



81-456 Gdynia, ul. Kopernika 78  
tel. 58-622-37-87  
e-mail: [biuro@wuprohyd.pl](mailto:biuro@wuprohyd.pl)  
[www.wuprohyd.pl](http://www.wuprohyd.pl)

PROJEKT NR: **G/166/ZIH/2024**  
INWESTOR: **Zarząd Morskiego Portu Gdańsk S.A.**  
**ul. Zamknięta 18, 80-955 Gdańsk**

## **SPECYFIKACJE TECHNICZNE WYKONANIA I ODBIORU ROBÓT**

### **PROJEKT OCHRONY KATODOWEJ PALI STALOWYCH PODPORY POMOSTU DOJŚCIOWEGO DO WYSPY CUMOWNICZEJ PRZY PIRSIE RUDOWYM W PORCIE PÓŁNOCNYM W GDAŃSKU**

<i>akres opracowania</i>	<i>Funkcja projektowa</i>	<i>Imię i nazwisko, nr uprawnień bud. i specjalność</i>	<i>Data opracowania</i>	<i>Podpis</i>
Konstrukcja, hydrotechnika	Projektant	<b>mgr inż. Piotr Czapiewski</b> <i>upr. bud Nr ZAP/0082/PBH/22 spec. inżynierska hydrotechniczna bez ograniczeń</i>		
	Sprawdzający	<b>mgr inż. Piotr Pawłowski</b> <i>upr. bud Nr POM/0139/POOK/12 spec. konstrukcyjno - budowlana bez ograniczeń</i>		

## Spis treści

1.	PRZEDMIOT SPECYFIKACJI TECHNICZNEJ.....	3
2.	WYMAGANIA DOTYCZĄCE MATERIAŁÓW .....	3
2.1.	KSZTAŁT ANOD I SPOSÓB MOCOWANIA .....	3
2.2.	MATERIAŁ ANOD .....	4
2.3.	ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW POTRZEBNYCH DO WYKONANIA UKŁADU GALWANICZNEJ OCHRONY KATODOWEJ 2 SZT. PALI STALOWYCH.....	4
3.	WYMAGANIA TECHNICZNE JAKOŚCI ANOD ORAZ WYMAGANE BADANIA ORAZ DOKUMENTACJA DLA ANOD GALWANICZNYCH .....	5
4.	WYTYCZNE TECHNOLOGICZNE MONTAŻU ANOD .....	7
5.	NORMY I WYTYCZNE .....	7

---

### SPECYFIKACJA TECHNICZNA

OCHRONA KATODOWA PALI STALOWYCH PODPORY POMOSTU DOJŚCIOWEGO DO WYSPY  
CUMOWNICZEJ PRZY PIRŚIE RUDOWYM W PORCIE PÓŁNOCNYM

## 1. Przedmiot specyfikacji technicznej

Przedmiotem specyfikacji technicznej są anody będące elementem ochrony katodowej pali stalowych podpory pomostu dojsciowego do Wyspy Cumowniczej przy Pirsie Rudowym w Porcie Północnym w Gdańsku.

Ochronę katodową należy wykonać zgodnie z projektem technicznym, opracowanym na podstawie zlecenia nr G/166/ZIH/2024 oraz umowy ramowej nr 036/ZIH/2023, opracowanego przez Makromor Sp. z o.o. (grudzień 2024 r.).

## 2. Wymagania dotyczące materiałów

### 2.1. Kształt anod i sposób mocowania

Do ochrony konstrukcji wsporczej wybrano anody o przekroju trapezu z wtopionym osiowo prętem, który wystaje z obu podstaw anody. Powierzchnia pręta przed wtopieniem powinna być oczyszczona strumieniowo-ściernie do stanu Sa 2½. Pręty po oczyszczeniu powinny posiadać powierzchnię wolną od nalotu korozyjnego, zabrudzeń olejopochodnych, oraz zostać przebadane przed odlaniem pod kątem chropowatości powierzchni. Wymagana chropowatość Medium G według normy ISO 8503-2:2012. Należy przebadać każdy pierwszy pręt użyty na danej zmianie, a następnie co 10-ty użyty pręt. Z badań chropowatości prętów należy przygotować raporty zgodnie z pkt 8. normy ISO 8503-2:2012. Badanie chropowatości wykonać certyfikowanym komparatorem zgodnym z normą ISO 8503-1.

