

Załącznik do Zarządzenia Nr 15
Generalnego Dyrektora Dróg
Krajowych i Autostrad
z dnia 8 marca 2006 roku

ZALECENIA
DO WYKONYWANIA I ODBIORU
ANTYKOROZYJNYCH ZABEZPIECZEŃ
KONSTRUKCJI STALOWYCH
DROGOWYCH OBIEKTÓW MOSTOWYCH
- nowelizacja w 2006 r.

Opracowano w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów

na zlecenie

Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad

00-848 Warszawa, ul. Żelazna 59

© Copyright by Instytut Badawczy Dróg i Mostów

Warszawa 2006

ISBN 83-89252-80-5

Autor opracowania

dr inż. Agnieszka Królikowska - IBDiM

Opiniodawcy

dr inż. Małgorzata Zubielewicz - Instytut Przetwórstwa Tworzyw Sztucznych „Metalchem”, Oddział Zamiejscowy Farb i Tworzyw w Gliwicach

mgr inż. Andrzej Chmielewski - Antykorozyjne Biuro Inżynierskie, Wrocław

Opracowanie redakcyjne

mgr inż. Bazyli Sielewonec - IBDiM

mgr inż. Jadwiga Wrzesińska - IBDiM

Wydawca

Instytut Badawczy Dróg i Mostów

03-301 Warszawa, ul. Jagiellońska 80

Druk

HERA

03-310 Warszawa, ul. Gołędzinowska 10

ZARZĄDZENIE Nr 15

Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad
z dnia 8 marca 2006 roku

w sprawie wprowadzenia zaleceń dotyczących wykonywania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych.

Na podstawie § 3 ust.2 pkt 1 załącznika do Zarządzenia Nr 33 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 29 grudnia 2004 roku w sprawie nadania Regulaminu Organizacyjnego Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad zmienionego Zarządzeniem Nr 22 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 19 września 2005 roku, Zarządzeniem Nr 25 z dnia 10 października 2005 roku, Zarządzeniem Nr 8 z dnia 18 stycznia 2006 roku i Zarządzeniem Nr 11 z dnia 8 lutego 2006 roku, zarządza się, co następuje:

§ 1

Wprowadza się do stosowania „**Zalecenia do wykonywania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych - nowelizacja w 2006r.**”, stanowiące załącznik do zarządzenia.

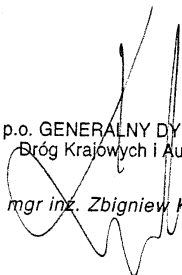
§ 2

Traci moc Zarządzenie Nr 12 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych z dnia 8 grudnia 1998 roku w sprawie wprowadzenia do stosowania „Zaleceń do wykonywania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych” – wydanych w 1999r.

§3

Zarządzenie wchodzi w życie z dniem podpisania.

p.o. GENERALNY DYREKTOR
Dróg Krajowych i Autostrad
mgr inż. Zbigniew Kotlarek



Spis treści

1	WSTĘP	9
1.1	Cel opracowania	9
1.2	Przedmiot i zakres opracowania	9
2.	TENDENCJE ROZWOJU ANTYKOROZYJNYCH POWŁOK MALARSKICH	11
2.1	Ogólne tendencje	11
2.2	Nowoczesne farby i ich składniki	11
2.3	Rozszerzenie warunków stosowania nowoczesnych systemów malarskich	13
2.4	Nowoczesne systemy malarskie	14
3	ZALECANE SYSTEMY POWŁOKOWE	15
3.1	Uwagi ogólne	15
3.2	Systemy W1 i R1 metalowo- malarskie (powłoka metalowa nakładana natryskiem cieplnym)	19
3.3	Systemy W2 i R2 epoksydowo/poliuretanowe (EP/PUR), epoksydowo/akrylowe (EP/AY) i epoksydowo/polisiloksanowe (EP/PS) i system W7a z EP i R7a z EP	21
3.4	Systemy W3 i R3 etylokrzemianowo-epoksydowo- poliuretanowe lub akrylowe (ESI Zn/EP/PUR lub AY) i etylokrzemianowo- polisiloksanowe (ESI Zn/PS)	23
3.5	Systemy W4 i R4 wodne epoksydowe i poliuretanowe	25
3.6	Systemy W5 i R5 poliuretanowe (PUR) i W7b oraz R7b	26
3.7	Systemy proszkowe W6	27
3.8	Systemy do szczelin i miejsc trudnodostępnych R8	27
3.9	Systemy akrylowe R6	28
4	PROJEKT ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH W RAMACH PROJEKTU BUDOWLANEGO	29
5	WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWEGO PROJEKTOWANIA KONSTRUKCJI	31
5.1	Wymagania ogólne	31
5.2	Dostępność powierzchni	32
5.3	Połączenia na zakładkę	34
5.4	Przeciwdziałanie zastoinom wody i osadów	35

5.5	Zaokrąglanie ostrych krawędzi	36
5.6	Obróbka złączy spawanych	36
5.7	Projektowanie wzmocnień	37
5.8	Tworzenie kapinosów na spodnich powierzchniach	37
5.9	Ochrona elementów konstrukcji narażonych na bezpośrednie oddziaływanie środków odladzających	38
5.10	Przeciwdziałanie korozji galwanicznej	38
6	WYMAGANIA WOBEC WYKONAWCY ZABEZPIECZENIA ANTYKOROZYJNEGO	39
6.1	Możliwości techniczne wykonawcy	39
6.2	Prowadzenie prac w osłonach	40
6.3	Podwykonawstwo robót antykorozyjnych	40
6.4	Program Zapewnienia Jakości	40
6.5	Wyposażenie badawcze, pomiarowe i wzorce	42
7	OCHRONA ZDROWIA I ŚRODOWISKA	44
7.1	Wprowadzenie	44
7.2	Zagrożenia występujące w trakcie przygotowania powierzchni pod powłoki	45
7.2.1	Zapylenie	45
7.2.2	Hałas	45
7.2.3	Wysokie ciśnienie i duża prędkość cząstek	46
7.3	Zagrożenia występujące w trakcie aplikacji powłok	47
7.3.1	Zagrożenia pożarem lub wybuchem	47
7.3.2	Szkodliwe działania niektórych składników farby i metali stosowanych przy ochronie antykorozyjnej	47
7.3.3	Wysokie ciśnienie strugi farby przy malowaniu natryskiem bezpowietrznym	48
7.4	Bezpieczna praca. Procedury postępowania	49
7.4.1	Czynności wstępne	49
7.4.2	Bezpieczne czyszczenie powierzchni	49
7.4.3	Bezpieczne nakładanie powłok malarskich i powłok metalowych natryskiwanie ciepłe	50
7.5	Zanieczyszczenia środowiska występujące w trakcie robót antykorozyjnych	51
7.6	Aspekty ekologiczne związane z zabezpieczeniem powłokami malarskimi	52
8	GWARANCJE	54

8.1	Warunki gwarancji	54
8.2	Wymalowania referencyjne	55
9	WYMAGANIA OGÓLNE WYKONYWANIA ROBÓT	56
9.1	Uwagi ogólne	56
9.2	Przygotowanie powierzchni	57
9.3	Kontrola farb	58
9.4	Powłoki malarskie - kontrola podczas malowania, sezonowanie	58
9.5	Odbiory robót	60
9.6	Zalecenia dotyczące utrzymania zabezpieczeń antykorozyjnych	60
10	BADANIA POWIERZCHNI I POWŁOK	61
10.1	Uwagi ogólne	61
10.2	Ocena stanu powierzchni przed czyszczeniem i stopnia czystości po czyszczeniu	63
10.3	Ocena wad powierzchni	64
10.4	Ocena profilu chropowatości powierzchni	66
10.5	Ocena stanu zatłuszczenia powierzchni	67
10.5.1	Ocena ilościowa	67
10.5.2	Ocena jakościowa	67
10.6	Ocena stanu zapylenia powierzchni	68
10.7	Ocena zanieczyszczeń jonowych na powierzchni	68
10.7.1	Zdejmowanie zanieczyszczeń z powierzchni	68
10.7.2	Oznaczenie zanieczyszczeń w zdjętej próbce	69
10.8	Ocena rodzaju farby oraz zawartość związków ołowiu i chromu w powłokach przy pracach renowacyjnych	69
10.9	Ocena zniszczenia powłok	69
10.10	Ocena koloru powłoki	70
10.11	Ocena staranności wykonania powłok i ocena wad niedopuszczalnych	70
10.11.1	Ocena staranności wykonania powłok	70
10.11.2	Niedopuszczalne wady powłok malarskich	77
10.11.3	Liczba miejsc obserwacji	77
10.11.4	Wynik obserwacji	78
10.12	Grubość powłok	78
10.13	Przyczepność powłok	80
10.13.1	Ocena przyczepności metodą siatki nacięć według PN-EN-ISO 2409:1999 [80]	80

10.13.2	Ocena przyczepności metodą nacięcia krzyżowego wg ASTM D 3359-1997 [89]	80
10.13.3	Ocena przyczepności metodą odrywową (pull-off) według PN-EN ISO 4624:2004 [81].	80
10.14	Twardość powłok	81
11	ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE NOWYCH KONSTRUKCJI MOSTOWYCH	82
11.1	Zalecenia ogólne	82
11.2	Technologia wykonywania zabezpieczenia nowych konstrukcji mostowych	82
11.3	Nakładanie kolejnych powłok malarskich	84
11.4	Wymagania dla powierzchni i powłok przy wykonywaniu zabezpieczeń antykorozyjnych nowych konstrukcji mostowych	84
12	RENOWACJE ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH	86
12.1	Zalecenia ogólne	86
12.2	Przeglądy	86
12.3	Renowacja systemu powłokowego	87
12.3.1	Wymagania ogólne	87
12.3.2	Metody oceny stanu istniejących powłok	88
12.3.3	Wybór systemu powłokowego	88
12.3.4	Renowacja całkowita po usunięciu starych powłok i oczyszczeniu powierzchni do stopnia nie gorszego niż Sa 2, St 3, Wa 2 i SB 2	89
12.3.5	Renowacja miejscowa z/lub bez przemalowywania ostatniej powłoki	89
12.3.6	Renowacja całkowita z pozostawieniem części lepiej zachowanych zabezpieczeń	91
12.3.7	Renowacja o trwałości do 5 lat	92
12.3.8	Wymalowania powierzchni stalowych ocynkowanych ogniowo	94
13	OKREŚLENIA PODSTAWOWE	98
14	NORMY, WZORCE I INNE AKTY PRAWNE ZWIĄZANE Z ZABEZPIECZENIEM ANTYKOROZYJNYM KONSTRUKCJI METALOWYCH	105
14.1	Przygotowanie i ocena powierzchni	105
14.2	Zabezpieczanie konstrukcji stalowych systemami powłokowymi	109
14.3	Ocena zniszczeń powłok	110

ZALECENIA

14.4	Normy dotyczące ścierniw	111
14.5	Normy dotyczące badania farb i powłok lakierowych	114
14.6	Normy dotyczące powłok metalowych (zanurzeniowych i natryskiwanych cieplnie)	114
14.7	Ustawy, rozporządzenia i zarządzenia	115
ZAŁĄCZNIKI - wzory raportów i protokołów		118
1	Protokół pomiarów klimatycznych	119
2	Protokół kontroli jakości farb	120
3	Protokół kontroli jakości przygotowania powierzchni i nanoszenia powłok	121
4	Protokół pomiarów grubości systemu powłokowego	122
5	Protokół kontroli jakości całego systemu powłokowego	123
6	Karta dokumentacji powykonawczej	124
7A	Raport z inspekcji powłok	125
7B	Określenie systemu powłokowego	126
7C	Określenie stanu powłok	127
7D	Wnioski z inspekcji	129

1 WSTĘP

1.1 Cel opracowania

Zabezpieczenia antykorozyjne stanowią ważny element trwałości i estetyki drogowych obiektów mostowych. Zalecenia zostały opracowane w celu właściwego doboru i zastosowania materiałów i technologii przy wykonywaniu antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych na drogach będących w zarządzie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad.

Zalecenia należy stosować przy opracowywaniu dokumentacji technicznych, przeglądach, zawieraniu umów na roboty budowlane, kontroli jakości i odbiorach zabezpieczeń antykorozyjnych na powierzchniach konstrukcji stalowych, będących elementami nowych i eksploatowanych drogowych obiektów mostowych.

Aktualna edycja zaleceń zastępuje wydanie z 1999 roku. Dostosowano w niej wymagania do aktualnych dokumentów normatywnych i rozwoju wiedzy w dziedzinie materiałów i technologii powłokowych zabezpieczeń antykorozyjnych.

1.2 Przedmiot i zakres opracowania

W zaleceniach omówiono całościowy zakres wykonywania nowych i renowacji eksploatowanych zabezpieczeń antykorozyjnych na konstrukcjach stalowych drogowych obiektów mostowych.

W zaleceniach zawarto:

- 1) wymagania projektowe,
- 2) wskazówki dotyczące właściwego projektowania konstrukcji w celu uniknięcia miejsc szczególnie narażonych na korozję,
- 3) wymagania dotyczące przygotowania powierzchni przed nakładaniem zabezpieczenia antykorozyjnego,
- 4) klasyfikację dopuszczonych typów zabezpieczeń antykorozyjnych i zasady ich doboru,
- 5) wymagania dotyczące jakości zabezpieczeń antykorozyjnych,

- 6) metody kontroli przygotowania powierzchni i wykonania zabezpieczeń,
- 7) wymagania dotyczące firm wykonawczych,
- 8) informacje dotyczące ochrony środowiska i bezpieczeństwa prac,
- 9) metody oceny zabezpieczeń podczas przeglądów.

Przedstawiono także tendencje w rozwoju antykorozyjnych powłok lakierowych.

Zalecenia opracowano przy założeniach, że:

- 1) omawiane zabezpieczenia antykorozyjne obejmują systemy powłokowe lakierowe i metalowo-lakierowe;
- 2) wymagana trwałość zabezpieczeń (jeśli nie dotyczy to obiektów o krótszym okresie eksploatacji) wynosi minimum 15 lat;
- 3) wymagania dotyczące zabezpieczeń antykorozyjnych powołują się na normy PN-EN, PN-ISO lub PN-EN ISO bądź ich projekty lub w przypadku gdy nie ma odpowiedników polskich – na międzynarodowe normy ISO i europejskie EN, a w przypadku ich braku, na amerykańskie normy ASTM.

Wszystkie zabezpieczenia antykorozyjne powinny być wykonywane według projektu sporządzonego przez osoby posiadające wiedzę i doświadczenie zawodowe w dziedzinie antykorozji.

Zalecane systemy, technologie i metody oceny oparto na aktualnym stanie rozwoju tej dziedziny techniki w świecie.

2 TENDENCJE ROZWOJU ANTYKOROZYJNYCH POWŁOK MALARSKICH

2.1 Ogólne tendencje

Warunki konkurencji między producentami i upowszechnienie postaw proekologicznych wymuszają trzy podstawowe tendencje w rozwoju antykorozyjnych powłok ochronnych:

- 1) wydłużenie okresu eksploatacji,
- 2) ograniczenie kosztów nakładania realizowane przez:
 - a) obniżenie stopnia przygotowania powierzchni,
 - b) ograniczenie wielowarstwowości systemów,
 - c) przedłużenie możliwości wykonywania prac na okresy o większej wilgotności i niższej temperaturze,
- 3) ograniczenie szkodliwego wpływu na środowisko realizowane przez:
 - a) ograniczenie ilości rozpuszczalników organicznych,
 - b) wyeliminowanie substancji toksycznych, na przykład związków ołowiu, chromu itp.,
 - c) spojrzenie na całościowy cykl życia produktu.

Stosowane w Polsce i na świecie przez dziesiątki lat farby ftalowe (alkidowe), chlorokauczukowe i poliwinylowe nie spełniały wymagań wysokiej trwałości i wymagań ekologicznych.

2.2 Nowoczesne farby i ich składniki

Nowoczesne farby to w szczególności:

- 1) grubopowłokowe farby epoksydowe – o dużej zawartości części stałych,
- 2) grubopowłokowe farby poliuretanowe (także jednoskładnikowe poliuretany utwardzane wilgocią),
- 3) farby etylokrzemianowe wysokocynkowe,
- 4) hybrydowe farby polisiloksanowe.

Ważną rolę odgrywają również składniki farb – pigmenty i wypełniacze, z których najistotniejszymi są:

- 1) pył cynkowy,
- 2) fosforany i polifosforany (cynku, wapnia, glinu i innych metali oraz ich mieszaniny – nietoksyczne pigmenty antykorozyjne),
- 3) wypełniacze płatkowe – aluminiowe, cynkowe, szklane, z płatków żelaza i inne.

Z zastosowaniem nowoczesnych farb wiąże się jednak wiele trudności:

- 1) wysoki stopień przygotowania powierzchni dla farb wysokocynkowych, powłok metalowych natryskiwanych cieplnie, farb wodnych, etylokrzemianowych i wielu farb epoksydowych i poliuretanowych,
- 2) właściwe, specyficzne nakładanie farb etylokrzemianowych, farb bezrozpuszczalnikowych i farb o wysokiej zawartości części stałych,
- 3) ograniczenia środowiskowe dla powłok cynkowych,
- 4) niejednoznaczność „nieograniczonego” czasu przemaalowywania,
- 5) różnorodność właściwości farb o tej samej nazwie ogólnej jak „epoksydy” czy „poliuretany”.

Znajomość podstawowego składu i mechanizmów ochrony jest niezbędna we właściwym zaprojektowaniu zabezpieczenia.

Pożądane jest, by upowszechniała się technologia, w której nakładanie systemu malarskiego poprzedzone było nałożeniem cienkopowłokowych gruntów ochrony czasowej już na wyroby hutnicze we wstępnej fazie wytwarzania konstrukcji. Właściwie dobrany grunt nie jest przeszkodą w procesach spawalniczych. Jego zastosowanie daje możliwość zapewnienia wysokiej jakości przygotowania powierzchni stali na automatycznych liniach śrutujących w obiegu zamkniętym. Po scaleniu przygotowanych w ten sposób elementów konstrukcji nakład pracy na przygotowanie powierzchni do właściwego malowania nie przekracza 20% nakładu pracy na tradycyjne przygotowanie powierzchni gotowego wyrobu. Jednocześnie eliminuje się znaczną część emisji zanieczyszczeń do środowiska.

Korzystne jest takie projektowanie zabezpieczeń antykorozyjnych nowych konstrukcji, by jak największa część prac mogła być wykonywana w warunkach ściśle kontrolowanych (warsztatowych).

W miarę możliwości należy dążyć do wykonywania kompletnych systemów powłokowych w wytwórni konstrukcji, a prace na placu budowy ograniczyć do naprawy miejsc uszkodzonych w transporcie i zabezpieczania złączy spawanych.

Takie rozwiązanie utrudnia uzyskanie jednolitego odcienia farby nawierzchniowej na całej konstrukcji, lecz jednocześnie umożliwia pełną kontrolę warunków nakładania powłok na zdecydowanej większości powierzchni (co jest tak bardzo istotne w przypadku nowoczesnych farb) oraz znacznie skraca czas wykonania zabezpieczeń w szczególnie istotnym momencie końca budowy.

2.3 Rozszerzenie warunków stosowania nowoczesnych systemów malarskich

Znaczące są osiągnięcia producentów farb w rozszerzeniu warunków stosowania ich wyrobów i ułatwieniach nakładania.

Farby dostosowuje się do:

- 1) nanoszenia na gorzej przygotowaną powierzchnię (Sa2, St2, St3 wg PN-ISO 8501-1 [1], oraz PSa 2, PSt 2, PMa wg PN-ISO 8501-2 [2]),
- 2) nanoszenia na powierzchnie z rdzą nalotową po przygotowaniu powierzchni wodą pod wysokim ciśnieniem lub ścierniwem w osłonie wodnej (Wa 1, Wa 2, Wa 2½ wg Pr EN-ISO 8501-4 [4] i SB 2, SB 2½ wg wzorców International „Slurryblasting Standards” [5]),
- 3) nanoszenia na różnorodne, stare, dobrze przylegające powłoki,
- 4) nanoszenia w niskiej temperaturze (bez warstewki lodu na powierzchni!),
- 5) nanoszenia w dużej wilgotności,
- 6) zabezpieczenia miejsc trudnodostępnych, na przykład szczelin (dzięki podwyższonej penetrowalności farb i elastyczności powłok).

Ułatwienie robót uzyskuje się często dzięki stosowaniu gruntoemalii – jedną farbą wykonywane są kolejne warstwy powłoki w systemie.

Dla wielu farb opracowano zamienniki szybkoschnące, co przyspiesza wykonywanie prac i obniża koszty. Powinny być one jednak stosowane w przypadkach uzasadnionych, gdyż nie zawsze ich cechy w pełni odpowiadają właściwościom wariantów wolniej wysychających.

Oferowane są farby dobrze wiążące się ze starymi powłokami malarskimi. Stosowane są one do przemalowywania starych zabezpieczeń, co jest szczególnie ważne przy bardzo restrykcyjnych przepisach dotyczących usuwania farb zawierających ołów, ponieważ pozwala o wiele lat przesunąć w czasie tę kosztowną operację.

W takich przypadkach należy szczególnie zadbać o dokładne przebadania starych powłok, opracowanie szczegółowej technologii przygotowania powierzchni, precyzyjny dobór systemu powłokowego i pełny nadzór nad prowadzonymi pracami.

Brak spełnienia tych warunków prowadzi do przedwczesnego, poważnego uszkodzenia systemu antykorozyjnego.

2.4 Nowoczesne systemy malarskie

Należy jednakże pamiętać, że malowanie na gorzej przygotowanych powierzchniach, w niskiej temperaturze i dużej wilgotności najczęściej powoduje obniżenie trwałości zabezpieczeń i może być stosowane w przypadkach wyższej konieczności.

Równoległe powstają różnego rodzaju farby niezawierające szkodliwych rozpuszczalników. Są to zwłaszcza farby wodne, czy farby o dużej zawartości części stałych. Niektóre z nich od lat znajdują zastosowanie w trudnych warunkach zabezpieczeń antykorozyjnych.

Do wykonywania zabezpieczeń antykorozyjnych na drobnowymiarowych elementach wyposażenia takich jak latarnie, balustrady, ekrany akustyczne stosuje się coraz częściej powłoki proszkowe, nakładane w warunkach przemysłowych, na specjalnie przygotowanym podłożu.

Innym zabezpieczeniem antykorozyjnym jest zastosowanie systemów metalowo-malarskich.

Stosuje się natryskiwane cieplnie powłoki z aluminium, cynku bądź ich stopów lub powłoki cynkowe ogniowe.

Po wieloletnich doświadczeniach uważa się jednoznacznie, że wysoką trwałość zabezpieczeń powłokami metalowymi natryskiwanymi cieplnie uzasadniająca poniesione nakłady uzyskuje się dopiero w kombinacji z systemem malarskim.

Szacuje się, że trwałość takich systemów jest ok. 1,5 razy większa od sumy trwałości każdego z tych pokryć oddzielnie.

Dopuszcza się zastąpienie powłok metalowych natryskiwanych cieplnie systemami z gruntem etylokrzemianowym wysokocynkowym.

Nowością ostatnich lat jest oferta farb "anty-graffiti" pozwalająca na skuteczne usuwanie rysunków i napisów za pomocą wody lub innymi ekologicznymi środkami bez utraty połysku pozostających powłok.

3 ZALECANE SYSTEMY POWŁOKOWE

3.1 Uwagi ogólne

W Zaleceniach przyjęto, że trwałość zabezpieczenia musi być wysoka (powyżej 15 lat), a środowisko korozyjne jest w klasie C4-C5 [35]. Dla takich wymagań dobrano systemy powłokowe. Przypadki odstępstw od tych założeń, są zaznaczone.

Zastosowane systemy powłokowe muszą posiadać ważną aprobatę techniczną IBDiM lub europejską aprobatę techniczną.

Opis systemów powłokowych i warunki ich stosowania są podane w tablicach 3.1, 3.2 i 3.3.

Tablica 3.1 Systemy powłokowe do zabezpieczania nowych konstrukcji stalowych.

Nr systemu	System	Przygotowanie powierzchni	Powłoka gruntowa	Powłoka międzywarstwowa	Powłoka nawierzchniowa	Grubość całkowita powłok malarских ¹⁾ [μm]
1	2	3	4	5	6	7
W1	Metalizacyjno-malarski ²⁾	Sa 3, MeZn i powłoka uszczelniająca ⁶⁾	EP, EP Misc, EP (R)	EP, EP Misc, EP (R)	PUR ⁷⁾ AY PS	240-320
			PS lub EP; EP Misc; EP(R)	-	PS	180-240
W2a	EP/PUR lub AY lub PS	Sa 2½	EPZn EP Misc. HB EP (R)	EP Misc. HB PS ³⁾	PUR ⁷⁾ AY PS	280-400
W2b	EP/PS		EPZn	-	PS ³⁾	240-320
W3a	ESIZn EP/PUR lub AY	Sa 2½	ESIZn i powłoka uszczelniająca ⁶⁾	EP, EP Misc, EP (R)	PUR ⁷⁾ AY	240-320
W3b	ESIZn/PS			-	PS	220-240
W4	Wodny lub mieszany ⁴⁾	Sa 2½	EP HB PUR HB	EP HB PUR HB	AY PUR ⁷⁾	320-400
W5	PUR	Sa 2½	PUR lub PUR mod.	PUR HB	PUR ⁷⁾	280-400

Tablica 3.1 (ciąg dalszy)

1	2	3	4	5	6	7
W6	Proszkowi do elementów drobnymirowych	Sa 2½ Powłoka konwersyjna	Proszkowi epoksydowi wysokocynkowy		Poliestrowa do zastosowań zewnętrznych	120-140 ⁵⁾
		Powłoka cynkowa zanurzeniowa Powłoka konwersyjna	Poliestrowa o cechach antygazowania			120-140
W7a	Do przestrzeni zamkniętych	Systemy W2a, W3a, W4, W5 bez powłoki nawierzchniowej, grubość uzupełniona pozostałymi powłokami do grubości podanej dla tych systemów				
W7b		Sa 2½	EPZn		EP lub PUR/bitum	280-400

1) Grubość poszczególnych powłok w systemie ma być zgodna z aprobatą techniczną IBDiM.
 2) Zwyczajowo system z powłoką metalową natryskiwana cieplnie uszczelnioną powłokami malarskimi nazwano „metalizacyjno-malarski”.
 3) Farba hybrydowa polisiloksanowa antykorozyjna.
 4) W wersji wodnej mogą być powłoki epoksydowe, poliuretanowe, akrylowe.
 5) Powłoka proszkowa epoksydowa wysokocynkowa o grubości 60-70 µm i powłoka poliestrowa do zastosowań zewnętrznych o grubości 60-70 µm.
 6) Farba uszczelniająca jest specjalną farbą do tego celu bazującą na żywicach niskocząsteczkowych.
 7) Farba poliuretanowa alifatyczna.

Oznaczenia stosowane w całym tekście Zaleceń.

MeZn	powłoki cynkowe natryskiwane cieplnie
EP	farby epoksydowe
EPZn	farby epoksydowe wysokocynkowe
EP/bitum	farby epoksydowo-bitumiczne
PUR	farby poliuretanowe
PUR/bitum	farby poliuretanowo-bitumiczne
PS	farby hybrydowe polisiloksanowe
AY	farby akrylowe
ESiZn	farby etylokrzemianowe wysokocynowe
HB	farby o wysokiej zawartości części stałych
Misc	wypełniacze płatkowe
(R)	pigmenty aktywne (np. fosforany cynku)
Tp	farby dostosowane do nakładania na gorzej przygotowaną powierzchnię
mod.	modyfikowany
AK	farby alkidowe
PVC	farby poliwinylowe

Tablica 3.2 Systemy powłokowe do zabezpieczania konstrukcji stalowej podczas renowacji.

Nr systemu	System	Przygotowanie powierzchni	Powłoka gruntowa	Powłoka międzywarstwowa	Powłoka nawierzchniowa	Grubość całkowita powłok malarskich ¹⁾ [μm]
1	2	3	4	5	6	7
R1	Metalizacyjno-malarski ²⁾	Jak W1, tylko do szczególnie zagrożonych fragmentów konstrukcji				
R2a ³⁾	EP/PUR lub AY lub PS	Sa 2½ ewentualnie gorsze niż Sa 2½ jednak nie mniej niż Sa 2, St 3, Wa 2, SB 2	EPZn (tylko na Sa 2½) EP Misc. HB, EP (R)	EP Misc. HB PS ⁴⁾	PUR ⁶⁾ AY PS	280-400
R2b	EP/PS	Sa 2½	EPZn	-	PS ⁴⁾	240-320
R3a	ESIZn/ EP/PUR lub AY	Jak W3, tylko do szczególnie zagrożonych fragmentów konstrukcji				
R3b	ESIZn/PS					
R4	Wodny lub mieszany ⁵⁾	Jak W4, zalecany z gruntem rozpuszczalnikowym, do stosowania przy pracy w osłonach lub na niedużych powierzchniach				
R5	PUR	Sa 2½ ewentualnie gorsze niż Sa 2½ jednak nie mniej niż Sa 2, St 3, Wa 2, SB 2	PUR lub PUR mod.	PUR HB	PUR ⁶⁾	280-400
R6	AY	Nie mniej niż Sa 2, St 3, Wa 2, SB 2	AY mod. HB			400-600
R7a	Do przestrzeni zamkniętych	Systemy R2a, R4, R5 bez powłoki nawierzchniowe, grubość uzupełniona pozostałymi powłokami do grubości podanej dla tych systemów				
R7b		Sa 2½	EP lub EP/bitum lub PUR/bitum	EP lub PUR/bitum		280-400

Tablica 3.2 (ciąg dalszy)

1	2	3	4	5	6	7
R8a	Do szczelin i miejsc trudnodostępnych	Oczyszczenie wnętrza szczeliny metodą strumieniowościenną; dla niektórych systemów impregnacja powierzchni roztworem inhibitora korozji jak w aprobacie IBDiM	Grunt EP penetrujący, elastyczny	EP penetrująca, elastyczna	PUR ⁶⁾	240-300
R8b			Woskowa z inhibitorem korozji	Bitumiczna mod.		
R8c			EP penetrujący	EP i masa uszczelniająca polisulfidowa elastyczna	PUR ⁶⁾	180-220 Grubość masy zależy od rozwarości szczelin
<p>¹⁾ Grubość poszczególnych powłok w systemie ma być zgodna z aprobatą techniczną IBDiM.</p> <p>²⁾ Zwyczajowo system z powłoką metalową natrykiwaną cieplnie uszczelnioną powłokami malarskimi nazwano „metalizacyjno-malarski”.</p> <p>³⁾ Farby na powłoki gruntowe muszą być dostosowane do zastosowanego przygotowania powierzchni.</p> <p>⁴⁾ Powłoki polisiloksanowe antykorozyjne.</p> <p>⁵⁾ Zalecany jest system z gruntem rozpuszczalnikowym i pozostałymi powłokami wodnymi. W wersji wodnej mogą być powłoki epoksydowe, poliuretanowe i akrylowe.</p> <p>⁶⁾ Farba poliuretanowa alifatyczna</p>						

Tablica 3.3 Zastosowanie zalecanych systemów powłokowych.

