

**„KATALOG TECHNOLOGII ZABEZPIECZANIA
ANTYKOROZYJNEGO KONSTRUKCJI
WYKONANYCH Z PROFILI CIENKOWARSTWOWYCH
LUB BLACH O GRUBOŚCIACH DO 3 MM”**

**Opracowano w Instytucie Badawczym Dróg i Mostów
na zlecenie Zarządu Dróg Miejskich w Warszawie**

Wydanie 1 – listopad 2012 r., Warszawa

1.	Wstęp	3
1.1.	Zakres opracowania	3
1.2.	Farby ciekłe	4
1.3.	Farby proszkowe	4
1.4.	Przygotowanie powierzchni	5
1.5.	Warunki gwarancyjne	10
2.	Rekomendowane systemy	11
2.1.	Wprowadzenie	11
2.2.	Systemy długotrwałe (25+ lat) dla aluminium.....	12
2.3.	Systemy trwałe (15+ lat) dla aluminium	13
2.4.	Systemy trwałe (15+lat) dla cynku	14
3.	Dopuszczenie systemów do zastosowania w praktyce	15
3.1.	Wprowadzenie	15
3.2.	Dopuszczenie systemów na podstawie referencji (badań eksploatacyjnych)	15
3.3.	Dopuszczenie systemów na podstawie certyfikatów o zasięgu międzynarodowym	15
3.4.	Dopuszczenie systemów na podstawie wyników badań przyspieszonych	16
3.5.	Przykłady	17
4.	Badania przyspieszone systemów	19
4.1.	Wprowadzenie	19
4.2.	Pełen zestaw badań	19
4.3.	Wymagania dla systemów powłokowych na powłoce konwersyjnej lub anodowej na aluminium	23
4.4.	Wymagania dla powłok anodowych na aluminium	24
4.5.	Wymagania dla systemów powłokowych na stali ocynkowanej	25
5.	Kontrola dostawy nowych elementów	26
5.1.	Wprowadzenie	26
5.2.	Wytypowanie prefabrykatów kontrolnych	26
5.3.	Badania laboratoryjne wytypowanych prefabrykatów	27
5.4.	Interpretacja wyników badań	27
6.	Wymagania dla dokumentacji referencyjnej	28
7.	Zestawienie tabelaryczne systemów	29
8.	Wymagania dodatkowe	30
8.1.	Wymagania dotyczące powłok cynkowych ogniowych (cynkowanie jednostkowe) ...	30
8.2.	Wymagania odnośnie utrzymania konstrukcji	30
8.3.	Uszczelniacze	31
9.	Słownik pojęć	32
10.	Dokumenty powołane	34

1. WSTĘP

1.1 Zakres opracowania

Niniejsze opracowanie dotyczy zabezpieczenia elementów wykonanych z cienkich do 3 mm grubości profili i blach: stalowych ocynkowanych (metodą ciągłą lub zanurzeniową) i aluminiowych.

Założono, że elementy będą eksploatowane w warunkach intensywnego ruchu ulicznego.

Wprowadzono 2 okresy trwałości zabezpieczeń:

- długotrwały; co najmniej 25 lat,
- trwały; co najmniej 15 lat.

Instrukcja nie dotyczy wielkogabarytowych konstrukcji stalowych wykonanych z materiałów grubszych niż 3 mm, których wymagania odnośnie zabezpieczenia antykorozyjnego zostały objęte normą PN-EN ISO 12944.

Trwałość elementów metalowych zależy od rodzaju zastosowanego metalu, środowiska korozyjnego i zabezpieczenia antykorozyjnego. Obiekty w infrastrukturze miejskiej wykonane są zazwyczaj ze stali, stali ocynkowanej i aluminium.

Zabezpieczenia antykorozyjne takich konstrukcji realizowane są poprzez zastosowanie powłok malarskich (ciekłych lub proszkowych).

Zastosowanie powłoki cynkowej na stali zapewnia jej ochronę protektorową (cynk jest anodą, która roztrwając się chroni stal) przedłużając znacznie czas użytkowania. Wysoka odporność powłok aluminiowych ma miejsce dzięki warstwie pasywnej tworzącej się na powierzchni.

