



**Instytut Badawczy Dróg i Mostów**  
**Road and Bridge Research Institute**  
**Institut de Recherche des Ponts et Chaussées**  
**Forschungsinstitut für Strassen und Brücken**

**ZAKŁAD KOROZJI I CHEMII**  
03-302 WARSZAWA, ul. Instytutowa 1

---

**Umowa nr ZDT.21.8.2024 z dnia 06.06.2024 r. z Miejskim Ośrodkiem Sportu i Rekreacji  
„Bystrzyca” w Lublinie Sp. z o.o.**

## **Opinia na temat zabezpieczenia dźwigarów Stadionu Arena Lublin**

Opracował i autoryzował

Kierownik Zakładu Korozji i Chemii

Mgr inż. Leszek Komorowski

**Warszawa, lipiec 2024 r.**

## 1. Podstawa wykonania pracy

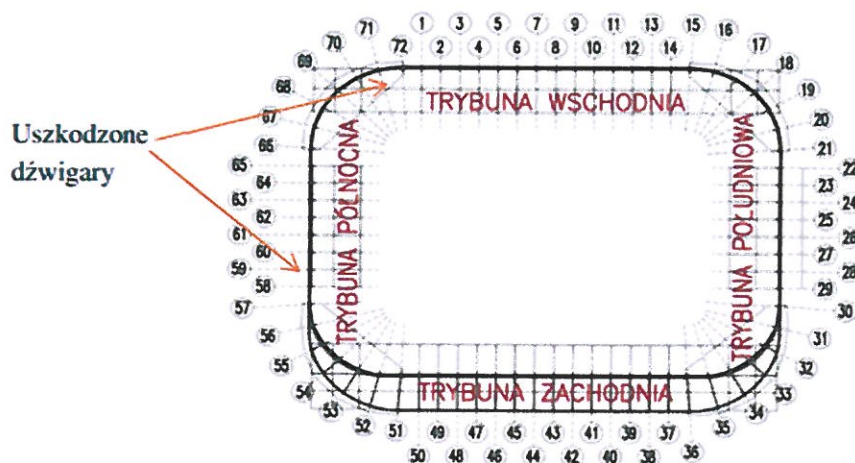
Podstawą wykonania pracy jest umowa nr ZDT.21.8.2024 z dnia 06.06.2024 r. z Miejskim Ośrodkiem Sportu i Rekreacji „Bystrzyca” w Lublinie Sp. z o.o. Praca dotyczy dwóch dźwigarów dachu stadionu Arena Lublin.

## 2. Założenia i dokumenty

Niniejsze opracowanie powstało na podstawie:

- Ekspertyzy uszkodzonych dźwigarów stalowych konstrukcji dachu stadionu Arena Lublin zlokalizowanego przy ulicy Stadionowej 1 w Lublinie – raporty Etapy 1 i 2 z lutego 2023 r. opracowane przez zespół Prof. dr hab. inż. Anna Halicka Rzeczoznawca bud. Rz/25/01/R Dr inż. Małgorzata Snela Uprawnienia bud. LUB/0097/PWOK/13 Dr inż. Marcin Górecki Uprawnienia bud. LUB/0196/POOK/12 . Politechnika Lubelska wydział Budownictwa i Architektury
- Rysunków Technicznych uszkodzonych dźwigarów dostarczonych przez Zamawiającego.

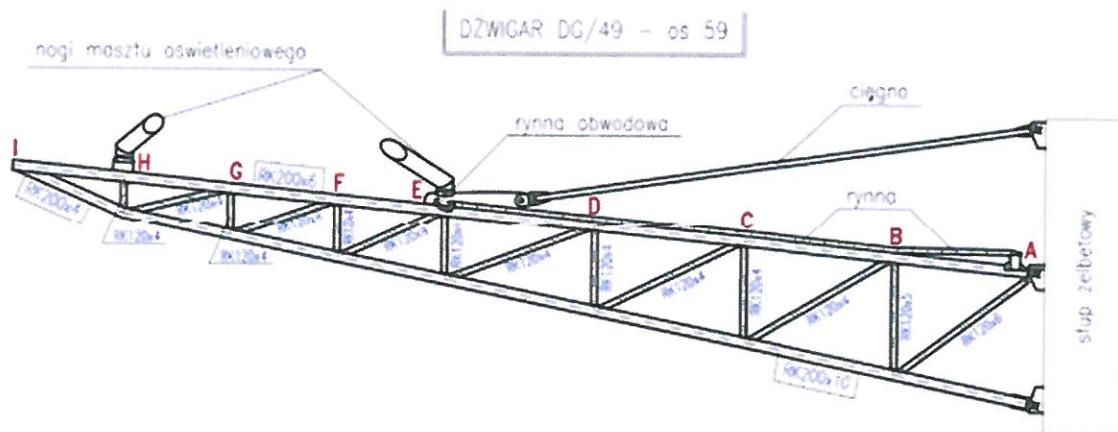
Zgodnie z wynikami ekspertyzy zapisano „Uszkodzone dźwigary będące przedmiotem ekspertyzy oznaczone zostały w projekcie wykonawczym jako element DG/49 oraz DG/46 i są to dźwigary usytuowane odpowiednio w osi 59 oraz osi 71 (Rys.1). Dźwigar DG/49 stanowi konstrukcję zadaszenia trybuny północnej, zaś dźwigar DG/46 jest częścią zadaszenia narożnika północno-wschodniego.