Po odlaniu anody powinny być przyspawane do konsol montażowych wykonanych zgodnie z rysunkami projektu technicznego. Spawanie powinien wykonać spawacz z uprawnieniami certyfikowanymi wg EN ISO 9606-1 w oparciu o technologię spawania (WPQR), kwalifikowaną przez organizację zewnętrzną.

Po przyspawaniu pręta z anodą do konsoli, wystające końcówki pręta oraz spoinę łączącą pręt z konsolą, jak i samą konsolą należy pomalować farbą epoksydową (EPITAN 92 lub podobna) jednowarstwowo, na grubość około 100 um DFT. Przed malowaniem stal konsoli należy obrobić strumieniowo-ściernie tak jak stalową wkładkę anody opisaną wcześniej. Na krańcach konsoli przeznaczonych do spawania z konstrukcją chronioną, zostawić niemalowany obszar o szerokości około 10-20 mm, w celu umożliwienia spawania konsoli pod wodą do konstrukcji chronionej.

Anody z konsolami należy przyspawać pod wodą do powierzchni konstrukcji chronionych w miejscu instalowania anody galwanicznej, określonym w projekcie technicznym.

---

## SPECYFIKACJA TECHNICZNA

OCHRONA KATODOWA PALI STALOWYCH PODPORY POMOSTU DOJŚCIOWEGO DO WYSPY CUMOWNICZEJ PRZY PIRSIE RUDOWYM W PORCIE PÓŁNOCNYM

Konstrukcja i wymiary anod oraz wymagania techniczne podane są w projekcie technicznym na rysunku o numerze PDWC2024/02. Jakość dostarczonych aluminiowych anod galwanicznych powinna być gwarantowana przez producenta. Atesty partii produkcyjnych zamówionych anod powinny stwierdzać zgodność z wymaganiami postawionymi w niniejszej specyfikacji.

## 2.2. Materiał anod

Projektuje się zastosowanie anod galwanicznych wykonanych ze stopu aluminiowo-cynkowego, aktywowanego indem. Stop ten odznacza się szczególnie dobrymi właściwościami użytkowymi, przy pracy w wodach morskich o małym zasoleniu - takich jak woda bałtycka w basenach Portu Północnego.

Wymagania dotyczące składu chemicznego stopu według normy PN-EN12496:2013E dla stopu AlZnIn – A2 ze zwiększoną zawartością indu:

Zn	3,00÷5,50%
In	0,030÷0,040%
Al	reszta

Zanieczyszczenia ogółem - maks. 0,1 % - w tym:

Fe	maks. 0,09%
Si	maks. 0,10%
Cu	maks. 0,005 %.

Wymagane właściwości użytkowe anod aluminiowych: wydajność prądowa przy roztwarzaniu anodowym w wodzie morskiej o zasoleniu 0,7 % , przy badaniu metodą opisaną w Annex B normy DNVGL-RP-B401:2017, powinna być nie mniejsza niż 2500 A·h/kg (w temp. 7÷12° C), powinien być bardziej elektroujemny niż -1,05 V, względem elektrody chlorosrebrowej Ag/AgCl.

## 2.3. Zestawienie materiałów potrzebnych do wykonania układu galwanicznej ochrony katodowej 2 szt. pali stalowych

L.p.	Rodzaj materiału	Liczba [szt]	Długość / masa / objętość	Uwagi
1	Anody galwaniczne aluminiowe A-1500x75x75 o masie netto $m_{\text{netto}} = 18 \text{ kg}$	20	360 kg	

## SPECYFIKACJA TECHNICZNA

OCHRONA KATODOWA PALI STALOWYCH PODPORY POMOSTU DOJŚCIOWEGO DO WYSPY CUMOWNICZEJ PRZY PIRSIE RUDOWYM W PORCIE PÓŁNOCNYM

L.p.	Rodzaj materiału	Liczba [szt]	Długość / masa / objętość	Uwagi
2	Pręt stalowy S235JR Ø20mm na wkładki do anod	20	~36 mb 89 kg	
3	Płaskownik stalowy S235JR 50x5 do konsol	40	~32 mb 63 kg	
4	Farba epoksydowo-bitumiczna Epitan 92 lub podobna	1 kpl (farba + utwardzacz)	25 dm <sup>3</sup>	Do pomalowania konsol i prętów anod warstwą gr. co najmniej 100 µm