Elementy ocynkowane i aluminiowe mogą również być stosowane w środowiskach o niskiej i średniej korozyjności bez zabezpieczeń powłokowych, ze względu na dużo wyższą od stali odporność korozyjną.

Obecnie ze względów ekologicznych obserwuje się światowe tendencje, w ograniczaniu stosowania niezabezpieczonego cynku, dlatego w niniejszym opracowaniu pominięto zastosowanie elementów ocynkowanych bez powłok malarskich.

Trwałe zabezpieczenie aluminium można osiągnąć poprzez wytworzenie warstwy anodowej, albo zastosowanie powłok organicznych. To drugie rozwiązanie pozwala na nadanie wyrobom dowolnej kolorystyki.

W opracowaniu wykluczono powlekanie wyrobów aluminiowych bez wcześniejszego wytworzenia powłoki konwersyjnej.

Ze względu na zbyt niską trwałość wykluczono zastosowanie elementów stalowych zabezpieczonych tylko powłokami malarskimi.

W opracowaniu założono, że wszystkie zabezpieczenia antykorozyjne wykonywane są w warunkach warsztatowych.

Wymagana trwałość zabezpieczeń w środowisku C5 (według normy PN-EN ISO 12944), to trwałość wysoka (powyżej 15 lat). Przedstawiono również rozwiązania o trwałości 25 lat i powyżej.

Przyjęto, że środowisko korozyjne C5M zgodnie z PN-EN ISO 12944-2, jest najlepszym przybliżeniem atmosfery ulicznej, uwzględniającym zagrożenia roztworami soli pochodzącymi z zimowych akcji odmrażania jezdni oraz innymi czynnikami chemicznymi generowanymi wysokim natężeniem ruchu samochodowego.

1.2 Farby ciekłe

Dobór rodzajów farb, grubości i innych parametrów technologicznych systemów jest podyktowany wymogiem spełnienia przez nie wymagań użytkowych opisanych w rozdziale 4. Dlatego nie wprowadzono restrykcyjnych ograniczeń rodzaju farb. Jako przykładowe farby, spełniające wymagania trwałości co najmniej 25 lat, podane są farby silikonowo-poliestrowe i fluoropolimerowe ze względu na ich wysoką odporność na degradację pod wpływem promieniowania UV.

Zastosowanie farb ciekłych do zabezpieczania konstrukcji stalowych o grubości blach powyżej 3mm i trwałości co najmniej 15 lat (nie uwzględniając coil coatingu) zostało opisane w normie PN-EN ISO 12944. Norma opisuje szczegółowo zabezpieczenie powierzchni stalowych i bardziej ogólnikowo zabezpieczenie powierzchni ocynkowanych ogniowo.

W normie ujęte są klasyczne farby, z których najtrwalsze bazują na spoiwach etylokrzemianowym, epoksydowym, poliuretanowym.

Długi okres nowelizacji norm nie pozwolił ująć w tej normie bardziej nowoczesnych farb takich jak: polisiloksanowe, poliamidowe, fluoro-węglowodorowe czy inne.

Malowania blach na linii (coil coating) jest inną technologią, której wymagania opisano w normie PN-EN 10169+A1. Stosowane mogą być farby na bazie wielu spoiw, jak na przykład: poliestry, poliuretany, fluoropolimery, akryle, epoksydy, poliestry silikonowe i inne; ciekłe, proszkowe lub folie z tworzywa sztucznego. Powłoki podzielone są na dwie grupy pod względem grubości: do 60µm i powyżej. Malowanie elementów metalowych innych niż zwoje blach może być również prowadzone na linii automatycznej. Wśród stosowanych powłok są także powłoki schnące piecowo.

1.3 Farby proszkowe

Farby proszkowe składają się z żywicy (lub mieszaniny żywic), pigmentów, wypełniaczy i środków pomocniczych, które decydują o takich cechach farby, jak rozlewność roztopionej farby, odgazowanie – zapobieganie tworzeniu pęcherzyków gazu, łatwość elektryzowania się w urządzeniach elektrokinetycznych (Tribo), struktura powierzchni farby, odporność na korozję farb podkładowych, łatwość fluidyzacji.