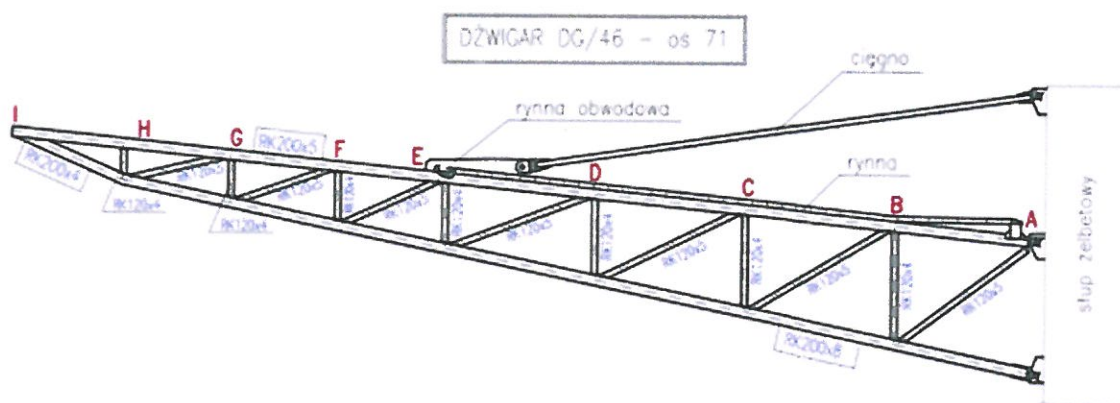
Rys.1. Podział trybun wraz z opisem osi konstrukcji zadaszenia i lokalizacją uszkodzonych dźwigarów

Zgodnie z wykami badań uszkodzeniu uległy DG/49 oraz DG/46 i są to dźwigary usytuowane odpowiednio w osi 59 oraz osi 71, które przed opracowaniem niniejszego dokumentu zostały naprawione mechanicznie zgodnie z wynikami Ekspertyzy Politechniki Lubelskiej.

Wg opisu elementy do zabezpieczenia antykorozyjnego to „Dźwigary wykonane zostały z zimnogiętych profili rurowych, ze stali gatunku S355 o geometrii i wymiarach przekrojów pokazanych na Rys. 2 i Rys. 3. Pasy górne i dolne obu dźwigarów wykonane zostały z rur kwadratowych o wymiarze zewnętrznym ścianek wynoszącym 200 mm. Profile zastosowane na pasy dźwigarów różnią się jednak grubością ścianek (Rys. 2, Rys. 3) – w przypadku pasów górnych zastosowano RK200 o grubości ścianek 6 mm i 5 mm, zaś w przypadku pasów dolnych są to RK200 o grubości ścianek 4 mm, 8 mm i 10 mm. Długość pasa górnego dźwigara DG/49 wynosi 20 069 mm, zaś pasa dolnego 18 164 mm. W przypadku dźwigara DG/46 są to odpowiednio: 20 259 mm oraz 18 344 mm. W projekcie wykonawczym przekazanym autorom niniejszego opracowania nie wskazano miejsc styków warsztatowych odcinków pasów górnych i pasów dolnych przedmiotowych dźwigarów. Słupki oraz krzyżulce obu dźwigarów wykonano z profili rurowych RK120 o różnej grubości ścianek wynoszącej: 4 mm, 5 mm lub 6 mm.”



Rys. 2. Schemat dźwigara DG/49 w osi 5



Rys. 3. Schemat dźwigara DG/46 w osi 71

Zgodnie z zaleceniami Ekspertyzy należy”



*W celu zagwarantowania dalszego bezpiecznego użytkowania konstrukcji zadania stadionu należy:*

*1) Usunąć przyczynę migracji wody do wnętrza pasa górnego przez usunięcie „niezgodności spawalniczych” w postaci kraterów i powtórne uzupełnienie spoin w zidentyfikowanych miejscach*

*2) Z powodów opisanych szczegółowo w p. 5.3.2 ekspertyzy, rozwiązanie wzmocnienia dźwigarów DG/49 i DG/46, podane w I etapie ekspertyzy i zrealizowane, należy traktować jako tymczasowe. Docelowo, przed sezonem jesienno-zimowym 2024/2025 należy alternatywnie:*

*a) wymienić dźwigary na nowe,*

*albo Ekspertyza uszkodzonych dźwigarów stalowych stadionu miejskiego Arena Lublin – etap II 29*

*b) wymienić pasy górne dźwigarów na miejscu, o ile znajdzie się wykonawca gwarantujący prawidłową jakość robót w niezwykle trudnych wykonawczo warunkach; prace te powinny zostać wykonane na podstawie oryginalnego projektu konstrukcji oraz projektu technologii robót, albo*