### 3. Wymagania techniczne jakości anod oraz wymagane badania oraz dokumentacja dla anod galwanicznych

Mając na względzie konieczność zapewnienia pełnej ochrony katodowej konstrukcji, wykonanej na podstawie niniejszego opracowania, od producenta anod galwanicznych wymaga się wykonania poniższych:

- a) Badania spektrometryczne składu chemicznego stopu AlZnIn wykonywać dla każdego 500 kg wytopu, lub w przypadku wytopów o wadze mniejszej niż 500 kg, badanie wykonać dla próbki pobranej na początku i na końcu danego wytopu. Badania składu chemicznego należy wykonywać niezwłocznie po pobraniu próbki, aby zapobiec ewentualnym błędom w przygotowaniu stopu i odlaniu anod o niewłaściwym składzie chemicznym. Badania wykonać na spektrometrze posiadającym certyfikację producenta lub serwisu autoryzowanego przez producenta. Prawidłowość wskazań spektrometru należy kontrolować każdego dnia w czasie trwania produkcji, z użyciem certyfikowanej próbki referencyjnej ze stopu odpowiadającego stopowi A2 wg normy PNEN12496: 2013, ze szczególnym uwzględnieniem odpowiedniej zawartości składników stopowych Al, Zn i In, oraz zanieczyszczeń Fe, oraz Cu.
- b) Protokół badań długoterminowych (minimum 12 miesięcznych) parametrów elektrochemicznych stopu anodowego AlZnIn – A2 o zwiększonej zawartości indu przeprowadzonych dla warunków środowiskowych zbliżonych do rzeczywistych tj. przeprowadzonych w naturalnej lub zastępczej wodzie morskiej o zasoleniu 0,6-0,8%, pH 8,0-9,0, i temperaturze  $5 \pm 20^\circ \text{C}$ . Pozostałe warunki przeprowadzania badań oraz zapisy zgodnie z DNV-RP-B401:2010, Annex C.

#### SPECYFIKACJA TECHNICZNA

OCHRONA KATODOWA PALI STALOWYCH PODPORY POMOSTU DOJŚCIOWEGO DO WYSPY CUMOWNICZEJ PRZY PIRSIE RUDOWYM W PORCIE PÓŁNOCNYM

- c) Protokoły badań elektrochemicznych krótkoterminowych 96h wyprodukowanego stopu anodowego zgodnie z DNV-RP-B401:2017, Annex B. Minimum jedno badanie na każde rozpoczęte 15 ton wytopu.
- d) Raporty z badań niszczących wybranych anod – Należy przeciąć pierwsze anody z dwóch pierwszych wytopów, a następnie po 1 sztuce anody co 15 ton. Metodologia badania oraz kryteria akceptacji anod po testach cięcia jak w normie PN-EN12496:2013, Annex A, pkt A.6. Szczególną uwagę należy zwrócić na osiowe położenie wkładki stalowej wewnątrz przekroju anody. Tolerancja położenia wkładki wynosi  $\pm 10\%$  grubości materiału anodowego przykrywającego wkładkę, tj.  $\pm 6\text{mm}$  w płaszczyźnie pionowej i poziomej. Z badań niszczących należy przygotować raporty ze zdjęciami poszczególnych płaszczyzn cięcia z trwałymi oznaczeniami numeru anody oraz wartością procentową 25, 50 i 75% długości anody na której przeprowadzono cięcie.
- e) Przed rozpoczęciem produkcji anod należy sprawdzić poprawność procesu produkcyjnego, poprzez przeprowadzenie Przedprodukcyjnego badania kwalifikacyjnego „Pre-production qualification testing (PQT)” zgodnie z wymaganiami normy DNV RPB401:2017, punkt 8.3
- f) Certyfikaty surowców użytych do produkcji stopu anodowego oraz stali użytej do produkcji wkładek anod wraz z listą zapewniającą identyfikowalność każdej anody pod kątem surowców z których powstała (Raw material traceability list)
- g) Certyfikaty anod z każdego wytopu zawierające skład chemiczny stopu, badany wg pktu a)
- h) Deklaracje zgodności z normą PN-EN 12496:2013
- i) Przed wysyłką do klienta, anody oraz ich dokumentacja winny być skontrolowane pod kątem jakości na zgodność z wymaganiami normy PN-EN 12496:2013 przez specjalistę morskiej ochrony katodowej z uprawnieniami 3 poziomu kompetencji wg PN-EN 15257 lub NACE stopnia CP2 lub wyższym.
- j) Kontrolę wad odlewniczych wykonać dla wszystkich wyprodukowanych anod. Należy zwrócić szczególną uwagę na obecność pęknięć w odlewie. Zgodnie z w/w normą, Annex A, punkt A.5.2; pęknięcia wzdłużne jak i głębokie pęknięcia poprzeczne sięgające wkładki są niedopuszczalne. Dopuszczalne jest łącznie maksimum 10 pęknięć poprzecznych na anodę, o szerokości nie większej niż 1 mm oraz długości nie większej niż 100mm. Pęknięcia nie mogą krzyżować się ze sobą,