Farba jest zwykle aplikowana na uziemiony element urządzeniami, zapewniającymi ładowanie elektrostatyczne proszku. Przyciąganie elektrostatyczne pomaga kontrolować grubość powłoki i zapewniać krycie. Następnie element jest podgrzewany do temperatury 150÷200°C, co powoduje stopienie proszku i uformowanie twardej, odpornej powłoki. Po ostudzeniu element jest gotowy do użycia.

Farby proszkowe nie zawierają rozpuszczalnika, przez co nie powodują emisji substancji lotnych. Wystarczająca jest zazwyczaj jednokrotna aplikacja, a nadmiar proszku może być użyty ponownie. Cały proces jest zatem ekologiczny, ekonomiczny i wydajny.

W tabelicy 1.3.1 podano ogólne cechy powłok proszkowych w zależności od zastosowanej bazy polimerowej. Należy pamiętać, że specjalne modyfikacje każdego rodzaju polimeru mogą wpłynąć na jego końcowe właściwości.

Tablica 1.3.1 Ogólne właściwości powłok z farb proszkowych
w zależności od bazy polimerowej

Właściwość	żywice epoksydowe	hybrydowe żywice epoksydowo poliestrowe	żywice alifatyczne poli- uretanowe	żywice poliestrowe utwardzane TGIC ¹	żywice poliestrowe HAA ² (bez TGIC)	żywice fluoro- polimerowe
elastyczność	5	5	5	5	5	3
odporność na przegrzanie	2	4	5	5	4	6
odporność na promieniowanie UV	1	1	5	5	5	6
odporność na korozję	5	4	3	4	3	4
odporność na chemikalia i rozpuszczalniki	5	3	3	4	3	4
łatwość aplikacji	4	5	4	5	5	5

Skala oceny zastosowana w tabelicy: 1 – najgorszy; 6 – najlepszy

¹- TGIC – trójglicydoizocjanurat

²- HAA – hydroksyalkilamid

W ostatnich latach wprowadzono również farby proszkowe z wypełniaczem cynkowym, które znalazły zastosowanie do zabezpieczania powierzchni stalowych.

1.4 Przygotowanie powierzchni

Stosuje się następujące metody przygotowania powierzchni, których wykorzystanie nawzajem się nie wyklucza:

- mechaniczne,
- chemiczne.

Chemiczna obróbka wstępna pełni dwie podstawowe funkcje, istotne dla właściwego przygotowania wyrobów metalowych do malowania. Po pierwsze, w procesach mycia i odtłuszczenia usuwane są z powierzchni zanieczyszczenia, które pozostawione na powierzchni pogarszają przyczepność powłok lakierowych do podłoża. Po drugie, zależnie od składu stosowanych w obróbce kąpieli, następuje pewna modyfikacja powierzchni metalu polegająca głównie na wytworzeniu różnego typu warstw konwersyjnych, adsorpcyjnych, adhezyjnych, wpływających na poprawę przyczepności i właściwości ochronnych powłok lakierowych.

Znaczenie czystości powierzchni i obecności warstw powierzchniowych, wytworzonych w obróbce wstępnej może być różne, zależnie od rodzaju metalu podłoża i struktury nakładanych powłok lakierowych. Przykładem powłok, które wymagają szczególnie starannego oczyszczenia powierzchni są powłoki proszkowe.