*c) pozostawienie wzmocnienia tymczasowego na dłuższy okres jest możliwe po: – specjalistycznym zabezpieczeniu antykorozyjnym (także wewnątrz profili rurowych), zaprojektowanym przez jednostkę specjalizującą się w zabezpieczaniu powierzchni już skorodowanych i gwarantującą skuteczność zastosowanej metody (np. metoda elektrolizy), – rozwiązaniu mocowania cięgna niezależnego od „starych” pasów górnych, bez przerywania ciągłości membrany, – wykonaniu zabezpieczenia antykorozyjnego na styku elementów wzmocnienia z elementami „starego” dźwigara w celu uniknięcia korozji stykowej.*

*3) Dokonać przeglądu pozostałych dźwigarów:*

*a) dokonać bardzo starannego przeglądu węzła E we wszystkich dźwigarach w poszukiwaniu „niezgodności spawalniczych”, a w przypadku ich stwierdzenia usunąć je jak w p. 1),*

*b) dokonać oceny, czy we wnętrzach pasów górnych pozostałych dźwigarów nie występuje woda. Autorzy ekspertyzy wykonali szerokiej analizy możliwości wraz z badaniami próbnymi. Wyeliminowano możliwość użycia do tego celu kamery termowizyjnej, omomierza i detektora ultradźwiękowego. Metodą, która może dać dobre rezultaty jest metoda emisji akustycznej. Odpowiednimi urządzeniami i doświadczeniem w tej kwestii dysponuje Politechnika Świętokrzyska (kontakt - Dziekan Wydziału Budownictwa i*

*Architektury, Al. Tysiąclecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce) W razie stwierdzenia w którymś z dźwigarów obecności wody i zaawansowanej korozji ścianek – postąpić tak, jak w przypadku dźwigarów DG/49 i DG/46.*

*4) Dokonać renowacji powłok malarskich stosując systemy specyfikowane zgodnie z aktualnymi normami grup PN-EN ISO 12944 oraz PN-EN ISO 8501, przy czym na wstępie należy podjąć decyzję czy ma to być system o oczekiwanej trwałości średniej (5 do 15 lat), czy wysokiej (ponad 15 lat).*

Przedmiotem niniejszej pracy jest podpunkt C pogrubiony, czyli wykonanie zabezpieczenia antykorozyjnego wewnątrz profili uszkodzonych i naprawionych dźwigarów.

Na podstawie dostarczonych rysunków technicznych stwierdzono, że elementy posiadają wewnątrz przegrody i miejsca, które uniemożliwiają czyszczenie i malowanie za wyjątkiem jednego.

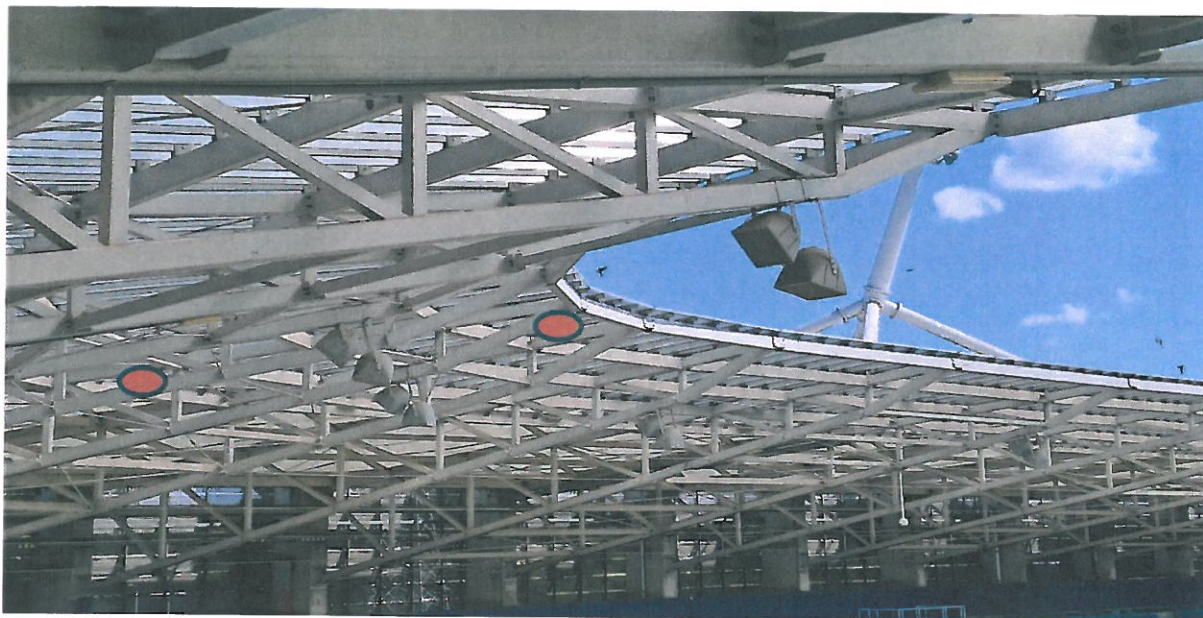
W ramach opracowania zostaną przedstawione dwie propozycje wykonania zabezpieczenia antykorozyjnego:

- 1) Czyszczenie hydrodynamiczne pod wysokim ciśnieniem wodą oraz malowanie powłokami ciekłymi;
- 2) Zabezpieczenie powierzchni wewnętrznej gazem obojętnym.