---

#### SPECYFIKACJA TECHNICZNA

OCHRONA KATODOWA PALI STALOWYCH PODPORY POMOSTU DOJŚCIOWEGO DO WYSPY CUMOWNICZEJ PRZY PIRSIE RUDOWYM W PORCIE PÓŁNOCNYM

ani wykraczać poza jedną ścianę anody. Pęknięcia poprzeczne biegnące po długości całego obwodu anody są niedopuszczalne.

- k) Wszystkie anody mają mieć zapewnioną identyfikowalność, tj. powinny zostać trwale oznaczone, np. poprzez nabicie, poniższych oznaczeń:
- a. nazwa producenta
  - b. oznaczenie stopu AlZnIn
  - c. numer wytopu i kolejny numer seryjny anody

#### **4. Wytyczne technologiczne montażu anod**

Przed montażem, dostarczone anody powinny być poddane inspekcji na zgodność z wymaganiami niniejszego projektu. Inspekcja anod winna być przeprowadzona przez firmę mającą udokumentowane doświadczenie w kontroli jakości anod galwanicznych, lub przez autorów niniejszego projektu.

Instalowanie anod galwanicznych do pali pomostu polega na przyspawaniu pod wodą gotowych, prefabrykowanych uprzednio anod ze stalowymi konsolami w miejscach wskazanych na rysunkach projektowych.

Dopuszcza się, w razie potrzeby, przesunięcia położenia końców konsol anod w płaszczyźnie pionowej i poziomej do 15 cm w stosunku do lokalizacji podanej na rysunkach.

Powierzchnia pala w miejscach, w których mocowane mają być anody z konsolami należy oczyścić z powłok i porostów za pomocą skrobaków i szczotek stalowych tak, aby zapewnić dobrą jakość spoiny wykonywanej pod wodą. Konsole anod spawa się do oczyszczonych powierzchni konstrukcji. Po wykonaniu zamocowania wszystkich anod zaprojektowanych do ochrony danego pala/grodzicy, przeprowadza się wizualną i manualną kontrolę jakości przyspawania konsol.

#### **5. Normy i wytyczne**

Stosowanie ochrony katodowej konstrukcji hydrotechnicznych jest obecnie ogólnie przyjętą normą w krajach Unii Europejskiej. Stosowanie ochrony katodowej jako sposobu zabezpieczania stalowych konstrukcji podwodnych i podziemnych w celu zahamowania ich niszczenia korozyjnego ma na celu przedłużenie żywotności obiektów hydrotechnicznych co najmniej o okres działania ochrony katodowej, na który była zaprojektowana.

---

#### **SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

OCHRONA KATODOWA PALI STALOWYCH PODPORY POMOSTU DOJŚCIOWEGO DO WYSPY CUMOWNICZEJ PRZY PIRSIE RUDOWYM W PORCIE PÓŁNOCNYM

W zakresie ochrony przeciwkorozyjnej oraz stosowania ochrony katodowej stosowane są następujące normy:

- a) PN-EN 12473:2014 Ogólne zasady ochrony katodowej w wodzie morskiej
- b) PN-EN 12954:2004 Ochrona katodowa konstrukcji metalowych w gruntach lub w wodach – Zasady ogólne i zastosowania dotyczące rurociągów
- c) PN-EN 12495:2009 (U) Ochrona katodowa stałych stalowych konstrukcji przybrzeżnych
- d) PN-EN 13174:2012 Ochrona katodowa instalacji portowych
- e) PN-EN 12474:2009 (U) Ochrona katodowa rurociągów układanych na dnie morza
- f) PN-EN 13173:2007 (U) Ochrona katodowa stalowych konstrukcji przybrzeżnych pływających

---

#### **SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

OCHRONA KATODOWA PALI STALOWYCH PODPORY POMOSTU DOJŚCIOWEGO DO WYSPY CUMOWNICZEJ PRZY PIRSIE RUDOWYM W PORCIE PÓŁNOCNYM