

## Szkolenie personelu ochrony katodowej

zgodny z wymogami PN-EN 15257:2008

Sektor: konstrukcje podziemne i zanurzone

### Poziom 1 kompetencji

Temat	Zagadnienia	Ilość godzin (w./ćw.)
I. Podstawy elektryczności	1. Obwód elektryczny, podstawowe pojęcia, prawo Ohma, prawa Kirchhoffa, elektryczny obwód prosty i rozgałęziony, połączenia szeregowe, równoległe, mieszane. 2. Zasady pomiaru natężenia i napięcia prądu stałego oraz przemiennego, pomiary rezystancji.	1 / 1
II. Podstawy korozji	1. Podstawowe ogniwo korozyjne. 2. Szereg napięciowy metali. 3. Makroogniwa korozyjne (galwaniczne, zróżnicowanego natlenienia, zróżnicowanego stężenia, zróżnicowanej powierzchni, naprężeniowe). 4. Korozja wywoływana przez prądy błędzące.	2 / 0
III. Podstawy ochrony katodowej	1. Zasady i kryteria ochrony katodowej. 2. Ochrona przy pomocy anod galwanicznych i z zewnętrznym źródłem prądu.	2 / 0
IV. Powłoki ochronne	1. Rodzaje powłok ochronnych (organiczne, malarskie, powłoki metalowe). 2. Współdziałanie powłok i ochrony katodowej.	2 / 0
V. Agresywność korozyjna gruntu	1. Czynniki wpływające na agresywność gruntu. 2. Pomiary rezystywności gruntu metodą Wennera i z użyciem soil-box. 3. Pomiary pH gruntu.	1 / 2
VI. Pomiary potencjałowe	1. Zasady ogólne wykonywania pomiaru potencjału konstrukcji, oprzyrządowanie (elektrody odniesienia, mierniki, rejestratory). 2. Pomiar potencjału załączeniowego i wyłączeniowego, składowa IR, ocena skuteczności ochrony katodowej. 3. Pomiary metodą CIPS na rurociągach bez ochrony katodowej. 4. Pomiary intensywne na rurociągach chronionych katodowo.	2 / 8
VII. Pomiary elektryczne	1. Pomiary napięcia i natężenia prądu wyjściowego SOK. 2. Pomiary rezystancji anod i natężenia prądu z anod galwanicznych i polaryzacyjnych. 3. Pomiary rezystancji rurociąg/konstrukcja obca. 4. Pomiary natężenia prądu płynącego rurociągiem. 5. Pomiary rezystancji złącza izolującego. 6. Pomiary rezystancji rurociągu względem ziemi.	2 / 8
VIII. Lokalizacja konstrukcji	1. Zasada działania lokalizatorów, metody lokalizacji rurociągów. 2. Lokalizacja defektów izolacji rurociągów.	2 / 4

podziemnych		
IX. Zasady bezpieczeństwa i normy w ochronie katodowej	1. Omówienie normy PN-EN 12954 „Ochrona katodowa konstrukcji metalowych w gruntach lub w wodach. Zasady ogólne i zastosowania dotyczące rurociągów. 2. Omówienie normy PN-EN 13509 „Metody pomiarowe w ochronie katodowej”	1 / 0
X. Eksploatacja instalacji ochrony katodowej	1. Przeglądy bieżące i okresowe źródeł polaryzacji, punktów pomiarów elektrycznych. 2. Przyłącza i połączenia kablowe (montażowe lub naprawcze), układanie kabli w ziemi. 3. Czynności konserwacyjne.	2 / 0
	Wymiar godzinowy: 40	17 / 23

