

Konsultacje nowego systemu wymagań technicznych w drogownictwie

24.11.2020

dr inż. Agnieszka Królikowska
Instytut Badawczy Dróg i Mostów

WRM-M-31 Wytyczne projektowania zabezpieczenia antykorozyjnego stalowych elementów drogowych obiektów inżynierskich.



Forum dyskusyjne: www.konsultacje.viaexpert.pl

organizator :



na zlecenie :



WZORCE I STANDARDY WRM-31- 20-0

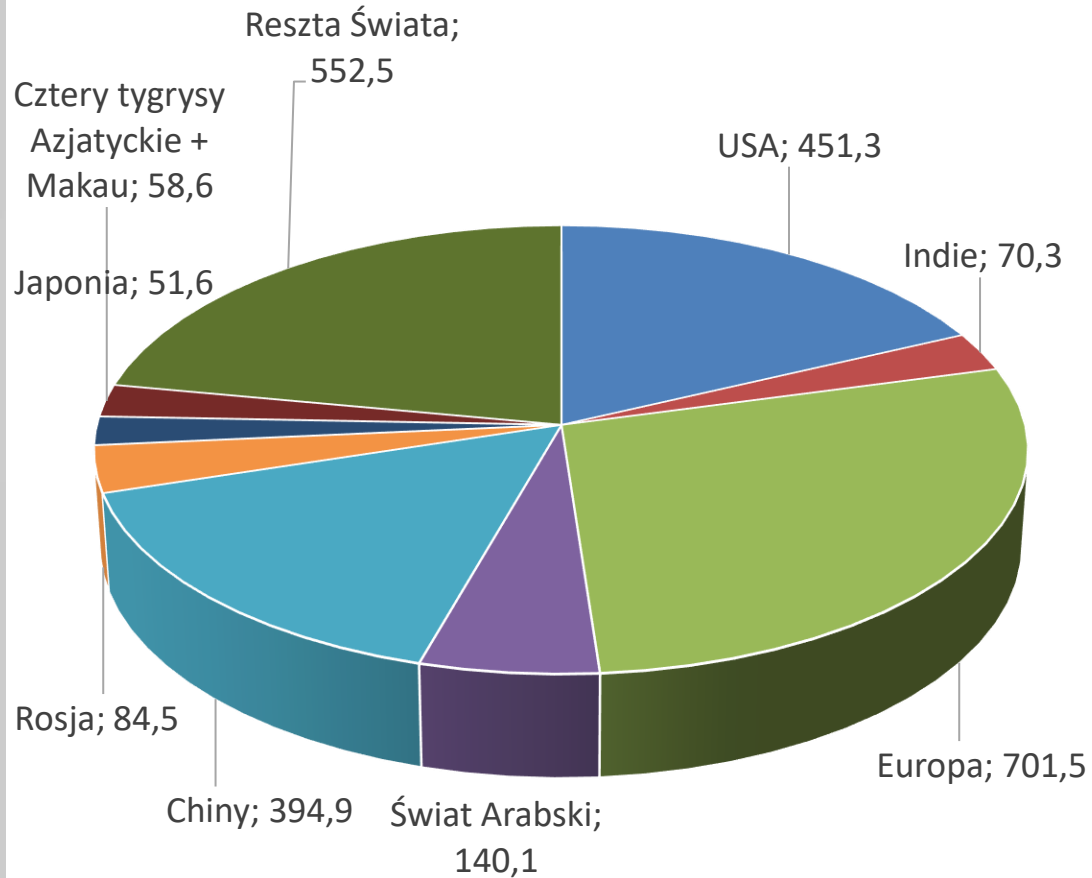
Wytyczne projektowania zabezpieczenia
przeciwkorozyjnego stalowych elementów
drogowych obiektów inżynierskich

Opracował Zespół w składzie: Janusz Rymśa -
Koordynator realizacji przedmiotu zamówienia

Agnieszka Królikowska
Leszek Komorowski

Ekonomiczne i społeczne koszty korozji

Globalne koszty korozji w 2013 roku
zostały oszacowane na 2,5 biliona dolarów



- NACE International; International Measures of Prevention, Application, and Economics of Corrosion Technologies Study, 2016

Włochy, Genua, 14.08.2018 – Zawalenie się Mostu Morandi
– 43 osoby zabite





KOSZTY KORROZJI W POLSCE



4 - 6 % PKB

KORROZJA

40 mld PLN

10 mld EUR

NAUKA 4 mld PLN

1 mld EUR



KOSZTY ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH

Ok. 200 zł/m²

(Bez rusztowań i osłon)