System	Zalecane zastosowania	Uwagi ³⁾
1	2	3
W1 i R1	Nowe obiekty. Fragmenty szczególnie zagrożonych obiektów remontowanych	Stwarza zagrożenie wybuchowe i pożarowe w przestrzeniach zamkniętych. Nie można zabezpieczyć skomplikowanych kształtów ze względu na wielkość pistoletu. Restrykcyjne wymagania przygotowania powierzchni, nakładania i sezonowania Szczególnie wysoka trwałość.
W2 i R2 ¹⁾	Obiekty nowe i remontowane	W tej grupie można dobrać systemy do różnorodnych typów przygotowania powierzchni i warunków nakładania. Zastosowanie powłoki nawierzchniowej PS zapewnia dodatkowo długotrwałą stabilność koloru i połysku.
W3 i R3 ²⁾	Nowe obiekty. Fragmenty szczególnie zagrożonych obiektów remontowanych	Restrykcyjne wymagania przygotowania powierzchni, nakładania i sezonowania. Szczególnie wysoka trwałość.

Tablica 3.3 (ciąg dalszy)

1	2	3
W4 i R4	Nowe obiekty. Obiekty remontowane w warunkach klimatyzowanych	Restrykcyjne wymagania przygotowania powierzchni, aplikacji i sezonowania. Do obiektów remontowanych zaleca się grunt rozpuszczalnikowy.
W5 i R5	Obiekty nowe i remontowane	W tej grupie można dobrać systemy do różnorodnych typów przygotowania powierzchni i warunków aplikacji.
W6	Elementy drobnowymiarowe (osprzęt, ekrany akustyczne)	Technologia do zastosowania w specjalistycznych komorach malarskich, ograniczenia wymiarowe.
R6	Obiekty remontowane z gorzej przygotowaną powierzchnią lub pozostawionymi częściowo starymi powłokami	Specjalny typ grubopowłokowych farb akrylowych.
W7 i R7	Przestrzenie zamknięte	Miejsca te nie wymagają powłoki nawierzchniowej chroniącej przed promieniami UV
R8a	Do szczelin i miejsc trudno-dostępnych o rozwarości do 3 mm	System musi posiadać wysoką penetrowalność i elastyczność i w przypadku impregnacji inhibitorem korozji musi być kompatybilny z tą powłoką.
R8b	Do szczelin i miejsc trudno-dostępnych o rozwarości od 5 mm	System wymaga wyjątkowej staranności wykonania, wielokrotnego nakładania powłok aby uzyskać wymaganą grubość.
R8c	Do wypełnienia szczelin o rozwarości do 2 cm	To szczególne zastosowanie musi być potwierdzone w aprobacie technicznej IBDiM.
¹⁾ System W2b i R2b zmniejsza liczbę powłok w systemie. ²⁾ System W3b i R3b zmniejsza liczbę powłok w systemie. ³⁾ Wypełniacze płatkowe w powłoce nawierzchniowej nie dają jednorodnego wyglądu, szczególnie przy poprawkach.		

3.2 Systemy W1 i R1 metalowo- malarskie (powłoka metalowa nakładana natryskiem cieplnym)

Zastosowanie tych systemów daje najwyższą trwałość zabezpieczeń. Systemy zalecane są do zabezpieczania konstrukcji nowych w wytwórni oraz małych, szczególnie zagrożonych powierzchni na placu budowy.

W przypadku właściwego nakładania wszystkich powłok i ich konserwacji w trakcie użytkowania, trwałość zabezpieczenia powinna wynosić co najmniej 25 lat. Koszty tego zabezpieczenia są najwyższe i niezbędne jest spełnienia wysokich wymagań jakościowych podczas nakładania systemu.

W konstrukcjach mostowych nie powinno pozostawić się powłoki metalowej natryskiwanej cieplnie jako ostatecznego zabezpieczenia antykorozyjnego, ponieważ skraca to okres użytkowania.

Technologia stosowania tego systemu jest podana w tabelicy 3.4.

Tablica 3.4 Technologia nakładania systemu W1 i R1.

Etap	Wymagania	Uwagi
1	2	3
Przygotowanie powierzchni	Sa 2½ dla powłok cynkowych do 200 µm ¹⁾ ; Sa 3 ²⁾ dla powłok cynkowych grubszych; chropowatość R _{y5} 50 - 70 µm.	Przed czyszczeniem należy zeszlifować krawędzie cięte na gorąco.
Nakładanie powłoki metalowej natryskiwanej cieplnie	Grubość nie niższa niż 150 µm. Porowatość nie większa niż 40% obj. Powłoka jednorodna. Przyczepność ≥ 5 MPa.	
Uszczelnienie powłoki metalowej	Nie później niż 4h po nałożeniu powłoki. Grubość mierzalna uszczelniacza ≤20 µm ³⁾	Uszczelniacz: niskocząsteczkowa żywica. Zużycie ³⁾ 70-200 g/m ²
Nałożenie systemu powłok malarskich	Zgodnie z 3.2 i 3.3	
¹⁾ Zgodnie z [99] grubość powłok cynkowych powinna być nie niższa niż 150 µm. Grubość powłok aluminiowych i cynkowo-aluminiowych oraz cynkowych przy niższych niż C4 zagrożeniach korozyjnych, powinny być zgodne z PN-H-04684 [90] lub PN-EN 22063 [93]. ²⁾ Dla powłok aluminiowych i cynkowo-aluminiowych zawsze Sa 3. ³⁾ Ekwiwalent zużycia uszczelniacza w przeliczeniu na grubość powłoki, którą możnaby z niego wytworzyć wlicza się do grubości systemu. Dla powłok cynkowych natryskiwanych cieplnie o grubości 150-250 µm należy przyjąć 20 µm.		

Miejsca uszkodzeń powłok metalowych natryskiwanych cieplnie należy zabezpieczać tą samą technologią lub stosować farby, które są zawiesiną zmi-kronizowanego cynku w żywicy węglowodorowej (powyżej 99,5% wag. cynku w suchej powłoce).

Stosując farby epoksydowe wysokocynkowe należy liczyć się ze znacznie obniżoną trwałością zabezpieczenia w naprawianych miejscach.

3.3 Systemy W2 i R2 epoksydowo/poliuretanowe (EP/PUR), epoksydowo/akrylowe (EP/AY) i epoksydowo/polisiloksanowe (EP/PS) i system W7a z EP i R7a z EP

Farby epoksydowe stanowią bardzo szeroką grupę farb o różnorodnym składzie zarówno w bazie żywicznej jak i utwardzaczach. Do zastosowań w warunkach specjalnych (nakładanie na stare powłoki, na gorzej przygotowaną powierzchnię, na wilgotne powierzchnie, w niskich temperaturach) stosuje się specjalne odmiany farb epoksydowych, które muszą mieć adnotację w aprobacie technicznej IBDiM o dopuszczeniu do tych zastosowań.

Systemy te są zalecane do zabezpieczania konstrukcji nowych w wytwórni oraz do prac renowacyjnych na placu budowy.

Technologia nakładania systemów W2 i R2 jest standardową technologią nakładania powłok malarskich i jest opisana w tablicy 3.6.

Stosowane w tych systemach farby przedstawia tablica 3.5.

Tablica 3.5 Farby stosowane w systemach W2 i R2.

Farba	Właściwości, wymagania ¹⁾	Uwagi
1	2	3
Powłoki gruntowe ²⁾		
EP	W zależności od farby dopuszczane też gorsze niż Sa 2½ stopnie przygotowania powierzchni.	Właściwości zależą od budowy żywicy i utwardzacza.
EPZn	Stopień przygotowania powierzchni Sa 2½. Zawartość cynku w suchej powłoce ≥ 85% wag.	W pierwszej krótkiej fazie chroni protektorowo.
EP Misc ³⁾	W zależności od farby dopuszczane też gorsze niż Sa 2½ stopnie przygotowania powierzchni.	Ilość wypełniacza wpływa na właściwości barierowe.
EP (R)	Przygotowanie podłoża Sa 2½.	Wypełniacz aktywuje się w środowisku wilgotnym.
EP z wypełniaczem aluminiowym ³⁾	W zależności od farby dopuszczane też gorsze niż Sa 2½ stopnie przygotowania powierzchni.	Ilość wypełniacza wpływa na właściwości barierowe (unikatowo jest to też powłoka barierowa dla tlenu).

Tablica 3.5 (ciąg dalszy)

1	2	3
EP/bitum.	Nadają się do zastosowań na gorzej przygotowaną powierzchnię przy dużej wilgotności i czasowym zaleganiu wody.	Należy stosować wersje bezsmołowe. Mogą być stosowane jako grunt i międzywarstwa.
Powłoki międzywarstwowe ²⁾		
EP Misc.	Powłokę można przemaalowywać po czasie nie dłuższym niż 1 miesiąc bez omiecenia powierzchni ścierniwem ⁴⁾	Ilość wypełniacza wpływa na właściwości barierowe i przyczepność następnej powłoki.
EP z wypełniaczem aluminiowym ³⁾	Powłokę można przemaalowywać po czasie nie dłuższym niż 1 miesiąc bez omiecenia powierzchni ścierniwem ⁴⁾	Ilość wypełniacza wpływa na właściwości barierowe.
PS	Należy nakładać powłokę o grubości zalecanej w kartach technicznych. Wilgotność względna przy aplikacji nie może być niższa niż 40%.	Powłoka może pełnić rolę międzywarstwy i powłoki nawierzchniowej.
Powłoki nawierzchniowe ⁵⁾		
PUR	Należy nakładać powłokę o grubości kryjącej w danym kolorze.	PUR alifatyczne zapewniają stabilność koloru. PUR modyfikowane żywicą poliestrową zapewniają krótszą stabilność koloru.
AY	Należy nakładać powłokę o grubości kryjącej w danym kolorze.	Stabilność koloru jest krótsza niż dla PUR.
PS	Należy nakładać powłokę o grubości zalecanej w kartach technicznych. Wilgotność względna przy aplikacji nie może być niższa niż 40%.	Powłoki te najdłużej zachowują stabilność barwy i połysku, mają też najlepsze właściwości mechaniczne.
¹⁾ Dla nowych konstrukcji zaleca się stopień przygotowanie powierzchni Sa 2½ dla wszystkich gruntów. ²⁾ Możliwe są mieszaniny wypełniaczy w jednej farbie. ³⁾ Istnieją w odmianach grubopowłokowych typu „mastic” tolerujących gorzej przygotowane podłoże, nadają się bardzo dobrze do renowacji. ⁴⁾ Jeżeli karta techniczna zaleca krótszy czas przemaalowywania, to należy go przestrzegać. ⁵⁾ Powłoki nawierzchniowe nie są potrzebne na powierzchniach, na które nie oddziałuje promieniowanie UV (jest to wtedy jedna z wersji systemu W7a lub R7a).		

Tablica 3.6 Technologia nakładania systemów W2 i R2.

Etap	Wymagania	Uwagi
Przygotowanie powierzchni	Sa 2½ dla powłok wysokocynkowych i dla wszystkich farb na nowych konstrukcjach. Przy renowacji zgodnie z wymaganiami tab. 3.2. Chropowatość $R_{y5} = 30 - 50 \mu\text{m}$. Pozostałe wymagania zgodne z tab. 9.1.	
Nakładanie powłok	Przestrzeganie wymagań dotyczących temperatury, wilgotności względnej, temperatury punktu rosy, odstępów czasowych do nakładania następnej powłoki zawartych w kartach technicznych produktów. Grubości zgodne z tab. 3.1 i 3.2. Przyczepność $\geq 5 \text{ MPa}$ mierzona po pełnym utwardzeniu się powłoki.	Farby wysokocynkowe muszą być ciągle mieszane podczas nakładania.

3.4 Systemy W3 i R3 etylokrzemianowo-epoksydowo-poliuretanowe lub akrylowe (ESIZn/EP/PUR lub AY) i etylokrzemianowo-polisiloksanowe (ESIZn/PS)

Zastosowanie tych systemów daje taką trwałość zabezpieczeń jak systemu W1 i R1. Systemy W3 i R3 są zalecane do zabezpieczania nowych konstrukcji w wytwórni oraz małych, szczególnie zagrożonych powierzchni na placu budowy.

W przypadku właściwego nakładania wszystkich powłok i ich konserwacji w trakcie użytkowania, trwałość zabezpieczenia powinna wynosić co najmniej 25 lat. Koszty tego zabezpieczenia są niższe niż systemu W1. Niezbędne jest spełnienie wysokich wymagań jakościowych podczas nakładania systemu.

Technologia stosowania tego systemu podana jest w tablicy 3.7.

Nie ma ograniczeń czasowych w nakładaniu na uszczelnioną powłokę etylokrzemianową wysokocynkową międzywarstwy epoksydowej.

Spełnienie wszystkich powyższych wymagań jest bardzo trudne w warunkach placu budowy i systemy z gruntem etylokrzemianowym wysokocynkowym

zalecane są do stosowania na nowe konstrukcje, wykonywane w wytwórni lub na wybrane powierzchnie podczas renowacji.

Miejsca uszkodzeń powłok etylokrzemianowych wysokocynkowych należy zabezpieczać tą samą technologią lub stosować farby, które są zawiesiną zmikronizowanego cynku w żywicy węglowodorowej (powyżej 99,5% wag. cynku w suchej powłoce) lub jednoskładnikowe modyfikowane farby etylokrzemianowe jeśli dany producent je posiada. Stosując farby epoksydowe wysokocynkowe należy się liczyć ze znacznie obniżoną trwałością zabezpieczenia w naprawianych miejscach.

Tablica 3.7 Technologia nakładania systemu W3 i R3.

Etap	Wymagania	Uwagi
Przygotowanie powierzchni	Sa 2½, chropowość R _{y5} 50 - 70 µm.	
Nakładanie powłoki etylokrzemianowej wysokocynkowej	Grubość nie wyższa niż w karcie technicznej, powłoka nakładana bez odstępów czasowych. Utwardzenie sprawdzone wg. ASTM D 4752 [88]. Przyczepność ≥ 5 MPa mierzona po pełnym usieciowaniu powłoki.	Wymagana wilgotność względna nie niższa niż 50% podczas nakładania i sieciowania. Najszybsze sieciowanie w wilgotności ok. 90%. Wilgotność poniżej 50% wstrzymuje trwale sieciowanie.
Uszczelnienie	Nie później niż przed wystawieniem na działanie zanieczyszczeń. Grubość mierzalna uszczelniacza ≤ 20 µm.	Uszczelniacz: niskocząsteczkowa żywica. Zużycie ¹⁾ 70-150 g/m ²
Nalożenie systemu powłok malarskich	Zgodnie z tablicą 3.1 i 3.2 ²⁾	
¹⁾ Ekwiwalent zużycia uszczelniacza w przeliczeniu na grubość powłoki, którą możnaby z niego wytworzyć wlicza się do grubości systemu. Dla powłok etylokrzemianowych wysokocynkowych o grubości 70 µm ekwiwalent zużycia uszczelniacza należy przyjąć 10 µm. ²⁾ Bez powłoki nawierzchniowej jest to jedna z wersji systemu W7a.		

3.5 Systemy W4 i R4 wodne epoksydowe i poliuretanowe

Zaletą systemów z farb wodorozcieńczalnych jest ich ekologiczność. Ich właściwości mogą być tak samo dobre lub złe jak odpowiednich systemów z farb rozpuszczalnikowych. Na konstrukcje mostowe zaleca się systemy wodne epoksydowe i poliuretanowe do zabezpieczania konstrukcji nowych w wytwórni lub do prac w warunkach klimatyzowanych.

Technologia stosowania tego systemu jest podana w tabelicy 3.8.

Tabela 3.8 Technologia nakładania powłok wodnych.

Etap	Wymagania	Uwagi
Przygotowanie powierzchni	Sa 2½, należy dokładnie sprawdzić odtłuszczenie powierzchni.	
Nakładanie powłok	Temperatura podczas aplikacji i utwardzania nie niższa niż 10°C, wilgotność względna nie wyższa niż 70%. Przyczepność ≥ 5 MPa, mierzona po pełnym utwardzeniu się powłoki.	Farby należy przechowywać w temperaturze powyżej 0°C. Rozcieńczenie powyżej dopuszczonej ilości trwale niszczy farbę. Proces schnięcia i utwardzania jest dłuższy niż dla odpowiednich powłok rozpuszczalnikowych.
Nalożenie systemu powłok malarskich	Zgodnie z tabelicą 3.1 ¹⁾	
¹⁾ Bez powłoki nawierzchniowej jest to jedna z wersji systemu W7a.		

Farby wodne można stosować też w systemach mieszanych:

- 1) grunt i międzywarstwa rozpuszczalnikowa, a powłoka nawierzchniowa wodna,
- 2) grunt wodny, pozostałe powłoki rozpuszczalnikowe,
- 3) grunt rozpuszczalnikowy, a pozostałe powłoki wodne.

Zwiększa to szansę na zastosowanie tych farb w sprzyjających dla nich warunkach.

3.6 Systemy W5 i R5 poliuretanowe (PUR) i W7b oraz R7b

Farby poliuretanowe stanowią bardzo szeroką grupę farb o różnorodnym składzie zarówno w bazie żywicznej jak i utwardzaczach. Do zastosowań w warunkach specjalnych (nakładanie na stare powłoki, na gorzej przygotowaną powierzchnię, na wilgotne powierzchnie, w niskich temperaturach) stosuje się specjalne odmiany farb poliuretanowych, które muszą mieć adnotację w aprobatkach technicznych IBDiM o dopuszczeniu do tych zastosowań. Powłoki z farb poliuretanowych mogą mieć wysoką elastyczność i doskonałe właściwości mechaniczne.

Farby poliuretanowe w odróżnieniu od farb epoksydowych są również odporne na promieniowanie UV. Systemy te są zalecane do zabezpieczania konstrukcji nowych w wytwórni oraz do prac renowacyjnych na placu budowy.

Technologia nakładania systemów W5 i R5 jest standardową technologią nakładania powłok malarskich (patrz tablica 3.6).

Stosowane w tych systemach są farby pokazane są w tablicy 3.9.

Tablica 3.9 Farby stosowane w systemach W5 i R5¹⁾.

Farba	Właściwości, wymagania	Uwagi
PUR dwukomponentowe	W zależności od farby dopuszczane też gorsze przygotowanie powierzchni niż Sa 2½ ¹⁾	Właściwości zależą od budowy żywicy i utwardzacza. Grunty i powłoki międzywarstwowe mogą zawierać wszystkie wypełniacze takie jak EP ²⁾ .
PUR utwardzane wilgocią	W zależności od farby są dopuszczane gorsze niż Sa 2½ ¹⁾ stopnie przygotowania powierzchni. Tolerują powierzchnię wilgotną i wilgotność otoczenia do 99%. Do utwardzania niezbędna jest wilgotność względna powyżej 50%.	Właściwości zależą od budowy żywicy i utwardzacza. Grunty i powłoki międzywarstwowe mogą zawierać wszystkie wypełniacze takie jak EP ²⁾
Farby poliuretanowo/bitumiczne ³⁾	Nadają się do zastosowań na gorzej przygotowaną powierzchnię Sa 2, St 3, Wa 2, SB 2 i eksploatacji przy dużej wilgotności i czasowym zaleganiu wody.	Należy stosować wersje bezsmołowe.
¹⁾ Dla nowych konstrukcji zaleca się stopień przygotowanie powierzchni Sa 2½ dla wszystkich gruntów. ²⁾ Istnieją w odmianach grubopowłokowych typu „mastic” tolerujących grzej przygotowane podłoże; nadają się bardzo dobrze do renowacji. ³⁾ Bez powłoki nawierzchniowej jest to system W7b i R7b.		

3.7 Systemy proszkowe W6

Systemy nadają się jedynie do aplikacji w wytwórniach bądź zakładach posiadających specjalistyczne urządzenia aplikacyjne do nanoszenia powłok konwersyjnych i proszkowych. W tablicy 3.10 są pokazane farby stosowane w tych systemach. Ze względu na ograniczone wymiary wanień do nakładania powłok konwersyjnych i komór do nakładania powłok proszkowych znajdują zastosowanie jedynie do zabezpieczania elementów drobnogabarytowych.

Tablica 3.10 Farby stosowane w systemie W6.

Farba	Właściwości, wymagania	Uwagi
Epoksydowa wysokocynkowa (grunt) Poliestrowa do zastosowań zewnętrznych (nawierzchniowa)	Przygotowanie powierzchni zgodnie z wymaganiami farb konwersyjnych; powłoka konwersyjna zgodnie z zaleceniami kart farb proszkowych	Grubość systemów zgodna z tablicą 3.1.
Poliestrowa o cechach antygażowania	Powierzchnia stali musi być ocynkowana zanurzeniowo, powłoka konwersyjna zgodnie z zaleceniami kart farb proszkowych	Grubość systemów zgodna z tablicą 3.1.

Uszkodzenia powłok cynkowych należy naprawiać zawiesiną zmikronizowanego cynku (powyżej 99,5% wag. cynku w suchej powłoce) w żywicy węglowodorowej.

Uszkodzenia powłok malarskich należy naprawiać farbami akrylowymi lub zalecanym systemem producenta farb proszkowych.

3.8 Systemy do szczelin i miejsc trudnodostępnych R8

Możliwość właściwego zabezpieczenia szczelin zależy od ich rozwartości i wielkości. Dla szczelin o pewnych rozmiarach nie istnieje możliwość oczyszczenia ich powierzchni i pokrycia powłoką ochronną. Należy wtedy zastosować jedną z dwóch opcji:

- zastosować środki antykorozyjne o wysokiej penetrowalności i elastyczności,
- zamknąć szczeliny elastyczną masą.

W tablicy 3.11 podane są technologie zabezpieczenia szczelin.

Tablica 3.11 Technologie zabezpieczenia szczelin.

Etap	Wymagania	Uwagi
Przygotowanie powierzchni	Oczyszczenie wnętrza szczeliny metodą strumieniowo-ścierną z dokładnością warunkowaną przez rozmiary szczeliny	Należy najlepiej jak można usunąć resztki ścierniwa ze szczeliny
Nakładanie systemu R8a	Nażenie aplikatorem roztworu inhibitora korozji, jeśli system tego wymaga. Nakładanie natryskiem systemu powłokowego.	Dla szczelin o rozwartości do 3 mmi
Nakładanie systemu R8b	Nażenie przy użyciu specjalnej dyszy kątowej lub aplikatorem systemu powłokowego w takiej liczbie warstw aby uzyskać specyfikowaną grubość.	Dla szczelin od 5 mm rozwartości. Zabezpieczenie szczelin należy wykonać po pomalowaniu powierzchni wokół szczelin. Powłoki zabezpieczające szczeliny mogą zachodzić na powierzchnie obok szczelin.
Nakładanie systemu R8c	Nażenie natryskiem powłoki gruntowej i międzywarstwy. Nażenie aplikatorem masy uszczelniającej. Nażenie natryskiem powłoki powierzchniowej.	Dla szczelin do 2 cm rozwartości. Masa uszczelniająca nie może wydzielać podczas starzenia czynników agresywnych.

Dla systemów R8a i R8b uszkodzenia należy naprawiać tym samym systemem. Dla systemu R8c uszkodzenia należy naprawiać wg zaleceń producenta masy uszczelniającej.

3.9 Systemy akrylowe R6

System jest przeznaczony do renowacji, na gorzej przygotowaną powierzchnię i do renowacji z pozostawieniem starych powłok. System składa się z grubych powłok utworzonych z tej samej barierowej farby akrylowej. Grubość systemu powinna być zgodna z tablicą 3.2.

Technologia nakładania jest taka sama, jak podano w tablicy 3.6.

4 PROJEKT ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH W RAMACH PROJEKTU BUDOWLANEGO

Wykonywanie zabezpieczeń antykorozyjnych, zarówno nowych konstrukcji jak i remontowanych musi być poprzedzone wykonywaniem projektu zabezpieczeń antykorozyjnych w ramach projektu budowlanego oraz specyfikacji zabezpieczeń antykorozyjnych w ramach projektu wykonawczego [98, 122].

Prace antykorozyjne stanowią wycinek robót przy wznoszeniu nowego obiektu mostowego i z reguły także tylko wycinek prac objętych programem remontu. Część projektu, obejmująca zagadnienia antykorozyjne, powinna być wydzielona.

Przy zamawianiu projektu należy żądać, by projektant lub weryfikator tej części projektu legitymowali się udokumentowanym doświadczeniem zrealizowanych projektów zabezpieczeń antykorozyjnych i ukończonym szkoleniem w tym zakresie.

Doboru zabezpieczeń należy dokonać na podstawie analizy kosztów wykonania i utrzymania zabezpieczeń tak, aby przy założonym czasie trwałości [99] **roczne nakłady na utrzymanie konstrukcji były jak najniższe.**

Projekt zabezpieczenia antykorozyjnego, zgodnie z normą PN-EN ISO 12944-8:2001 [41], powinien zawierać:

- 1) analizę środowiska korozyjnego,
- 2) wykaz specjalnych czynników, które mogą wpływać na wybór systemu malarskiego,
- 3) wskazanie szczególnie zagrożonych miejsc konstrukcji, które muszą być specjalnie zabezpieczone,
- 4) przy renowacji zabezpieczenia – ocenę aktualnego stanu technicznego powłok z ich identyfikacją,
- 5) wybór właściwego do planowanej trwałości i środowiska korozyjnego systemu powłokowego opierający się na klasyfikacji normy PN-EN ISO 12944-5:2001 [38], przyspieszonych badaniach korozyjnych, jeśli nowe systemy powłokowe nie mają jeszcze dostatecznie długich referencji praktycznych lub na własnym doświadczeniu,
- 6) dostosowanie systemu powłokowego do planowanego przygotowania powierzchni,

ZALECENIA

- 7) wymagania ekologiczne uwzględniające ochronę środowiska, ochronę użytkowników dróg na obiekcie i w jego otoczeniu oraz wymagania BHP,
- 8) ograniczenia czasowe wynikające ze względów klimatycznych i właściwości materiałów,
- 9) techniczne warunki gwarancyjne.

Projekt wykonawczy powinien zawierać:

- 1) szczegółowe specyfikacje techniczne na wykonanie zabezpieczeń antykorozyjnych,
- 2) instrukcję eksploatacji zabezpieczeń antykorozyjnych.

5 WYMAGANIA DOTYCZĄCE WŁAŚCIWEGO PROJEKTOWANIA KONSTRUKCJI

5.1 Wymagania ogólne

W projektowaniu konstrukcji ze względu na jej trwałość korozyjną należy uwzględnić wymagania rozporządzenia [99]. Bardziej szczegółowe wymagania pod kątem zabezpieczeń antykorozyjnych są zawarte w normie PN-EN ISO 12944-3:2001 [36]. Stosowanie się do tych wymagań i zaleceń umożliwi zaprojektowanie konstrukcji zgodnie z zasadami antykorozyjji i właściwe zabezpieczenie antykorozyjne we wszystkich fazach jej wytwarzania i eksploatacji.

Dotyczy to eliminacji miejsc, w których mogą gromadzić się media korozyjne, eliminacji materiałów i rozwiązań sprzyjających korozji galwanicznej, stworzenia możliwości łatwego dostępu w celu częściowego wykonania powłok zabezpieczających podczas wytwarzania konstrukcji w wytwórni, uzupełnienia powłok po ukończeniu montażu i renowacji podczas eksploatacji. W projekcie powinny być uwzględnione następujące elementy:

- 1) dostępność powierzchni,
- 2) eliminacja szczelin,
- 3) wymóg szczelnego zamykania przestrzeni wewnętrznych konstrukcji, z wyjątkiem przestrzeni dużych, gdzie możliwe jest wprowadzenia człowieka i sprzętu,
- 4) przeciwdziałanie zastoinom wodnym i gromadzeniu się osadów,
- 5) zaokrąglenie ostrych krawędzi,
- 6) obróbka złączy spawanych,
- 7) prawidłowe projektowanie miejsc zagrożonych korozją szczelinową,
- 8) tworzenie kapinosów (okapników) na powierzchniach, po których może ściekać woda,
- 9) szczególną ochronę elementów konstrukcji narażonych na bezpośrednie oddziaływanie środków odladzających,
- 10) przeciwdziałanie korozji galwanicznej.