### Poziom 2 kompetencji

Temat	Zagadnienie	Ilość godzin (w./ćw.)
I. Teoria korozji	1. Demonstracje makroogniw korozyjnych. 2. Wyznaczanie szybkości korozji. 3. Zasady ochrony katodowej (diagramy Pourbaix, wykresy Evansa, elektryczny obwód zastępczy ogniwa korozyjnego chronionego katodowo). 4. Kryteria ochrony katodowej (-850 mV, $\Delta E=300$ mV, $\Delta E=100$ mV, kryteria prądowe).	3 / 0
II. Ochrona katodowa przy pomocy anod galwanicznych	1. Materiały do produkcji anod (charakterystyka elektrochemiczna, zastosowania), zasyпки. 2. Przykłady obliczeń i rozwiązań projektowych instalacji ochronnej. 3. Montaż anod galwanicznych w gruncie.	2 / 0
III. Ochrona katodowa z zewnętrznym źródłem prądu	1. Materiały do produkcji anod polaryzacyjnych (trudnoroztwarzalne, nieroztwarzone). 2. Przykłady obliczeń i rozwiązań projektowych instalacji ochronnej. 3. Instalowanie układów anodowych (płytkie, głębokie, zasyпки). 4. Instalowanie elementów instalacji ochronnej (źródła prądu ochronnego, przyłącza, linie kablowe, stałe elektrody odniesienia, elektrody symulujące).	2 / 0
IV. Pomiary potencjałowe	1. Pomiary metodą CIPS (jednoelektrodowa, dwuelektrodowa, metoda gradientu bocznego). 2. Profile potencjałowe rurociągu wzdłuż trasy – lokalizacja makroogniw korozyjnych, miejsc interferencji statycznych i dynamicznych prądów błądzących. 3. Pomiary intensywne – obliczanie potencjału bez składowej IR, wykrywanie defektów izolacji.	2 / 2
V. Pomiary elektryczne	1. Pomiar natężenia prądu w rurociągu w punktach pomiarowych skalowanych i nieskalowanych. 2. Pomiary sprawności złącza izolującego. 3. Kontrola odizolowania rury osłonowej od przewodowej.	3 / 4

	4. Pomiary rezystancji przejścia izolacji rurociągu. 5. Próbną polaryzacja konstrukcji podziemnej.	
VI. Interferencje prądu stałego	1. Źródła statycznych i dynamicznych prądów błędzących. 2. Analiza zagrożeń i zwalczanie oddziaływań ochrony katodowej na konstrukcje obce. 3. Badanie oddziaływania trakcji elektrycznych zasilanych prądem stałym. 4. Metody ochrony przed prądami błędzącymi. Regulacja drenaży elektrycznych.	4 / 8
VII. Interferencje prądu przemiennego	1. Ocena zagrożenia wywoływanego przez prąd przemienny. 2. Metody ochrony przeciwporażeniowej i przeciwkorozyjnej, elektrody uziemiające, ograniczniki prądu stałego.	2 / 0
VIII. Lokalizacja konstrukcji podziemnych i defektów izolacji	1. Metody DCVG, ACVG. 2. Pomiary tłumienia sygnału prądowego.	2 / 4
IX. Normy w ochronie katodowej	1. Omówienie norm PN-EN: 12954, 13509, 13636, 14505, 15112, 50162	2 / 0
	Wymiar godzinowy:	22 / 18

## Szkolenie personelu ochrony katodowej

zgodny z wymogami PN-EN 15257:2008

Sektor: konstrukcje metalowe morskie

### Poziom 1 kompetencji

Temat	Zagadnienia	Ilość godzin (w./ćw.)
I. Podstawy elektryczności	1. Obwód elektryczny, podstawowe pojęcia, prawo Ohma, prawa Kirchhoffa, elektryczny obwód prosty i rozgałęziony, połączenia szeregowo, równoległe, mieszane. 2. Zasady pomiaru natężenia i napięcia prądu stałego oraz przemiennego, pomiary rezystancji.	1 / 1
II. Podstawy korozji	1. Podstawowe ogniwo korozyjne. 2. Szereg napięciowy metali. 3. Makroogniwa korozyjne (galwaniczne, zróżnicowanego natlenienia, zróżnicowanego stężenia, naprężeniowe). 4. Korozja wywoływana przez prądy błędzące.	2 / 0
III. Podstawy ochrony katodowej	1. Kryteria ochrony katodowej. 2. Zasady ochrona przy pomocy anod galwanicznych i z zewnętrznym źródłem prądu.	2 / 0
IV. Powłoki ochronne	1. Rodzaje powłok ochronnych (organiczne, malarskie, powłoki metalowe). 2. Współdziałanie powłok i ochrony katodowej.	2 / 0
V. Wpływ czynników środowiskowych na zapotrzebowanie prądowe	1. Czynniki wpływające na agresywność korozyjną wody morskiej. 2. Pomiary rezystywności wody morskiej lub mułu z użyciem soil-box, konduktometru, pomiar zasolenia. 3. Czynniki wpływające na zapotrzebowanie prądowe (zawartość tlenu, prądy morskie, osady wapienne, temperatura, zasolenie, pH, porastanie, głębokość, zmiany sezonowe i sztormy).	3 / 4
VI. Pomiary potencjałowe	1. Zasady ogólne wykonywania pomiaru potencjału konstrukcji, oprzyrządowanie (rodzaje elektrod do pomiarów w środowisku wody morskiej, przenośne i stałe elektrody odniesienia, mierniki, rejestratory). 2. Pomiar potencjału załączeniowego i wyłączeniowego, składowa IR, ocena skuteczności ochrony katodowej. 3. Pomiary gradientu potencjału w wodzie morskiej.	2 / 8
VII. Inne pomiary	1. Sprawdzenie kalibracji sprzętu pomiarowego przed użyciem. 2. Sprawdzenie ciągłości elektrycznej wszystkich części konstrukcji przeznaczonych do ochrony. 3. Pomiary napięcia i natężenia w obwodzie ochrony katodowej oraz na wyjściu SOK. 4. Pomiary natężenia prądu wyjściowego anody z wykorzystaniem systemu monitorowania (anody połączone kablami) lub miernika szczękowego.	2 / 10