Obiekt mostowy 100 000m²

20 000 000 zł



ŚLAD WĘGLOWY

Jeden SMS – 0,014 g CO₂

E-mail – 4 ÷ 50 g CO₂

Banan – 80 g CO₂

Piwo – 300 ÷ 900 g CO₂

500 km podróży samochodem – 320 kg CO₂

1 m² prac antykorozyjnych – 100 ÷ 300 kg CO₂

To znaczy 100 000 – 300 000 g CO₂

Prace na moście 100 000 m² -> 10 000 000 000 g = 10 000 ton CO₂

WYTYCZNE WRM-31-20-0 ZAWIERAJĄ



Zasady ochrony antykorozyjnej

Ochrona konstrukcyjna

Ochrona materiałowo-strukturalna

Ochrona powierzchniowa



Powierzchnie referencyjne



Techniczne warunki gwarancji



Wymagania dotyczące utrzymania



Załącznik nr 1. Wymagania dotyczące powłok cynkowych zanurzeniowych przedstawiane ocynkowni według normy [9].



Załącznik nr 2. Badania w celu uzyskania Krajowej Oceny Technicznej w odniesieniu do zabezpieczeń antykorozyjnych w środowisku C4 i C5.



Załącznik nr 3. Wady niedopuszczalne i klasy staranności powłok antykorozyjnych.

W ramach ochrony konstrukcji oraz elementów stalowych należy

- określić rodzaj ochrony antykorozyjnej w ramach projektu budowlanego,
- wykonać projekt zabezpieczenia antykorozyjnego w ramach projektu wykonawczego w odniesieniu do zakładanego czasu życia i przeznaczenia konstrukcji

OCHRONA KONSTRUKCYJNA

określić typ zagrożeń korozyjnych,

wymagany okres trwałości,

techniczne wymagania w stosunku do zabezpieczenia antykorozyjnego w okresie gwarancji (zniszczenia powłok, przyczepność, zmiany barwy, zmiana połysku)

Ochrona Konstrukcyjna

Brak miejsc
trudno
dostępnych,

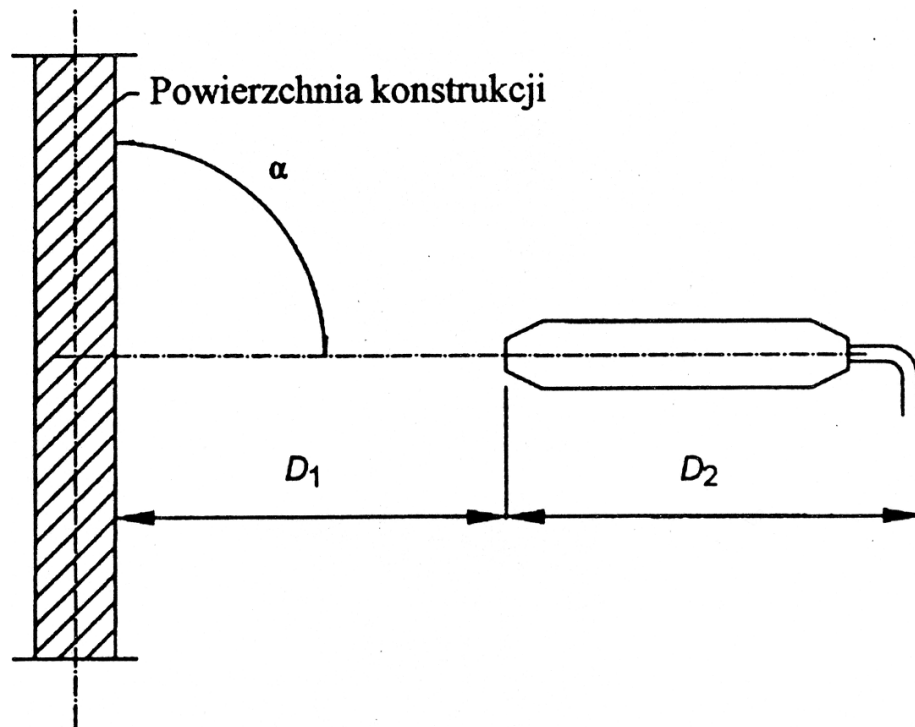
Składać się z elementów:

- o dużych, gładkich powierzchniach, z żebrami usztywniającymi umieszczonymi od strony wewnętrznej, chyba że względy konstrukcyjne wymagają inaczej,
- z elementów bez progów zatrzymujących wodę,
- z elementów zamkniętych hermetycznie, które wewnątrz mogą być wypełnione gazem korozyjnie obojętnym,
- z elementów bez karbów,

konstrukcje powinny zapewnić w szczególności:

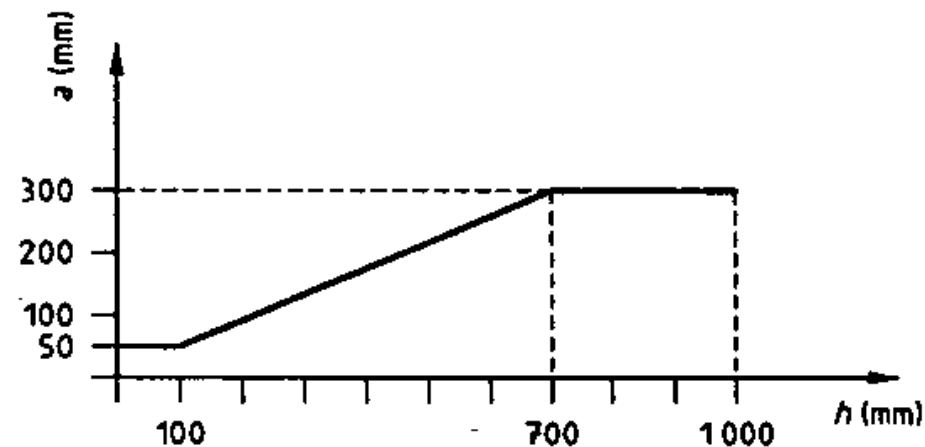
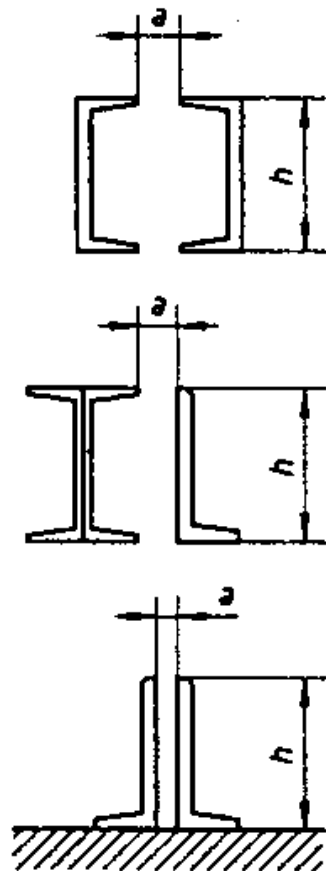
- odpływ zbierającej się wody,
- dostęp do wewnętrznych przestrzeni elementów zamkniętych – z wyjątkiem elementów hermetycznie zamkniętych
- ochronę przed gnieźdzeniem się ptactwa.

W zależności od zaprojektowanej technologii zabezpieczenia antykorozyjnego wymagane odległości w przypadku stosowania narzędzi w pracach antykorozyjnych powinny być takie, jak podano w tabelicy

