczo inne materiały wykorzystywane są na etapie budowy obiektu („twarde”), a inne w fazie wykończeniowej („miękkie”).

Aby poprawić parametry akustyczne amfiteatru, w pierwszej kolejności dokonano modernizacji sceny. Ściany oraz sufit zadaszenia nad sceną wyłożono specjalnymi materiałami wyłumiającymi. Przeprowadzone pomiary kontrolne na widowni wykazały konieczność przeprowadzenia modernizacji akustycznej także zadaszenia nad widownią. W niniejszym projekcie pokazano:

- rozmieszczenie elementów tłumiących,
- sposób ich mocowania do konstrukcji zadaszenia,
- ich wpływ na architekturę wnętrza kopuły zadaszenia widowni.

W polach pomiędzy dźwigarami, jako elementy tłumiące, zastosowano membrany akustyczne rozpinane ponad stężeniami wiatrowymi. Natomiast pod dźwigarami przewidziano panele akustyczne (kasety z perforowanej blachy stalowej, z wkładem z wełny mineralnej). Pod świetlikiem, dla tłumienia fali dźwiękowej, przewidziano membranę akustyczną podwieszoną w górze słupków.

Założone w projekcie sposoby mocowania membran oraz paneli akustycznych powinny być możliwe do wykonania bez konieczności wykorzystywania ciężkich maszyn budowlanych typu dźwigi, podnośniki.

### **3. Zakres modernizacji akustycznej zadaszenia nad widownią**

Zakres oraz rodzaj materiałów zastosowanych do modernizacji akustycznej zadaszenia nad widownią został przyjęty zgodnie z wytycznymi zamieszczonymi w części akustycznej niniejszego projektu.

#### **3.1 Membrany akustyczne pod świetlikiem**

Świetlik usytuowany w centralnej części zadaszenia w sposób szczególny przyciąga wzrok osób przebywających na widowni. W związku z tym, dla membran akustycznych, poszukiwano takiej formy architektonicznej, która byłaby odbierana jako jego ubogacenie, a nie jako coś co musiało być dodane i w stosunku pierwotnego zamysłu jest elementem obcym.

Ostatecznie z kilku koncepcji rozpięcia membran akustycznych pod świetlikiem zdecydowano się na formę tworzącą kwiat składający się z 6 rozłożonych płatków. W części

środkowej „płatki” membrany łączy ring ze stali nierdzewnej. Końcówki „płatków” unoszą się ku górze i za pomocą śrub rzymskich M12 zostały podwieszone do słupków świetlika. Ring środkowy ciężarem własnym napina cały „kwiat”. Aby wiatr nie unosił membran ku górze przewidziano sześć prętów Ø16mm, które będą dla nich pełniły funkcję kotwic. Pręty te zostaną zamocowane w dolnej części słupków świetlika – ponad ringiem górnym.

Zakłada się, że cały „kwiat” zostanie zmontowany na poziomie widowni i następnie za pomocą 12 lin będzie podciągnięty do poziomu dachu świetlika i tam podwieszony do zawiesi, które uprzednio zostały przykręcone do słupków świetlika. Cały proces podnoszenia membran należy szczegółowo przeanalizować pod kątem bezpieczeństwa pracowników montujących zawiesia do słupków a następnie wciągających i napinających membrany.

### **UWAGA**

*Wykonawca, który otrzyma zlecenie na wyżej wymienione prace, w pierwszej kolejności powinien rozpiąć pod świetlikiem dwie próbki membrany o powierzchni min. 2x2m w kolorze Lux i Bamboo (białawy przezroczysty i zielony wg producenta membrany Batyline Aw – SergeFerrari). W obecności Inwestora oraz projektanta zostanie wybrany kolor membrany do zastosowania w elementach pod świetlikiem.*

### **3.2 Membrany akustyczne pod kopułą zadaszania**

W kopule zadaszania, pomiędzy przestrzennymi dźwigarami kratowymi, występują 24 pola, w których rozpięto stężenia połaciowe. Na długości dźwigarów kratowych występują 4 poziomy stężenia typu X.