Farby proszkowe, nie zawierające w swoim składzie rozpuszczalnika, nie rozpuszczają żadnych zanieczyszczeń typu oleje, smary, tłuszcze tak, jak to ma miejsce przy stosowaniu farb rozpuszczalnikowych. Pozostające na powierzchni metalu, nawet w najmniejszych ilościach, zanieczyszczenia tłuszczowo-olejowe obniżają zwilżalność podłoża i rozlewność farby proszkowej, która podczas tworzenia powłoki lakierowej, w stanie ciekłym pozostaje na powierzchni metalu tylko krótki okres. Efektem niedostatecznego odtłuszczenia podłoża są takie wady powłoki lakierowej jak: niepokryte miejsca, gorsza przyczepność i słabsza odporność na korozję. Mycie i odtłuszczenie zwykle jest zabiegiem wstępnym, poprzedzającym inne procesy chemicznej obróbki takie, jak: fosforanowanie, chromianowanie, nakładanie powłok polimerowych i innych. Wytworzone w tych procesach warstwy fosforanów, chromianów, polimerów itp. stanowią dodatkową barierę dla czynników korozyjnych i powodują rozwinięcie powierzchni, co korzystnie wpływa na przyczepność do podłoża i odporność korozyjną powłok lakierowych. Uzyskanie dobrej przyczepności powłok lakierowych jest szczególnie istotne przy malowaniu aluminium i stali ocynkowanej ogniowo, co niekiedy w praktyce stwarza większe problemy niż uzyskanie dobrej przyczepności do powierzchni stalowych. Właściwe przygotowanie powierzchni do malowania jest bardzo istotnym czynnikiem decydującym o trwałości i okresie użytkowania powłok lakierowych.

W tablicy 1.4.1 podano wykaz i charakterystykę podstawowych najczęściej stosowanych w praktyce metod chemicznej obróbki powierzchni stali, cynku i aluminium.

Tablica 1.4.1 Metody chemicznej obróbki stali, cynku i aluminium stosowane przed nakładaniem powłok lakierowych

Rodzaj metody	Rodzaj powierzchni metalowej	Charakterystyka powierzchni po obróbce
Mycie i odtłuszczanie	Stal, Zn, Al	czysta powierzchnia metalu
Obróbka alkaliczna „alkaliczne trawienie”	Zn, Al	tlenkowe powłoki konwersyjne
Obróbka kwaśna „kwaśne trawienie”	Zn, Al	powłoki konwersyjne
Obróbka kwaśna ze związkami tytanu i polimerami	Zn, Al	powłoki konwersyjne
Chromianowanie zielone (fosforochromianowanie)	Al, Zn	Al(III) lub Zn(II), Cr(III) – fosforany
Chromianowanie bezbarwne	Al	Al(III), Cr(VI), Cr(III) – fosforany
Chromianowanie żółte	Al, Zn	Cr(III), Cr(VI)
Fosforanowanie amorficzne	Stal	powłoka konwersyjna (amorficzna powłoka tlenków i fosforanów żelaza)
Fosforanowanie krystaliczne (cynkowe), ZnP	Stal, Zn, Al	powłoka konwersyjna (krystaliczna powłoka fosforanów cynku i innych metali)
Fosforanowanie trójkationowe (Zn, Mn, Ni)	Zn, Al	powłoka konwersyjna
Kąpiele oparte na związkach metali przejściowych tworzące kompleksy metali przejściowych Ti, Zr; wersje z polimerami	Zn, Al	powłoka konwersyjna, uwodnione tlenki Al i metali przejściowych; związki kompleksowe
Metoda SAM „self assembling molecules” polimery organiczne	Zn, Al	warstwy adsorpcyjne (bez reakcji trawienia)
Technologie silanowe silany R-Si(OR') i grupy Si(OH)	Zn, Al	warstwa adhezyjna < 1 μm
Nanoceramiczne powłoki konwersyjne	Zn, Al	powłoka polimerowo-konwersyjna
Technologie wykorzystujące związki ceru Ce ³⁺ /Ce ⁴⁺	Al	powłoka konwersyjna
Technologie oparte na związkach kobaltu, Co	Al	powłoka konwersyjna

Podstawową technologią przygotowania powierzchni do nakładania powłok jest mycie i odtłuszczanie w roztworach wodnych lub rozpuszczalnikowych, w różnych temperaturach. Dodatki do kąpeli myjących mają za zadanie uaktywnienie powierzchni i polepszenie adhezji powłok.

Kolejną technologią, którą można zastosować także w warunkach polowych, jest obróbka kwaśna i alkaliczna uaktywniająca powierzchnie poprzez jej lekkie nadtrawienie. Skuteczność zabiegu zależy od rodzaju preparatu i czasu oddziaływania.