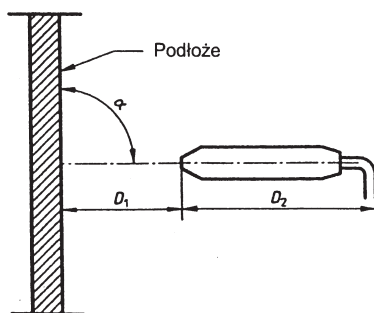
5.2 Dostępność powierzchni

Zaleca się zaprojektowanie elementów konstrukcji tak, aby były dostępne do wykonania i renowacji systemu zabezpieczeń antykorozyjnych.

W tabelicy 5.1 podane są typowe odległości wymagane dla narzędzi w pracach antykorozyjnych, na rysunku 5.2 minimalne wymiary ciasnych przestrzeni między powierzchniami, a na rysunku 5.3 minimalny dopuszczalny odstęp między elementem a przyległą powierzchnią.

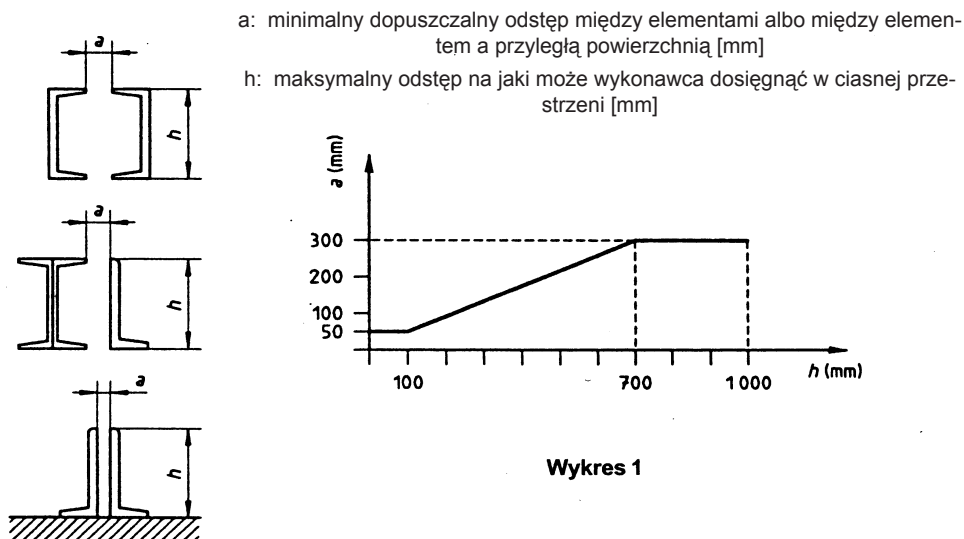
Tabela 5.1 Typowe odległości wymagane dla narzędzi w pracach antykorozyjnych wg Załącznika A [36].

Operacja	Długość narzędzia D_2 [mm]	Odległość między narzędziem a podłożem D_1 [mm]	Kąt natarcia α [stopnie]
Obróbka strumieniowo-ścierna	800	od 200 do 400	od 60 do 90
Czyszczenie z wykorzystaniem narzędzia z napędem mechanicznym – pistoletem igłowym – ścieranie/szlifowanie	od 250 do 350 od 100 do 150	0 0	od 30 do 90 -
Czyszczenie ręczne – szczotkowanie/skrobanie	100	0	od 0 do 30
Metalizacja natryskowa	300	od 150 do 200	90
Malowanie – natryskowe – pędzlem – wałkiem	od 200 do 300 200 200	od 200 do 300 0 0	90 od 45 do 90 od 10 do 90

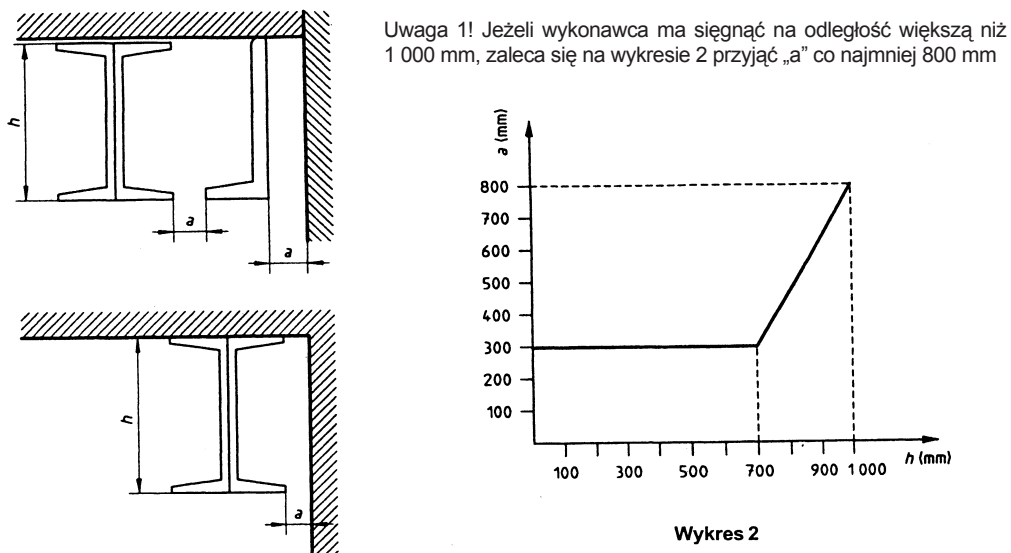


- α kąt między osią narzędzia a podłożem
- D_1 odległość narzędzia od podłoża
- D_2 długość narzędzia

Rys. 5.1 Oznaczenia użyte w tabelicy 5.1.



Rys. 5.2 Minimalne wymiary ciasnych przestrzeni między powierzchniami wg Załącznika C [36].



Rys. 5.3 Minimalny dopuszczalny odstęp między elementem a przyległą powierzchnią wg Załącznika C [36].

W wypadku wymiarów otworów i włączów w nowych konstrukcjach należy uwzględniać wymagania zawarte w rozporządzeniu [99]. Jeżeli istnieje konieczność wykonania otworów technologicznych w konstrukcjach już istniejących, ich najmniejszy wymiar (średnica, szerokość) nie może być mniejszy od 0,80 m (0,90 m otwory do transportu materiałów). W mostach skrzynkowych odległość między włączami nie może być większa niż 40 m.

Duże przestrzenie, do których można wprowadzić pracownika kontrolującego, a w ślad za nim operatora i sprzęt do wykonywania robót konserwacyjnych i renowacyjnych, powinny mieć zapewnione przewietrzanie.

5.3 Połączenia na zakładkę

W wąskich szczelinach, ślepych szparach i połączeniach na zakładkę najszybciej rozpoczynają się procesy korozyjne. Połączenia na zakładkę należy wykonywać tak, aby były łatwe do czyszczenia i malowania. Dopasowane powierzchnie trzeba uszczelnić spoinami ciągłymi (rys. 5.4).

Nie powinny być stosowane spoiny przerywane i złącza na zakładkę także w elementach nie nośnych.



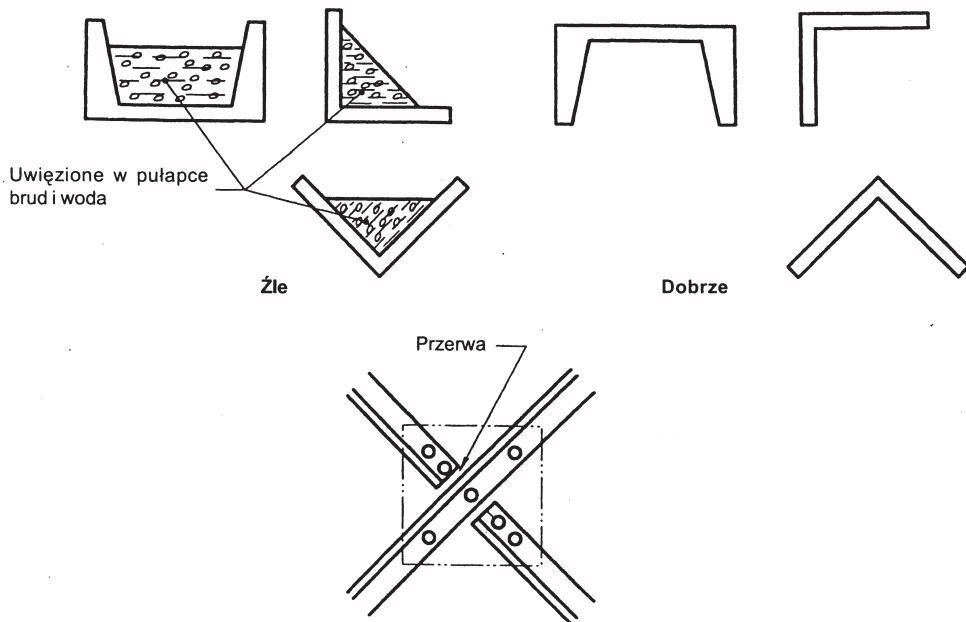
Rys. 5.4 Przykład niedopuszczalnych i zalecanych rozwiązań konstrukcyjnych wg Załącznika D [36.]

5.4 Przeciwdziałanie zastoinom wody i osadów

Płaszczyzny i profile należy konstruować w taki sposób, aby nie utrudniać odpływu wody z opadów atmosferycznych oraz wilgoci kondensującej na obiekcie.

Należy przewidywać odpływowe otwory odwadniające (z okapnikami w postaci np. rurki) i otwory wentylacyjne o takich wielkościach i usytuowaniu, aby uniemożliwić ich zatykanie przez zanieczyszczenia mechaniczne.

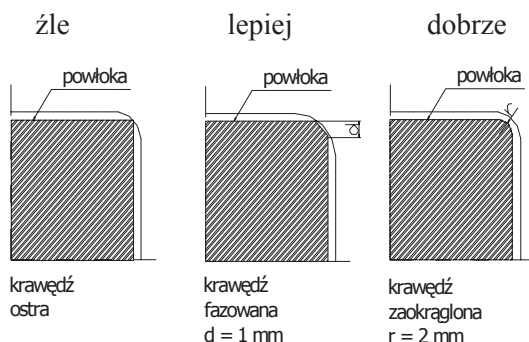
Na rysunku 5.5 podano przykłady prawidłowych i nieprawidłowych rozwiązań.



Rys. 5.5 Przykłady rozwiązań sprzyjających i nie sprzyjających tworzeniu się zastoin wody i osadów wg Załącznika D [36].

5.5 Zaokrąglanie ostrych krawędzi

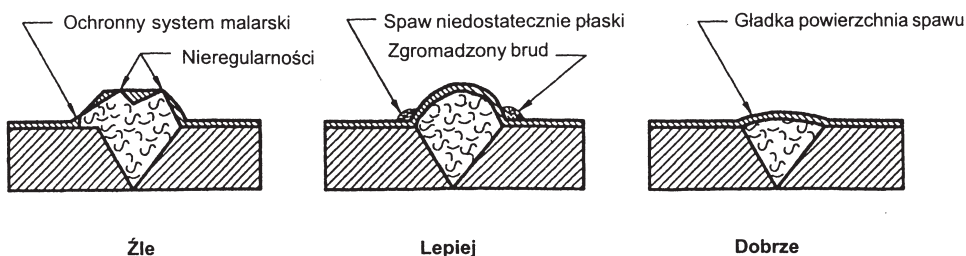
W projektowaniu należy unikać rozwiązań z dużą liczbą naroży i krawędzi, a wszystkie wolne krawędzie przed malowaniem powinny być fazowane lub zaokrąglone jak pokazano na rysunku 5.6.



Rys. 5.6 Rozkład powłoki na krawędzi wg Załącznika D [36].

5.6 Obróbka złączy spawanych

Złącza spawane powinny być wygładzone, w celu uniknięcia gromadzenia się zanieczyszczeń oraz uzyskania równomiernego rozkładu powłoki (rys. 5.7).



Rys. 5.7 Unikanie niedokładności powierzchni spawanej wg Załącznika D [36].

5.7 Projektowanie wzmocnień

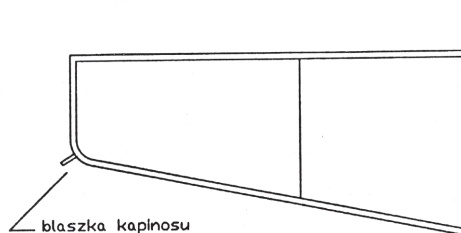
W projektowaniu wzmocnień, gdzie dodawane są nowe elementy, zalecane jest stosowanie połączeń klejowo-sprężonych. Polegają one na pokryciu przygotowanej uprzednio powierzchni kontaktowych połączenia tarcowego, tuż przed ich skręceniem, warstwą kleju epoksydowego z wypełniaczem mineralnym. Klej po stwardnieniu stanowi trwałe wypełnienie szczeliny.

Połączenia klejowo-sprężone powinny być także stosowane do łączenia na placu budowy elementów konstrukcji dostarczanych z wytwórni.

5.8 Tworzenie kapinosów na spodnich powierzchniach

Na powierzchniach stopek dolnych belek głównych wsporników (rys. 5.8) zalecane jest umieszczanie blaszek poprzecznych pełniących rolę kapinosów (okapników).

Rolą kapinosów jest niedopuszczenie do spływania po powierzchniach sufitów wody skraplającej się i spływającej z elementów wyżej położonych.



Rys. 5.8 Kapinos na wsporniku.

5.9 Ochrona elementów konstrukcji narażonych na bezpośrednie oddziaływanie środków odladzających

W okresie zimowym na mostach z jazdą dołem, powłoki na nośnych elementach konstrukcji przylegające do jezdni są narażone na oddziaływanie soli i piasku rozbryzgiwanych przez koła samochodów.

Należy odgradzać je od jezdni ekranami zbudowanymi z łatwych do wymiany elementów blachy ocynkowanej bądź z innych materiałów szczególnie odpornych na korozję.

Liny w mostach podwieszonych i wiszących powinny być ekranowane przez umieszczenie ich w wypełnionych iniektem pasywującym osłonach z polietylenu (lub innego materiału odpornego na mróz i korozję).

5.10 Przeciwdziałanie korozji galwanicznej

Korozja galwaniczna powstaje na styku metali różniących się potencjałem elektrochemicznym. Zjawisko takie powstaje także na styku dwóch gatunków stali różniących się składem stopu.

Za graniczną dopuszczalną wartość przyjmuje się 50 mV różnicy potencjału galwanicznego, mierzonej w 0,5% roztworze chlorku sodu.

Uszkodzenia korozyjne wywołane korozją galwaniczną są większe w przypadku, gdy anoda ma małą powierzchnię w stosunku do katody. Wynika z tego konieczność stosowania śrub, sworzni, nakrętek, materiałów spawalniczych itp. z materiałów o tym samym lub wyższym potencjale elektrochemicznym.

Przy wzmacnianiu starych konstrukcji, wykonywanych np. ze stali zgrzewnej, lub przy konieczności montażu zawiesi dla nowych urządzeń obcych, łączenie stali o bardzo różnym składzie stopu jest nie do uniknięcia. W takich sytuacjach należy unikać połączeń spawanych, a zalecane jest stosowanie połączeń klejowo-śrubowych.

W połączeniu klejowo-śrubowym przeciwdziałaniem korozji galwanicznej jest przegrodzenie styku różnych metali warstewką izolacji, którą stanowić może np. kompozyt epoksydowo-mineralny.

Wszystkie połączenia śrubowe, po ich skręceniu, powinny być starannie pokryte powłoką antykorozyjną, taką jak elementy łączone.

Pozostawienie śrub "czarnych" spowoduje powstanie ogniska intensywnej korozji.

6 WYMAGANIA WOBEC WYKONAWCY ZABEZPIECZENIA ANTYKOROZYJNEGO

6.1 Możliwości techniczne wykonawcy

W zależności od wielkości obiektu i czasu przeznaczanego na jego zabezpieczenie oraz warunków, w jakich prace będą przeprowadzane (pora roku, konieczność zabezpieczeń otoczenia itd.), wykonawcy muszą być postawione wymagania dotyczące doświadczenia w stosowaniu technologii przewidzianej w projekcie oraz dysponowania sprzętem o odpowiedniej klasie i wydajności.

Sprawdzenie możliwości technicznych wykonawcy jest szczególnie ważne, jeśli zamówieniem są objęte:

- 1) roboty wykonywane w osłonach i w przestrzeniach zamkniętych
- 2) roboty obejmujące zebranie i odprowadzenie zużytego ścierniwa z zawartością związków ołowiu i chromu ^{VI},
- 3) roboty, w których konieczne jest ustawienie rusztowań do prac na wysokościach,
- 4) roboty kolidujące z ruchem na obiekcie lub w otoczeniu obiektu,
- 5) roboty, w których wymagania odnośnie do przygotowania powierzchni przy renowacjach są określone jako Sa 2½ lub Sa 3,
- 6) technologia przygotowania powierzchni wodą pod wysokim ciśnieniem,
- 7) technologia nakładania farb bezrozpuszczalnikowych i o dużej zawartości części stałych,
- 8) technologia nakładania farb etylokrzemianowych wysokocynkowych,
- 9) nakładanie powłok metalowych natrykiwanych cieplnie.

Wykonawca powinien przedstawić (o ile warunki kontraktu nie przewidują inaczej):

- 1) referencje z ostatnich 3 lat na samodzielne wykonywanie prac antykorozyjnych na powierzchni nie mniejszej niż 80% projektowanej powierzchni zabezpieczenia, wykonanej w takim samym lub krótszym czasie jak przewiduje kontrakt,

- 2) deklaracje rodzaju i liczby sprzętu, którym będzie dysponować przy wykonywaniu zamówienia,
- 3) dokumenty potwierdzające kwalifikacje osoby kierującej na miejscu budowy robotami antykorozyjnymi:
 - a) co najmniej 5 letni staż pracy w robotach antykorozyjnych,
 - b) ukończenie szkolenia w dziedzinie ochrony antykorozyjnej mostów.

6.2 Prowadzenie prac w osłonach

Jeżeli określona w warunkach zamówienia data zakończenia robót wypada później niż 15 września, wykonawca powinien obligatoryjnie określić swoje przygotowanie sprzętowe do ewentualnego prowadzenia prac nakładania i sezonowania powłok w osłonach pozwalających utrzymywać korzystne dla jakości robót warunki mikroklimatyczne.

Ponieważ korzystne jest prowadzenie prac przy zastosowaniu odpowiedniego mikroklimatu w każdym terminie, wykonawca może opcjonalnie przedstawić swoje przygotowanie sprzętowe do prowadzenia prac w osłonach także wówczas, gdy nie jest to wymagane obligatoryjnie.

Przygotowanie wykonawcy do prac w osłonach powinno być elementem specyfikacji istotnych warunków zamówienia.

Wymaganie stosowania osłon i utylizacji odpadów niezbędne jest przy zdemontowaniu powłok zawierających w swoim składzie ołów i związki chromu^{VI}.

6.3 Podwykonawstwo robót antykorozyjnych

W przypadku, gdy generalnym wykonawcą budowy lub remontu mostu jest firma nie wykonująca sama zabezpieczeń antykorozyjnych, w ofercie przetargowej powinna przedstawić umowę wstępną z konkretną firmą specjalizującą się w tej dziedzinie wraz z wyżej podanymi danymi o tej firmie.

6.4 Program Zapewnienia Jakości

Wykonawca zabezpieczeń antykorozyjnych przedstawia do zatwierdzenia inwestorowi Program Zapewnienia Jakości (PZJ) i deklaruje w nim w sposób wiążący:

- 1) skład kierownictwa robót z udokumentowaniem kwalifikacji,
- 2) organizację brygad roboczych,
- 3) wyposażenie w sprzęt do robót podstawowych,

- 4) sposób zabezpieczenia sprzętowego i organizacyjnego bezpieczeństwa prac i ochrony otoczenia,
- 5) organizację, zabezpieczenie kadrowe i sprzętowe kontroli wewnętrznej,
- 6) technologię i organizację usuwania odpadów,
- 7) organizację dostaw i przechowywania materiałów i metodykę kontroli ich jakości,
- 8) podstawowe dane o proponowanej technologii nanoszenia powłok z uwzględnieniem czynników klimatycznych umiejscowienia czasowego w ogólnym harmonogramie wznoszenia lub remontu obiektu,
- 9) określenie sposobu umożliwiania Inspektorowi nadzoru dostępu do frontu prac celem dokonania odbiorów cząstkowych we wszystkich fazach technologicznych odbioru końcowego.

Zmiany w ustaleniach przedstawionych w PZJ muszą być akceptowane przez inwestora.

Do oceny przedstawionego przez wykonawcę PZJ (uwzględniając różnice w konstrukcji obiektu, rodzaju i grubości powłok, grubości powłok metalowych natryskiwanych cieplnie, terminach na wykonanie pracy itd.) w przybliżeniu można założyć, że:

- 1) do oczyszczenia strumieniowo-ściernego należy dysponować sprzętem o odpowiednich parametrach ilościowych i jakościowych. Sprężarki powietrza powinny zapewnić minimum 5-7 m³/minutę sprężonego powietrza na jedno stanowisko piaskarskie. Urządzenia ciśnieniowe stosowane przy czyszczeniu powinny być przystosowane do pracy ciągłej przy ciśnieniu min. 1,0 MPa. Ciśnienie i wydajność należy tak dobrać, aby zapewnić otrzymanie wymaganych parametrów przygotowania podłoża (stopień przygotowania powierzchni i chropowatość). Najczęściej stosuje się ciśnienie sprężonego powietrza 0,6-1,0 MPa. Sprężone powietrze powinno być odpowiedniej jakości tzn. odolejone, odwodnione, nie może też zawierać czynników przyspieszających korozję stali. Zaleca się stosowanie sprężarek tzw. bezolejowych, filtrów sprężonego powietrza oraz odwadniaczy. Korzystne jest posiadanie inżektorowego urządzenia do czyszczenia powierzchni i młotka igłowego. Przy pomocy jednego stanowiska do czyszczenia o w/w parametrach można oczyścić ok. 20 – 80 m² powierzchni, (na przykład praca na obiekcie o powierzchni 20 000 m², przy trzymiesięcznym okresie wykonania w okresie letnim, wymaga zastosowania 3-4 stanowisk do czyszczenia konstrukcji (przy czyszczeniu w osłonie wodnej należy dysponować sprzętem o podobnych parametrach dostosowanym do tego procesu technologicznego);

- 2) przy oczyszczaniu przestrzeni zamkniętych niezbędny jest system wentylacji z odpylaniem,
- 3) do wybierania ścierniwa korzystne jest stosowanie pompy odsysającej (np. pompy Rootsa o mocy 30 kW);
- 4) do mycia potrzebne jest urządzenie myjące zapewniające ciśnienie minimum 20 MPa o wydajności 30 – 50 l/min, – do odsysania wody można stosować zwykłą pompę wirnikową;
- 5) do malowania nowoczesnymi materiałami o dużej zawartości części stałych, niezbędna jest maszyna do malowania hydrodynamicznego, tłokowa, o przełożeniu minimum 1:60; ich liczba powinna być proporcjonalna do wielkości obiektu, (na przykład w obiekcie o powierzchni zabezpieczanej 20 000 m² i dwumiesięcznym terminie wykonania robót, potrzebne są 2 – 3 maszyny);
- 6) podczas prac w niekorzystnych warunkach atmosferycznych, po osłonięciu obiektu, gdy wilgotność powietrza jest zbyt wysoka lub gdy temperatura jest za niska, zalecane jest stosowanie osuszacza powietrza i/lub ewentualnie podgrzewacza powietrza oraz urządzeń do wyciągania powietrza w celu dokładnej wentylacji. Wydajność instalacji wyciągowej musi być taka, aby w czasie czyszczenia była zapewniona należyta widoczność, a w czasie malowania nie dochodziło do nadmiernego gromadzenia się rozpuszczalników/nie przekraczania dopuszczalnych NDS-ów/. Trzeba na bieżąco wykonywać pomiary, aby dostatecznie często wymieniać powietrze; częstość wymian warunkuje wielkość wentylatorów;
- 7) w przypadku nakładania powłok cynkowych natryskiwanymi ciepłnie zakłada się wydajność 20-50 m²/zmianę roboczą z jednego urządzenia z łukiem elektrycznym i 5-20 m²/zmianę roboczą z jednego urządzenia gazowego; do jednego urządzenia potrzeba 15 kW mocy; (w przypadku obiektu 20 000 m² i dwumiesięcznego terminu wykonania robót, przy grubości powłoki cynkowej ok. 150 – 200 μm, należy mieć 4 urządzenia łukowe i 2 gazowe).

W przypadku robót prowadzonych na nieosłoniętym obiekcie przyjmuje się, że warunki klimatyczne pozwalające wykonywać prace wystąpią głównie w 70% dni roboczych okresu 4 – 5 miesięcznego w miesiącach od maja do września.

6.5 Wyposażenie badawcze, pomiarowe i wzorce

Wykonawca powinien również posiadać na budowie następujący sprzęt do testowania przygotowywania powierzchni, właściwości powłok i warunków atmosferycznych:

- 1) wzorce stopni przygotowania powierzchni według PN-ISO 8501-1:2002[1] i 8501-2:2002 [2] w przypadku obróbki strumieniowo-ściernej na sucho i według Pr EN ISO 8501-4 [4] w przypadku czyszczenia wodą, i według standardów International „Slurryblasting Standards” w przypadku obróbki hydrościernej [5],
- 2) wzorce stopni przygotowania spoin, ostrych krawędzi i wad powierzchniowych według PN-ISO 8501-3:2004 [3],
- 3) wzorce profilu chropowatości powierzchni według PN-EN ISO 8503-2:2004 [21] lub inny przyrząd do pomiaru chropowatości powierzchni,
- 4) taśmę do oceny stopnia zapylenia według PN-EN ISO 8502-3:2000 [8],
- 5) konduktometr lub inne przyrządy lub zestawy chemiczne zgodne z normami z grupy PN EN ISO 8502 [10,14] do oceny rozpuszczalnych zanieczyszczeń jonowych,
- 6) termometr do kontrolowania temperatury powietrza, podłoża i wilgotnościomierz do oceny wilgotności względnej powietrza oraz tabele lub przyrząd do odczytu temperatury punktu rosy,
- 7) grubościomierz do pomiaru grubości powłok, korzystnie elektromagnetyczny, elektroniczny,
- 8) przyrząd do pomiaru przyczepności powłok (hydrauliczny lub pneumatyczny).

Przyrządy powinny być zgodne z wymaganiami podanymi w szczegółowej specyfikacji technicznej na wykonanie zabezpieczeń antykorozyjnych.

7 OCHRONA ZDROWIA I ŚRODOWISKA

7.1 Wprowadzenie

Przygotowanie powierzchni oraz proces nakładania powłok malarskich czy metalowych należą do prac szczególnie niebezpiecznych. Wykonawcy zabezpieczeń antykorozyjnych narażeni są na oddziaływanie hałasu, pyłów czy toksycznych składników farb. Wytwarzane w trakcie procesu odpady jak i emisja oparów mogą zanieczyszczać środowisko i w znacznym stopniu wpływać na degradację atmosfery, wód powierzchniowych i gleby. Jednak nawet najbardziej niebezpieczne materiały mogą być stosowane bez najmniejszego zagrożenia dla zdrowia i środowiska, jeżeli podjęto odpowiednie środki ostrożności. Zdarzające się katastrofy i wypadki wynikają na ogół z ignorowania niebezpieczeństwa i nieprzestrzegania odnośnych ustaw i rozporządzeń.

W trakcie przygotowania powierzchni pod wymalowania występują następujące zagrożenia zdrowia:

- zapylenie,
- hałas,
- wysokie ciśnienie sprężonego powietrza i duża prędkość ścierniwa (przy czyszczeniu strumieniowo – ściernym) lub wody (przy czyszczeniu wodą pod wysokim ciśnieniem)

Zagrożeniem dla czystości środowiska, oprócz zapylenia jest zanieczyszczenie gleby lub wody użytym ścierniwem łącznie z usuwaną powłoką, która niejednokrotnie zawiera toksyczne związki metali.

W trakcie aplikacji i schnięcia farb, główne zagrożenia stwarzają rozpuszczalniki i rozcieńczalniki oraz inne składniki farb. Niebezpieczeństwa to przede wszystkim:

- zagrożenie pożarem czy wybuchem;
- wysokie ciśnienie strugi farby przy natrysku bezpowietrznym;
- alergizujące, narkotyzujące i toksyczne działanie niektórych składników farb;
- emisja lotnych związków do atmosfery.

7.2 Zagrożenia występujące w trakcie przygotowania powierzchni pod powłoki

7.2.1 Zapylenie

W trakcie oczyszczania powierzchni usuwa się z niej rdzę, zgorzelinę, zanieczyszczenia a w przypadku renowacji pokryć – również starą powłokę malarską, która może zawierać substancje toksyczne jak np. związki ołowiu czy chromu^{VI} stanowiące pigmenty powłok antykorozyjnych. Stopień zapylenia jak również rozdrobnienia usuwanych substancji zależy od metody czyszczenia. Największa ilość pyłów jest wytwarzana przy metodach strumieniowościernych, wykorzystujących suche ścierniwo. Zapylenie wynika nie tylko z usuwanych zanieczyszczeń ale również z procesu rozdrabniania ścierniwa.

Cząstki pyłu są różnej wielkości, największe o rozmiarach powyżej 10 μm , są dobrze widoczne i najmniej szkodliwe dla zdrowia. To one osadzają się na poziomych fragmentach konstrukcji, tworząc zapylenie konieczne do usunięcia przed nakładaniem powłok. Cząstki o średnicy aerodynamicznej ziaren poniżej 10 μm (tzw. PM 10) nie są widoczne, tworzą zawiesinę z powietrzem i przez długi czas są obecne w atmosferze, stąd drogami oddechowymi dostają się do pęcherzyków płucnych (frakcja respirabilna). Najbardziej niebezpieczne są cząstki o wielkości poniżej 5 μm pochodzą ze ścierniw zawierających wolną (krystaliczną) krzemionkę.