#### **I. Zabezpieczenie konstrukcji poprzez czyszczenie i malowanie**

Do ekspertyzy dołączono rysunki techniczne z zaznaczeniem miejsca wejścia do wnętrza dźwigara i odprowadzenia mediów po procesowych.

Na fot 1 i 2 pokazano miejsca przykładowe miejsc procesowych, gdzie przewiduje się wycięcie otworów technologicznych do wejścia dyszą czyszczącą oraz miejsca odprowadzenia wody.



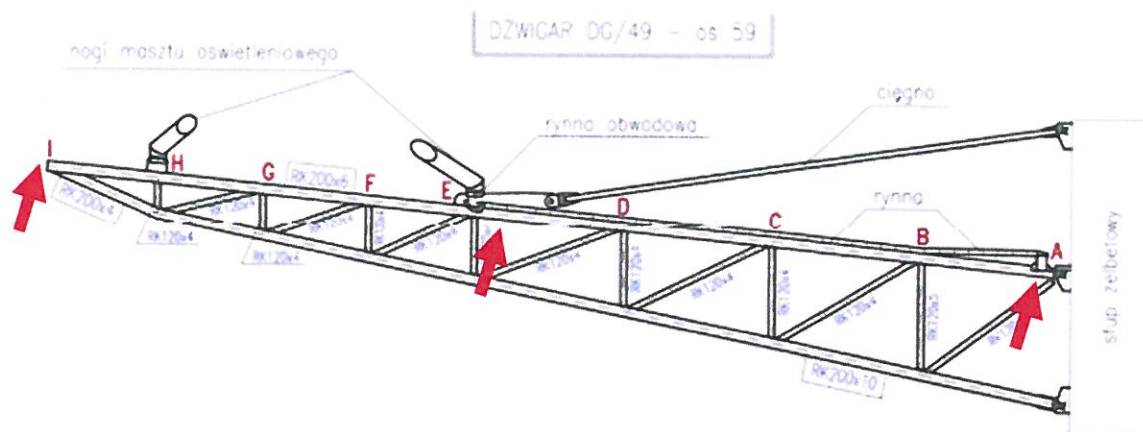
Fot.1. Miejsce technologicznego wprowadzenia dyszy czyszczącej oraz malarskiej widok poglądowy



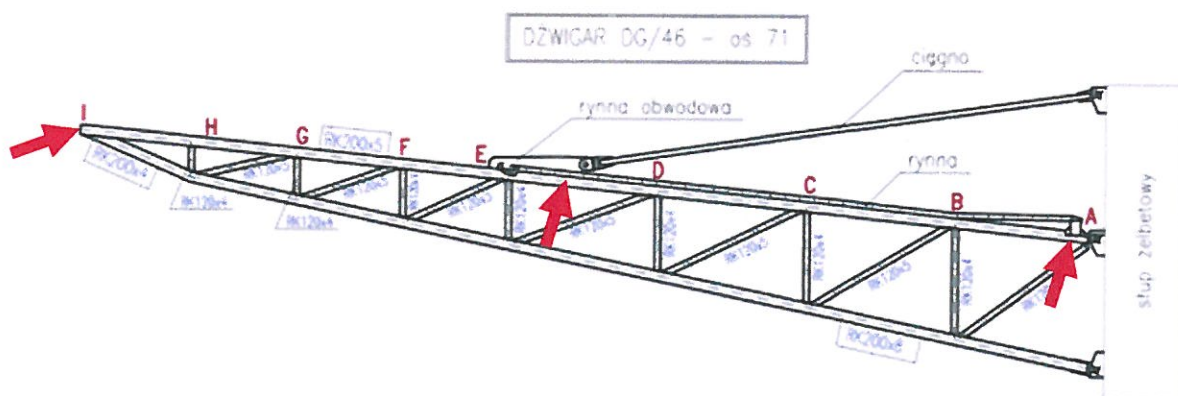
Fot.2. Miejsce technologicznego odprowadzenia mediów po czyszczeniu widok poglądowy na górnym pasie.



Tak samo pokazano miejsce wejścia i wyjścia na oryginalnych rysunkach z Ekspertyzy nr 2 i 3.



Rys. 2. Schemat dźwigara DG/49 w osi 5



Rys. 3. Schemat dźwigara DG/46 w osi 71

Fot. 3. Schemat miejsc technologicznych na dźwigarach osi 5 i 71

Jako sposób oczyszczenia powierzchni wewnętrznych przewidziano metodę mycia-czyszczenia hydrodynamicznego pod ciśnieniem roboczym 2800 bar. Nie możliwe jest na tym etapie jaka firma wygra przetarg na roboty a co dalej jakim sprzętem dysponuje. Wg rozeznania na rynku tego typu firm, typowym rozwiązaniem jest dysza rotacyjna o średnicy 85 mm i zakutym wężu o długości 30 cm. Dało to podstawę do opracowania zaleceń co do wycięcia otworu w dźwigarze. Zaleca się wycięcie otworów o średnicy około 10 cm w miejscach zaznaczonych na rysunkach (dostarczono wersję \*.dwg) od dołu. Wywiercenie tego otworu pozwoli wprowadzić dyszę do środka i zgodnie z rysunkami poprowadzić czyszczenie z góry na dół. Otwór po wejściowy po zakończeniu prac będzie zakryty blachą prostokątną mocowaną do dźwigara na co najmniej 12 śrub M10. Blachę należy dorobić i pomalować systemem malarskim. Blacha powinna być uszczelniona uszczelką elastyczną.