Przykładem nowoczesnej technologii przygotowania powierzchni cynku przed malowaniem jest zastosowanie związków tytanowych w roztworach polimerów.

Największe znaczenie wciąż jednak mają powłoki konwersyjne (wytworzone w wyniku obróbki chemicznej lub elektrochemicznej na powierzchni metalu).

Do najpopularniejszych powłok konwersyjnych należą powłoki fosforanowe i chromianowe. Jedne i drugie cechuje różnorodność ze względu na skład i parametry kąpeli, a co za tym idzie - charakter otrzymywanych warstw. Spośród powłok chromianowych najpopularniejsze jest chromianowanie „żółte” bazujące na związkach Cr(VI), które ze względu na właściwości kancerogenne i problemy technologiczne próbuje się ograniczać. Zastępuje się je alternatywnymi kąpielami np. ze związkami Cr(III). Uważa się jednak, że mają one słabsze właściwości antykorozyjne, poza tym w procesie chromianowania związkami Cr(III) mogą być obecne pewne ilości jonów Cr (VI). Inną drogą ograniczenia szkodliwości tych kąpeli było wprowadzenie technologii nie wymagających płukania (ograniczało to ilość ścieków).

Wśród konwersyjnych powłok fosforanowych warstwy amorficzne uważane są za powłoki o najniższej odporności korozyjnej. Przy wyższych zagrożeniach korozyjnych stosuje się powłoki krystaliczne, najczęściej z dodatkiem innych jonów jak wapń (fosforanowanie cynkowo-wapniowe), czy fosforanowanie trójkationowe (Zn, Ni, Mn).

Najnowsze doniesienia światowe sygnalizują, że fosforanowanie także może zostać ograniczone ze względów ekologicznych.

Powłoki cyrkonowe wydają się być najlepszym i najbardziej realnym zamiennikiem powłok fosforanowych, zwłaszcza amorficznych. Proces może być prowadzony poprzez natrysk lub zanurzenie - uzyskuje się na powierzchni metalu warstwę, o podobnych właściwościach do klasycznej powłoki fosforanowej. Płukanie jest wymagane jedynie po etapie alkalicznego odtłuszczenia, a na zakończenie całego procesu już nie.

Rozwinęły się również różne „technologie alternatywne” bezchromowych powłok konwersyjnych i innych powłok przygotowujących powierzchnie do malowania.

Stosuje się:

- powłoki konwersyjne otrzymywane z kąpeli zawierających związki manganu, molibdenu, wolframu,
- warstwy powstałe ze związków kompleksowych ceru(III), ceru(IV), cyrkonu, tytanu (np. fluorokompleksy) lub kobaltu,
- powłoki zawierające krzemiany lub otrzymywane z roztworów silanów (nazywane różnie w zależności od firmy, która je wytwarza). Stosuje się również dodatki substancji organicznych, które dodatkowo podnoszą odporność powłok na korozję.

Obróbka polimerowa polega zazwyczaj na naniesieniu - na wcześniej odtłuszczony i pofosforanowany żelazowo element stalowy lub odtłuszczony i wytrawiony aluminium - bardzo cienkiej powłoki polimerowej, która składa się z kopolimerów akrylowych z dodatkiem chromu trójwartościowego. Znaną są też inne wersje takiej obróbki.

Największą zaletą technologii polimerowej jest możliwość nanoszenia powłok na różne materiały: stal, stal ocynkowaną ognioowo lub elektrolitycznie, aluminium, stal kwasoodporną, mosiądz, w jednej kąpieli.

Stosowane są też preparaty do pasywacji polimerowej elementów ze stali ocynkowanej ognioowo i stali zimnowalcowanej. Metoda polega na nanoszeniu na w/w powierzchnie metali wodorozcieńczalnej kąpieli pasywującej, mogącej zawierać związki chromu. Proces polimeryzacji przebiega w czasie suszenia wyrobów w temp. $60 \div 150^{\circ}\text{C}$. Płukanie końcowe nie jest wymagane.