Choroby zawodowe wywołane działaniem pyłów to: pylice płuc, przewlekłe choroby oskrzeli, przewlekłe nieżyty błon śluzowych nosa, gardła, krtani i tchawicy, nowotwory złośliwe układu oddechowego.

7.2.2 Hałas

Hałasem są nazywane niepożądane dźwięki o częstotliwości od 16 Hz. do 16000 Hz, których działanie może być szkodliwe dla człowieka. Szkodliwość hałasu zależy od jego natężenia, widma częstotliwości, charakteru zmian w czasie, zawartości składowych niesłyszalnych (infradźwięków i ultradźwięków) oraz długości działania.

Poziom hałasu określany jest zrównoważonym poziomem dźwięku A w decybelach (dB).

Hałas w środowisku pracy charakteryzuje:

- poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godzinnego dnia pracy i odpowiadająca mu ekspozycja dzienna lub poziom ekspozycji na hałas odniesiony do tygodnia pracy i odpowiadająca mu ekspozycja tygodniowa;
- maksymalny poziom dźwięku A;
- szczytowy poziom dźwięku C.

Największy hałas wytwarzany jest w trakcie czyszczenia powierzchni i to zarówno za pomocą urządzeń o napędzie mechanicznym (młotki pneumatyczne, igłowe, szlifierki z tarczami elektrokorundowymi itp.) jak i przy metodzie strumieniowo-ścierniej. Poziom hałasu wytworzonego przez kompresory i cząstki ścierniwa może dochodzić do 120 dB.

Bezpośredni wpływ hałasu na pracowników jest niekorzystny dla narządu słuchu, układu nerwowego, krążenia oraz innych układów wewnętrznych. Ciągły hałas o poziomie natężenia dźwięku 45-70 dB powoduje uczucie zmęczenia, obniżenie czułości wzroku, zwiększenie częstości występowania bólów głowy. Hałas powyżej 80 dB powoduje uszkodzenia narządowe-trwałe obniżenie ostrości słuchu lub chwilową głuchotę.

Dopuszczalny poziom hałasu w środowisku określa się wartością zrównoważonego poziomu dźwięku A w dB dla przedziału czasu odniesienia, zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska [117].

7.2.3 Wsokie ciśnienie i duża prędkość cząstek

Ścierniwo wylatujące z dyszy ma prędkość 300-700 km/h. Uderzenie cząstek o takiej prędkości może uszkodzić ciało. Podobną energię posiada strumień cząstek wody w wypadku czyszczenia wodą pod wysokim (70–170 MPa) czy bardzo wysokim ciśnieniu (powyżej 170 MPa).

We wszystkich tych przypadkach wymagana jest duża odpowiedzialność operatora, zarówno w stosunku do własnej osoby, jak i innych pracowników biorących udział w procesie zabezpieczania powłokowego konstrukcji.

7.3 Zagrożenia występujące w trakcie aplikacji powłok

7.3.1 Zagrożenia pożarem lub wybuchem

Większość materiałów malarskich jest niebezpieczna pożarowo, a opary zawartych w nich rozpuszczalników, w określonych granicach stężeń w powietrzu, wybuchają, czyli ulegają gwałtownemu spaleni połączoneму ze wzrostem ciśnienia. Właściwości palne i wybuchowe farb charakteryzowane są następującymi parametrami:

- temperaturą zapłonu,
- granicami wybuchowości,
- dolną granicą wybuchowości (dgw),
- górną granicą wybuchowości (ggw),
- temperaturą samozapłonu.

Niebezpieczeństwo wybuchu istnieje wówczas, kiedy równocześnie zostają spełnione następujące warunki:

- stężenie substancji palnej jest pomiędzy dolną a górną granicą wybuchowości,
- występuje czynnik inicjujący - źródło ognia (bezpośredni płomień, iskra elektryczna, iskra z wyładowania elektryczności statycznej),
- temperatura otoczenia przekracza temperaturę zapłonu substancji palnej.

7.3.2 Szkodliwe działania niektórych składników farby i metali stosowanych do ochrony antykorozyjnej

Przy pracach malarskich toksyczne składniki farby-lotne i stałe wnikają do organizmu głównie przez drogi oddechowe, a niektóre także przez skórę. Reakcja organizmu zależy od właściwości fizykochemicznych tych związków, dróg wchłaniania, wielkości dawki czasu oddziaływania a także osobniczych cech organizmu.

Pary lotnych rozpuszczalników i rozcieńczalników wywierają działanie drażniące skórę, błony śluzowe oczu i dróg oddechowych, mniej lub bardziej ostre działanie narkotyczne na ośrodkowy układ nerwowy oraz uszkadzają krew i narządy krwiotwórcze.

Substancja stała przedostają się do organizmu za pośrednictwem dróg oddechowych, głównie w postaci aerozoli wytworzonych w procesie malowania natryskiem, względnie przez skórę, w wyniku nieskutecznej ochrony osobistej.

Trucizny metaliczne kumulują się w organizmie w różnym stopniu, zależnym od rodzaju związku i wywołują charakterystyczne zmiany chorobowe (np. ołowicę, gorączkę cynkową).

Niektóre składniki farb, w tym również rozpuszczalniki, mogą powodować uczulenia. Do szczególnie uczulających należą:

- aminy, zwłaszcza aromatyczne, stanowiące utwardzacze do farb epoksydowych,
- niskocząsteczkowe żywice epoksydowe,
- izocyjaniany, stanowiące utwardzacze farb poliuretanowych,
- bitumy i asfalty (szczególnie w odniesieniu do pracowników o jasnych karnacjach),
- związki chromu i kobaltu.

Do toksycznych pigmentów, eliminowanych z wyrobów malarskich należą: minia ołowiowa i chromiany. Chrom^{VI} został uznany za czynnik nowotworczy.

Profilaktyka w dziedzinie emisji toksycznych składników do środowiska pracy, polega na założeniu, że dla każdej substancji istnieje takie stężenie, przy którym i poniżej którego nie wywołuje ona żadnych szkodliwych zmian w stanie zdrowia pracownika.

Środowisko pracy charakteryzowane jest trzema kategoriami dopuszczalnych stężeń:

- najwyższe dopuszczalne stężenie – NDS,
- najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe – NDSC_h,
- najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe – NDSP.

7.3.3 Wysokie ciśnienie strugi farby przy malowaniu natryskiem bezpowietrznym

Wielkie konstrukcje wymagają odpowiednich technik aplikacji farb, zapewniających dużą wydajność, stąd powszechnie stosowany jest natrysk hydrodynamiczny (bezpowietrzny). W metodzie tej struga farby wychodzi z dyszy pistoletu pod bardzo wysokim ciśnieniem. Wartość jego zależy od iloczynu wielkości ciśnienia sprężonego powietrza na wejściu do agregatu i przełożenia pompy. Na przykład. ciśnienie powietrza – 6 barów, przełożenie – 1:66, ciśnienie strugi farby u wylotu pompy agregatu – 396 barów (39,6 MPa). Skierowanie takiej strugi na człowieka grozi poważnym uszkodzeniem ciała, bądź nawet trwałym kalectwem.

Poziom hałasu wytwarzany przez agregaty do natrysku nie przekracza 80 dB (A) mieści się w obowiązujących normach.

Wszystkie Dyrektywy Europejskie z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy zostały w Polsce wprowadzone do odnośnych ustaw i rozporządzeń. Najważniejsze akty prawne, których wymagania muszą być przestrzegane przez wszystkich uczestników procesu zabezpieczania powłokowego zostały wymienione w rozdziale 14 [100-110].

7.4 Bezpieczna praca. Procedury postępowania

7.4.1 Czynności wstępne

Przed przystąpieniem do prac zabezpieczeń antykorozyjnych należy:

- sprawdzić wszystkie środki dostępu (rusztowania, wózki, drabiny itp.); pracownicy biorący udział w procesie muszą znać maksymalne dopuszczalne obciążenie i nigdy ich nie przekraczać,
- sprawdzić, czy wszystkie stanowiska pracy spełniają wymagania szczegółowo podane w rozporządzeniu [104],
- sprawdzić, czy wszystkie wyroby posiadają, zgodnie z wymaganiami ustawy [101] karty charakterystyki substancji niebezpiecznej, dotyczy to również środków odtłuszczających i rozpuszczalników,
- zapoznać pracowników ze szczegółami procesu technologicznego,
- sprawdzić w kartach charakterystyki substancji niebezpiecznych, czy są wymagane specyficzne środki ochrony i zapoznać pracowników z zagrożeniem pożarowym i wybuchowym materiałów,
- w wypadku prac na gotowym obiekcie, wykonać odpowiednie osłony i zabezpieczenia zapobiegające zanieczyszczeniu gleby i wód.

7.4.2 Bezpieczne czyszczenie powierzchni

Przed przystąpieniem do czyszczenia powierzchni należy:

- sprawdzić, czy operatorzy sprzętu posiadają odpowiednie uprawnienia,
- skontrolować, czy pracownicy posiadają odpowiednie ubranie ochronne przed uderzeniem cząstek ścierniwa,
- przetestować węże doprowadzające powietrze i ścierniwo wraz ze złączkami ciśnieniem wyższym niż robocze,
- sprawdzić zawory bezpieczeństwa, czujniki blokujące i zabezpieczenia przeciwdziałające uszkodzeniom ciała,
- sprawdzić, czy obróbka strumieniowo-ścierna nie zagraża innym pracownikom lub urządzeniom,

- w sytuacji, gdy pracownik obsługujący dyszę nie widzi operatora oczyszczarki, ustalić sposób komunikacji między nimi,
- sprawdzić, czy powietrze doprowadzane do hełmów jest odpowiedniej czystości i czy jest podłączona sygnalizacja wzrostu temperatury i obecności tlenu węgla,
- sprawdzić, czy wentylacja zapewni wystarczająco niski poziom zapylenia, jeżeli elementy konstrukcji są czyszczone w warsztatach, w pomieszczeniach nie będących typowymi komorami śrutowniczymi.

Dopuszczalne stężenie przykładowych pyłów wg rozporządzenia [108] są następujące:

- 1) NDS pyłów zawierających wolną krzemionkę, powyżej 50%
 - a) pył całkowity – 2,0 mg/m³,
 - b) pył respirabilny – 0,3 mg/m³,
- 2) NDS pyłów zawierających wolną krzemionkę od 2% do 50%:
 - a) pył całkowity – 4,0 mg/m³,
 - b) pył respirabilny – 1,0 mg/m³,
- 3) NDS innych nietrujących pyłów przemysłowych, zawierających wolną krzemionkę poniżej 2%:

pył całkowity – 10 mg/m³.

Dopuszczalne ze względu na ochronę słuchu wartości hałasu nie mogą przekraczać:

- 85 dB – poziom ekspozycji na hałas odniesiony do 8-godz. dnia pracy,
- 85 dB – poziom ekspozycji na hałas odniesiony do tygodnia pracy,
- 115 dB – maksymalny poziom dźwięku A,
- 135 dB – maksymalny poziom dźwięku C.

7.4.3 Bezpieczne nakładanie powłok malarskich i powłok metalowych natryskiwanymi cieplnie

W zależności od miejsca prowadzenia prac nakładania powłok występują różne wymagania bezpieczeństwa prowadzenia prac.

- jeżeli proces prowadzony jest nie w malarni, lecz w pomieszczeniu z wentylacją należy sprawdzić czy odciągi wywiewne są w stanie zapewnić bezpieczne stężenie oparów rozpuszczalnika w powietrzu, które przyjmuje się na poziomie 10% dolnej granicy wybuchowości. To samo dotyczy wentylacji przestrzeni zamkniętych (np. konstrukcji skrzynkowych). Opary rozpuszczalników są cięższe od powietrza stąd

- gromadzą się w najniższych partiach; wyciągane powietrze musi być uzupełniane świeżym;
- przed przystąpieniem do nakładania farb należy zlokalizować i usunąć możliwe źródła ognia (spawanie, szlifowanie, grzejniki, urządzenia elektryczne nie będące w wersji przeciwybuchowej);
 - w wypadku pracy na gotowych obiektach należy sprawdzić czy powierzchnie przeznaczone do malowania nie są nadmiernie podgrzane (np. promieniami słońca). Farby nie powinno nakładać się na powierzchnie, których temperatura przekracza 40°C;
 - sprawdzić sprzęt do aplikacji, węże powietrzne i złączki przetestować ciśnieniem wyższym od roboczego;
 - ściśle przestrzegać wszystkich zapisów rozporządzenia [104].

7.5 Zanieczyszczenia środowiska występujące w trakcie robót antykorozyjnych

Podstawowe zagrożenia dla środowiska to:

- nadmierny hałas przy czyszczeniu strumieniowo-ściernym,
- zanieczyszczenia gleby lub wody użytym ścierniwem, łącznie z usuwaną powłoką,
- emisja lotnych związków do atmosfery w trakcie nakładania i schnięcia powłok.

Dopuszczalny poziom hałasu podano w p. 7.4.2.

Zużyte do czyszczenia ścierniwo stanowi odpad. W Katalogu odpadów [116] podzielono odpady, w zależności od źródła ich powstawania na 20 grup. Listę odpadów niebezpiecznych oznakowano indeksem górnym w postaci „*” przy kodzie rodzajów odpadów.

Jako odpady niebezpieczne w grupie odpadów z produkcji, przygotowania, obrotu i stosowania oraz usuwania farb i lakierów (0801) uznano:

- 0801 11* odpady farb i lakierów zawierające rozpuszczalniki organiczne lub inne substancje niebezpieczne,
- 0801 13* szlamy z usuwania farb i lakierów zawierające rozpuszczalniki organiczne lub inne substancje niebezpieczne,
- 0801 15* szlamy wodne zawierające farby i lakiery zawierające rozpuszczalniki organiczne lub inne substancje niebezpieczne,
- 0801 17* odpady usuwania farb i lakierów zawierające rozpuszczalniki organiczne lub inne substancje niebezpieczne,
- 0801 21* zmywacze farb i lakierów.

W grupie 1203 Odpady z odfuszczenia wodą i parą:

- 1203 01* wodne ciecze myjące,
- 1203 02* odpady z odfuszczenia parą.

Odpady inne niż niebezpieczne katalog wymienia m.in.

- w grupie 1201 odpady z kształtowania oraz fizycznej i mechanicznej obróbki powierzchni metali i tworzyw:
 - 1201 02 cząstki i pyły żelaza i jego wyrobów,
 - 1201 04 cząstki i pyły metali nieżelaznych.

7.6 Aspekty ekologiczne związane z zabezpieczeniem powłokami malarskimi

Jednym z podstawowych aspektów ekologicznych, związanych z zabezpieczeniami antykorozyjnymi jest wykorzystanie farb przyjaznych środowisku. Ograniczenia, jakie nakłada Dyrekcja VOC (99/13/EC) na producentów farb skutkują przewartościowaniem asortymentu farb i zwiększeniem produkcji wyrobów bezrozpuszczalnikowych, wyrobów o zwiększonej zawartości substancji nietlonych (tzw. high solids) oraz wyrobów wodnych. Również czynniki rynkowe stale wpływają na obniżenie poziomu VOC w farbach, jak np. eko- znaki Unii Europejskiej w odniesieniu do farb wewnętrznych. Regulacja VOC wpływa na optymalizowanie receptur farb tak aby wpływ negatywny na środowisko był jak najmniejszy – podczas produkcji, przechowywania, przygotowania do nakładania, nakładania oraz degradacji i usuwania odpadów. Przykładowo stopniowo eliminuje się z farb dużą zawartość rozpuszczalników aromatycznych i polimerów trudnych do utylizacji ze względu na znaczną zawartość chloru (np. wyroby poliwinylowe i chlorokauczukowe).

Pożądaną pozostałe działania w trakcie produkcji farb:

- ograniczenie emisji rozpuszczalników podczas produkcji surowców do farb i samych wyrobów,
- ograniczenie ścieków,
- ograniczenie zużycia prądu i wody,
- obniżenie poziomu hałasu – zewnętrznego i wewnętrznego,
- recykulacja surowców i produktów.

Następnym aspektem ekologicznym jest przyjazne środowisku wykonawstwo. Jego najistotniejsze ogniwa to:

- wykwalifikowany personel,

- sprawny i na wysokim poziomie technicznym sprzęt i uzbrojenie stanowisk pracy o dopuszczalnym poziomie hałasu,
- stosowanie osłon na wszystkich konstrukcjach przeznaczonych do czyszczenia strumieniowo – ściernego łącznie z korytami i rynnami umożliwiającymi zebranie zużytego ścierniwa,
- składowanie lub utylizacja zużytego ścierniwa zgodnie z obowiązującymi w kraju przepisami,
- wszędzie, gdzie jest to możliwe przenoszenie procesu przygotowania powierzchni do malowania na etap prefabrykacji, do warsztatów i wytwórni konstrukcji. Pozwala to na czyszczenie strumieniowo – ściernie w komorach z recyrkulacją ścierniwa i odpowiednią wentylacją,
- wdrożenie w większym stopniu procesów ograniczających pylenie jak stosowanie oczyszczarek bezpyłowych z zamkniętym wewnętrznym obiegiem ścierniwa, stosowanie metody hydrościerniej lub czyszczenie wodą pod wysokim ciśnieniem,
- stosowanie farb przyjaznych środowisku, nie zawierających toksycznych pigmentów o obniżonej maksymalnej zawartości („VOC”) lotnych substancji organicznych,
- stosowanie do mycia narzędzi rozpuszczalników o małej lotności i wysokiej wartości NDS,
- prowadzenie stałego nadzoru jakości prac, które mogą zagrażać środowisku, przez inspektora.

8 GWARANCJE

8.1 Warunki gwarancji

Inwestor w umowie z wykonawcą zabezpieczeń antykorozyjnych powinien precyzyjnie określić kryterium, według którego będzie egzekwowane wykonanie poprawek.

W przypadku nowych powłok antykorozyjnych zalecane jest przyjęcie następujących warunków:

- 1) sprawdzenie stanu powłoki w ramach przeglądu gwarancyjnego nastąpi 5 lat po dacie odbioru końcowego, jeśli warunki kontraktu nie mówią inaczej;
- 2) ocena stanu powłoki dokonana zostanie według Raportu z Inspekcji Powłok (Załącznik 7); w raporcie tym oceniany jest:
 - a) stan powłok wg wzorców zawartych w normach [43-47],
 - b) przyczepność powłok metodą nacięć według PN-EN ISO 2409:1999[80] lub ASTM:D 3359-97 [89] i metodą odrywania według PN-EN ISO 4624:2004 [81] z podaniem przyrządu, którym będzie wykonywane badanie,
- 3) do wykonywania poprawek kwalifikują się powłoki na tych elementach konstrukcji, na których:
 - a) występuje skorodowanie większe niż na wzorcu Ri1 (patrz tab. 12.1),
 - b) występuje kredowanie powyżej stopnia 2,
 - c) występuje jakiegokolwiek pęcherzenie, łuszczenie i pękanie powłok, wyłączając uszkodzenia mechaniczne spowodowane przez użytkowników dróg,
 - d) przyczepność do podłoża i przyczepność międzywarstwowa powłok powinna mieć stopień 1 według PN-EN ISO 2409:1999 [80] (dla powłok z farb tiksotropowych 2) lub powyżej 3A według ASTM:D 3359-97 [89] i wartość powyżej 4 MPa według PN-EN ISO 4624:2004 [81].

Opis metod badań znajduje się w rozdziale 10.

W przypadku pojedynczych lokalnych uszkodzeń (do 0,05% powierzchni elementu) dopuszcza się wykonywanie napraw zgodnie z PN-ISO 8501-2:2002 [2].

8.2 Wymalowania referencyjne

Powierzchnie referencyjne służą do:

- a) ustalenia akceptowalnego standardu wykonania robót,
- b) sprawdzenia czy dane podane przez producentów są zgodne z kartą wyrobu i z zalecanymi technologiami,
- c) określenia zachowania systemów lakierowych w wymaganym czasie.

Zasady wyznaczania i oceny powierzchni referencyjnych można oprzeć na normie PN-EN ISO 12944-7:2001 [40] Załącznik A podany jako tablica 8.1 i PN-EN ISO 12944-8:2001 [41] Załącznik B przystosowany do Zaleceń jako Załącznik 7C.

Inspektor nadzoru inwestorskiego wyznacza powierzchnie referencyjne.

Roboty na powierzchniach referencyjnych wykonuje wykonawca w obecności Inspektora nadzoru, przedstawiciela dostawcy materiałów lub innych osób w zależności od umowy.

Zaleca się, aby powierzchnie referencyjne znajdowały się na każdym ważnym elemencie konstrukcji uwzględniając różnice zagrożeń korozyjnych na różnych elementach. Powinny one zawierać spoiny, połączenia, krawędzie i inne miejsca o dużym zagrożeniu korozyjnym.

Proponowaną liczbę i wielkość powierzchni referencyjnych w zależności od wielkości konstrukcji podano w tablicy 8.1.

Tablica 8.1 Liczba powierzchni referencyjnych [40].

Powierzchnia zabezpieczenia [m ²]	Proponowana liczba powierzchni referencyjnych	Proponowana całkowita powierzchnia powierzchni referencyjnych [m ²]
< 2 000	3	12
2 000 – 5 000	5	25
5 001 – 10 000	7	50
10 001 – 25 000	7	75
25 001 – 50 000	9	100
> 50 000	9 na każde 50 000 m ²	200 na każde 50 000 m ²

9 WYMAGANIA OGÓLNE WYKONYWANIA ROBÓT

9.1 Uwagi ogólne

Wymagania ogólne wykonywania powłokowych zabezpieczeń antykorozyjnych podane są w tablicy 9.1.

Tablica 9.1 Wymagania ogólne wykonywania powłokowych zabezpieczeń antykorozyjnych konstrukcji nowych lub poddanych renowacji całkowitej¹⁾.

1 Etap	2 Parametr	3 Wymaganie	4 Uwagi
Określenie warunków klimatycznych	Temperatura podłoża	Co najmniej 3°C wyższa od temperatury punktu rosy,	Od 15 września do 15 maja musi być zapewniona możliwość, wykonywania prac z klimatyzacją.
	Temp. otoczenia i wilgotność względna	Zgodne z wymaganiami zawartymi w karcie produktu	
Kontrola ścierniwa		Zgodny z atestem jakości	Według [51-54] dla ścierniwi metalowych wg [62-70] dla ścierniwi niemetalowych.
Przygotowanie powierzchni (usuwanie wad powierzchni, mycie ³⁾ , czyszczenie)	Wady powierzchni	P3 konstrukcje nowe P2 konstr. remontowane	Według [3] ²⁾ .
	Zatłuszczenia	Brak	
	Brud	Brak	
	Zanieczyszczenia jonowe	Poniziej 15 mS/m	Zdejmowanie zanieczyszczeń jonowych wg [10] z powierzchni 10x10 cm 100 ml wody i oznaczanych wg [14].
	Stopień czystości	Konstr.nowe Sa 2½;	Według [1].
		Konstr. remontowane: nie mniej niż Sa2, St3; PSt3, Wa1, SB2	Według [1,2,4,5].
	Chropowatość	Drobnoziarnisty lub R _{y5} zgodne z kartą produktu	Według [20,21].
	Stopień zapylenia	Nie wyższy niż 3	Według [8].
Zawilgocenie	brak	Według [9,13].	

Tablica 9.1 (ciąg dalszy)

1	2	3	4
Kontrola farb	Data ważności Szczelność opakowania	Stosować przed upływem terminu ważności podanym na etykiecie	
	Osad	Rozmieszywalny	Według [86].
	Zżelowanie	Brak	
	Zanieczyszczenia	Brak	
Kontrola warstw	Grubość warstwy	Zgodnie ze specyfikacją i tabl. 3.1 i 3.2 po przeliczeniu	Według [78] metoda 7B.
	Wyrobienie otworów, krawędzi, nitów, śrub	Naniesiona warstwa w odróżniającym się kolorze	
Kontrola powłok	Grubość	Zgodnie ze specyfikacją (i tabl. 3.1 i 3.2)	Według [79].
	Przyczepność ⁴⁾	Nie mniejsza niż 5 MPa i nie mniejsza niż 4A lub nie wyższy stopień niż 1	Według [81,80, 89].
	Klasa staranności	Klasa II na min. 70% powierzchni i klasa III na max. 30% dla całego systemu; dla powłok pośrednich brak wad niedopuszczalnych	Według procedury i wzorców zamieszczonych w rozdziale 10.
Sezonowanie powłok	Stopień utwardzenia	Zgodnie z kartą produktu	

¹⁾ Wymagania przy przemalowaniu powłok podano w rozdziale 12.
²⁾ Dopuszczalne wady wg PN-EN ISO 8501-3:2004[3] podano w tablicy 10.3.
³⁾ Detergent uzgodniony z inżynierem.
⁴⁾ Badanie przyczepności powinno być wykonywane na każdym nowym systemie po wysezonowaniu się powłok oraz na żądanie Inspektora Nadzoru lub w razie wątpliwości. Po badaniu przyczepności powłokę należy naprawić.

9.2 Przygotowanie powierzchni

Rdzę, zgorzeliny i stare powłoki malarskie powinny być usunięte metodą obróbki strumieniowo-ściernej na sucho lub na mokro.

Jeżeli chropowatość powierzchni pod usuwanymi starymi powłokami jest wystarczająco wysoka dla wymalowań renowacyjnych to dopuszcza się czyszczenie wodą pod wysokim ciśnieniem.

Jeśli malowanie gruntem nie zostanie rozpoczęte zaraz po przygotowaniu powierzchni, to przy wyższej wilgotności powietrza pojawi się rdza nalotowa. Wówczas przed malowaniem wymagane jest ponowne oczyszczenie powierzchni lub zastosowanie farb tolerujących powstały stopień rdzy nalotowej.

9.3 Kontrola farb

Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowych, zarówno nowo budowanych mostów jak i renowacji powłok mostów eksploatowanych, wykonawca powinien realizować materiałami mającymi odpowiednie dokumenty dopuszczające do obrotu i stosowania w budownictwie komunikacyjnym, zgodnie z Ustawą o wyrobach budowlanych [121]. Do wbudowania mogą być stosowane tylko materiały zaakceptowane przez Inwestora.

Przed przystąpieniem do wbudowania materiału, wykonawca zobowiązany jest do przedstawienia przy każdej dostawie deklarację zgodności materiału z Polską Normą lub aprobatą techniczną IBDiM lub europejską aprobatą techniczną.

Przed wbudowaniem materiału, wykonawca musi przedstawić nadzorowi karty techniczne poszczególnych materiałów.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakość wbudowania odpowiada wykonawca robót.

9.4 Powłoki malarskie – kontrola podczas malowania, sezonowanie

Rozpoczynając nanoszenie powłok, a także przy wszystkich zmianach sprzętu i materiałów należy na bieżąco kontrolować grubość nakładanej warstwy mierząc jej grubość na mokro grzebieniem malarskim zgodnie z PN-EN ISO 2808:2000 [78] metoda 7B i stąd obliczać grubość powłoki suchej według wzoru:

$$DFT = V_s \cdot WFT/100$$

w którym:

DFT – grubość powłoki suchej,

V_s – zawartość substancji nielotnych farbie w% objętościowych,

WFT – grubość warstwy.

Podczas schnięcia i utwardzania powłok należy zapewnić warunki otoczenia zgodnie z kartami technicznymi produktu.

Wykonywanie i kontrolę robót ułatwia przyjęcie różnych kolorów dla każdej powłoki.

Konieczne jest kontrolowanie tzw. wyrabiania, czyli pogrubienia powłoki wykonywanego po wyschnięciu naniesionej powłoki na krawędziach, obrzeżach otworów, szczelinach, spoinach, śrubach i nitach.

Do „wyrabiania” wskazane jest użycie farby w innym kolorze niż kolor danej powłoki.

Podczas wykonywania każdej kolejnej powłoki konieczne jest:

- 1) przestrzeganie czasu nałożenia kolejnej powłoki zgodnie z zaleceniami producenta farb,
- 2) sprawdzenie czy poprzednia powłoka w procesach międzyoperacyjnych nie uległa zabrudzeniu i ewentualne usunięcie zabrudzenia.

W przypadku, gdy kolejną powłokę wykonuje się po przerwie zimowej lub jakiegokolwiek dłuższej przerwie, należy zbadać poziom zanieczyszczeń jonowych. W przypadku przekroczenia dopuszczalnych stężeń należy powierzchnię konstrukcji umyć wodą pod ciśnieniem minimum 20 MPa.

Jeśli przerwa w nanoszeniu powłok była dłuższa niż zalecana w Karcie Technicznej danej farby lub dłuższa niż 1 miesiąc dla powłok epoksydowych (jeśli w aprobacie technicznej IBDiM jest określone inaczej), powierzchnię przed nakładaniem następnej warstwy należy uszorstnić poprzez omiecenie drobnym ścierniwem (frakcja 0,4 - 0,8 mm z przewagą frakcji drobnej; kąt czyszczenia nie większy jak 60°).

Nie dopuszcza się uaktywniania powierzchni substancjami chemicznymi zagrażającymi środowisku (np. rozpuszczalnikami zawierającymi węglowodory aromatyczne).

Parametry warunków otoczenia podczas malowania należy zapisywać w Protokole Pomiarów Klimatycznych (przykład Protokołu Pomiarów Klimatycznych podano w Załączniku nr 1). Kontrolę jakości farb, przygotowania powierzchni, właściwości otrzymanych powłok należy przeprowadzić zgodnie z Protokołem Kontroli Jakości Farb (Załącznik 2), Protokołem Kontroli Jakości Przygotowania Powierzchni i Nanoszenia Powłok (Załącznik 3), Protokołem Pomiaru Grubości Systemu Powłokowego (Załącznik 4), Protokołem Kontroli Jakości Całego Systemu Powłokowego (Załącznik 5).