Z uwagi na fakt, że w trakcie procesu mycia/czyszczenia powstaje około 1200 litrów wody z zanieczyszczeniami proponuje się wywiercić otwór u podstawy dźwigara jak zaznaczono na

rysunkach techniczny o średnicy minimum 2 cale. Po zakończeniu prac otwór zostanie zakryty blachą prostokątną uszczelnioną uszczelką. Proponuje się dorobienie drugiej blachy, którą na czas czyszczenia przykręci się wraz z zamontowanym przyłączem do odprowadzenia wody. Rodzaj przyłącza zależy od firmy wykonawczej, która obecnie nie jest znana. Przewiduje się, że urobek wody z zanieczyszczeniami węzami zostanie odprowadzony grawitacyjnie do zbiorników. Zapewnienie zbiorników na odpady jak i ich utylizacja spoczywa na Wykonawcy robót. Zbiorniki można ustawić na parkingu bezpośrednio za trybunami w miejscu prowadzenia prac. Z racji budowy zakończenia dźwigara znajduje się tam miejsce bezodpływowe. Aby nie uszkadzać w wielu miejscach dźwigara zaleca się odpompowanie wody ssawką próżniową.

Z racji użytej technologii do czyszczenia wnętrza dźwigarów należy zastosować system malarski do powierzchni oczyszczonych do stopnia Wa 2 zgodnie z PN-EN ISO 8501-4 o nasileniu rdzy nalotowej M (maksymalnie) zalecane L. Aby zapobiec szybkiemu przyrostowi rdzy nalotowej wewnątrz dźwigara po zakończeniu prac należy raz jeszcze przeczyścić cały przekrój wodą pod ciśnieniem z użyciem dodatku inhibitora korozji np. aminowego (uwaga zbierana woda będzie zawierać związki żelaza oraz związki organiczne, należy przewidzieć odpowiednie utylizowania tego odpadu). Bezpośrednio po zakończeniu czyszczenia osuszyć wnętrze dźwigara suchym odolejonym powietrzem.

System malarski powinien posiadać ważną Krajową Ocenę Techniczną na tego typu podłoża i z danych dostępnych w Internecie takie systemy posiada kilku producentów między innymi Malchem, Jotun oraz PPG. Należy zastosować dwupowłokowy system epoksydowy o grubości powłoki suchej 200 mikrometrów.

Z racji obiektu jaki będzie czyszczony kontrola czyszczenia jak i grubości powłok będzie utrudniona. Kontrolę czyszczenia należy wykonać metodą endoskopową otworem wyjściowym jak i wejściowym. Należy wykonać próby szybkości malowania dla danej dyszy i wybranego systemu malarskiego.

### **Sprzęt**

Jakikolwiek sprzęt, maszyny lub narzędzia nie gwarantujące zachowania wymagań jakościowych Robót i bezpieczeństwa zostaną przez Nadzór IBDiM zdyskwalifikowane i niedopuszczone do Robót.

Czyszczenie konstrukcji należy przeprowadzić jak opisano powyżej.

### **Sprzęt do czyszczenia konstrukcji**

Należy stosować sprężarki śrubowe o wydajności minimum 6 m<sup>3</sup>/minutę sprężonego powietrza. Sprężone powietrze powinno być odpowiedniej jakości tzn. odolejone, odwodnione, nie



zawierać czynników przyspieszających korozję stali. Dla tego celu należy stosować sprężarki bezolejowe, filtry sprężonego powietrza oraz odwadniacze.

Zaleca się stosowanie inżektorowego urządzenia do czyszczenia powietrza i młotka igłowego. Przy oczyszczaniu przestrzeni zamkniętych niezbędny jest system odpływu. Do czyszczenia konstrukcji wodą należy stosować urządzenie myjące, zapewniające ciśnienie minimum 2800 bar. Do odsysania wody można stosować zwykłą pompę wirnikową połączoną z przyłączem w dźwigarze.

### **Sprzęt do badań**

Sprzęt do bieżącej kontroli jakości materiałów i wykonania zabezpieczeń antykorozyjnych:

- fotografie wzorcowe stopnia czystości powierzchni wg PN-EN ISO 8501-4
- przyrządy krążkowe grzebień do pomiaru grubości mokrych warstw
- przyrząd elektro-magnetyczny do pomiaru g
- rukości powłok wg PN-EN ISO 2808 metoda 7B.2
- konduktometr z kompensacją temperatury do pomiaru zanieczyszczeń jonowych
- termometry do pomiaru temperatury powietrza i podłoża
- wilgotnościomierze

Nadzór IBDiM może polecić Wykonawcy wykonanie próbnego użycia sprzętu i badań jakościowych wykonanych próbek powłok.