Do wytwarzania warstw nieorganicznych soli lub tlenków najczęściej stosuje się związki tytanu, cyrkonu, wanadu, wolframu, ceru. Na powierzchni metalu powstaje ochronna warstwa złożonych związków kompleksowych, zazwyczaj na bazie fluorków. Metodę tę stosuje się do aluminium i cynku.

Powłoki silanowe mają na celu poprawę adhezji. Silany są związkami krzemu o wzorze R-Si(OR)_3 , które reagują z powierzchnią metali, tworząc cienką, bezbarwną, trwale związaną z podłożem powłokę. Grupa OR jest grupą alkoksylową, natomiast R - funkcjonalną. Przy odpowiednim powinowactwie do danej powłoki malarskiej zapewnia ona znaczną poprawę przyczepności. Gramatura warstwy może wahać się w zakresie $10 \div 2000 \text{ mg/m}^2$.

Zaletą technologii silanowej jest możliwość jednoczesnej obróbki różnych metali takich, jak stal, stal ocynkowana, aluminium.

Powłoki silanowe stosuje się również w połączeniu z kompleksami cyrkonowymi. Niektóre firmy nazywają tę technologię tworzeniem nanoceramicznych powłok konwersyjnych.

Technologia SAM („self assembling molecules”) jest jedną z nowszych obróbek powierzchni, przede wszystkim aluminium (na powierzchniach innych metali monomolekularna warstwa nie ma dobrej przyczepności). Technologia ta wykorzystuje specjalne molekuly, które samoistnie układają się obok siebie w określonym porządku, tworząc na powierzchni aluminium cienką powłokę o grubości jednej cząsteczki (monowarstwa), której jedna strona jest ściśle związana z powierzchnią aluminium, a druga zapewnia bardzo dobrą przyczepność powłoki malarskiej.

Wytworzona monowarstwa jest szczepiona z podłożem na zasadzie chemisorpcji przez co nie zachodzi reakcja trawienia, jak w przypadku tworzenia klasycznych powłok konwersyjnych. Grupy funkcjonalne molekuly (np. grupy kwasu fosfonowego) reagują ze zhydrolizowaną warstwą tlenku metalu.

Specjalną metodą przygotowania powierzchni aluminium przed nakładaniem farb (lub stosowaną jako samodzielne zabezpieczenie) jest anodowanie tzn. poddanie aluminium elektrochemicznemu procesowi, podczas którego na powierzchni tworzy się krystaliczna warstwa tlenku glinu. Okres trwałości takiego zabezpieczenia zależy od jego grubości. Powłoka jest integralną częścią elementu i dzięki temu nie może chociażby ulegać łuszczeniu.

Powyżej w tablicy 1.4.1 opisano aktualnie stosowane oraz rozwijające się technologie przygotowania powierzchni przed malowaniem. W proponowanych systemach antykorozyjnych przedstawionych w rozdziale 2 przeznaczonych do środowiska C5 i mających zapewnić bardzo wysoką trwałość uwzględniono jedynie sprawdzone rozwiązania występujące w międzynarodowych dokumentach normatywnych. W przypadku wprowadzania nowych metod nie opisanych szczegółowo i nie ujętych jako zalecane w tym dokumencie, będą one mogły być stosowane jeżeli spełnią wymagania zawarte w rozdziale 4.

1.5 Warunki gwarancyjne

Mając na uwadze postawione wysokie wymagania jakościowe technologii rekomendowanych w katalogu można oczekiwać od wykonawcy minimum 5. letnich gwarancji udzielonych inwestorowi na systemy antykorozyjne, przy zachowaniu następujących wymagań:

- stopień skorodowania $R_i 0$, wg PN-EN ISO 4628-3:2005,
- spęcherzenie 0, wg PN-EN ISO 4628-2:2005,
- spękanie 0, wg PN-EN ISO 4628-4:2005,
- złuszczenie 0, wg PN-EN ISO 4628-5:2005,
- skredowanie 0, wg PN-EN ISO 4628-6:2012,
- zmiana barwy $\Delta E \leq 6$, wg PN-EN ISO 7724-3:2003,
- zachowanie połysku, $\Delta g \geq 50\%$ wg PN-EN ISO 2813:2001.