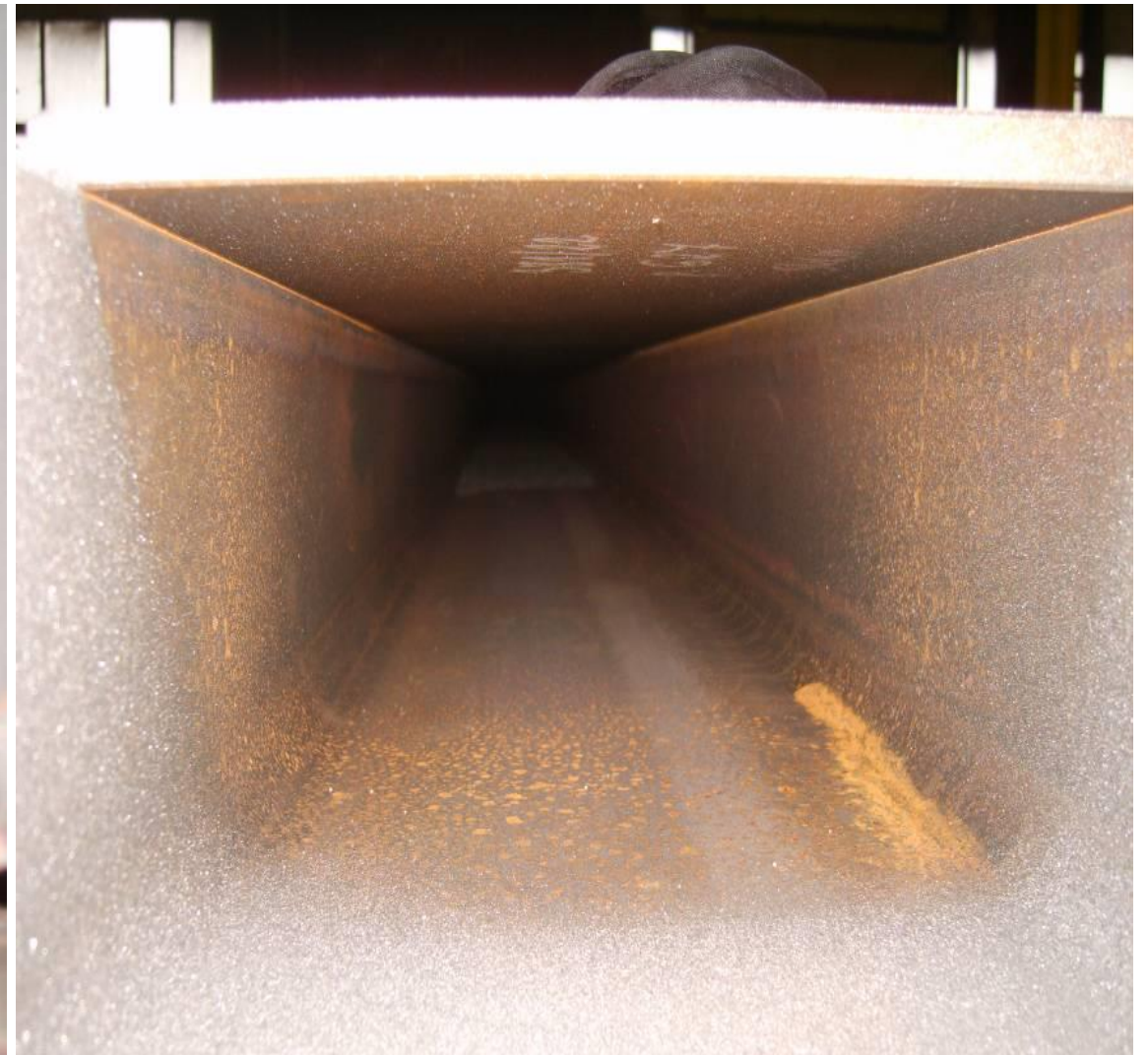


Operacja	Odległość między narzędziem a podłożem D1 [mm]	Długość narzędzia D2 [mm]	Kąt natarcia α [°]
Obróbka strumieniowo-ścierna	od 200 do 400	800	od 60 do 90
Czyszczenie z wykorzystaniem narzędzia z napędem mechanicznym:			
– pistoletem igłowym	0	od 250 do 350	od 30 do 90
– ścieranie/szlifowanie	0	od 100 do 150	-
Czyszczenie ręczne – szczotkowanie/skrobanie	0	100	od 0 do 30
Metalizacja natryskowa	od 150 do 200	300	90
Malowanie:			
– natryskowe	od 200 do 300	od 200 do 300	90
– pędzlem	0	200	od 45 do 90
– wałkiem	0	200	od 10 do 90