Membrany akustyczne rozpięto na wszystkich poziomach (poza strefą zadaszania ponad dachem sceny). Membrany mają kształt trapezu z wklęsłymi bokami. W narożach trapezów przewidziano „uchwyty” do ich napinania. Śruby M16 do napinania membran zamocowano w „uchach” stężeń wiatrowych. Krawędzie membran zostaną wzmocnione wg technologii Wykonawcy membrany.

Na etapie projektowania założono następujący sposób montażu membran akustycznych. Kolejne membrany zostaną scalone (membrana + zawiesia) na poziomie widowni, a następnie zwinięte w rolkę – jak dywan. W dźwigarach kratowych, w węzłach stężeń wiatrowych powinno być czterech pracowników (niskiego wzrostu, szczupłych). Dwóch z nich, za pomocą linek, wciągnie i rozłoży na stężeniach montowaną membranę. Następnie pracownicy ci membranę naprężą przez dokręcenie nakrętek w śrubach hakowych zaczepionych o ucha stężeń. W powyższy sposób należy montować kolejne membrany.

W pierwszej kolejności przewiduje się przeprowadzenie próbnego montażu czterech rozmiarów membran (1 kompletne pole między dźwigarami) przed wykonaniem wszystkich

elementów stalowych. Pozwoli to na ewentualne korekty systemu mocowania i dostosowanie go do wykonanych tkanin.

### **3.3 Panele akustyczne pod dźwigarami kratowymi**

Każdy panel mocowany jest do dolnych pasów dźwigarów głównych za pomocą 4 uchwytów stalowych. Powłokę malarską dźwigarów przed uszkodzeniem chronią osłonki tworzywowe nałożone na stalowe elementy obejm w miejscach styku materiałów.

Montaż paneli akustycznych może być prowadzony równoległe z montażem membran. Ci sami pracownicy, po naprężeniu membran, mogą podciągnąć kolejne panele i podwiesić je do pasów dolnych dźwigarów kratowych. W przypadku etapowania robót panele będą montowane indywidualnie w terminie późniejszym.

Przed przystąpieniem do montażu membran oraz paneli należy opracować plan bezpieczeństwa dla pracowników poruszających się w dźwigarach kratowych. Szczególną uwagę należy zwrócić także na bezpieczeństwo powłoki malarskiej. Pracownicy powinni być zaopatrzeni w obuwie z miękką podeszwą.

## **4. Etapowanie robót**

Ponieważ w analizach akustycznych, szczególnie obiektów otwartych (amfiteatry), występują duże trudności z dokładnym ich odwzorowaniem, w przyjętym modelu obliczeniowym zakłada się, że opracowany projekt modernizacji akustycznej zadaszenia widowni amfiteatru będzie realizowany etapowo.

W pierwszej kolejności zostaną zamontowane membrany akustyczne pod świetlikiem i ponad stężeniami kopuły zadaszenia. Po wykonaniu tego zakresu robót zostanie przeprowadzony pomiar kontrolny parametrów akustycznych na widowni, w celu stwierdzenia w jakim zakresie nastąpiła ich poprawa w stosunku do stanu obecnego. Wyniki pomiarów zostaną poddane analizie i będą podstawą do podjęcia decyzji o zakończeniu robót – jeśli „akustyka” będzie zadowalająca lub ich kontynuowaniu jeśli Inwestor stwierdzi taką konieczność.

## **5. Uwagi końcowe**

Ze względu na duży wpływ planowanych robót na estetykę całego zadaszenia amfiteatru, prace modernizacyjne powinny być prowadzone pod nadzorem Projektanta.

Opracowanie:

mgr inż. Marian Krężel

# CZĘŚĆ RYSUNKOWA

## SPIS RYSUNKÓW:

PW-1	Zestawienie elementów akustycznych
PW-2	Membrany akustyczne nad stężeniami. Rysunek montażowy
PW-3	Membrana akustyczna świetlika. Konstrukcja. Montaż.
PW-4	Panele akustyczne pod dźwigarami. Konstrukcja i montaż.
PW-5	Elementy mocujące EM.1 i EM.2