2. REKOMENDOWANE SYSTEMY

2.1 Wprowadzenie

W tablicach 2.2.1, 2.3.1 i 2.4.1 przedstawiono systemy o trwałości odpowiednio co najmniej 25 i 15 lat.

W tablicach przyjęto następujące uproszczone oznaczenia:

- Cr6+ oznacza konwersyjną powłokę chromianową,
- alternatywna powłoka konwersyjna, to powłoka otrzymana na bazie środków nie zawierających chromu na 6. stopniu utlenienia,
- fosforanowanie, fosforanowanie trójkationowe, fosforanowanie trójkationowe, (ZnP) oznaczają typy konwersyjnych powłok fosforanowych; rodzaje te opisano dokładniej w rozdziale 1.4.
- farba fluoro-polimerowa oznacza farbę, zarówno ciekłą jak i proszkową, ze spoiwem na bazie żywicy fluorowo-węglowodorowej,
- uszczelnienie to zabieg prowadzący do wypełnienia porów powłoki anodowej na aluminium,
- systemy innowacyjne, to rozwiązania technologiczne na tyle nowe, że nie mogły być sklasyfikowane w ramach niniejszej instrukcji; są to rozwiązania techniczne będące ciągle w fazie pilotażowych zastosowań,
- cynk oznacza powłokę z cynku lub stopu cynku wytworzoną na stali jedną z dostępnych metod.

Wszelkie podane w tablicach wartości jak: gramatura, gęstość grubość, warstw, efektywność trawienia należy traktować jako minimalne.

2.2 Systemy długotrwałe (25+ lat) dla aluminium

Systemy o trwałości co najmniej 25 lat przedstawiono w tablicy 2.2.1.

Tablica 2.2.1 Systemy długotrwałe (25+lat)

System	Szczegóły techniczne (minimalne wartości)	Uwagi
A1C	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • 400 mg/m² - chromianowanie (Cr6+) • 30 µm - powłoka z farby ciekłej fluoro-polimerowej lub silikonowo-poliestrowej 	Systemy certyfikowane wg AAMA 6405 lub QUALICOAT class3 lub sprawdzone badaniami przyspieszonymi wg rozdziału 4
A1P	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • 400 mg/m² - chromianowanie (Cr6+) • 50 µm - powłoka z farby proszkowej fluoro-polimerowej 	
A2C	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • 1 g / m² - trawienie • Alternatywna powłoka konwersyjna bezchromianowa • 30 µm - powłoka z farby ciekłej fluoro-polimerowej lub silikonowo-poliestrowej 	
A2P	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • 1 g / m² - trawienie • Alternatywna powłoka konwersyjna bezchromianowa • 50 µm - powłoka z farby proszkowej fluoro-polimerowej 	
AA1	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • 25 µm powłoka anodowa, gęstość min. 2,32 g/cm³ • uszczelnienie – maks. roztwarzanie 30 mg/dm² 	Systemy zgodne z QUALANOD A25 lub AAMA 611 class 1, lub sprawdzone badaniami przyspieszonymi wg rozdziału 4
AA2C	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • 10 µm powłoka anodowa, gęstość min. 2,32 g/cm³ • uszczelnienie – maks. roztwarzanie 30 mg/dm² • 30 µm - powłoka z farby ciekłej fluoro-polimerowej lub silikonowo-poliestrowej 	Systemy certyfikowane wg QUALICOAT class3 lub AAMA 612, lub sprawdzone badaniami przyspieszonymi wg rozdziału 4
AA2P	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • 10 µm powłoka anodowa, gęstość min. 2,32 g/cm³ • uszczelnienie – maks. roztwarzanie 30 mg/dm² • 50 µm - powłoka z farby proszkowej fluoro-polimerowej 	
AX-25	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • powłoka konwersyjna lub anodowa • powłoka ochronna 	Systemy innowacyjne o zbyt krótkiej historii w momencie pisania niniejszej instrukcji. Weryfikacja badaniami przyspieszonymi wg rozdziału 4

2.3 Systemy trwałe (15+ lat) dla aluminium

W tablicy 2.3.1 zamieszczono systemy o trwałości co najmniej 15 lat na podłożu aluminiowym.