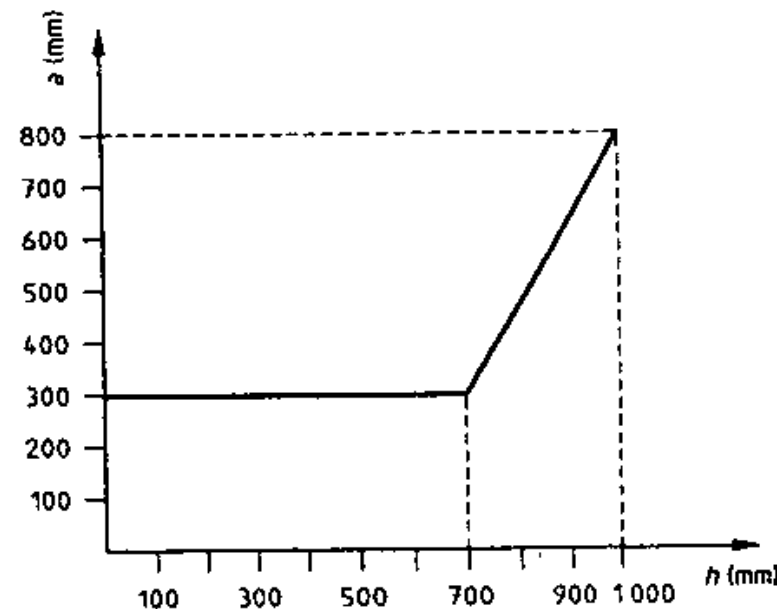
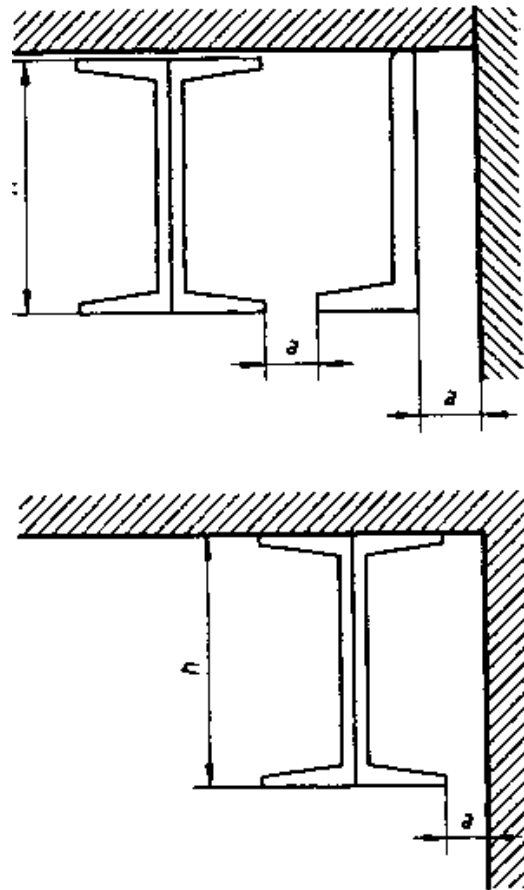
Minimalne
wymiary
przestrzeni,
które można
zabezpieczyć
antykorozyjnie



Wykres 1



Minimalny dopuszczalny odstęp między elementem, a przyległą powierzchnią, które można zabezpieczyć antykorozyjnie



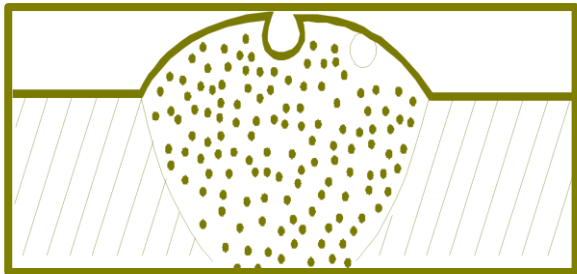
Wykres 2



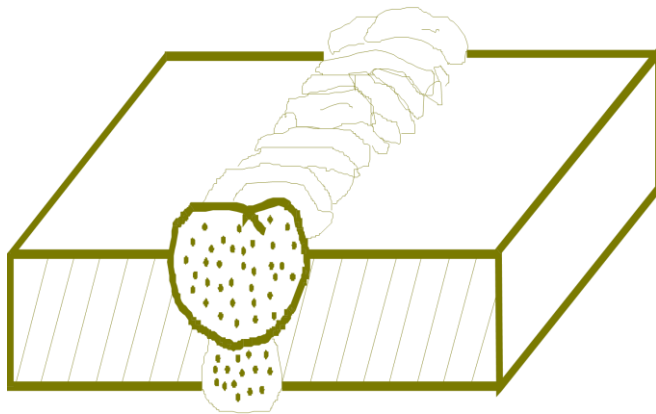
Przygotowanie powierzchni spoin, krawędzi oraz wad podłoża stalowego powinno być zgodne z wzorcem stopnia P3 dla konstrukcji nowych i P2 lub P1 dla konstrukcji remontowanych