	5. Pomiar grubości ścianek z użyciem miernika ultradźwiękowego. 6. Pomiar grubości wżerów.	
VIII. Eksploatacja instalacji ochrony katodowej	1. Inspekcja i konserwacja elementów instalacji ochronnej. 2. Przeglądy bieżące i okresowe instalacji ochronnej.	2 / 4
IX. Zasady bezpieczeństwa i normy w ochronie katodowej	1. Zasady bezpieczeństwa przy eksploatacji instalacji ochrony katodowej. 2. Omówienie norm z dziedziny ochrony katodowej.	2 / 0
	Wymiar godzinowy: 40	17 / 23

### Poziom 2 kompetencji

Temat	Zagadnienie	Ilość godzin (w./ćw.)
I. Teoria korozji	1. Demonstracja pracy makroogniw korozyjnych. 2. Zasady ochrony katodowej (diagramy Pourbaix, wykresy Evansa, elektryczny obwód zastępczy ogniwa korozyjnego chronionego katodowo). 3. Kryteria ochrony katodowej (-850 mV, $\Delta E=300$ mV, $\Delta E=100$ mV, kryteria prądowe). 4. Wyznaczanie szybkości korozji.	4 / 4
II. Ochrona katodowa przy pomocy anod galwanicznych	1. Wady i zalety metody. 2. Materiały do produkcji anod (charakterystyka elektrochemiczna, zastosowania). 3. Przykłady obliczeń i rozwiązań projektowych instalacji ochronnej dla prostych warunków (np. boi i małych łodzi).	2 / 2
III. Ochrona katodowa z zewnętrznym źródłem prądu	1. Wady i zalety metody. 2. Materiały do produkcji anod polaryzacyjnych (trudnoroztwarzalne, nieroztwarzone). 3. Przykłady rozwiązań projektowych instalacji ochronnej dla konstrukcji przybrzeżnych, oddalonych od lądu, platform, statków.	2 / 0
IV. Systemy monitorowania	1. Elektrody symulujące, kupony korozyjne. 2. Systemy zdalnego pomiaru napięcia i natężenia prądu. 3. Przesyłanie danych pomiarowych do jednostki centralnej.	2 / 2
V. Instalowanie elementów instalacji ochronnej	1. Zasady prowadzenia nadzoru nad instalowaniem: a) anod galwanicznych i zasilanych z zewnętrznego źródła prądu, b) stacji ochrony katodowej, c) stałych elektrod odniesienia, d) przyłączy i linii kablowych, e) urządzeń izolujących.	4 / 0
VI. Przeglądy podwodne	1. Organizacja podwodnych pomiarów potencjału i natężenia prądu (podwodnym miernikiem szczękowym).	4 / 0

	2. Nadzór nad inspekcją wizualną z wykorzystaniem nurkowania lub ROV (pojazdu zdalnie sterowanego): uszkodzenia powierzchni i powłoki, uszkodzenia elementów instalacji, oszacowanie wymiarów anod galwanicznych.	
VII. Eksploatacja systemu ochrony katodowej	1. Analiza wyników pomiarów potencjału i natężenia prądu. 2. Wykrywanie anomalii i określanie działań zaradczych.	1 / 2
VIII. Normy w ochronie katodowej	1. Omówienie norm PN-EN oraz DNV.	2 / 0
IX. Projektowanie układów ochrony katodowej	1. Wybór koncepcji systemu ochronnego, założenia projektowe. 2. Parametry ochrony katodowej: powierzchnia do ochrony, zapotrzebowanie prądowe, natężenie prądu z pojedynczej anody galwanicznej, sumaryczna masa materiału anodowego, ilość anod galwanicznych.	3 / 8
	Wymiar godzinowy:	24 / 16