### **Sprzęt do nanoszenia powłok**

Sprzęt do nakładania zgodny z wymaganiami dla materiałów podanymi w Karcie Technicznej produktu i zgodny z technologią nakładania podaną w projekcie natrysku hydrodynamicznego składający się z pompy tłokowej, węża wysokociśnieniowego i pistoletu z dyszą rotacyjną wałki, pędzle

### **Warunki wykonywania prac malarskich**

Nie wolno prowadzić robót malarskich w czasie deszczu, mgły i w czasie występowania rosy - temperatura powietrza powinna być wyższa o 3°C od temperatury punktu rosy dla danego ciśnienia i wilgotności. Nie wolno nanosić powłok malarskich na nasłonecznione elementy konstrukcji i nagrzanych powyżej +40°C oraz przy silnym wietrze (4°Beauforta). Należy przestrzegać wymagań dla poszczególnych farb zawartych w ich Karcie Technicznej produktu oraz Krajowej Ocenie Technicznej.

Należy przestrzegać warunku, by świeża powłoka malarska nie była narażona w czasie schnięcia na działanie kurzu i wilgoci.

### **Przygotowanie materiałów malarskich oraz sprzętu**

Przed użyciem materiałów malarskich należy sprawdzić ich atesty i świadectwa kontroli jakości dla każdej szarży. Nadzór IBDiM może zalecić wykonanie badań kontrolnych, wybranych lub pełnych, przewidzianych w zestawie wymagań dla danego materiału i wg metod przewidzianych w odpowiednich normach. Pędzle muszą być czyste, umyte w rozpuszczalniku (rozcieńczalniku), wyżęte w lniej szmacie i wysuszone. Pistolety natryskowe muszą być czyste, z drożnymi dyszami. Pistolety i pędzle należy czyścić bezpośrednio po pracy.

### **Umycie konstrukcji**

Powłoki należy umyć wodą (najlepiej ciepłą) wodociągową pod ciśnieniem min 20 MPa. Miejsca wyjątkowo silnie zabrudzone można myć wodą z detergentem biodegradowalnym i następnie czystą wodą pod ciśnieniem. Inżynier musi zatwierdzić stosowany detergent.

### **Naniesienie powłoki nawierzchniowej na konstrukcję dźwigara z zewnątrz**

Po umyciu konstrukcji i naprawie uszkodzeń należy na krawędziach starych powłok wykonać wyprawki z farby nawierzchniowej, a następnie nanieść powłokę nawierzchniową poliuretanową o grubości minimum 50 µm. Przed malowaniem całą powierzchnię należy uszorstnić papierem ściernym P 100-200. Zamawiający nie wymusza sposobu uszorstnienia ręcznego czy maszynowego. Powierzchnię odpylić suchym powietrzem i nakładać farbę wałkiem w warunkach termicznych zgodny z Kartą Techniczną i KOT. IBDiM zaleca użycie powłoki nawierzchniowej pierwotnie użytej do malowania.

Powłokę należy nanosić zgodnie z wymaganiami podanymi w karcie technicznej wyrobu w kolorze zgodnym z barwą stosowaną na konstrukcji. Prowadzoną będą prace na dobraniu barwy z uwagi, na fakt, że konstrukcja jest starzona i dobrany zostanie optymalna barwa.

Po wykonaniu malowania dokonywany jest odbiór końcowy powłoki malarskiej. Na zewnątrz dźwigarów malowanie należy zakończyć minimum na godzinę (w temp. 20°C) przed zachodem słońca. Umożliwi to wyschnięcie powłoki przed osadzeniem się wieczornej rosy.

### **Warunki dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy**

Prace związane z wykonaniem zabezpieczenia antykorozyjnego stwarzają duże zagrożenie dla zdrowia pracowników, należy więc przestrzegać poniższych zaleceń odnośnie wykonywania prac: przy pracach związanych z transportem, przechowywaniem i nakładaniem materiałów malarskich należy przestrzegać zasad higieny osobistej, a w szczególności nie przechowywać żywności i ubrania w pomieszczeniach roboczych i w pobliżu stanowisk pracy, nie spożywać posiłków w miejscach pracy, ręce myć w przypadku zabrudzenia materiałem antykorozyjnym tamponem zwilżonym w rozcieńczalniku, a po jego odparowaniu wodą z mydłem, skórę rąk i

twarzy posmarować przed pracą odpowiednim kremem ochronnym. Nie należy dopuścić, by do środowiska dostawały się pyły metaliczne.

Za przestrzeganie aktualnie obowiązujących państwowych i lokalnych przepisów BHP i ochronę środowiska odpowiada Wykonawca prac. Inżynier nie może nakazać wykonania czynności, których wykonanie naruszyłoby postanowienia tych przepisów. Podczas nakładania materiałów należy ściśle przestrzegać przepisów i wskazówek umieszczonych na opakowaniach. W bezpośredniej bliskości materiału antykorozyjnego nie wolno używać otwartego ognia ani spawać. Materiały antykorozyjne są środkami powodującymi skażenie i nie powinny dostać się do kanalizacji, gruntu ani cieków wodnych.