9.5 Odbiory robót

Kontrola wykonywania robót przeprowadzana jest na bieżąco przez służby wykonawcy. Badania kontrolne wykonywane są przez Nadzór Inwestorski.

Odbiory robót powinny być dokonywane zgodnie z ustaleniami umowy (warunkami kontraktu) i potwierdzane w formie pisemnej na formularzach podanych w punkcie 9.4.

Odbiór robót ulegających zakryciu polega na końcowej ocenie jakości i ilości robót przed ich zakryciem. Odbioru tego dokonuje nadzór inwestorski, po zgłoszeniu przez wykonawcę robót i potwierdza w Dzienniku Budowy.

Odbiór częściowy polega na ocenie jakości, ilości wykonywanych robót objętych odbiorem częściowym.

Przedmiotem odbioru częściowego mogą być wyłącznie zakończone elementy obiektu (np. przęsło).

Odbiór końcowy polega na ostatecznej ocenie jakości i ilości wykonanych robót. Przedmiotem odbioru końcowego mogą być tylko całkowicie zakończone roboty na obiekcie.

Odbiór końcowy należy przeprowadzić zgodnie z Kartą Dokumentacji Powykonawczej (przykład Karty Dokumentacji Powykonawczej podano w Załączniku 6).

9.6 Zalecenia dotyczące utrzymania zabezpieczeń antykorozyjnych

Zalecenia dotyczące utrzymania zabezpieczeń antykorozyjnych na obiektach mostowych powinny stanowić część instrukcji eksploatacji.

W instrukcji trzeba dokładnie określić, z jakich materiałów jest wykonany istniejący system powłokowy, umieścić opisy technologiczne i zalecane częstotliwości prac konserwacyjnych:

- 1) dotyczące poziomowego mycia konstrukcji (zaleca się mycie po każdej zimie do uzyskania poziomu zanieczyszczeń jonowych 15 mS/m zdjętych z powierzchni 10x10 cm przy użyciu 100 ml wody);
- 2) dotyczące innych prac konserwacyjnych charakterystycznych dla danego obiektu (np. czyszczenie łożysk, smarowanie mechanizmów, czyszczenie pasów dolnych belek w kształcie „U” itp.).

10 BADANIA POWIERZCHNI I POWŁOK

10.1 Uwagi ogólne

W części tej omówiono badania oceniające stan powierzchni i powłok przy odbiorach robót i przeglądach.

Przykład Raportu z Inspekcji Powłok zawiera Załącznik 7.

W tablicy 10.1 są zestawione stosowane badania.

Tablica 10.1 Zestaw badań stanu powierzchni i powłok.

Oceniana cecha	Badania	Dokument odniesienia	Uwagi
1	2	3	4
Powierzchnia			
Stan powierzchni wyjściowej i po czyszczeniu	Ocena wizualna w porównaniu z wzorcami	PN-ISO 8501 – 1 [1]; PN ISO 8501-2 [2]; Pr EN ISO 8501-4 [4]; wzorce International „Slurry-blasting Standards” [5]	Normy odnoszą się do różnych metod czyszczenia powierzchni.
Wady powierzchni	Ocena wizualna w porównaniu z wzorcami	PN-ISO 8501-3 [3]	
Chropowatość	Ocena wizualna w porównaniu z wzorcami	PN-ISO 8503-2 [21]	Pomiar mniej dokładny.
	Pomiar parametru R_{ys} przyrządem stykowym	PN-ISO 8503-4 [23]	Pomiar dokładny.
Zatłuszczenia ¹⁾	Ocena ilościowa	ISO/DIS 8502-7 [12]	Metoda laboratoryjna, oznacza tylko niektóre tłuszcze.
	Ocena jakościowa	Opis w punkcie 10.5.2	

Tablica 10.1 (ciąg dalszy)

1		2	3	4
Zapylenie ¹⁾		Ocena w porównaniu z wzorcami	PN EN ISO 8502-3 [8]	
Zanieczyszczenia jonowe ¹⁾		Pomiar przewodnictwa jonowego	PN EN ISO 8502-9 [14]	Metoda ocenia zanieczyszczenia sumarycznie.
Powłoki				
Obecność w powłokach związków ołowiu i chromu ^{VI}				Badanie należy zlecić do specjalistycznego laboratorium.
Zniszczenia powłok: spęcherzenie, skorodowanie, spękanie, złuszczenie, skredowanie		Ocena wizualna w porównaniu z wzorcami	PN EN ISO 4628 [42-46]	
		Ocena po zdjęciu skredowania taśmą	PN-EN ISO 4628 [47]	
Kolor		Ocena wizualna w porównaniu z wzorcami	PN EN ISO 3668 [87]	
Staranność wykonania i wady niedopuszczalne		Ocena wizualna w porównaniu z wzorcami	Zgodne z punktem 10.10 i wzorcami na rys. 10.1-10.4 i tablicą 10.6	
Grubość warstw		Pomiar przyrządem grzebieniowym	PN EN ISO 2808 metoda 1 [78]	
Grubość powłok		Pomiar miernikiem elektromagnetycznym	PN EN ISO 2808 metoda 6 [78]	
Przyczepność	metoda odrywowa	Pomiar miernikiem hydraulicznym lub pneumatycznym	PN-EN ISO 4624 [81]	Badanie należy wykonać metodą odrywową i jedną z metod nacięciowych.
	metoda siatki nacięć	Ocena wizualna w porównaniu z wzorcami	PN EN ISO 2409 [80]	
	metoda krzyża		ASTM D 3359 [89]	
Twardość		Ocena wizualna po zarysowaniu ołówkiem o określonej twardości	PN-ISO 15184 [84]	Badanie sprawdzające deklaracje producenta.

¹⁾ Te cechy należy badać przy nanoszeniu każdej następnej powłoki.

10.2 Ocena stanu powierzchni przed czyszczeniem i stopnia czystości po czyszczeniu

Wizualnej ocenie przygotowania powierzchni podlega cała powierzchnia, ze szczególnym uwzględnieniem wszystkich złączy spawanych, krawędzi oraz innych miejsc wyszczególnionych w PN-ISO 8501-3:2004 [3].

Powierzchnię ocenia się porównując z wzorcami zawartymi w normie PN-ISO 8501 – 1:2002 i PN-ISO 8501-1/Ad1:1998/Apl:2002 [1] w wypadku obróbki strumieniowo ściernej na sucho z usunięciem całkowitym starych powłok (jeśli jest to renowacja) i PN ISO 8501-2:2002 [2] jeśli stare powłoki są usuwane miejscowo, porównując z wzorcami przygotowania powierzchni i rdzy nalotowej zawartymi we wzorcach International „Slurryblasting Standards” [5] dla obróbki strumieniowo-ściernej w osłonie wodnej i z wzorcami przygotowania powierzchni i rdzy nalotowej zawartymi w pr EN ISO 8501-4 [4] dla przygotowania powierzchni wodą pod wysokim ciśnieniem. Powierzchnię stali należy obejrzeć w rozproszonym świetle dziennym lub w sztucznym z żarówką o mocy co najmniej 100 W i porównać z fotografiami wzorców zamieszczonych w normach.

Wzorce należy umieścić obok ocenianej powierzchni. Jako wynik, dla danego elementu, należy przyjąć najgorszy stwierdzony stopień czystości powierzchni, najbliższy wyglądowi ocenianej powierzchni stalowej.

W tabelicy 10.2 zamieszczono opis stopni przygotowania powierzchni przy czyszczeniu wodą pod wysokim ciśnieniem wg prEN ISO 8501-4 [4].

Tablica 10.2 Opis stopni przygotowania powierzchni przy czyszczeniu wodą pod wysokim ciśnieniem wg prEN ISO 8501-4 [4] oraz hydrościeranie [5].

Stopień <i>1</i>	Opis <i>2</i>
Wa 1 – lekkie oczyszczenie wodą pod wysokim ciśnieniem	Powierzchnia oceniana okiem nieuzbrojonym musi być wolna od widzialnych olejów, luźnej rdzy i obcych substancji
Wa 2 – dokładne oczyszczenie wodą pod wysokim ciśnieniem	Powierzchnia oceniana okiem nieuzbrojonym musi być wolna od widzialnych olejów, smarów, brudu, większości rdzy, wcześniej nałożonych powłok malarskich i obcych substancji. Jakiegokolwiek szczątkowe zanieczyszczenia muszą być nierównomiernie rozłożone i charakteryzować się dobrą przyczepnością.
SB 2 - dokładne oczyszczenie metodą strumieniowo-ścierną na mokro	

Tablica 10.2 (ciąg dalszy)

1	2
Wa 2 1/2 – bardzo dokładne oczyszczenie wodą pod wysokim ciśnieniem	Powierzchnia oceniana okiem nieuzbrojonym musi być całkowicie wolna od widzialnej rdzy, olejów, smarów, brudu, wcześniej nałożonych powłok malarskich i obcych substancji z wykluczeniem ewentualnie drobnych śladów. Widoczne mogą być odbarwienia powierzchni w postaci lekkich plamek o dobrej przyczepności na tych fragmentach powierzchni gdzie wystąpiła korozja wżerowa
SB - 2 1/2 - bardzo dokładne oczyszczenie metodą strumieniowo-ścierną na mokro	
Wygląd rdzy nalotowej po czyszczeniu	
L – lekka	nie można usunąć przez lekkie pocieranie tkaniną
M – średnia	lekkie ślady na tkaninie
H – intensywna	znaczne ślady na tkaninie

10.3 Ocena wad powierzchni

Ocena wzrokowa stanu przygotowania spoin, ostrych krawędzi i innych obszarów z wadami powierzchni wg PN-ISO 8501-3:2004 [3].

W tablicy 10.3 podane są dopuszczalne wady powierzchni przygotowanej do malowania.

Tablica 10.3 Dopuszczalne wady powierzchni przygotowanej do malowania [3].

Rodzaj wady	Stopnie przygotowania powierzchni		
	P1	P2	P3
1	2	3	4
1 Spoiny			
1.1 Rozprysk spawalniczy	Otrzymana powierzchnia	Powierzchnia powinna być wolna od wszystkich luźnych rozprysków spawalniczych	Powierzchnia powinna być wolna od wszystkich rozprysków spawalniczych poza podtopieniami.
1.2 Łuska spoiny/zarys	Tak jak po spawaniu	Powierzchnia powinna być przygotowana do usunięcia nieregularnych i ostrobrzeżnych zarysów	Powierzchnia powinna być całkowicie przygotowana, tj. gładka.
1.3 Żużel spawalniczy	Powierzchnia powinna być wolna od żużla spawalniczego	Powierzchnia powinna być wolna od żużla spawalniczego	Powierzchnia powinna być wolna od żużla spawalniczego

Tablica 10.3 (ciąg dalszy)

1	2	3	4
1.4 Podtopienie	Otrzymana powierzchnia.	Powierzchnia powinna być wolna od ostrych podtopień.	Powierzchnia powinna być wolna od głębokich lub strzępiastych podtopień.
1.5 Porowatość spoiny	Tak jak po spawaniu.	Pory powierzchniowe powinny być dostatecznie otwarte na wnikanie farby, albo powinny być wyrównane.	Powierzchnia powinna być wolna od widocznych porów.
1.6 Zamknięte kratery	Zamknięte kratery tak jak otrzymano.	Zamknięte kratery powinny być wolne od ostrych krawędzi.	Powierzchnia powinna być wolna od widocznych zamkniętych kraterów.
2 Krawędzie			
2.1 Krawędzie walcowane	Powierzchnia jak po walcowaniu.	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, krawędź powinna być wolna od garbów.	Krawędzie powinny być możliwie gładkie.	Krawędzie powinny być zaokrąglone promieniem nie mniejszym niż 2 mm.
2.3 Cięcie termiczne	Powierzchnia powinna być wolna od żużla i luźno związanej 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.
3 Powierzchnie ogólne			
3.1 Wżery i kratery	Wżery i kratery powinny być dostatecznie otwarte na wnikanie farby.	Wżery i kratery powinny być dostatecznie otwarte na wnikanie farby.	Powierzchnia powinna być wolna od wżerów i kraterów.
3.2 Łuszczenie	Powierzchnia powinna być wolna od materiału odwarstwiającego się.	Powierzchnia powinna być wolna od widocznych łusek.	Powierzchnia powinna być wolna od widocznych łusek.
3.3 Nawis spoiny/rozwarstwiony nawis spoiny/rozwarstwienie	Powierzchnia powinna być wolna od materiału odwarstwiającego się.	Powierzchnia powinna być wolna od widocznych nawisów spoin/rozwarstwień.	Powierzchnia powinna być wolna od widocznych nawisów spoin/rozwarstwień.

Tablica 10.3 (ciąg dalszy)

1	2	3	4
3.4 Zawalcowane obce materiały	Powierzchnia powinna być wolna od zawalcowanych obcych materiałów.	Powierzchnia powinna być wolna od zawalcowanych obcych materiałów.	Powierzchnia powinna być wolna od zawalcowanych obcych materiałów.
3.5 Rowki i żłobki uformowane podczas mechanicznego działania	Jak zastano	Promień rowków i żłobków powinien być nie mniejszy niż 2 mm.	Powierzchnia powinna być wolna od rowków, a promień żłobków powinien być większy niż 4 mm.
3.6 Wgniecenia i odciski uszkodzeń powierzchni walców	Jak zastano	Wgniecenia i odciski uszkodzeń powierzchni walców powinny być gładkie.	Powierzchnia powinna być wolna od wgnieceń i odcisków uszkodzeń powierzchni walców.

10.4 Ocena profilu chropowatości powierzchni

Ocena przeprowadzona jest według PN-EN ISO 8503-2:1999 [21] lub PN EN ISO 8503-4:1999 [23]. Oceniany jest parametr R_{y5} określony w PN-EN ISO 8503-1:1999 [20].

W pierwszej metodzie porównuje się wzorce z badaną powierzchnią. Oceny dokonuje się wizualnie w rozproszonym świetle dziennym lub w sztucznym z żarówką o mocy co najmniej 100 W lub dotykowo przesuując po badanej powierzchni palcem.

Wybiera się wzorzec najbardziej zbliżony do badanej powierzchni. W zależności od kształtu ziaren użytego ścierniwa (kuliste lub ostrokrawędziowe) stosuje się odpowiedni wzorzec.

W tablicy 10.4 podano wartości parametru R_{y5} odpowiadające poszczególnym segmentom wzorca ISO.

Ocenę należy przeprowadzić przynajmniej w trzech miejscach badanej powierzchni.

Tablica 10.4 Wartości parametru R_{y5} odpowiadające poszczególnym segmentom wzorca ISO i klasyfikacja profilu powierzchni oczyszczonej strumieniowo-ściernie wg wzorców ISO [21].

Nr segmentu	Wzorzec G (ścierniwo ostrokrawędziowe)		Wzorzec S (ścierniwo kuliste)	
	R_{y5} μm	Tolerancja μm	R_{y5} μm	Tolerancja μm
1	25	3	25	3
2	60	10	40	5
3	100	15	70	15
4	150	20	100	10
Klasyfikacja profilu powierzchni		Ocena		
Drobnoziarnisty „fine“		Profil zgodny z segmentem nr 1 pomiędzy segmentami 1 i 2, lecz z wykluczeniem segmentu 2.		
Pośredni „medium“		Profil zgodny z segmentem nr 2 pomiędzy segmentami 2 i 3, lecz z wykluczeniem segmentu 3.		
Gruboziarnisty „coarse“		Profil zgodny z segmentem nr 3 pomiędzy segmentami 3 i 4, lecz z wykluczeniem segmentu 4.		

10.5 Ocena stanu zatłuszczenia powierzchni

10.5.1 Ocena ilościowa

Ocenę ilościową przeprowadza według się wg ISO/DIS 8502-7 [12] poprzez zdjęcie z powierzchni zatłuszczeń metodą Bresla [11] z użyciem cykloheksanu jako rozpuszczalnika, a następnie oznaczenie kolorymetryczne tłuszczów w reakcji z kwasem siarkowym i dwuchromianem potasu. Metoda ta jest metodą laboratoryjną. Nie wszystkie tłuszcze można zdjąć i oznaczyć tą metodą.

10.5.2 Ocena jakościowa

Do oceny jakościowej zaleca się stosować metodę fluorescencyjną dla wszystkich zatłuszczeń, które świecą w świetle UV. Metoda polega na oświetleniu badanej powierzchni światłem UV o długości fali w zakresie 380-430 nm. Badanie należy przeprowadzić w ciemności, większość zanieczyszczeń tłuszczowych świeci w ciemności pod wpływem oświetlenia światłem UV. Ocenę należy przeprowadzić przynajmniej w trzech miejscach badanej powierzchni. Dla zanieczyszczeń tłuszczowych, które nie świecą w świetle UV ocenę przeprowadza się wg normy PN-70/H-97052 [18]. Na badaną powierzchnię nakłada się 2-3 krople benzyny eks-

trakcyjnej. Po upływie 10 s na badane miejsce przykładą się krążek bibuły do sączenia, a na drugi krążek wzorcowy z tej samej bibuły daje się 2-3 krople tej samej benzyny. Po odparowaniu benzyny porównuje się krążki przy świetle dziennym.

Różnica wyglądu krążków (obecność lub brak plamy tłuszczowej) świadczy o zatłuszczeniu powierzchni. Ocenę należy przeprowadzić przynajmniej w trzech miejscach badanej powierzchni.

10.6 Ocena stanu zapylenia powierzchni

Ocenę przeprowadza się zgodnie z PN-EN ISO 8502-3:2000 [8]. Na badaną powierzchnię nakłada się pasek taśmy samoprzylepnej Celofix A o długości 15 cm i trzykrotnie przeciąga kciukiem przez całą długość taśmy. Taśmę po zdjęciu nakłada się na kontrastowe podłoże i porównuje z wzorcami podanymi w normie. Ocenę należy przeprowadzić przynajmniej w trzech miejscach badanej powierzchni.

10.7 Ocena zanieczyszczeń jonowych na powierzchni

10.7.1 Zdejmowanie zanieczyszczeń z powierzchni

Metodę zdejmowania zanieczyszczeń jonowych z powierzchni obiektu przed malowaniem opisano w normie PN-EN ISO 8502-5:2005 [10].

W miejscu pomiarowym nakleja się szablon o wymiarach 10 x 10 cm z papieru samoprzylepnego celem ograniczenia powierzchni pobrania próbki. Z tego obszaru zdejmuje się zanieczyszczenia za pomocą trzech tamponów z waty zamoczonych w wodzie destylowanej o maksymalnym przewodnictwie jonowym 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tampony moczy się w pojemniku ze 100 ml wody destylowanej. Po przetarciu ograniczonego szablonem obszaru trzema tamponami, umieszcza się je w suchym pojemniku. Po zakończeniu zdejmowania zanieczyszczeń ograniczony obszar wyciera się czwartym suchym tamponem i umieszcza go w tym samym pojemniku. Do pojemnika z tamponami wlewa się resztę niewykorzystanej wody destylowanej i intensywnie miesza.

Liczba punktów zdejmowania zanieczyszczeń podana jest w tablicy 10.5

Tablica 10.5 Liczba punktów zdejmowania zanieczyszczeń jonowych.

Wielkość powierzchni w m ²	Liczba punktów pomiarowych
do 100	5
101-1 000	10
1 001 – 5 000	20
powyżej 5 000	20 punktów na każde 5000 m ²

10.7.2 Oznaczanie zanieczyszczeń w zdjętej próbce

Oznaczenia wykonuje się zgodnie z PN-EN ISO 8502-9:2002[14]. Mierzy się konduktometrem z kompensacją temperatury przewodnictwo jonowe roztworu zdjętego z powierzchni. Od tak zmierzonego przewodnictwa odejmuje się przewodnictwo użytej do zdejmowania zanieczyszczeń wody destylowanej. Wynik w temperaturze 20 °C podaje się w mS/m.

10.8 Ocena rodzaju farby oraz zawartość związków ołowiu i chromu w powłokach przy pracach renowacyjnych

Każdy obiekt powinien mieć dokumentację zabezpieczeń antykorozyjnych, w której powinny być podane stosowane w zabezpieczeniach farby (producent, nazwa, szarża).

W przypadku, gdy na starych obiektach nie wiadomo, jaki typ farby był używany oraz czy zawiera on toksyczne związki ołowiu i chromu, można sprawdzić to metodami analitycznymi/lub metodami spektroskopowymi, które wykonują specjalistyczne jednostki badawcze, którym należy zlecić wykonanie tych badań.

10.9 Ocena zniszczenia powłok

Ocenę zniszczenia powłok wykonuje się na podstawie PN-EN ISO 4628 [42-49].

W kolejnych częściach tej normy pokazane są wzorce i sposób oceny takich uszkodzeń powłok jak spęcherzenie [43]), skorodowanie [44]), spękania [45], złuszczenia [46]), kredowanie [47,48]).

Ocenę przeprowadza się porównując powłoki z wzorcami z norm [44-46]. Oględzin powłoki dokonuje się okiem nieuzbrojonym z odległości 0,5 – 1,0 m.

Ocenę skredowania należy dokonywać zgodnie z normą [47] zdejmując skredowanie taśmą i porównując zanieczyszczenie taśmy ze wzorcami.

Szczególne uwagi należy zwrócić na powłoki na spawach, złączach, krawędziach, które na ogół najszybciej ulegają uszkodzeniu.

W ocenie wszystkich uszkodzeń należy zaznaczyć, której powłoki systemu powłokowego one dotyczą (np. łuszczenie się tylko powłoki ostatniej).

Powierzchnie zniszczeń liczy się jako powierzchnię prostokątów ograniczonych skrajnymi zniszczeniami korozyjnymi, odległość między którymi jest nie większa niż 1 m.

10.10 Ocena koloru powłoki

W ocenie koloru należy posługiwać się kartą kolorów RAL lub inną kartą kolorów i postępować zgodnie z PN-EN ISO 3668:2002 [87] porównując z wzorcami.

10.11 Ocena staranności wykonania powłok i ocena wad niedopuszczalnych

10.11.1 Ocena staranności wykonania powłok

Ocenę staranności wykonana powłoki wykonuje się w porównując ją ze wzorcami i ich opisem.

W celu zaklasyfikowania powłoki należy posługiwać się wzorcami obrazującymi klasy jakości powłok (rys. 10.1 - 10.4). Ustalono 4 klasy jakości powłok malarskich. Dopuszczalne w każdej klasie wady powłok, nie obniżające ich walorów eksploatacyjnych podane są w tablicy 10.6 „Klasy jakości powłok malarskich”.

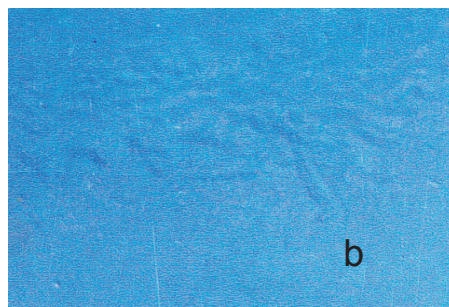
W ocenie staranności wykonania należy zwrócić uwagę na obecność i nasilenie następujących wad: zanieczyszczenia mechaniczne, zacieki, ukłucia igłą, kratery, zmarszczenia, spękania, skórka pomarańczowa.

Tablica 10.6 Klasy jakości powłok malarskich.

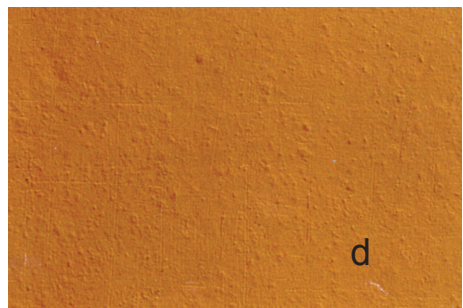
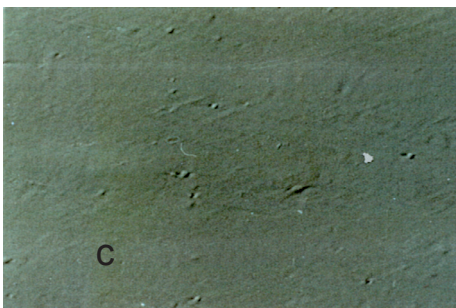
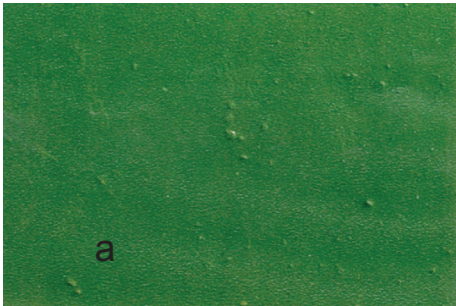
Wady powłoki	Klasa I	Klasa II	Klasa III	Klasa IV
1	2	3	4	5
Zmiana koloru i odcienia	Kolor i odcień zgodnie z kartą kolorów.	Kolor zgodny z kartą kolorów; nieznaczna zmiana odcienia na zaciekach.	Kolor zgodny z kartą kolorów; nieznaczne różnice w odcieniu.	Kolor zgodny z kartą kolorów; dopuszczalne różnice w odcieniu.
Zanieczyszczenia mechaniczne	Pojedyncze zanieczyszczenia mechaniczne o średnicy nie przekraczającej 0,5 mm, wzorzec I.	Pojedyncze zanieczyszczenia wmalowane w powłokę lub osadzone w warstwie nawierzchniowej, wzorzec IIa.	Zanieczyszczenia w formie pojedynczych zgrupowań, których powierzchnia nie przekracza 1 cm ² , wzorzec IIIa.	Znaczna ilość zanieczyszczeń w formie zgrupowań wmalowanych lub osadzonych w powłoce, wzorzec IVa.
Zacieki	Niedopuszczalne.	Nieznaczne zacieki uwidaczniające się jedynie zmianą odcienia powłoki, wzorzec IIb.	Zacieki małe, płaskie, niekończące się kroplami farby, wzorzec IIIb.	Dość znaczna ilość zacieków, kończących się płaskimi kroplami farby, wzorzec IVb.
Uklucia igłą, kratery	Niedopuszczalne.	Pojedyncze ukłucia igłą, wzorzec IIc.	Dość liczne ukłucia igłą, wzorzec IIIa; pojedyncze kratery w nawierzchniowych powłokach systemu, wzorzec IIIc.	Liczne ukłucia igłą i dość liczne kratery nieprzebijające powłoki do podłoża, wzorzec IVc.
Zmarszczenia, spęcherzenia, skórka pomarańczowa, spękania powierzchniowe	Niedopuszczalne.	Bardzo nieznaczne drobne zmarszczenia, wzorzec II d niedopuszczalne spękania, skórka pomarańczowa i spęcherzenia.	Drobne zmarszczenia, wzorzec IIIa; nieznaczna skórka pomarańczowa, wzorzec III d; niedopuszczalne spękania i spęcherzenia	Drobne spęcherzenia, wzorzec IVb; skórka pomarańczowa, zmarszczenia, spękania powierzchniowe, wzorzec IV d.



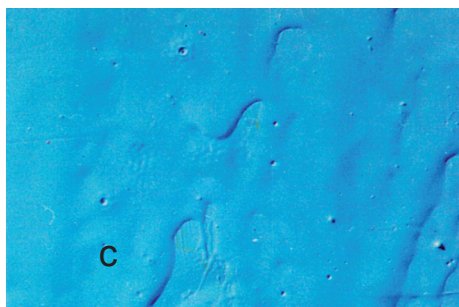
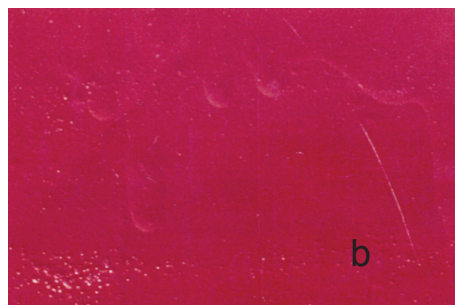
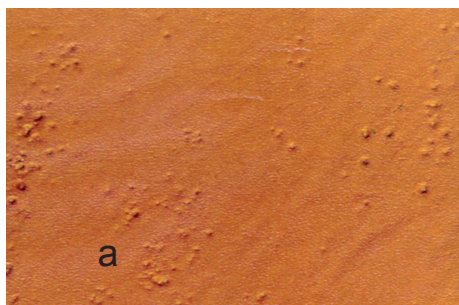
Rys. 10.1 Klasy jakości powłok,
wzorzec klasy I



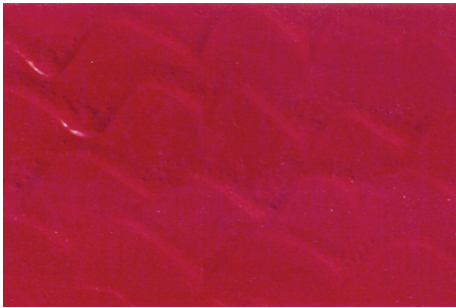
Rys. 10.2 Klasy jakości powłok,
wzorce klasy II.



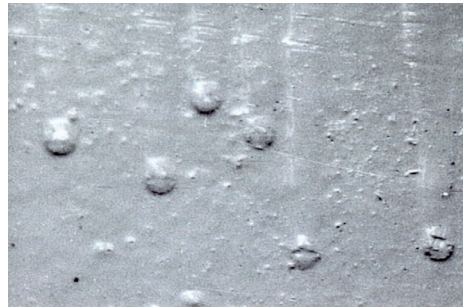
Rys. 10.3 Klasy jakości powłok,
wzorce klasy III.