Rodzaj wady	Stopnie przygotowania powierzchni		
	P1 lekkie przygotowanie	P2 dokładne przygotowanie	P3 bardzo dokładne przygotowanie
1. Spoiny			
1.1 Rozprysk spawalniczy	Na powierzchni nie powinno być luźnych rozprysków spawalniczych	Powierzchnia powinna być wolna od wszystkich luźnych i słabo związanych rozprysków spawalniczych	Powierzchnia powinna być wolna od wszystkich rozprysków spawalniczych
1.2 Łuska spoiny/zarys	Brak przygotowania	Powierzchnia powinna być obrobiona ze wszystkich nieregularnych i ostro-krawędziowych profili	Powierzchnia powinna być całkowicie przygotowana, tj. gładka
1.3 Żużel spawalniczy	Na powierzchni nie powinno być żużla spawalniczego	Powierzchnia powinna być wolna od żużla spawalniczego	Powierzchnia powinna być wolna od żużla spawalniczego
1.4 Podtopienie	Brak przygotowania	Powierzchnia powinna być wolna od ostrych i głębokich podtopień	Powierzchnia powinna być wolna od podtopień
1.5 Porowatość spoiny	Brak przygotowania	Pory powierzchniowe powinny być dostatecznie otwarte na wnikanie farby albo powinny być wyrównane	Powierzchnia powinna być wolna od widocznych porów
1.6 Kratery czołowe	Brak przygotowania	Zamknięte kratery powinny być wolne od ostrych krawędzi	Powierzchnia powinna być wolna od widocznych zamkniętych kraterów
2. Krawędzie			
2.1 Krawędzie walcowane	Brak przygotowania	Powierzchnia jak po walcowaniu	Krawędzie powinny być zaokrąglone promieniem nie mniejszym niż 2 mm
2.2 Krawędzie powstałe przez wykrawanie, odcinanie albo cięcie piłą	Żadna część krawędzi nie powinna być ostra, na krawędzi nie powinno być wypustów	Krawędzie powinny być możliwie gładkie	Krawędzie powinny być zaokrąglone promieniem nie mniejszym niż 2 mm
2.3 Krawędzie cięte termicznie	Na powierzchni nie powinno być żużla i luźnej zgorzeliny	Żadna część krawędzi nie powinna mieć nieregularnego profilu	Czoło cięcia powinno być usunięte i krawędzie powinny być zaokrąglone promieniem nie mniejszym niż 2 mm

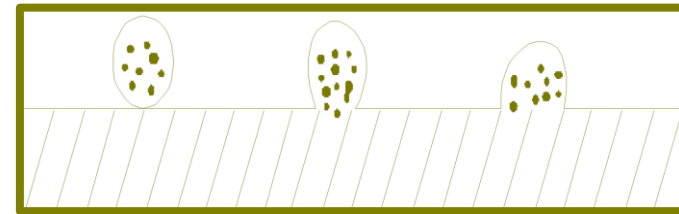
WADY SPOIN



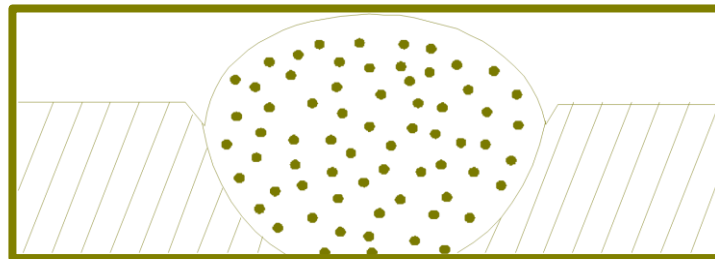
P2 - pory rozwarte



*P2 –usunięcie nieregularnych
ostrobrzeżnych zarysów*



P2 – usunięcie luźnych rozprysków



P2- brak ostrych podtopień.



P2- brak żuźla spawalniczego



Ochrona materiałowo-strukturalna konstrukcji stalowej oraz elementów nie powinny zawierać:

- materiałów o potencjałach elektrochemicznych różniących się bardziej niż o 50 mV, w przypadku większej różnicy należy zastosować izolujące przekładki,
- żużli i wtrąceń metalicznych będących wynikiem procesów spawalniczych.

W ramach ochrony materiałowej, jeżeli nie ma możliwości dostępu do konstrukcji przez cały czas jej życia, powinno się stosować materiały metalowe odporne na korozję z uwzględnieniem parametrów wytrzymałościowych, np. stal nierdzewną:

- stale odporne na korozję powinny być gładkie i czyste,
- łączniki powinny być wykonane z tego samego materiału,
- niedopuszczalny jest kontakt stali nierdzewnych ze stalą węglową.

W przestrzeniach hermetycznych należy stosować gazy obojętne lub inhibitory korozji.

Konstrukcje stalowe mogą być chronione za pomocą ochrony elektrochemicznej:

- ochrony katodowej z użyciem zewnętrznego źródła prądu,
- przy użyciu protektorów traconych,
- ochrony anodowej.