### **Dokumentacja robót**

Wykonawca jest zobowiązany do prowadzenia dziennika robót antykorozyjnych, w którym odnotowuje codziennie w okresie nanoszenia powłok:

- datę i godzinę czynności,
- lokalizację obszaru wykonywania prac antykorozyjnych i rodzaj materiału nanoszonej warstwy,
- temperaturę i wilgotność powietrza w momencie rozpoczynania robót malarskich z odniesieniem do punktu rosy,
- wyniki oceny stopnia czystości podłoża wg PN-EN ISO 8501-4
- wyniki oceny zapylenia wg PN-EN ISO 8502-3
- temperaturę i wilgotność powietrza w trakcie utwardzania się powłok
- grubość powłok wg PN-EN ISO 2808 metoda 7B.2
- czas pomiędzy nanoszeniem kolejnych powłok
- czas sezonowania powłok
- podpis pracownika Wykonawcy wykonującego w/w pomiary.

### **Sprawdzenie jakości materiałów malarskich**

Ocena materiałów malarskich winna być oparta na atestach Producenta. Producent jest zobowiązany przedstawić Odbiorcy orzeczenie kontroli o jakości wyrobu, a na życzenie Odbiorcy zaświadczenie o wynikach ostatnio przeprowadzonych badań pełnych danego materiału. Materiały nie spełniające wymogów KOT należy wyeliminować.

### **Kontrola nakładania powłok malarskich**

Kontrola nakładania powłok malarskich winna przebiegać pod kątem poprawności użytego sprzętu i techniki nakładania materiału malarskiego oraz przestrzegania zaleceń dotyczących



warunków pogodowych i zabezpieczenia świeżo wykonanych powłok oraz przestrzegania czasu i warunków schnięcia i aklimatyzacji powłok.

Nadzór IBDiM może zalecić pomiar w czasie malowania grubości mokrych powłok poszczególnych warstw. Sprawdzeniu podlega liczba wykonanych powłok malarskich.

Kontrola obejmuje:

- sprawdzenie stopnia wyschnięcia (jeśli wymagane, to utwardzenia) powłoki poprzedniej
- sprawdzenie czystości poprzedniej powłoki (zathuszczenie, zapylenie)
- zgodność odstępu czasu malowania od nałożenia poprzednich powłok
- zgodność temperatury i wilgotności z wymaganiami
- wygląd wymalowań (wtrącenia mechaniczne, kratery, zacieki, niedomalowania)
- grubość powłoki na mokro
- sprawdzenie zgodności parametrów natrysku z Instrukcją Stosowania farby

#### **Sprawdzenie prawidłowości naniesienia warstwy epoksydowej**

Nie powinny występować wady niedopuszczalne powłok jak zacieki, skórka pomarańczowa, spęcherzenia, zmarszczenia, spękania.

Wyniki pomiarów grubości powinny spełniać wymóg, aby 80% wyników pomiarów wykazywało wartość nie niższą od wartości wyspecyfikowanej, a najwyżej 20% pomiarów może mieć wartość co najmniej 0,8 wartości wyspecyfikowanej.

Badania przeprowadza się na suchych i po aklimatyzacji (wysezonowanych) powłokach.

#### **Sprawdzenie prawidłowości naniesienia powłoki z farby nawierzchniowej poliuretanowej**

Nie powinny występować wady niedopuszczalne powłok jak grube zacieki, skórka pomarańczowa, spęcherzenia, zmarszczenia, spękania.

Wyniki pomiarów grubości powinny spełniać wymóg, aby 80% wyników pomiarów wykazywało wartość nie niższą od wartości wyspecyfikowanej, a najwyżej 20% pomiarów może mieć wartość co najmniej 0,9 wartości wyspecyfikowanej.

Badania przeprowadza się na suchych i po aklimatyzacji (wysezonowanych) powłokach.

#### **Ocena wyglądu powłoki nawierzchniowej**

W ocenie koloru należy posługiwać się kartą kolorów RAL

Wymagana jest klasa II wyglądu powłoki na minimum 70% miejsc obserwacji oraz klasa III na maksymalnie 30% miejsc obserwacji, wg poniższych wymogów:

Zmiana koloru i odcienia	Kolor zgodny z kartą kolorów; nieznaczna zmiana odcienia na zaciekach,
Zanieczyszczenia mechaniczne	Pojedyncze zanieczyszczenia wmalowane w powłokę lub osadzone w warstwie nawierzchniowej
Zacieki	Nieznaczne zacieki uwidaczniające się jedynie zmianą odcienia powłoki
Uklucia igłą, kratery	Pojedyncze uklucia igłą
Zmarszczenia, spęcherzenia, skórka pomarańczowa, spękania powierzchniowe	Bardzo nieznaczne drobne zmarszczenia, niedopuszczalne spękania, skórka pomarańczowa i spęcherzenia

### **Sprawdzenie prawidłowości naniesienia warstw**

Pomiar należy przeprowadzić zgodnie z PN-EN ISO 2808. Zaleca się metodę nieniszczącą wg PN-EN ISO 2808 (metoda 7B.2). Do pomiaru należy stosować miernik elektromagnetyczny z czujnikiem integralnym lub na przewodzie. Wyniki pomiarów przy prawidłowej grubości zestawu powinny spełniać wymóg, aby 80% wyników pomiarów wykazywało nie niższą od wartości nominalnej, a najwyżej 20% pomiarów może mieć wartość co najmniej 0,8 wartości nominalnej. Maksymalna grubość nie może być większa od dwukrotnej grubości nominalnej, lecz nie większa niż 600mm.