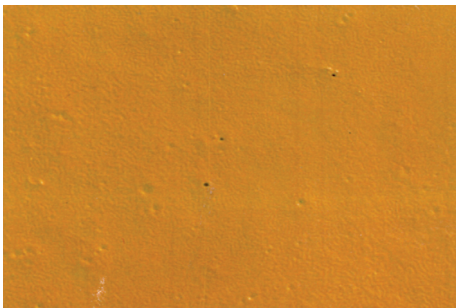
Rys. 10.4 Klasy jakości powłok,
wzorce klasy IV.



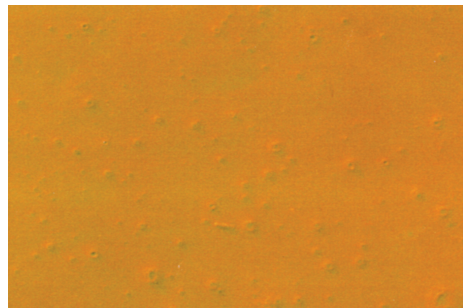
1) Grube zacieki w formie „firanek” z występującymi na nich pęcherzami.



2) Grube zacieki kończące się kroplami farby.



3) Skórka pomarańczowa i krater, wynikające z podnoszenia się powłoki.

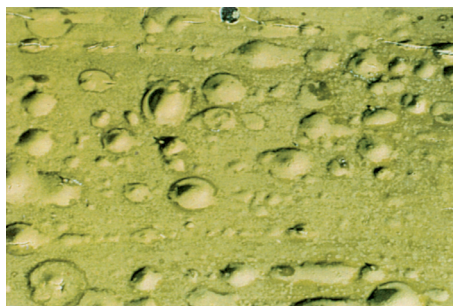


4) Krater, przebijające powłokę do podłoża.

Rys. 10.5 Niedopuszczalne wady powłok malarskich.



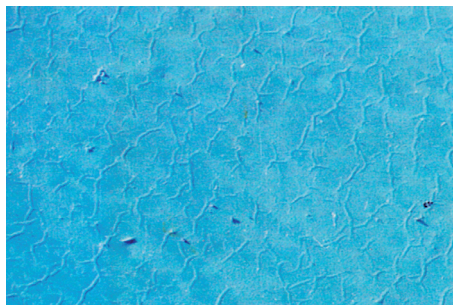
5) Duże spęcherzenia powłoki powierzchniowej.



6) Bardzo duże spęcherzenia całego zestawu.



7) Zmarszczenia, spękania wgłębne.



8) Spękania deseniowe.

Rys. 10.5 Niedopuszczalne wady powłok malarskich (ciąg dalszy).

10.11.2 Niedopuszczalne wady powłok malarskich

Za niedopuszczalne wady powłok malarskich uznaje się wady wynikające ze złej jakości farb lub zastosowania w systemie farb nie kompatybilnych ze sobą w wyniku czego występuje na ogół podnoszenie się pokrycia, spęczenie i zmarszczenie.

Do tej grupy wad zalicza się również wady powstałe wskutek bardzo niestannego prowadzenia prac malarskich.

Wzorce niedopuszczalnych wad pokazano na rysunku 10.5.

Za wady niedopuszczalne uznano:

- 1) grube zacieki w formie firanek z występującymi na nich spęcherzeniami powłoki,
- 2) grube zacieki kończące się kroplami farby,
- 3) skórka pomarańczowa i kraterzyki wynikające z podnoszenia się pokrycia,
- 4) kraterzyki przebijające powłokę do podłoża,
- 5) duże spęcherzenia powłoki nawierzchniowej,
- 6) bardzo duże spęcherzenia całego systemu,
- 7) zmarszczenia, spękania wgłębne,
- 8) spękania deseniowe całego systemu.

Wystąpienie choćby jednej w wymienionych wad dyskwalifikuje powłokę na danym miejscu obserwacyjnym.

Powłoki otrzymane z farb z wypełniaczami płatkowymi dają wrażenie optyczne niejednorodności barwy i połysku. Nie jest to wadą, ale nieodłączną cechą tych powłok.

10.11.3 Liczba miejsc obserwacji

Za miejsce obserwacji przyjmuje się obszar w kształcie kwadratu o boku 10 cm, dobrze widoczny z odległości 0,5 – 1,0 m.

W wypadku stwierdzenia wyraźnych różnic w jakości wymalowania w danym rejonie można go podzielić na części różniące się między sobą i każdą z nich traktować jako oddzielną część.

Przy dokonywaniu oceny powłoki należy posługiwać się liczbą miejsc obserwacji podaną w tablicy 10.7.

Miejsca obserwacji powinny być w równomierny sposób rozmieszczone na całej ocenianej powierzchni.

Tablica 10.7 Liczba miejsc obserwacji.

Powierzchnia w m ²	Liczba miejsc obserwacji
do 50	1-2
od 51 do 100	2-4
od 101 do 1000	5
na każde następne 1000	5

10.11.4 Wynik obserwacji

Wynik obserwacji podaje się w sposób następujący:

- liczba wszystkich miejsc obserwacji w cyfrach bezwzględnych obejmująca 100% ocenianej powierzchni,
- liczba miejsc zaliczonych do poszczególnych klas w cyfrach bezwzględnych,
- procentowe obliczanie udziału miejsc zaliczonych do poszczególnych klas w stosunku do wszystkich miejsc obserwacji.

10.12 Grubość powłok

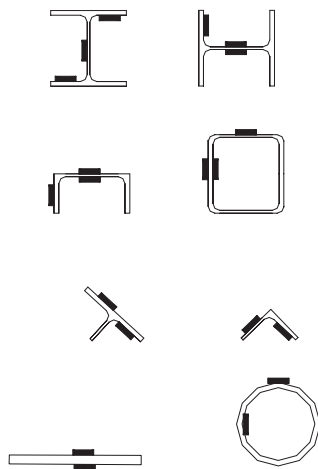
Pomiar należy przeprowadzić metodami zgodnymi z PN-EN ISO 2808:2000 [78]. Zaleca się metodę nieniszczącą (metoda 6).

Miejsca pomiarów dla różnych elementów pokazano na rys. 10.5.

Do pomiaru używa się miernika elektromagnetycznego najczęściej z czujnikiem integralnym lub na przewodzie. Do kalibracji miernika używa się wzorców o grubości zbliżonej do założonej grubości powłoki malarskiej.

Sposób kalibracji i wykonywania pomiarów powinien być zgodny z normą ISO 19840 [79].

Wyniki pomiarów przy prawidłowej grubości zestawu powinny spełniać wymóg, aby 90% wyników pomiarów wykazywało wartość nie niższą od wartości nominalnej, a najwyżej 10% pomiarów może mieć wartość co najmniej 0,9 wartości nominalnej.



Rys.10.6 Rozmieszczenie punktów pomiaru grubości.

Maksymalna grubość nie może być większa od dwukrotnej grubości nominalnej (z wyjątkiem powłok etylokrzemianowych lub powłok z farb, dla których w kartach technicznych jest określone inaczej) lecz nie większa niż 600 μm .

Ograniczenie to należy wziąć pod uwagę przy planowaniu renowacji powłok bez usuwania starych wymalowań. Liczba punktów pomiarowych w zależności od wielkości powierzchni powinna być taka, jak w tabelicy 10.8 [79].

Jako punkt pomiarowy przyjmowana jest średnia arytmetyczna z trzech pomiarów na powierzchni koła o średnicy 10 cm.

Tabela 10.8 Liczba punktów pomiarowych grubości [79].

Wielkość powierzchni w m^2	Liczba punktów pomiarowych
do 1	5
1-3	10
3-10	15
10-30	20
30-100	30
powyżej 100	10 na każde 100 m^2

10.13 Przyczepność powłok

10.13.1 Ocena przyczepności metodą siatki nacięć według PN-EN-ISO 2409:1999 [80]

Ocena przyczepności powłok tą metodą polega na porównaniu wyglądu nacięć z wzorcami podanymi w normie. Metodę tę można stosować dla powłok o grubości do 250 μm .

W przypadku powłok o grubości do 120 μm stosuje się nóż o odległościach między ostrzami 2 mm, a powłok od 120 – 250 μm o odległości 3 mm. Nacięcie do podłoża jest niezbędnym warunkiem właściwego wykonania pomiaru.

10.13.2 Ocena przyczepności metodą nacięcia krzyżowego wg ASTM D 3359-1997 [89]

Ocena przyczepności powłok tą metodą polega na porównaniu wyglądu nacięć z wzorcami podanymi w normie. Metodę tę można stosować dla powłok o każdej grubości, a w szczególności powłok grubych i twardych, których nie można naciąć do podłoża nożami Petersa według PN-EN ISO 2049:1999 [89].

Dokonuje się wówczas dwóch pojedynczych nacięć do podłoża o długości 40 mm przecinających się w połowie długości pod kątem 30 – 45°.

10.13.3 Ocena przyczepności metodą odrywową (pull-off) według PN-EN ISO 4624:2004 [81]

Metoda polega na odrywaniu od powierzchni naklejonych uprzednio znormalizowanych krążków stalowych i odczycie siły potrzebnej do ich oderwania.

Metodę tę można stosować do powłok o każdej grubości. Do badań należy stosować przyrządy o napędzie hydraulicznym i pneumatycznym.

W przypadku pomiaru metodą odrywową należy podać typ przyrządu używanego do pomiarów ponieważ wyniki różnią się w zależności od typu przyrządu.

Do oceny przyczepności powłok należy brać pod uwagę jedną z metod nacięciowych i metodę odrywową razem ponieważ obie te metody mierzą inne właściwości powłok – metoda nacięć mierzy naprężenia ścinające, a metoda odrywowa naprężenia rozciągające.

Po dokonaniu pomiaru każdą z wymienionych metod należy uzupełnić zniszczoną powłokę malarską tym samym systemem malarskim, który stosowano uprzednio przy malowaniu.

Liczba punktów pomiarowych jest podana w tablicy 10.9.

Tablica 10.9 Liczba punktów pomiarowych przyczepności.

Wielkość powierzchni w m ²	Liczba punktów pomiarowych
do 100	3
101-1000	5
1001-10000	6
powyżej 10000	6 na każde 10000 m ²

10.14 Twardość powłok

Twardość powłok należy określać metodą ołówkową według PN-ISO 15184:2001 [84].

11 ZABEZPIECZENIE ANTYKOROZYJNE NOWYCH KONSTRUKCJI MOSTOWYCH

11.1 Zalecenia ogólne

Podczas wykonywania nowych konstrukcji zalecane jest, by możliwie najczęściej prac zabezpieczających wykonać w wytwórni.

Zalety malowania w wytwórni są następujące:

- 1) przygotowanie powierzchni i malowanie w warunkach kontrolowanych,
- 2) niższe koszty (mniejsze straty farb na przetrzyski, lepsza kontrola grubości, brak ograniczeń atmosferycznych, wyspecjalizowana kadra, lepsze warunki sezonowania i schnięcia itd.),
- 3) mniejsze zanieczyszczenie środowiska (nie zanieczyszcza się środowiska obróbką strumieniowo-ścierną na otwartym powietrzu, nie ma odpadów farb w terenie).

Wadą tego rozwiązania jest możliwość uszkodzenia powłok podczas transportu i montażu, a w następstwie tego domalowywania na placu budowy i w konsekwencji pewna nieciągłość powłok mogąca mieć negatywny wpływ na trwałość zabezpieczeń.

Zabrania się transportu zabezpieczonych elementów konstrukcji mostowych przed całkowitym utwardzeniem powłok. Grozi to uszkodzeniami mechanicznymi, nieodwracalnym wbudowaniem się brudu w strukturę powłoki, a dla niektórych typów powłok nieodwracalnym zahamowaniem procesu utwardzenia.

11.2 Technologia wykonywania zabezpieczenia nowych konstrukcji mostowych

W tablicy 11.1 podano technologię wykonywania zabezpieczeń nowych konstrukcji mostowych.

Tablica 11.1 Technologia wykonywania zabezpieczeń antykorozyjnych nowych konstrukcji mostowych.

Etap	Opis	Wymagania
Przygotowanie powierzchni ¹⁾	Blachy i kształtowniki poddane zautomatyzowanej obróbce śrutowaniem ²⁾ przed dalszymi operacjami lub śrutowany element gotowy.	Zabezpieczenie gruntem ochrony czasowej ³⁾ oczyszczonych blach przed dalszymi operacjami ⁴⁾ . Miejsca, w których grunt zostanie uszkodzony należy oczyścić przed nakładaniem powłok.
Nakładanie powłok	Naniesienie wszystkich powłok systemu lub naniesienie powłok bez nawierzchniowej	Ustabilizowana temperatura w przedziale 10 – 30 °C, temp. podłoża co najmniej o 3°C wyższa od temp. punktu rosy. Wilgotność zgodna z wymaganiami karty produktu. W miejscach połączeń spawanych podczas montażu zostawiony pas 50 mm zabezpieczony gruntem ochrony czasowej nie przeszkadzającym w spawaniu lub zaklejony taśmą natychmiast po oczyszczeniu.
Sezonowanie powłok		Przestrzeganie czasu do nakładania następnej powłoki. Wystawianie na działanie czynników atmosferycznych i transport po pełnym utwardzeniu powłok
Poprawki na budowie	Zabezpieczanie złącz i uszkodzeń	Złącza, uszkodzenia, niedomalowania uzupełnić tym samym co w wytwórni lub zgodnym ze specyfikacją, systemem powłokowym. Warunki nakładania, i sezonowanie zgodne z wymaganiami producenta.
Nakładanie powłoki nawierzchniowej na budowie ⁵⁾	Całą powierzchnię umyć wodą, (ciepłą z dodatkiem biodegradowalnego detergentu) a następnie spłukać czystą wodą, przygotować powierzchnię do malowania i nanieść wyspecyfikowaną grubość ostatniej powłoki.	Przygotowanie powierzchni i nakładanie farb zgodnie z wymaganiami zawartymi w specyfikacji i karcie produktu
Odbiór końcowy		Zgodnie z Kartą Dokumentacji Powykonawczej (Załącznik 6)
<p>¹⁾ Wymagania podane w tablicy 9.1. ²⁾ Można czyścić w wytwórni wyrób w postaci handlowej, elementy po pocięciu, korzystać z blach oczyszczonych dostarczonych z huty i pokrytych gruntem ochrony czasowej ³⁾ Grunt ochrony czasowej musi być kompatybilny z systemem powłokowym; w przypadku systemu z powłokami cynkowymi grunt ochrony czasowej należy usunąć. ⁴⁾ Można nie stosować gruntu ochrony czasowej gdy proces produkcyjny odbywa się w hali z kontrolowaną wilgotnością poniżej 50%. ⁵⁾ Patrz punkt 11.3</p>		

11.3 Nakładanie kolejnych powłok malarskich

Jeżeli w wytwórni nie zostały wykonane wszystkie powłoki systemu i następna powłoka na placu budowy będzie wykonywana po czasie dłuższym niż 1 miesiąc (bądź przekroczy czas wskazany w karcie technicznej, dla farb z czasem przemalowania krótszym niż 1 miesiąc), to należy:

- 1) w przypadku farb epoksydowych przygotować powierzchnię przez mycie i omiecenie powierzchni drobnym ścierniwem,
- 2) w przypadku innych farb przygotować powierzchnię według technologii producenta farb po dokonaniu ich oceny,
- 3) w wypadku dużych zabrudzeń powłok należy uzgodnić z producentem farb metodę przygotowania powierzchni i ustalić wzorce jej oczyszczenia.

11.4 Wymagania dla powierzchni i powłok przy wykonywaniu zabezpieczeń antykorozyjnych nowych konstrukcji mostowych

Wymagania dla powierzchni i powłok przy wykonywaniu zabezpieczeń antykorozyjnych nowych konstrukcji mostowych podano w tablicy 11.2.

Tablica 11.2 Wymagania dla powierzchni i powłok przy wykonywaniu zabezpieczeń antykorozyjnych nowych konstrukcji mostowych.

Oceniana cecha	Wymagania	Dokument odniesienia	Uwagi
1	2	3	4
Powierzchnia			
Stan powierzchni po czyszczeniu	Sa 2½	PN-ISO 8501 – 1 [1];	Sa 3 dla powłok cynkowych natryskiwanych cieplnie o grubości powyżej 200 µm i powłok Al oraz ZnAl 15
Wady powierzchni	P3	PN-ISO 8501-3 [3]	
Chropowatość	Drobnoziarnisty	PN-ISO 8503-2 [21]	
	R _{y5} dla powłok metalowych natryskiwanych cieplnie 50-70 µm; dla powłok krzemianowych min.50 µm; dla pozostałych 30-40	PN-ISO 8503-4 [23]	

Tablica 11.2 (ciąg dalszy)

1	2	3	4
Zatłuszczenia ¹⁾	brak	Opis w punkcie 10.4.2	
Zapylenie ¹⁾	brak	PN EN ISO 8502-3 [8]	
Zanieczyszczenia jonowe ¹⁾	15 mS/m zdjęte 100 ml wody z powierzchni 10x10 cm	PN EN ISO 8502-9 [14]	Zdejmowanie zanieczyszczeń wg PN EN ISO 8502-5 [10]
Powłoki			
Kolor	Zgodny ze specyfikacją	PN EN ISO 3668[87]	Powłoki nawierzchniowe z wypełniaczami płatkowymi nie dają jednorodnego wyglądu, szczególnie przy poprawkach.
Staranność wykonania i wady niedopuszczalne	70% w klasie II 30% w klasie III	Zgodne z punktem 10.10 i wzorcami na rys. 10.1-10.4 i tab.10.6	
Grubość warstw	Zgodnie z tablicą 3.1 i aprobatą IBDiM po przeliczeniu grubości powłoki na grubość warstwy	PN EN ISO 2808 metoda 1 [78]	
Grubość powłok	Zgodnie z tablicą 3.1 i aprobatą IBDiM	PN EN ISO 2808 metoda 6 [78]	
Przy- czep- ność	metoda odrywowa	Nie mniej niż 5 MPa	PN-EN ISO 4624 [81]
	metoda siatki nacięć	Stopień nie wyższy niż 1	PN EN ISO 2409 [80]
	metoda krzyża	Stopień nie niższy niż 4A	ASTM D 3359 [89]
Twardość	>1H	PN-ISO 15184 [84]	Nie dotyczy systemów do zabezpieczenia szczelin

¹⁾ Te cechy należy badać przy nanoszeniu każdej następnej powłoki.

12 RENOWACJE ZABEZPIECZEŃ ANTYKOROZYJNYCH

12.1 Zalecenia ogólne

Renowacje zabezpieczeń antykorozyjnych można podzielić na:

- 1) konserwację powłok (mycie powłok po zimie, usuwanie drobnych uszkodzeń mechanicznych),
- 2) renowację miejscową (w miejscach szczególnie narażonych na korozję) z/lub bez przemałowania ostatniej powłoki,
- 3) renowację całkowitą:
 - a) z całkowitym usunięciem starych powłok,
 - b) z pozostawieniem części lepiej zachowanych zabezpieczeń.

Przy podejmowaniu decyzji o wykonywaniu renowacji całkowitej należy dążyć do uzyskania zabezpieczenia o dużej trwałości, z okresem powyżej 15 lat do następnej renowacji całkowitej zabezpieczenia.

Wyjątkiem są sytuacje, gdy przewidziana jest wymiana konstrukcji, wówczas można stosować zabezpieczenie okresowe (do 5 lat).

W zależności od założonego okresu trwałości, dobierane są zabezpieczające systemy powłokowe i odpowiednio do nich technologie przygotowania powierzchni i malowania.

Zalecane są systemy powłokowe tolerujące gorzej przygotowane podłoże.

W przypadku konstrukcji kratowych (wiele szczelin, miejsc trudnodostępnych, nitów, śrub, węzłów) zalecane są systemy o podwyższonej penetrowalności i elastyczności.

12.2 Przeglądy

Ocena stanu zabezpieczenia przed korozją elementów stalowych obiektów mostowych powinna być przeprowadzona podczas przeglądów podstawowych, rozszerzonych i szczegółowych.

Zaleca się aby przegląd systemu zabezpieczeń antykorozyjnych był wykonany po umyciu obiektu, gdy wady są dobrze widoczne.

Wyniki z przeglądów powinny zawierać:

- 1) stwierdzenie poprawnego zachowania powłok, co upoważnia do kontynuacji programu robót mieszczących się w ramach konserwacji lub
- 2) stwierdzenie konieczności renowacji miejscowej lub
- 3) stwierdzenie konieczności renowacji całkowitej.

W przypadku stwierdzenia konieczności wykonania renowacji całkowitej należy zlecić wykonanie ekspertyzy zabezpieczeń antykorozyjnych (lub włączyć specjalistę od zabezpieczeń antykorozyjnych do powołanego zespołu wykonującego przegląd szczegółowy).

12.3 Renowacja systemu powłokowego

12.3.1 Wymagania ogólne

Gdy wyniki przeglądów wykażą, że uszkodzenia systemu powłokowego na co najmniej 10% powierzchni obiektu lub jakiegoś jego elementu są powyżej stopnia Ri3 według [44], należy poddać elementy renowacji całkowitej (powierzchnie zniszczeń liczy się jako powierzchnię prostokątów ograniczonych skrajnymi zniszczeniami korozyjnymi, między którymi odległość jest nie większa niż 1 m). W tablicy 12.1 podane są stopnie skorodowania wg [44].

W skład merytorycznej części dokumentacji technicznej na remont zabezpieczeń antykorozyjnych, poza wymaganiami dotyczącymi zabezpieczeń antykorozyjnych zaleca się, aby wchodziły rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne przeciwdziałające specjalnym narażeniom korozyjnym, które są najczęściej przyczyną przedwczesnego zniszczenia zabezpieczeń antykorozyjnych.

Tablica 12.1 Stopień skorodowania i powierzchnia skorodowana [44].

Stopień skorodowania	Powierzchnia skorodowana [%]
Ri 0	0
Ri 1	0,05
Ri 2	0,5
Ri 3	1
Ri 4	8
Ri 5	od 40 do 50

Projekt, tego remontu musi być sporządzony przez osobę mającą wiedzę w dziedzinie antykorozji, względnie korzystającą ze współpracy ze specjalistą.

Renowację zabezpieczenia antykorozyjnego należy wykonywać gdy zostaną usunięte przyczyny ich powstawania (o ile zniszczenia nie są spowodowane jedynie długim czasem eksploatacji). Przeważnie dotyczy to nieszczelności izolacji płyty pomostu, wadliwych urządzeń dylatacyjnych, wadliwie działających urządzeń odwadniających itd.

12.3.2 Metody oceny stanu istniejących powłok

Ocenę stanu istniejących powłok należy wykonać zgodnie z Raportem z Inspekcji Powłok (przykładowy raport zawiera Załącznik 7). Przywołane w raporcie metody oceny powłok opisane są w rozdziale 10. Jest możliwa również ocena barierowości istniejących powłok i obecności korozji podpowłokowej metodą elektrochemicznej spektroskopii impedancyjnej. Pozwala to na lepszą ocenę potrzeby renowacji powłok i jej zakresu. Badanie to wykonują specjalistyczne laboratoria.

12.3.3 Wybór systemu powłokowego

Podstawowym kryterium wyboru systemu powłokowego jest oczekiwana trwałość zabezpieczenia oraz koszty jego wykonania. Dodatkowymi kryteriami doboru jest między innymi możliwość przygotowania powierzchni i okres dokonywania renowacji. Zaleca się dobierać systemy powłokowe, które zapewnią najniższe nakłady na rok bezrenowacyjnej eksploatacji.

Ze względów ekologicznych zaleca się przemaalowywanie dobrze przylegających do podłoża gruntów zawierających związki ołowiu i chromu^{VI} o ile nie jest planowane całkowite osłonięcie obiektu podczas prac renowacyjnych.

W tablicach 3.2, 12.5 i 12.7 zamieszczono rodzaje systemów malarskich odpowiednio do:

- 1) renowacji całkowitej po usunięciu starych powłok i oczyszczeniu powierzchni do stopnia nie gorszego niż Sa2, St3, Wa2 i SB2 (tab. 3.2),
- 2) renowacji miejscowej z/lub bez przemaalowywania ostatniej powłoki (tab. 3.2),
- 3) renowacji całkowitej z pozostawieniem części lepiej zachowanych zabezpieczeń (tab. 3.2),
- 4) renowacji o trwałości do 5 lat (tab. 12.5),

- 5) wymalowań i renowacji powierzchni stalowych ocynkowanych ognio-wo (tab. 12.7).

12.3.4 Renowacja całkowita po usunięciu starych powłok i oczyszczeniu powierzchni do stopnia nie gorszego niż Sa2, St3, Wa2 i SB2

Zaleca się oczyszczenie powierzchni do stopnia Sa 2½, Wa 2½ i SB 2½ we wszystkich miejscach konstrukcji gdzie jest to możliwe do wykonania. Pozostałe miejsca mają być oczyszczone do stopnia nie gorszego niż Sa 2 St 3, Wa 2 i SB 2. Wyjątek stanowią szczeliny, które ze względu na swoją rozwartość i wielkość nie mogą być oczyszczone do tego stopnia.

Systemy powłokowe do renowacji całkowitej podano w tablicy 3.2

Ze względu na większe utrudnienia w pracach i niepewne warunki zewnętrzne (jeżeli nie stosuje się osłon i mikroklimatu) korzystne są wersje systemów malarskich tolerujące gorzej przygotowane podłoże. Możliwe jest też stosowanie wersji farb utwardzających się w niższej temperaturze.

Zalecane jest również stosowanie systemów grubopowłokowych, które można nakładać w mniejszej liczbie powłok oraz o dłuższym czasie stosowania (życia) po zmieszaniu (w przypadku farb dwuskładnikowych).

Technologia wykonywania zabezpieczeń jest taka sama jak dla zabezpieczania nowych konstrukcji z wyjątkiem tego, że wyprawki należy robić po naniesieniu kolejnych powłok ze względu na zagrożenie zmianą warunków atmosferycznych.

Przed usuwaniem starych powłok, o ile nie ma dokumentacji stwierdzającej jakie są to farby, należy wykonać test na obecność związków chromu i ołowiu, aby zastosować odpowiednią technologię ich usuwania w osłonach z całkowitym zbieraniem odpadów.

12.3.5 Renowacja miejscowa z/lub bez przemalowywania ostatniej powłoki

Renowację miejscową dokonuje się, jeżeli zniszczeniu uległy powierzchnie szczególnie narażone na korozję (okolice przyczółków, dylatacji, powierzchnie równoległe do lustra wody, powierzchnie w obrębie płyty jezdni narażone na zimowe oddziaływanie soli, itd). Jeżeli stwierdzono również skredowanie

powłoki nawierzchniowej do stopnia powyżej 3 [47], to korzystne jest przemaalowanie ostatniej powłoki.

Przemaalowanie ostatniej powłoki podczas renowacji miejscowej, w okresie kiedy całe zabezpieczenie jest w dobrym stanie przedłuża okres trwałości systemu o następne 5-10 lat.

W tablicy 12.2 podano technologię wykonania renowacji miejscowej z/lub bez przemaalowania ostatniej powłoki

Tablica 12.2 Technologię wykonania renowacji miejscowej z/lub bez przemaalowania ostatniej powłoki.

Etap	Opis	Wymagania
Przygotowanie powierzchni	Miejscowe umycie konstrukcji i miejscowe oczyszczenie miejsc skorodowanych. Przy przemaalowywaniu ostatniej powłoki: Umycie całej powierzchni. Omiecenie całej powierzchni drobnym ścierniwem hydrościernie ¹⁾ lub strumieniowościernie i miejscowe oczyszczenie miejsc skorodowanych	Brak brudu, zafuszczeń; zanieczyszczenia jonowe poniżej 15 mS/m. Stopień czystości nie gorszy niż PSA 2½, SB2. Chropowatość „fine”; Zapylenie poniżej 3 stopnia. Sfazowane krawędzie miejsc oczyszczonych. Regularna linia miejsc oczyszczanych;
Nakładanie powłok	Wyrobienie krawędzi, naniesienie wszystkich powłok systemu ²⁾ Przy przemaalowywaniu ostatniej powłoki: wyrobienie krawędzi, naniesienie powłok systemu z wyjątkiem ostatniej na miejsca naprawiane, naniesienie ostatniej powłoki na całą konstrukcję.	Ustabilizowana temperatura w przedziale 10 – 30°C. Temperatura podłoża co najmniej 3°C wyższa od temperatury punktu rosy. Wilgotność zgodna z wymaganiami karty produktu. W miejscach wżerów korozyjnych powłokę gruntową należy wetrzeć pędzlem.
Sezonowanie powłok		Przestrzeganie czasu do nakładania następnej powłoki ³⁾
Odbiór końcowy		Zgodnie z Kartą Dokumentacji Powykonawczej (Załącznik 6)

¹⁾ Granulacja ścierniwa 0,4-0,8 mm z przewagą drobnego; kąt czyszczenia nie większy niż 60°.
²⁾ Systemy podane są w tablicy 3.2
³⁾ Patrz punkt 11.3

12.3.6 Renowacja całkowita z pozostawieniem części lepiej zachowanych zabezpieczeń

Renowację całkowitą można wykonać usuwając wszystkie stare powłoki lub pozostawiając część lepiej zachowanych zabezpieczeń. W tabelicy 12.3 podano kryteria pozostawienia części starych powłok na obiekcie.

Jeżeli spełnione są kryteria podane w tabelicy 12.3, to możliwe jest miejscowe usunięcie zniszczonych powłok i oczyszczenie skorodowanej powierzchni do żądanego stopnia czystości, naniesienie renowacyjnego systemu powłokowego bez ostatniej powłoki, uszorstnienie pozostałej powierzchni i naniesienie na całą powierzchnię powłoki nawierzchniowej.