Ochrona powierzchniowa może być zrealizowana w szczególności jako zabezpieczenie:

- powłokami malarskimi,**
- powłokami metalowymi,**
- powłokami metalowo-malarskimi**

Ochrona powierzchniowa

- Dobór typu zabezpieczenia antykorozyjnego, jego grubości i sposobu przygotowania powierzchni przed jego nakładaniem powinien być dostosowany do wymaganej trwałości zabezpieczenia i agresywności środowiska, w jakim będzie eksploatowane. Na jednym obiekcie mogą występować różne środowiska korozyjne.
- Nie wykonując szczegółowych badań środowiska należy przyjąć, że **na obiektach inżynierskich występuje środowisko korozyjne C5, a wymagana trwałość systemu powłokowego ma być bardzo długa (VH) dla obiektów nowych i długa (H) dla obiektów remontowanych.**
- **Do tych założeń będą dostosowane podane dalej wymagania.**

PRZYGOTOWANIE POWIERZCHNI



STOPIEŃ PRZYGOTOWANIA POWIERZCHNI (przy różnych technologiach przygotowania powierzchni)



PROFIL CHROPOWATOŚCI POWIERZCHNI (w zależności od systemu metalowo/malarskiego)



STOPIEŃ ZAPYLENIA



STOPIEŃ ZATŁUSZCZENIA



IŁOŚĆ ZANIECZYSZCZEŃ JONOWYCH

SYSTEMY POWŁOKOWE

- Zabezpieczenia antykorozyjne do wykonania ochrony powierzchniowej mogą składać się:
 - z powłok malarskich organicznych i nieorganicznych,
 - z powłoki metalowej natryskiwanej cieplnie: cynkowej, aluminiowej i cynkowo-aluminiowej ZnAl15 (lub innej spełniającej wymagania) uszczelnionej organicznymi powłokami malarskimi.
 - z powłoki cynkowej zanurzeniowej,
 - z powłoki cynkowej zanurzeniowej z organicznymi powłokami malarskimi,
 - z powłoki cynkowej zanurzeniowej z organicznymi proszkowymi powłokami malarskimi.

WYMAGANIA OGÓLNE

- **Wszystkie zabezpieczenia antykorozyjne dopuszczone do stosowania w infrastrukturze drogowej powinny** być zgodne z wymaganiami ustawy o wyrobach budowlanych [Dz.U. 2019 poz. 266] i **posiadać ważną Krajową Ocenę Techniczną (KOT)** w odniesieniu do wymaganego okresu trwałości w wymaganym środowisku korozyjnym i określonego stopnia przygotowania podłoża (zgodną z Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 roku w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym [Dz. U. 2016, poz. 1966 z późniejszymi zmianami]).
- **Wymagania KOT** dotyczące systemów antykorozyjnych z farb ciekłych w środowisku C4 i C5 do zabezpieczania powierzchni stalowych i stalowych ocynkowanych podane są w załączniku nr 2.
- W odniesieniu do zabezpieczenia antykorozyjnego składającego się z **powłoki cynkowej zanurzeniowej jednostkowej lub nakładanej metodą ciągłą z organicznymi proszkowymi powłokami malarskimi dopuszcza się posiadanie Certyfikatu Qualisteel lub GSB**, odpowiednio w środowisku C4 lub C5 albo **pozytywnego wyniku badań certyfikowanego laboratorium** świadczącego o przydatności do stosowania w środowisku C4 lub C5 w okresie trwałości długim lub bardzo długim.

PODANO TABLICE ZALECANYCH SYSTEMÓW WRAZ Z GRUBOŚCIAMI

- Określno rodzaje dopuszczalnych zabezpieczeń antykorozyjnych z powłok malarskich organicznych i nieorganicznych (z farb ciekłych) oraz ich minimalna sumaryczna grubość w środowisku korozyjnym C4 i C5 oraz trwałości długiej i bardzo długiej

TRWAŁOŚĆ		DŁUGA (H)			BARDZO DŁUGA (VH)	
Rodzaj gruntu		Zn (R)	Różn.		Zn (R)	Różn.
Substancja błonotwórcza gruntu		ESI, EP, PUR	EIS, EP, PUR	AY	ESI, EP, PUR	EP, PUR
Substancja błonotwórcza kolejnych powłok		EP, PUR, AY	EP, PUR, AY	AY	EP, PUR, AY	EP, PUR, AY
C4	MNOC	2	2	2	3	3
	NDFT	200	240	260	260	300
C5	MNOC	3	2	—	3	3
	NDFT	260	300	—	320	360

WYMAGANIA W STOSUNKU DO POWŁÓK

1) METALOWYCH

- NATRYSKIWANYCH CIEPLNIE
- ZANURZENIOWYCH

2) NIEORGANICZNYCH

3) ORGANICZNYCH

- CIEKŁYCH
- PROSZKOWYCH

określenie właściwości istniejących powłok,
co najmniej takich jak:

- WYGLĄD
- WADY NIEDOPUSZCZALNE
- KLASA STARANNOŚCI WYKONANIA
- PRZYCZEPNOŚĆ
- GRUBOŚĆ POSZCZEGÓLNYCH WARSTW
- BARWA

wraz z metodami pomiarowymi
i kryteriami odbiorowymi

RENOWACJA

Ocena Zabezpieczeń przed renowacją powinna zawierać:

- dokumentację fotograficzną stanu technicznego konstrukcji,
- ustalenie miejsc i obszarów szczególnie narażonych korozyjnie,
- ustalenie kategorii korozyjności z uwzględnieniem miejsc i obszarów szczególnie narażonych korozyjnie,
- określenie właściwości istniejących powłok, co najmniej takich jak:
 - przyczepność – do podłoża i międzywarstwowa,
 - grubość poszczególnych warstw,
 - barwa,
 - zawartość związków ołowiu i chromu na VI stopniu utlenienia,
 - zniszczeń według podanych norm (skorodowanie, spęcherzenie, spękanie, złuszczenie, skredowanie),
- e) określenie rodzaju pozostawianych powłok (przy renowacji częściowej),
- f) ustalenie koniecznych napraw,
- g) ustalenie zaleceń technologii zabezpieczeń i doboru powłok biorąc pod uwagę zróżnicowane zagrożenie korozyjne oraz przyszłe renowacje.

POWIERZCHNIE REFERENCYJNE

- **Przy zabezpieczaniu nowych konstrukcji oraz przy wykonywaniu prac renowacyjnych należy wykonać powierzchnie referencyjne w celu:**
 - **sprawdzenia wykonywalności wyspecyfikowanej technologii i materiałów oraz**
 - **określenia minimalnych standardów wykonania prac.**
- **powierzchnie referencyjne mogą być również stosowane w celu porównania zachowania się zabezpieczenia antykorozyjnego na tej powierzchni i pozostałej powierzchni konstrukcji w celach gwarancyjnych jeżeli strony tak ustaliły.**



Techniczne warunki gwarancji

- W wypadku nowych zabezpieczeń antykorozyjnych zalecane jest przyjęcie, już na etapie projektu, następujących technicznych warunków gwarancji:
 - sprawdzenie stanu powłoki w ramach przeglądu gwarancyjnego po 5 latach od daty odbioru końcowego, jeśli warunki kontraktu nie mówią inaczej. **Dla zabezpieczeń antykorozyjnych zaleca się 5-letni okres gwarancyjny,**
 - ocena stanu powłoki zostanie przeprowadzona na podstawie oceny:
 - stanu powłok według wzorców zawartych w normach,
 - przyczepności powłok metodą nacięcia krzyżem lub w przypadku zabezpieczenia z powłoką metalową natryskiwaną cieplnie – metodą odrywania z podaniem przyrządu, którym będzie wykonywane badanie,
 - zmiany barwy według normy,
 - do wykonywania poprawek w okresie gwarancyjnym kwalifikują się powłoki na tych elementach konstrukcji, na których:
 - występuje skorodowanie większe niż na wzorcu Ri1,
 - występuje kredowanie powyżej stopnia 2,
 - występuje jakiegokolwiek pęcherzenie, łuszczenie i pękanie powłok, wyłączając uszkodzenia mechaniczne spowodowane przez użytkowników,
 - wartość pomiaru przyczepności powłok do podłoża i przyczepności międzywarstwowej powłok jest wyższa niż stopień 1 lub ma wartość pomiaru niższą niż 5 MPa,
 - zmiana barwy jest większa niż $\Delta E_{2000} = 5$ lub różni się od innych ustaleń w Specyfikacji Technicznej.

PODSUMOWANIE

**ZABEZPIECZENIA ANTYKOROZYJNE SĄ WAŻNYM
ELEMENTEM W ZAPEWNIENIU TRWAŁOŚCI BUDOWLI
I JEJ BEZPIECZEŃSTWA**

**ICH ZAPROJEKTOWANIE, WYKONANIE I NADZÓR
NAD TYMI PRACAMI WYMAGAJĄ
WYKWALIFIKOWANEJ W TEJ SPECJALNOŚCI
KADRY ZE WZGLĘDU NA SPECYFIKĘ PROCESÓW I
ZAAWANSOWANIE TECHNOLOGICZNE
STOSOWANYCH MATERIAŁÓW**

**EFEKTEM WŁASCIWEGO ZAPROJEKTOWANIA I
WYKONANIA ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH
SĄ DUŻE OSZCZĘDNOŚCI W NAKŁADACH
FINANSOWYCH ORAZ WYJŚCIE NAPRZECIW
WYMAGANIOM EKOLOGICZNYM**