## **II. Zabezpieczenie gazem obojętnym**

Celem wypełnienia gazem obojętnym wskazanych w projekcie wykonawczym konstrukcji wytworzonych jako przestrzenie zamknięte jest stworzenie atmosfery gazu obojętnego wewnątrz wskazanego fragmentu obiektu tj. dźwigarze w celu zabezpieczenia antykorozyjnego obiektu mostowego m.in:

- spowolnienia procesów korozyjnych
- zachowania jak najdłuższej sprawności i walorów użytkowych elementów.

Do wypełnienia zastosowany zostanie Azot 4.0, który jest obojętny chemicznie i wypiera tlen niezbędny w procesach korozyjnych, zajmując jego miejsce nie uczestnicząc w danych warunkach w żadnych reakcjach z podłożem.

Azot jest powszechnie używany do testowania instalacji przemysłowych, napełniania instalacji pneumatycznych, do siłowników i amortyzatorów gazowych. Stosowany jest również jako

składnik gazu osłaniającego spoinę od strony grani (gaz formujący) w procesach spawalniczych.

Butla 50 litrowa o ciśnieniu 200 Bar zawiera 10 normalnych metrów sześciennych gazu.

Aby stworzyć atmosferę gazu obojętnego należy:

1. Zabudować króćce 1/2" dolotowe i wylotowe po obu stronach wypełnianej konstrukcji, wyposażone w kulowe zawory gazowe. Firma wykonawcza powinna przedłożyć projekt wspawania elementów wzmacniający u podstawy dźwigara.
2. Wprowadzić do konstrukcji z niewielkim nadciśnieniem, nie przekraczającym 0,01 MPa, azot techniczny o objętości w warunkach normalnych równej 1,05 krotnej objętości zabezpieczanej konstrukcji. Kontrola i regulacja ciśnienia za pomocą manometru i zaworu wylotowego.
3. Po wprowadzeniu wymaganej ilości gazu, tj. dla dźwigara 0,812 m<sup>3</sup> wprowadzić 0,893 m<sup>3</sup> azotu, wyrównać ciśnienia wewnętrzne wymienionego gazu do ciśnienia atmosferycznego.
4. Zamknąć zawory i dodatkowo zabezpieczyć korkami.
5. Sporządzić protokół z wymiany gazu.

### **SPOSÓB PRZEPROWADZENIA WYPEŁNIENIA.**

Każdy dźwigar posiada 2 króćce o gwincie wewnętrznym 1/2" do wypełnienia gazem obojętnym i kontroli manometrem (zamontowany w dospawanej blasze u podstawy dźwigara).

Przed rozpoczęciem napełniania należy:

- do pierwszego króćca (1), po uzbrojeniu w zawór kulowy, podłączyć butle z azotem,
- na króćcu (2) wylotowym zabudować zawór i manometr,
- rozpocząć podawanie azotu do przestrzeni zamkniętej jednocześnie kontrolując nadciśnienie przy króćcu wylotowym, tak by nie przekraczało 0,01 MPa,
- po podaniu azotu do dźwigarów i wyrównaniu się ciśnienia do ciśnienia atmosferycznego sprawdzić zawartość tlenu w przestrzeni – wymagana zawartość  $\leq 10\%O_2$  zamknąć zawory, zdemontować przewód zasilający azotem i założyć korki za zaworami.



## **ZASADY UDOKUMENTOWANIA WYPEŁNIANIA**

Jako dokument z przeprowadzonego wypełnienia sporządza się protokół, który powinien zawierać następujące dane:

- rodzaj medium,
- temperaturę powietrza,
- ciśnienie atmosferyczne
- zawartość tlenu


## **KONTROLA I BADANIA SPRAWDZAJĄCE**

Należy przeprowadzać cykliczne kontrole stanu napełnienia przestrzeni zamkniętej gazem obojętnym. Sprawdzenie takie zaleca się wykonać nie rzadziej niż co 1 rok. Za pomocą wybranego miernika oraz przy pomocy zaworu wylotowego należy wykonać pomiar składu gazu w przestrzeni zamkniętej ustroju dźwigara. Uwaga: przed wykonaniem pomiaru należy zapoznać się z instrukcją obsługi wybranego urządzenia (w zależności od zastosowanego miernika). Należy zachować ostrożność podczas wykonywania kontroli, aby ograniczyć wymianę atmosfery w przestrzeni zamkniętej. Wynik pomiaru powinien wskazywać zawartość tlenu  $<10\%$ .

### **Nadzór naukowy**

Nadzór naukowy i monitorowanie a także dokumentowanie prac będzie prowadził Instytut Badawczy Dróg i Mostów.

Koniec

p.o. Kierownik  
Zakładu Korozji i Chemii  
  
mgr inż. Leszek Komorowski