Jeżeli powyższe kryteria spełnia jedynie część powłok systemu, na przykład tylko powłoka gruntująca, to należy oczyścić miejsca skorodowane, usunąć powłoki nie spełniające kryteriów i uzupełnić grubość odpowiednim systemem renowacyjnym.

Tabela 12.3 Kryteria pozostawienia części starych powłok na obiekcie.

Właściwość	Wymaganie
Ilość i rozmieszczenie zniszczonych powłok	Nie więcej niż 10% powierzchni zlokalizowane w konkretnych, dających się wydzielić, rejonach obiektu.
Przyczepność do podłoża i międzywarstwowa	Powyżej 3 MPa [81] i nie wyższy stopień niż 2 [80] lub nie niższy niż 3A [89].
Grubość	Nie większa niż 600 μm (z wyjątkiem renowacji systemu R6).

W tabelicy 12.4 podano technologię wykonania renowacji całkowitej z pozostawieniem części powłok.

Grubość minimalna całego systemu po uzupełnieniu powłok powinna być taka, jak podano w przypadku systemów renowacyjnych w tabelicy 3.2

Grubość powłoki nawierzchniowej powinna wynosić ok. 40-60 μm (zgodnie z grubością wyspecyfikowaną w aprobacie technicznej IBDiM) i zapewnić dobre krycie.

Należy na etapie projektowania renowacji sprawdzić kompatybilność nanoszonego systemu z systemem pozostawionym na konstrukcji.

Tablica 12.4 Technologia wykonania renowacji całkowitej z pozostawieniem części powłok.

Etap	Opis	Wymagania
Przygotowanie powierzchni	Umycie konstrukcj. Oczyszczenie miejsc skorodowanych i usunięcie powłok nie spełniających kryteriów tab. 12.3. Uszorstnienie pozostawionych powłok ¹⁾	Brak brudu, zatkuszczeń; zanieczyszczenia jonowe poniżej 15 mS/m. Stopień czystości nie gorszy niż PSa 2½, Wa 2, SB 2, chropowatość „drobnoziarnista”. Zapylenie poniżej 3 stopnia. Sfazowane krawędzie miejsc oczyszczonych. Regularna linia miejsc oczyszczanych. Pozostawiane powierzchnie powłok nie mniejsze niż 1,0 m x 1,0 m.
Nakładanie powłok	Naniesienie wszystkich powłok systemu. Wyrobienie krawędzi	Ustabilizowana temperatura w przedziale 10-30°C. Temperatura podłoża co najmniej 3°C wyższa od temperatury punktu rosy. Wilgotność zgodna z wymaganiami karty produktu. W miejscach wżerów korozyjnych powłokę gruntową należy wetrzeć pędzlem.
Sezonowanie powłok		Przestrzeganie czasu do nakładania następnej powłoki ²⁾ .
Odbiór końcowy		Zgodnie z Kartą Dokumentacji Powykonawczej (Załącznik 6).
¹⁾ Granulacja ścierniwa 0,4-0,8 mm z przewagą drobnego; kąt czyszczenia nie większy niż 60°.		
²⁾ Patrz punkt 11.3		

12.3.7 Renowacja o trwałości do 5 lat

W wypadku, gdy dany obiekt jest przewidziany jest do remontu generalnego lub ma być zastąpiony innym, a czas tych operacji jest bliżej nieokreślony, do renowacji można stosować systemy malarskie o mniejszej trwałości, prostsze w aplikacji i tańsze.

Obniżenie kosztów wiąże się przede wszystkim z możliwością zastosowania gorszego przygotowania powierzchni pod te systemy oraz farb łatwiejszych w wykonawstwie.

Kryteria pozostawienia starych powłok są podane w tablicy 12.3.

W tablicy 12.5 podano systemy powłokowe do wykonania renowacji okresowej o trwałości do 5 lat.

Tablica 12.5 Systemy powłokowe do renowacji o trwałości do 5 lat.

Nr systemu	System	Przygotowanie powierzchni	Powłoka gruntowa	Powłoka międzywarstwowa	Powłoka nawierzchniowa	Grubość całkowita powłok malarskich [μm] ¹⁾
S1	PVC / PVC mod.Tp	Uszorstnienie pozostałych powłok; miejsca zniszczone PSa1;PSt3; SB2;Wa1	PVC / PVC mod.Tp	PVC PVC mod.	PVC PVC mod.	160-200
S2	AY mod. Tp	jw.	AY mod. Tp	AY mod. HB	AY mod.	160-200
S3	AY AY mod. Tp	jw	AY AY mod. Tp	AY AY mod. HB	AY AY mod.	160-200
S4	EP mod. Tp	jw.	EP mod. Tp	EP mod. HB	PUR AY	160-200
S5	PUR mod. Tp	jw	PUR mod. Tp	PUR mod.Tp	PUR mod.Tp	160-200
S6	Wodny Tp	jw	Wodny Tp	Wodny HB lub kompatybilny z systemami S1-S5	Wodny odporny na UV lub kompatybilny z systemów S1-S5	160-200
¹⁾ zwiększając grubość systemu do 240 μm i podnosząc stopień przygotowania podłoża można wydłużyć trwałość zabezpieczenia. Również eksploatacja systemu w mniej agresywnym środowisku wydłuża jego trwałość.						

W tablicy 12.6 podano technologię przeprowadzenia renowacji o trwałości do 5 lat.

Tablica 12.6 Technologia przeprowadzenia renowacji o trwałości do 5 lat.

Etap	Opis	Wymagania
Przygotowanie powierzchni	Umycie konstrukcji Oczyszczenie miejsc skorodowanych i usunięcie powłok nie spełniających kryteriów tab. 12.3. Uszorstnienie pozostawionych powłok.	Brak brudu, zatkuszczeń. Stopień czystości nie gorszy niż PSa 1, PSt 2, Wa 1, SB 2. Chropowatość „drobnoziarnista”. Zapylenie poniżej 3 stopnia.
Nakładanie powłok	Wyrobienie krawędzi, naniesienie wszystkich powłok systemu.	Ustabilizowana temperatura w przedziale 10 – 30°C. Temperatura podłoża co najmniej 3°C wyższa od temperatury punktu rosy. Wilgotność zgodna z wymaganiami karty produktu.
Sezonowanie powłok		Przestrzeganie czasu do nakładania następnej powłoki ¹⁾
Odbiór końcowy		Zgodnie z Kartą Dokumentacji Powykonawczej (Załącznik 6).

¹⁾ Patrz punkt 11.3.

12.3.8 Wymalowania powierzchni stalowych ocynkowanych ogniowo

Elementy małogabarytowe, takie jak balustrady, bariery, słupy latarni, elementy ekranów itp., korzystnie jest zabezpieczać powłoką cynkową zanurzeniową według normy [95].

W tej technologii wysoka trwałość jest zapewniona przy grubościach powłoki cynkowej podanych w normie (np. 85 μm dla blach o grubości 6 mm) i naniesieniu systemów malarskich podanych w tablicy 12.7. Po uzgodnieniu z wytwórnią możliwe jest, w celu zwiększenia trwałości, zastosowanie grubszych powłok cynkowych niż podaje norma. Wielkość elementów zabezpieczanych tą technologią jest limitowana wielkością wanien cynkowniczych.

Jakość powłok cynkowych zanurzeniowych zależy od parametrów technologii, rodzaju stali i rodzaju konstrukcji. Zamawiając w wytwórni powłoki cynkowe należy postępować zgodnie z zaleceniami normy [95].

Powłoki cynkowe zanurzeniowe nie wymagają uszczelniania. Należy jednak stosować specjalne systemy malarskie, które mają dobrą przyczepność do tego typu powierzchni.

Miejsca uszkodzeń powłok metalowych należy zabezpieczać farbami, które są zawiesiną zmikronizowanego cynku w żywicy węglowodorowej (powyżej 99,5% wag. cynku w suchej powłoce). Stosując farby epoksydowe wysokocynkowe należy się liczyć ze znacznie obniżoną trwałością zabezpieczenia w naprawianych miejscach.

Podczas malowania powierzchni ocynkowanych ogniowo występują trudności związane z przyczepnością powłok malarskich do podłoża.

Trudności te związane są z:

- 1) zanieczyszczeniami powierzchni obcymi wtrąceniami związanymi z technologią cynkowania,
- 2) reaktywnością podłoża,
- 3) obecnością luźno związanych oraz/lub luźno związanych i rozpuszczalnych w wodzie produktów korozji cynku,
- 4) małą chropowatością powierzchni.

Występują również problemy z niekompatybilnością powłok z podłożem. Niekompatybilne z podłożem ocynkowanym są powłoki alkidowe, które w reakcji z cynkiem tworzą kruche mydła cynkowe, będące przyczyną słabej przyczepności całego systemu.

Również farby chlorokauczukowe, których produkty degradacji mogą atakować cynk nie nadają się do takich wymalowań.

Zapewnienie trwałości powłok na powierzchniach ocynkowanych ogniowo można uzyskać:

- 1) malując powierzchnie w wytwórni po usunięciu zanieczyszczeń powstałych w czasie jej wytwarzania, nanosi się wtedy warstwę gruntu natychmiast po ocynkowaniu, grubości powłoki 50 – 80 μm ,
- 2) dokładnie przygotowując powierzchnię cynku przed malowaniem i nanosząc powłoki malarskie na czystą uszorstnioną powierzchnię.

Metody przygotowania powierzchni cynku przed malowaniem:

- 1) mycie wodą pod ciśnieniem (max. 10 MPa – ewentualnie z dodatkiem NaOH lub amoniaku do lekko alkalicznej wartości pH i spłukiwanie wodą),
- 2) mycie rozpuszczalnikami organicznymi,
- 3) delikatne omiatanie powierzchni cynku strumieniem odpowiednio wyselekcjonowanego ścierniwa,
- 4) zastosowania cienkiej, dobranej przez producenta farb powłoki wiążącej.

Ze stosowanych metod zaleca się metodę umycia powierzchni wodą pod ciśnieniem i delikatne omiecenie ścierniwem o granulacji 0,4-0,6 mm z przewagą drobnych frakcji pod kątem nie większym jak 60°C. Wymaga ono jednak dużego doświadczenia, aby nie usunąć za wiele powłoki cynkowej.

Ponieważ na przygotowanej w ten sposób powierzchni tworzą się bardzo szybko tlenki cynku, należy przeprowadzać te prace w dobrych warunkach pogodowych (temperatura powyżej 10°C i wilgotności poniżej 70%) i możliwie szybko (koniecznie tego samego dnia) nanosić powłoki malarskie.

Systemy powłokowe do tego rodzaju zabezpieczeń podano w tablicy 12.7.

Ze względu na łatwość wymalowań i dobrą przyczepność do powierzchni ocynkowanych ogniowo, stosuje się również systemy poliwinylowe o nieco mniejszej trwałości, za to łatwe w renowacji. Systemy te nie są odporne na uszkodzenia mechaniczne.

Renowację należy przeprowadzać w zależności od stanu powłoki.

1) Brak uszkodzeń powłoki cynkowej i produktów korozji stali.

Należy usunąć źle przyczepne stare powłoki malarskie, uszorstnić je i zastosować typ systemu C1, C2, C3 z tablicy 12.7, który aprobatą techniczną IBDiM jest dopuszczony do zastosowania na powierzchni ocynkowane ogniowo i do przemalowywania starych powłok danego rodzaju.

2) Przez powłokę ocynkowaną przebijają produkty korozji stali.

Należy usunąć źle przyczepne stare powłoki, miejsca korozji stali oczyścić do PSa 2½, lub SB 2½; pozostające powłoki uszorstnić, zastosować systemy typu CR1, CR3, wybierając takie systemy, które aprobatą techniczną IBDiM są dopuszczone do zastosowania na powierzchni ocynkowane ogniowo i do przemalowywania starych powłok danego rodzaju.

Przy wymaganiach niższej trwałości można zastosować system CR2.

Uwaga! Farby stosowane do malowania powierzchni ocynkowanych ogniowo nie muszą nadawać się do malowania powierzchni stalowej.

Do zabezpieczenia szczelin stosuje się system C4.

Tablica 12.7 Systemy powłokowe do wymalowań i renowacji powierzchni stalowych ocynkowanych ogniowo.

Nr systemu	System	Przygotowanie powierzchni	Powłoka gruntowa	Powłoka międzywarstwowa	Powłoka nawierzchniowa	Grubość całkowita suchych powłok [μm]
C1	PVC	Mycie, usunięcie powłok nie spełniających wymagań tab.12.3, uszorstnienie pozostałych	PVC	PVC	PVC	160-400
C2	AY	jw	AY	AY	AY	160-400
C3	EP	jw., ew. powłoka poprawiająca przyczepność	EP	EP	PUR AY PS	160-320
CR1	Wysokocynkowy renowacyjny (na miejsca z uszkodzoną powłoką cynkową)	Mycie, uszorstnienie, miejsca z uszkodzonym cynkiem PSa 2½.	EPZn Na pozostałone stare powłoki nie stosuje się gruntu	EP Misc. EPHB PS	PUR PS	280-400 ¹⁾
CR2	PVC renowacyjny (na miejsca z uszkodzoną powłoką cynkową)	Mycie, uszorstnienie, miejsca z uszkodzonym cynkiem PSa2½, SB2½ ²⁾	PVC	PVC	PVC	320-400 ¹⁾
CR3 ^{3,4)}	Cynkowanie na zimno	Mycie, uszorstnienie, miejsca z uszkodzonym cynkiem PSa 2½	Zmikronizowany cynk w żywicy węglowodorowej	Kompatybilne powłoki polecane przez producentów		240-400 ¹⁾ gruntu min.80
C4	Do szczelin i miejsc trudnodostępnych	Jak R8				

¹⁾ Podana grubość dotyczy miejsc z uszkodzoną powłoką cynkową; pozostałe miejsca jak w C1.
²⁾ Grunty do nakładania na SB2½ muszą mieć to zaznaczone w aprobacie IBDiM.
³⁾ System CR3 jest polecany do naprawy wszelkich uszkodzeń powłok cynkowych.
⁴⁾ .Na grunt ze zmikronizowanego cynku można stosować następne powłoki z systemów CR1 i CR2 po sprawdzeniu kompatybilności.
Zgodnie z normą [38] dla wszystkich systemów przewiduje się trwałość nie wyższą niż „średnia”. Trwałość związana jest z przyczepnością systemu powłokowego do powierzchni ocynkowanej zanurzeniowo.

13 OKREŚLENIA PODSTAWOWE

Badania przyspieszone – procedura narażeń korozyjnych przyspieszająca starzenie systemu malarskiego w stosunku do starzenia w normalnych warunkach atmosferycznych.

Cynkowanie na zimno – nakładanie powłok z farby o bardzo dużej zawartości pyłu cynkowego (ok. 99%) w spoiwie węglowodorowym.

Cynkowanie ogniowe – nanoszenie powłoki cynkowej poprzez zanurzenie w płynnej kąpeli cynkowej.

Czyszczenie rozpuszczalnikiem organicznym – czyszczenie odpowiednim rozpuszczalnikiem organicznym (najczęściej małych powierzchni) w celu usunięcia olejów, tłuszczów itp.

Czyszczenie wodą – metoda polegająca na skierowaniu strumienia czystej wody na powierzchnię, która ma być oczyszczona. Wymagane ciśnienie wody zależy od zanieczyszczeń, które mają być usunięte z powierzchni, takie jak substancje rozpuszczalne w wodzie, luźno przylegająca rdza i powłoki malarskie. Aby usunąć oleje, tłuszcz itp., należy dodać detergentu, a następnie spłukać czystą wodą.

Rozróżnia się następujące odmiany czyszczenia wodą pod ciśnieniem:

- 1) czyszczenie pod wysokim ciśnieniem (70-170 MPa),
- 2) czyszczenie pod bardzo wysokim ciśnieniem (powyżej 170 MPa – tzw. hydrojetting).

Farba – pigmentowany wyrób lakierowy w postaci cieczy, pasty lub proszku, który nałożony na podłoże tworzy kryjącą powłokę o właściwościach ochronnych, dekoracyjnych lub specyficznych technicznie.

Farba tiksotropowa – farba, której lepkość zmienia się po wymieszaniu.

Granice wybuchowości – zakres składu mieszanki oparów z powietrzem, w którym zachowuje ona właściwości wybuchowe.

Dolna granica wybuchowości (dgv) – wyrażona w% obj. zawartość gazu lub palnych oparów w powietrzu. Poniżej tej granicy mieszanina jest „za uboga” w czynnik zapalny aby mogła wybuchnąć.

Górna granica wybuchowości (ggw) – wyrażona w% obj. zawartość gazu lub oparów palnych w powietrzu. Powyżej tej granicy mieszanina zawiera za mało tlenu aby nastąpił wybuch.

Grubość powłoki – grubością powłoki na podłożu jest odległość między powierzchnią powłoki a powierzchnią podłoża.

Grubość powłoki (DFT) – grubość powłoki po utwardzeniu warstwy nałożonej na podłożu.

Maksymalna grubość powłoki – największa akceptowalna grubość powłoki, powyżej której mogą ulec pogorszeniu właściwości powłoki lub całego systemu malarskiego.

Nominalna grubość powłoki (NDFT) – określona dla każdej powłoki lub całego systemu malarskiego grubość, zapewniająca wymaganą trwałość.

Grubość warstwy – grubość świeżo nałożonej warstwy wyrobu lakierowego, mierzona niezwłocznie po nałożeniu.

Grunt czasowej ochrony (Shopprimer) – szybko schnąca farba nakładana na oczyszczoną strumieniowo-ściernie stal konstrukcji w celu ochrony stali podczas montażu, przy zachowanej nadal możliwości spawania.

Gwarancja – umowa prawna zawarta pomiędzy stronami, dotycząca zachowania określonej właściwości w określonym czasie.

Konstrukcja – konstrukcja stalowa składająca się z więcej niż jednego elementu składowego.

Korozja – oddziaływanie fizykochemiczne między metalem i środowiskiem, w wyniku którego powstają zmiany we właściwościach metalu, które mogą prowadzić do znaczącego pogorszenia funkcji metalu, środowiska lub układu technicznego, którego są częściami.

Korozja atmosferyczna – korozja, gdzie środowiskiem korozyjnym jest atmosfera ziemiska o temperaturze otoczenia.

Malowanie (aplikacja, nakładanie farb) – termin ogólny dotyczący wszystkich metod nakładania wyrobu lakierowanego na podłożu, jak zanurzanie, natryskiwanie, nakładanie wałkiem lub pędzlem.

Mechaniczne czyszczenie powierzchni:

- 1) czyszczenie narzędziami ręcznymi – czyszczenie takimi narzędziami, jak szczotki, skrobaki, syntetyczne gąbki ze ścierniwem, płótno ściernie i młotki, zgodnie z PN-EN ISO 8504-3.
- 2) czyszczenie narzędziami mechanicznymi – czyszczenie takimi narzędziami jak obrotowe szczotki druciane, różne rodzaje szlifierek, młotki udarowe i pistolety igłowe, zgodnie z PN-EN ISO 8504-3.

- 3) obróbka strumieniowo-ścierna – uderzenie wysokoenergetycznego strumienia ścierniwa w powierzchnię, która ma być oczyszczona. Specyficzne wersje obróbki, zgodne z PN-EN ISO 8504-2.

Natryskiwanie cieplne powłok metalowych (potocznie: metalizacja).- tutaj: nakładanie na powierzchnie stalowe powłoki cynkowej, aluminiowej lub ich stopów poprzez natrysk ogniowy lub łukowy.

Ochronny system malarski (lakierowy lub antykorozyjny) – suma powłok z farb lub podobnych produktów, które będą otrzymane lub które już otrzymano na podłożu w celu ochrony przed korozją.

Ochronny system powłokowy (antykorozyjny) – suma powłok metalowych i/lub lakierowych lub z podobnych produktów, które będą otrzymane lub które już otrzymano na podłożu w celu ochrony przed korozją.

Okres trwałości wyrobu lakierowego – czas, w którym wyrób lakierowy wykazuje dobre właściwości, jeżeli jest przechowywany w oryginalnych, szczelnych opakowaniach, w zalecanych warunkach przechowywania.

Omiotanie ścierniwem – delikatna obróbka strumieniowo-ścierna mająca na celu uszorstnienie powierzchni (głównie powłok malarskich lub powierzchni ocynkowanych ogniowo) oraz usunięcie nieznacznych słabo przylegających zanieczyszczeń.

Podłoże – powierzchnia, na którą nakłada się, lub już nałożono, wyrób lakierowy lub metalowy.

Pokrycie, system powłokowy – suma powłok wyrobów lakierowych, które wykonano na podłożu.

Powłoka – ciągła warstwa metaliczna lub ciągle wyschnięte wymalowanie uzyskane z farby.

Powłoka gruntowa (grunt) – pierwsza powłoka pokrycia, nakładana bezpośrednio na podłoże.

Powierzchnia referencyjna – wybrany przez strony fragment powierzchni zabezpieczanego obiektu, na której dokonuje się zabezpieczenia antykorozyjnego w obecności inwestora, producenta materiałów i wykonawcy, w celu:

- 1) ustalenia minimum akceptowalnego standardu wykonania robót,
- 2) sprawdzenia, czy dane podane przez producentów są prawidłowe,
- 3) określenia zachowania systemów lakierowych w dowolnym czasie.

Powłoka międzywarstwowa – powłoka(-i) między powłoką(-ami) gruntową i nawierzchniową.

Powłoka nawierzchniowa – ostatnia(-e) powłoka(-i) systemu malarskiego, przeznaczona(-e) do ochrony przed wpływem środowiska znajdujących się powłok, przyczyniająca(-e) się do całkowitej, oferowanej przez system ochrony przed korozją oraz nadająca(-e) odpowiednią barwę.

Powłoka poprawiająca przyczepność („tie-coat”, sealer) – powłoka, przeznaczona do poprawy przyczepności międzywarstwowej lub z podłożem i/lub uniknięcia pewnych wad podczas nakładania.

Powłoka technologiczna („mist-coat”) – cienka powłoka z rozcieńczonego gruntu lub specjalnego wyrobu lakierowanego, nakładana na powłoki metalowe natryskiwane cieplnie i powłoki krzemianowo-cynkowe w celu uniknięcia drobnych pękających pęcherzy (poppingu) w następnej powłoce.

Powłoka wyprawkowa – dodatkowa powłoka nakładana w celu zapewnienia odpowiedniej ochrony powierzchniom szczególnie narażonym, takim jak krawędzie, spoiny, itd.

Przyczepność (adhezja) – ogół sił wiążących powłokę z podłożem.

Przydatność do stosowania – maksymalny czas, w którym wieloskładnikowy wyrób lakierowy powinien być zastosowany po zmieszaniu oddzielnych składników.

Przygotowanie powierzchni – każda metoda przygotowania powierzchni przed malowaniem.

Pułapki korozyjne – miejsca w konstrukcji, w których gromadzą się czynniki korozyjne.

Pył – luźne, drobne cząstki określonego rodzaju znajdujące się na powierzchni stali przygotowanej do malowania, pochodzące z oczyszczania strumieniowego lub innych metod przygotowania powierzchni, lub będących wynikiem działania środowiska.

Rdza – widoczne produkty korozji składające się w przypadku metali żelaznych głównie z uwodnionych tlenków żelaza.

Rdza biała – białe do ciemnoszarych produkty korozji na powierzchniach ocynkowanych.

Rdza nalotowa – szybkie tworzenie się:

- 1) bardzo cienkiej warstwy rdzy na powierzchniach stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej (rdza nalotowa) lub
- 2) plam rdzy po nałożeniu na powierzchnie stalowe wodnych wyrobów lakierowych (rdza punktowa).

Renowacja – suma wszystkich środków zaradczych, które zapewniają, że zachowana jest ochrona konstrukcji stalowej przed korozją.

Rozcieńczalnik – lotna ciecz zawierająca jeden lub więcej składników, która może być zastosowana w połączeniu z rozpuszczalnikiem bez działań ubocznych, mimo że nie jest rozpuszczalnikiem

Rozpuszczalnik – ciecz składająca się z jednej lub więcej substancji, lotna w ustalonych warunkach schnięcia, w której substancja błonotwórcza ulega całkowitemu rozpuszczeniu

Sezonowanie powłok – okres między nałożeniem powłoki, a uzyskaniem przez nią pełnych właściwości.

Stężenie najwyższe dopuszczalne – NDS, wartość średnia ważona stężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w KP przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń.

Stężenie najwyższe dopuszczalne chwilowe – NDSCh, – wartość średnia, która nie powinna spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń, jeśli utrzymuje się w środowisku pracy nie dłużej niż 30 minut w czasie zmiany roboczej.

Stężenie najwyższe dopuszczalne pułapowe NDSP, – które ze względu na zagrożenia zdrowia lub życia pracownika nie może być w środowisku pracy przekroczone w żadnym momencie.

Szarża – partia farby wyprodukowana przy jednokrotnym załadowaniu surowców.

Temperatura punktu rosy – temperatura, przy której na powierzchni przedmiotu pojawiają się kropelki wody wskutek kondensacji pary wodnej zawartej w powietrzu w wyniku wypromieniowania ciepła przez podłoże lub wskutek napływu ciepłego, wilgotnego powietrza na chłodniejsze podłoże.

Temperatura samozapłonu – najniższa temperatura przy której, bez inicjującego impulsu energetycznego z zewnątrz następuje samorzutne spalanie mieszaniny gazów par cieczy lub niektórych ciał stałych z powietrzem lub tlenem.

Temperatura zapłonu – najniższa temperatura w której pary produktu tworzą z powietrzem mieszaninę zapalającą się przy zbliżeniu płomienia.

Trwałość – oczekiwany czas działania ochronnego systemu malarskiego do pierwszej renowacji całkowitej.

Typ atmosfery – charakterystyka atmosfery na podstawie obecności czynników korozyjnych ich stężenia lub ubytku o grubości lub masy określonego metalu.

Uszorstnienie – nadanie powierzchni odpowiedniej chropowatości.

VOC (lotna substancja organiczna) – na ogół, każda ciecz organiczna i/lub każda organiczna substancja stała, która sama odparowuje w panujących warunkach otoczenia (temperatura i ciśnienie). W odniesieniu do wyrobów lakieryjnych termin VOC stosuje się jako wyrażenie obiegowe dotyczące zawartości lotnych substancji organicznych.

Warstwa – nie wyschnięte wymalowanie, powstałe z wyrobu lakierowanego w rezultacie pojedynczego nakładania.

Wilgotność względna – stosunek ilości pary wodnej zawartej w powietrzu w danych warunkach (ciśnienia, temperatury) do ilości pary wodnej w stanie nasycenia w tych warunkach.

Wydajność – powierzchnia, która może być pokryta daną ilością wyrobu lakieryjnego, tworzącego powłokę o wymaganej grubości (wyrażona w. m^2/l lub m^2/kg).

Wydajność praktyczna – wydajność uzyskana w praktyce przy malowaniu określonego podłoża w określonych warunkach.

Wyrabianie krawędzi, spoin itd. – nakładanie na krawędzie, spoiny itd. dodatkowej powłoki w celu lepszego zapewnienia ochrony powierzchniom, na których jest normalnie trudno uzyskać właściwą grubość powłoki.

Wyrób lakieryjny – produkt ciekły, w postaci pasty lub proszku, umożliwiający otrzymanie, po nałożeniu na podłoże, powłoki o właściwościach ochronnych, dekoracyjnych i/lub innych specyficznych.

Wyroby lakieryjne grubopowłokowe (high built HB) – wyroby lakieryjne, które mogą być nakładane w warstwach powyżej 80 μm grubości suchej powłoki.

Wyroby lakieryjne o zmniejszonej zawartości rozpuszczalników (high solid HS) – wyroby lakieryjne o większej niż zwykle zawartości części stałych (zwyczajowo powyżej 80% wag).

Zabezpieczenie antykorozyjne – wszelkie, celowo zastosowane środki zwiększające odporność obiektu lub jego elementu na działanie korozji.

Zawartość lotnych substancji organicznych (zawartość VOC/VOCC) – masa lotnych substancji organicznych w wyrobie lakieryjnym, oznaczonym w ustalonych warunkach.

Zgorzelina walcownicza (zendra) – warstwa tlenków żelaza powstająca podczas walcowania stali na gorąco.

Znoszenie się (kompatybilność):

- 1) produktów: zdolność wzajemnego mieszania się dwóch lub wielu produktów bez wystąpienia niepożądanych efektów,
- 2) wyrobu lakierowego z podłożem: zdolność wyrobu lakierowego do nakładania na podłoże bez wystąpienia niepożądanych efektów.

14 NORMY, WZORCE I INNE AKTY PRAWNE ZWIĄZANE Z ZABEZPIECZENIEM ANTYKOROZYJNYM KONSTRUKCJI METALOWYCH

Zwiększone oczekiwania jakości zabezpieczeń antykorozyjnych, antykorozyjnych co za tym idzie ich trwałość znalazły odbicie w opracowanych i częściowo już opublikowanych nowoczesnych rozwiązaniach normatywnych. Dotyczą one przygotowania powierzchni przed malowaniem, metalizacji, doboru zestawów malarskich i całokształtu zagadnień od projektowania do odbioru zabezpieczeń antykorozyjnych powłokami malarskimi.

Poniżej podano normy lub projekty norm stosowane w zabezpieczeniach antykorozyjnych:

- 1) PN uzgodnione z normami ISO (PN-ISO) lub uzgodnione z normami EN (PN-EN) lub uzgodnione z normami ISO i EN (PN-EN ISO),
- 2) międzynarodowej organizacji normalizacyjnej ISO,
- 3) europejskie, opracowane przez CEN lub CENELEC – normy EN.

14.1 Przygotowanie i ocena powierzchni

Opracowano (lub są w trakcie opracowania) 4 grupy norm ISO dotyczące przygotowania powierzchni stalowych przed nakładaniem farb i produktów podobnych.

Grupa I: Wizualna ocena czystości powierzchni

- [1] PN-ISO 8501-1:2002 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wzrokowa ocena czystości powierzchni. Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niezabezpieczonych podłoży stalowych oraz podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok.

PN-ISO 8501-1/Ad1:1998/Ap1:2002 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wzrokowa ocena czystości powierzchni. Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niezabezpieczo-

- nych podłoży stalowych oraz podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok (Dodatek Ad1).
- [2] PN- ISO 8501-2:2002 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wzrokowa ocena czystości powierzchni. Stopnie przygotowania wcześniej pokrytych powłokami podłoży stalowych po miejscowym usunięciu tych powłok.
 - [3] PN-ISO 8501-3:2004 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wzrokowa ocena czystości powierzchni. Część 3: Stopnie przygotowania spoin, ostrych krawędzi i innych obszarów z wadami powierzchni.
 - [4] pr EN ISO 8501-4 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wzrokowa ocena czystości powierzchni. Część 4: Stany wyjściowe powierzchni, stopnie przygotowania i stopnie rdzy nalotowej w powiązaniu z oczyszczeniem strumieniem wody pod ciśnieniem.
 - [5] Wzorce firmy International „Slurryblasting Standards”.

Grupa II: Testy do oceny czystości powierzchni

- [6] ISO/TR 8502-1 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Badania służące do oceny czystości powierzchni. Test na obecność rozpuszczalnych produktów korozji żelaza. (Powyższe zalecenia zostały w Polsce wydane w normie PN-H-04642:2000. Terenowe oznaczenie rozpuszczalnych produktów korozji żelaza).
- [7] PN-EN ISO 8502-2:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Badania służące do oceny czystości powierzchni. Laboratoryjne oznaczanie chlorków na oczyszczonych powierzchniach.
- [8] PN-EN ISO 8502-3:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb podobnych produktów. Badania służące do oceny czystości powierzchni. Ocena pozostałości kurzu na powierzchniach stalowych przygotowanych do malowania (metoda z taśmą samoprzylepną).
- [9] PN-EN ISO 8502-4:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Badania służące do oceny czystości powierzchni. Wytyczne dotyczące oceny prawdopodobieństwa kondensacji pary wodnej przed nakładaniem farby.
- [10] PN-EN ISO 8502-5:2005 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Badania służące do oceny czystości po-

- wierzchni. Część 5: Oznaczanie chlorków na powierzchniach stalowych przygotowanych do malowania (metoda rurki wskaźnikowej).
- [11] PN-EN ISO 8502-6:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Badania służące do oceny czystości powierzchni. Część 6: Ekstrakcja rozpuszczalnych zanieczyszczeń do analizy. Metoda Bresle'a.
 - [12] ISO/DIS 8502-7 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Badania służące do oceny czystości powierzchni. Część 7: Możliwe do stosowania w warunkach terenowych analityczne metody oznaczania olejów i smarów.
 - [13] PN-EN ISO 8502-8:2005 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Badania służące do oceny czystości powierzchni. Część 8: Metoda polowa refraktometrycznego oznaczania wilgoci.
 - [14] PN-EN ISO 8502-9:2002 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Badania służące do oceny czystości powierzchni. Część 9: Terenowa metoda konduktometrycznego oznaczania soli rozpuszczalnych w wodzie.
 - [15] ISO/DIS 8502-10 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Badania służące do oceny czystości powierzchni. Możliwe do stosowania w warunkach terenowych analityczne metody oznaczania chlorków.
 - [16] ISO/DIS 8502-11 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Badania służące do oceny czystości powierzchni. Część 11: Terenowa metoda turbimetrycznego oznaczania siarczanów rozpuszczalnych w wodzie.
 - [17] PN-EN ISO 8502-12:2005(U) Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Badania służące do oceny czystości powierzchni. Część 12: Metoda polowa miareczkowego oznaczania rozpuszczalnych w wodzie jonów żelazawych.
 - [18] PN-70/H-97052 Ochrona przed korozją. Przygotowanie powierzchni stali, staliwa i żeliwa do malowania. Ogólne wytyczne.
 - [19] ASTM F22-02 Standard test method for hydrofobic surface films by the water-break test (Oceny hydrofobowości powierzchni metodą przerwania filmu wodnego).

Grupa III: Charakterystyka chropowatości powierzchni podłoży stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej

- [20] PN-EN ISO 8503-1:1999 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoży stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej. Część 1: Wyszczególnienie i definicje wzorców ISO profilu powierzchni do oceny powierzchni po obróbce strumieniowo-ściernej.
- [21] PN-EN ISO 8503-2:1999 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoży stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej. Część 2: Metoda stopniowania profilu powierzchni stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej. Sposób postępowania z użyciem wzorca.
- [22] PN-EN ISO 8503-3:1999 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoży stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej. Część 3: Metoda kalibrowania wzorców ISO profilu powierzchni do określania profilu powierzchni. Sposób postępowania z użyciem mikroskopu.
- [23] PN-EN ISO 8503-4:1999 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoży stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej. Część 4: Metoda kalibrowania wzorców ISO profilu powierzchni do określania profilu powierzchni. Sposób postępowania z użyciem przyrządu stykowego.
- [24] PN-EN ISO 8503-5:2005(U) Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoży stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej. Część 5: Metoda taśmy replikacyjnej oznaczania profilu powierzchni.

Grupa IV: Metody przygotowania powierzchni

- [25] PN-EN ISO 8504-1:2002 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody przygotowania powierzchni. Część 1: Zasady ogólne.
- [26] PN-EN ISO 8504-2:2002 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody przygotowania powierzchni. Część 2: Obróbka strumieniowo-ścierna.

- [27] PN-EN ISO 8504-3:2004 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody przygotowania powierzchni. Część 3: Czyszczenie narzędziem ręcznym i narzędziem z napędem mechanicznym.
- [28] NACE 5/SSPC-SP12 Stopnie przygotowania powierzchni czyszczonych wodą pod wysokim ciśnieniem i ich barwne wzorce.
- [29] STG No 2222 Stopnie przygotowania powierzchni czyszczonych wodą pod wysokim ciśnieniem i ich barwne wzorce.
- [30] Wzorce firmy International Paint. Stopnie przygotowania powierzchni czyszczonych wodą pod wysokim ciśnieniem i ich barwne wzorce.
- [31] Wzorce firmy JOTUN. Stopnie przygotowania powierzchni czyszczonych wodą pod wysokim ciśnieniem i ich barwne wzorce.
- [32] Wzorce firmy HEMPEL. Stopnie przygotowania powierzchni czyszczonych wodą pod wysokim ciśnieniem oraz stopnie rdzy nalotowej i ich barwne wzorce.
- [33] Wzorce firmy International Paint. Stopnie przygotowania powierzchni przy czyszczeniu wodą ze ścierniwem oraz stopnie rdzy nalotowej i ich barwne wzorce.

14.2 Zabezpieczanie konstrukcji stalowych systemami powłokowymi

- [34] PN-EN ISO 12944-1:2001 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 1: Ogólne wprowadzenie.
- [35] PN-EN ISO 12944-2:2001 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 2: Klasyfikacja środowisk.
- [36] PN-EN ISO 12944-3:2001 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 3: Zasady projektowania.
- [37] N-EN ISO 12944-4:2001 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 4: Rodzaje powierzchni i sposoby przygotowania powierzchni.
- [38] PN-EN ISO 12944-5:2001 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 5: Ochronne systemy malarskie.

- [39] PN-EN ISO 12944-6:2001 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 6: Laboratoryjne metody badań właściwości.
- [40] PN-EN ISO 12944-7:2001 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 7: Wykonywanie i nadzór prac malarskich.
- [41] PN-EN ISO 12944-8:2001 Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich. Część 8: Opracowanie dokumentacji dotyczącej nowych prac i renowacji.

14.3 Ocena zniszczeń powłok

- [42] PN-EN ISO 4628-1:2005 Farby i lakiery. Ocena zniszczenia powłok. Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie. Część 1: Wprowadzenie ogólne i system określania.
- [43] PN-EN ISO 4628-2:2005 Farby i lakiery. Ocena zniszczenia powłok. Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie. Część 2: Ocena stopnia spęczenia.
- [44] PN-EN ISO 4628-3:2005 Farby i lakiery. Ocena zniszczenia powłok. Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie. Część 3: Ocena stopnia zardzewienia.
- [45] PN-EN ISO 4628-4:2005 Farby i lakiery. Ocena zniszczenia powłok. Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie. Część 4: Ocena stopnia spękania.
- [46] PN-EN ISO 4628-5:2005 Farby i lakiery. Ocena zniszczenia powłok. Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie. Część 5: Ocena stopnia złuszczenia.
- [47] PN-EN ISO 4628-6:2001 Farby i lakiery. Ocena zniszczenia powłok. Określanie intensywności, ilości i rozmiaru podstawowych rodzajów uszkodzenia. Ocena stopnia skredowania metodą taśmy.
- [48] PN-EN ISO 4628-7:2005 Farby i lakiery. Ocena zniszczenia powłok. Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie. Część 7: Ocena stopnia skredowania metodą aksamitu.
- [49] PN-EN ISO 4628-8:2005(U) Farby i lakiery Część 8: Ocena zniszczenia powłok. Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności

jednolitych zmian w wyglądzie. Ocena stopnia rozwarstwienia i korozji wokół zarysowania.

- [50] PN-EN ISO 4628-10:2005 Farby i lakiery. Ocena zniszczenia powłok. Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie. Część 10: Ocena stopnia korozji nitkowej.

14.4 Normy dotyczące ścierniw

- [51] PN-EN ISO 11124-1:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wymagania techniczne dotyczące metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej Część 1: Ogólne wprowadzenie i klasyfikacja.
- [52] PN-EN ISO 11124-2:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wymagania techniczne dotyczące metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 2: Ostrokątny śrut z żeliwa utwardzonego.
- [53] PN-EN ISO 11124-3:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wymagania techniczne dotyczące metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 3: Kulisty i ostrokątny śrut z wysokowęglowego staliwa.
- [54] PN-EN ISO 11124-4:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wymagania techniczne dotyczące metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 4: Kulisty śrut z niskowęglowego staliwa.
- [55] PN-EN ISO 11125-1:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 1: Pobieranie próbek.
- [56] PN-EN ISO 11125-2:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej Część 2: Oznaczanie składu ziarnowego.
- [57] PN-EN ISO 11125-3:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 3: Oznaczanie twardości.
- [58] PN-EN ISO 11125-4:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań metalowych ścierniw

- stosowanych w obróbce strumieniowo-ścierniej. Część 4: Oznaczanie gęstości właściwej.
- [59] PN-EN ISO 11125-5:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ścierniej. Część 5: Oznaczanie procentowej zawartości wadliwych ziaren ściernych i ich mikrostruktury.
- [60] EN ISO 11125-6:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ścierniej. Część 6: Oznaczanie zawartości ciał obcych.
- [61] PN-EN ISO 11125-7:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań metalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ścierniej. Część 7: Oznaczanie zawartości wilgoci.
- [62] PN-EN ISO 11126-1:2001 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ścierniej. Część 1: Ogólne wprowadzenie i klasyfikacja.
- [63] PN-EN ISO 11126-3:2000 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ścierniej. Część 3: Żużel pomiedziowy.
- [64] PN-EN ISO 11126-4:2002 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ścierniej. Część 4: Żużel paleniskowy.
- [65] PN-EN ISO 11126-5:2002 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ścierniej. Część 5: Żużel ponikłowy.
- [66] PN-EN ISO 11126-6:2002 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ścierniej. Część 6: Żużel wielkopieczowy.
- [67] PN-EN ISO 11126-7:2001 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ścierniej. Część 7: Elektrokorund.

- [68] PN-EN ISO 11126-8:2002 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 8: Piasek oliwinowy.
- [69] PN-EN ISO 11126-9:2005(U) Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 9: Staurolit.
- [70] PN-EN ISO 11126-10:2005(U) Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Wymagania techniczne dotyczące niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 10: Almandyn.
- [71] PN-EN ISO 11127-1:2001 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 1: Pobieranie próbek.
- [72] PN-EN ISO 11127-2:2001 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 2: Oznaczanie składu ziarnowego.
- [73] PN-EN ISO 11127-3:2001 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 3: Oznaczanie gęstości właściwej.
- [74] PN-EN ISO 11127-4:2001 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 4: Ocena twardości metodą szkiełek mikroskopowych.
- [75] PN-EN ISO 11127-5:2001 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 5: Oznaczanie zawartości wilgoci.
- [76] PN-EN ISO 11127-6:2001 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań niemetalowych ścierniw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 6: Oznaczanie zanieczyszczeń rozpuszczalnych w wodzie metodą pomiaru przewodnictwa.
- [77] PN-EN ISO 11127-7:2001 Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów. Metody badań niemetalowych ścierniw

niw stosowanych w obróbce strumieniowo-ściernej. Część 7: Oznaczanie chlorków rozpuszczalnych w wodzie.

14.5 Normy dotyczące badania farb i powłok lakierowych

- [78] PN-EN ISO 2808:2000 Farby i lakiery. Oznaczanie grubości powłoki.
- [79] ISO 19840:2004 Farby i lakiery. Określenie grubości powłoki.
- [80] PN-EN ISO 2409 Farby i lakiery. Metoda siatki nacięć.
- [81] PN-EN ISO 4624 Farby i lakiery. Próba odrywania do oceny przyczepności.
- [82] PN-ISO 554:1996 Farby i lakiery. Normalne warunki atmosferyczne klimatyzacji i/lub badań. Wymagania.
- [83] ISO 2431:1993 Farby i lakiery. Określenie czasu wypływu przy pomocy kubków.
- [84] ISO 15184:2001 Farby i lakiery. Oznaczanie twardości metodą ołówkową.
- [85] ASTM D522-93a Metoda badania odporności powłok na zginanie metodą Mandrela.
- [86] PN-EN ISO 1513:1999 Farby i lakiery. Sprawdzenie przygotowania próbek do badań.
- [87] PN-EN ISO 3668:2002 Farby i lakiery. Wzrokowe porównywanie barwy farb.
- [88] ASTM D 4752:1987 Metoda testowa do mierzenia odporności nieorganicznych gruntów krzemianowych pyłem cynkowym na metyloetyloketon za pomocą testu rozpuszczalnikowo-ścieralnego.
- [89] ASTM D 3359:1997 Oznaczenie przyczepności powłoki do podłoża metodą taśmy (metoda krzyża Andrzeja).

14.6 Normy dotyczące powłok metalowych (zanurzeniowych i natrykiwanych cieplnie)

- [90] PN-H-04683 Ochrona przed korozją. Natrykiwanie cieplne. Nazwy i określenia.
- [91] PN-EN 657:2000 Natrykiwanie cieplne. Terminologia, klasyfikacja.
- [92] PN-EN ISO 14713:2000 Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych i żeliwnych. Powłoki cynkowe i aluminiowe. Wytyczne.

- [93] PN-EN 2063:2005 Natryskiwanie cieplne. Powłoki metalowe i inne nieorganiczne. Cynk, aluminium i ich stopy.
- [94] PN-EN 13507:2002 Natryskiwanie cieplne. Przygotowanie powierzchni przedmiotów i części przed natryskiwaniem cieplnym.
- [95] PN-EN ISO 1461:2000 Powłoki cynkowe nanoszone na stal metodą zanurzeniową (cynkowanie jednostkowe). Wymagania i badania.
- [96] PN-EN 582:1996 Natryskiwanie cieplne. Określenie przyczepności metodą odrywania.
- [97] PN-EN13214:2002 Natryskiwanie cieplne. Nadzór nad natryskiwaniem cieplnym. Obowiązki i odpowiedzialność.

14.7 Ustawy, rozporządzenia i zarządzenia

- [98] „Stadia i skład dokumentacji projektowej dla dróg i mostów w fazie przygotowania zadań” Załącznik do zarządzenia Nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 8 listopada 2005 r.
- [99] Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dz. U. z 2000 r. Nr 63, poz. 735).
- [100] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (tekst jednolity Dz. U z 1998 r. Nr 21, poz. 94, z późniejszymi zmianami).
- [101] Ustawa z dnia 11 stycznia 2001 r. o substancjach i preparatach chemicznych (Dz. U. z 2001 r. Nr 11, poz. 84 wraz z późniejszymi zmianami).
- [102] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 11 czerwca 2002 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. z 2002 r. Nr 91, poz. 811).
- [103] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych (Dz. U. z 2003 r. Nr. 47, poz. 401).
- [104] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14 stycznia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy czyszczeniu powierzchni, malowaniu natryskowym i natryskiwaniu cieplnym (Dz. U. z 2004 r. Nr 16, poz. 156).

- [105] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 maja 2003 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy pracowników zatrudnionych na stanowiskach pracy, na których może wystąpić atmosfera wybuchowa (Dz. U. z 2003 r. Nr 107, poz. 1004).
- [106] Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy (Dz. U. z 2002 r. Nr 191, poz. 1596 z późniejszymi zmianami).
- [107] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 maja 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzenia raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz. U. z 2005 r. Nr 92, poz. 769).
- [108] Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 10 października 2005 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. z 2005 r. Nr 212, poz. 1769).
- [109] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 3 lipca 2002 r. w sprawie karty charakterystyki substancji niebezpiecznej i preparatu niebezpiecznego (Dz. U. z 2002 r. Nr 140, poz. 1171 z późniejszymi zmianami).
- [110] Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 2 września 2003 r. w sprawie oznakowania opakowań substancji niebezpiecznych i preparatów niebezpiecznych (Dz. U. z 2003 r. Nr 173, poz. 1679 z późniejszymi zmianami).
- [111] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2001 r. Nr 62, poz. 627 z późniejszymi zmianami).
- [112] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz. U. z 2001 r. Nr 62, poz. 628 z późniejszymi zmianami).
- [113] Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o opakowaniach i odpadach opakowaniowych (Dz. U. z 2001 r. Nr 63, poz. 638 z późniejszymi zmianami).
- [114] Ustawa z dnia 11 maja 2001 r. o obowiązkach przedsiębiorstw w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz opłacie produktowej i opłacie depozytowej (Dz. U. z 2001 r. Nr 63, poz. 639 wraz z późniejszymi zmianami).
- [115] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 20 grudnia 2005 r. w sprawie opłat za korzystanie ze środowiska (Dz. U. z 2005 r. Nr 260, poz. 2176).

- [116] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2001 r. w sprawie katalogu odpadów (Dz. U. z 2001 r. Nr 112, poz. 1206).
- [117] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla urządzeń używanych na zewnątrz pomieszczeń w zakresie emisji hałasu do środowiska (Dz. U. z 2005 r. Nr 263, poz. 2202).
- [118] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2005 r. w sprawie wzorów, wykazów zawierających informacje i dane o zakresie korzystania ze środowiska, o wysokości należnych opłat i sposobu przedstawiania tych informacji i danych (Dz. U. z 2005 r. Nr 252, poz. 2128).
- [119] Rozporządzenie Ministra Środowiska z 29 lipca 2004 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (Dz. U. z 2004 r. Nr 178, poz. 1841).
- [120] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 9 listopada 2004 r. w sprawie określenia rodzajów przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko oraz szczegółowych uwarunkowań związanych z kwalifikowaniem przedsięwzięcia do sporządzania raportu o oddziaływaniu na środowisko (Dz. U. z 2004 r. Nr. 257, poz. 2573 wraz z późniejszymi zmianami).
- [121] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. z 2004 r. Nr 92, poz. 881).
- [122] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. z 2003 r. Nr 120, poz. 1133).

ZAŁĄCZNIKI

WZORY RAPORTÓW I PROTOKOŁÓW

ZAŁĄCZNIK 1

PROTOKÓŁ POMIARÓW KLIMATYCZNYCH

Data	Godzi- na	Wilgotność względna	Temperatura powietrza °C	Tempe- ratura podłoża °C	Temperatura punktu rosy °C	Wyko- nujący pomiar	Uwagi
1	2	3	4	5	6	7	8

Podpis wykonującego pomiary

.....

Podpis Inspektora Nadzoru

.....

Podpis Wykonawcy

Zabezpieczeń Antykorozyjnych

.....

ZAŁĄCZNIK 2

PROTOKÓŁ KONTROLI JAKOŚCI FARB

Farby*		
Obiekt		
1	Producent	
2	Nazwa	
3	Nr partii	
4	Świadectwo kontroli jakości nr	
5	Stan opakowania	<input type="checkbox"/> uszkodzone <input type="checkbox"/> nieuszkodzone
6	Kożuszenie	
7	Osad	<input type="checkbox"/> łatwy do rozmieszania <input type="checkbox"/> trudny do rozmieszania <input type="checkbox"/> niemożliwy do rozmieszania
8	Wtrącenia	
9	Rozdział faz	
10	Konsystencja (np. żelowanie)	
11	Kolor	
12	Uwagi	
*) należy wypełniać dla każdej partii farby		

Podpis Inspektora Nadzoru

.....

ZAŁĄCZNIK 3

PROTOKÓŁ KONTROLI JAKOŚCI PRZYGOTOWANIA POWIERZCHNI I NANOSZENIA POWŁOK

Obiekt:

Fragment konstrukcji wg szkicu (element):

	Data	Godzina rozpoczęcia	Godzina zakończenia	Uwagi, jeśli odbiega od wymagań	Podpis Kontroli Jakości Wykonawcy
Przygotowanie podłoża przed nanoszeniem powłoki pierwszej					
Przygotowanie podłoża przed nanoszeniem powłoki drugiej					
Przygotowanie podłoża przed nanoszeniem powłoki trzeciej					
Nakładanie powłoki pierwszej z farby:					
Nakładanie powłoki drugiej z farby:					
Nakładanie powłoki trzeciej z farby:					

Podpis Inspektora Nadzoru

.....

ZAŁĄCZNIK 4

PROTOKÓŁ POMIARÓW GRUBOŚCI SYSTEMU POWŁOKOWEGO

Obiekt:

Fragment konstrukcji wg szkicu (element):.....

Po- miar	Grubość w μm								Uwagi
	powłoki pierwszej		powłoki pierwszej i drugiej		powłoki pierwszej , dru- giej i trzeciej		powłoki pierwszej , dru- giej, trzeciej i czwartej		
	po aplkacji	wyma- gana	po aplikacji	wyma- gana	po aplikacji	wyma- gana	po aplikacji	wyma- gana	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
Śred- nia									

Liczba pomiarów powinna być zgodna z normą ISO 1980.
Miejsce każdego odczytu powinno być zaznaczone na dołączonym do protokołu szkicu.

Podpis Kierownika Robót

Podpis Inspektora Nadzoru

.....

.....

ZAŁĄCZNIK 5

PROTOKÓŁ KONTROLI JAKOŚCI CAŁEGO SYSTEMU POWŁOKOWEGO

1	Obiekt	
2	Fragment konstrukcji wg szkicu (element)	
3	Parametry powierzchni przed malowaniem	
4	Rodzaj farb w kolejnych powłokach	
5	Wygląd	
6	Grubość [μm] (liczba wykonanych pomiarów, zakres wyników, czy spełnia zasadę, że maksymalnie 10% pomiarów jest poniżej 0,9 wartości nominalnej, a grubość maksymalna nie przekracza dwukrotnej wartości nominalnej)	
7	Przyczepność całego systemu do podłoża (w przy- padkach wątpliwych)	
8	Przyczepność międzywarstwowa (w przypadkach wątpliwych)	
9	Data przeprowadzenia oceny	
10	Uwagi	

Wykonawca

.....

Inspektor nadzoru

.....

KARTA DOKUMENTACJI POWYKONAWCZEJ

Obiekt

1	Przygotowanie podłoża	
1.1	Termin: rozpoczęcia zakończenia	
1.2	Metoda	
1.3	Rodzaj ścierniwa	
1.4	Stopień przygotowania powierzchni wg PN-ISO 8501-1:1996	
1.5	Stopień odpylenia wg PN-EN ISO 8502-3:2000	
1.6	Profil powierzchni wg PN-EN ISO 8503-2:1999	
1.7	Zanieczyszczenia jonowe wg PN-EN ISO 8502-9:2002	
1.8	Uwagi o stanie podłoża	
2	Malowanie	
2.1	Producent farb	
2.2	Nazwa farby	
2.3	Kolor	
2.4	Świadectwo	
2.5	Nr partii	
2.6	Data produkcji	
2.7	Data kontroli jakości	
2.8	Termin aplikacji: rozpoczęcia zakończenia	
3	System powłokowy	
3.1	Grubość powłoki pierwszej	
3.2	Grubość powłoki drugiej	
3.3	Grubość powłoki trzeciej	
3.4	Grubość powłoki czwartej	
3.5	Uwagi o jakości systemu powłokowego (grubość, wygląd, przyczepność itd.)	

Inwestor Nadzoru

.....

Wykonawca

.....

ZAŁĄCZNIK 7A

RAPORT Z INSPEKCJI POWŁOK

Obiekt:

Wiadomości podstawowe		
1	Data	
2	Dokonujący przeglądu	
3	Producent i nazwa farb	
4	Wykonawca zabezpieczenia podstawowego	
	Data	
5	Element	
	Powierzchnia m ²	
6	Szczególne narażenia korozyjne	
7	Przewidywany czas trwałości zabezpieczenia	
8	Okres gwarancji	oddo
Miejsca pomiarów zaznaczyć na szkicu		

Podpis Wykonującego Ocenę

.....

OKREŚLENIE SYSTEMU POWŁOKOWEGO

Obiekt:

1	Przygotowanie powierzchni	
2	Profil powierzchni	
3	Podłoże	
4	Grunt ochrony czasowej	
5	Powłoka gruntowa	
6	Powłoka międzywarstwowa	
7	Powłoka nawierzchniowa	
8	Czy farby zawierały związki ołowiu i chromu?	
9	Czas aplikacji	
10	Data i opis renowacji, jeśli były	
11	Grubość suchej powłoki. Data pomiaru. Czy spełnia zasadę, że tylko 10% pomiarów może być poniżej 0,9 wartości grubości nominalnej, a grubość maksymalna nie przekracza dwukrotnej wartości nominalnej?	

Podpis Wykonującego Ocenę

.....

ZAŁĄCZNIK 7C

OKREŚLENIE STANU POWŁOK

Obiekt:

Fragment konstrukcji według szkicu (element):

Właściwość	Lokalizacja	Wynik badania	Fotografia nr	Przewidywana przyczyna uszkodzenia	Czy potrzebuje naprawy (tak/nie)
1	2	3	4	5	6
1 Uszkodzenia					
Spęcherzenie wg PN-EN ISO 4628-2:2005	Uszkodzenie: <input type="checkbox"/> powłoki nawierzchniowej <input type="checkbox"/> całego systemu powłokowego Rozmiar uszkodzenia: <input type="checkbox"/> cała powierzchnia <input type="checkbox"/> miejscowo				
Skorodowanie wg PN-EN ISO 4628-3:2005	Uszkodzenie: <input type="checkbox"/> powłoki nawierzchniowej <input type="checkbox"/> całego systemu powłokowego Rozmiar uszkodzenia: <input type="checkbox"/> cała powierzchnia <input type="checkbox"/> miejscowo				
Spękanie wg PN-EN ISO 4628-4:2005	Uszkodzenie: <input type="checkbox"/> powłoki nawierzchniowej <input type="checkbox"/> całego systemu powłokowego Rozmiar uszkodzenia: <input type="checkbox"/> cała powierzchnia <input type="checkbox"/> miejscowo				
Złuszczenie wg PN-EN ISO 4628-5:2005	Uszkodzenie: <input type="checkbox"/> powłoki nawierzchniowej <input type="checkbox"/> całego systemu powłokowego Rozmiar uszkodzenia: <input type="checkbox"/> cała powierzchnia <input type="checkbox"/> miejscowo				
Skredowanie wg PN-EN ISO 4628-6:1999	Uszkodzenie: <input type="checkbox"/> powłoki nawierzchniowej <input type="checkbox"/> całego systemu powłokowego Rozmiar uszkodzenia: <input type="checkbox"/> cała powierzchnia <input type="checkbox"/> miejscowo				

ZAŁĄCZNIK 7C (ciąg dalszy)

1	2	3	4	5	6
Korozja spawów, połączeń itd.					
Inne defekty	Uszkodzenie: <input type="checkbox"/> powłoki nawierzchniowej <input type="checkbox"/> całego systemu powłokowego Rozmiar uszkodzenia: <input type="checkbox"/> cała powierzchnia <input type="checkbox"/> miejscowo				
2 Przyczepność					
Przyczepność do podłoża wg PN-EN ISO 2409:1999 i/lub PN-EN ISO 4624:2004 i/lub ASTM D 3359	<input type="checkbox"/> systemu powłokowego		-		
Przyczepność międzywarstwowa wg PN-EN ISO 2409:1999 i/lub PN-EN ISO 4624:2004	<input type="checkbox"/> w systemie powłokowym				
Przyrządy do pomiaru przyczepności					

Podpis Wykonującego Ocena

.....

ZAŁĄCZNIK 7D

WNIOSKI Z INSPEKCJI

1	Miejsce	<input type="checkbox"/> cała konstrukcja <input type="checkbox"/> element <input type="checkbox"/> powierzchnia lokalna (gdzie)
2	Prawdopodobna przyczyna uszkodzeń	<input type="checkbox"/> normalne zużycie <input type="checkbox"/> uszkodzenie miejscowe, mechaniczne <input type="checkbox"/> niewłaściwy system malarski <input type="checkbox"/> błędy w aplikacji <input type="checkbox"/> inne
3	Zalecane postępowanie	<input type="checkbox"/> renowacja niepotrzebna do następnego przeglądu <input type="checkbox"/> renowacja miejscowa <input type="checkbox"/> renowacja całkowita
4	Uwagi	

Podpis Wykonującego Ocenę

.....