Tablica 2.3.1 Systemy trwałe dla aluminium (15+lat)

System	Szczegóły techniczne (minimalne wartości)	Uwagi
A3C	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • Powłoka konwersyjna • 30 µm - powłoka z farby ciekłej 	Systemy certyfikowane wg AAMA 6404 lub QUALICOAT class2 lub GSB AL631 Premium lub sprawdzone badaniami przyspieszonymi wg rozdziału 4
A3P	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • Powłoka konwersyjna • 50 µm - powłoka z farby proszkowej 	
AA3	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • 20 µm powłoka anodowa, gęstość min. 2,32 g/cm³ • uszczelnienie – maks. roztwarzanie 30 mg/dm² 	Systemy zgodne z QUALANOD A20 lub AAMA 611 class 2, lub sprawdzone badaniami przyspieszonymi wg rozdziału 4
AA4C	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • 10 µm powłoka anodowa, gęstość min. 2,32 g/cm³ • uszczelnienie – maks. roztwarzanie 30 mg/dm² • 30 µm - powłoka z farby ciekłej 	Systemy certyfikowane wg AAMA 612 lub QUALICOAT class2 lub GSB AL631 Premium lub sprawdzone badaniami przyspieszonymi wg rozdziału 4
AA4P	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • 10 µm powłoka anodowa, gęstość min. 2,32 g/cm³ • uszczelnienie – maks. roztwarzanie 30 mg/dm² • 50 µm - powłoka z farby proszkowej 	
AX-15	Aluminium <ul style="list-style-type: none"> • powłoka konwersyjna lub anodowa • powłoka ochronna 	Systemy innowacyjne o zbyt krótkiej historii w momencie pisania niniejszej instrukcji. Weryfikacja badaniami przyspieszonymi wg rozdziału 4

2.4 Systemy trwałe (15+ lat) dla cynku

W tablicy 2.4.1 zamieszczono systemy o trwałości co najmniej 15 lat, na podłożu cynkowym.

Tablica 2.4.1 Systemy trwałe dla cynku (15+lat)

System	Szczegóły techniczne (minimalne wartości)	Uwagi
ZK1C	Cynk <ul style="list-style-type: none"> chromianowanie (Cr6+) 30 μm – powłoka z farby ciekłej w 2 warstwach 	Systemy certyfikowane wg GSB ST 663 dla trwałości L i środowiska C5-M lub AAMA 621, lub sprawdzone badaniami przyspieszonymi wg rozdziału 4
ZK1P	Cynk <ul style="list-style-type: none"> chromianowanie (Cr6+) 50 μm – powłoka z farby proszkowej w 2 warstwach 	
ZK2C	Cynk <ul style="list-style-type: none"> Alternatywna powłoka konwersyjna bezchromianowa 30 μm – powłoka z farby ciekłej w 2 warstwach 	
ZK2P	Cynk <ul style="list-style-type: none"> Alternatywna powłoka konwersyjna bezchromianowa 50 μm – powłoka z farby proszkowej w 2 warstwach 	
ZK3C	Cynk <ul style="list-style-type: none"> fosforanowanie trójkationowe lub ZnP 160 μm – powłoka z farby ciekłej w 2 warstwach 	
ZK3P	Cynk <ul style="list-style-type: none"> fosforanowanie trójkationowe lub ZnP 130 μm – powłoka z farby proszkowej w 2 warstwach 	
ZS1C	Cynk <ul style="list-style-type: none"> obróbka strumieniowo-ścierna 160 μm – powłoka z farby ciekłej w 2 warstwach 	
ZS1P	Cynk <ul style="list-style-type: none"> obróbka strumieniowo-ścierna 130 μm – powłoka z farby proszkowej w 2 warstwach 	
ZX-15	Cynk lub stop cynku <ul style="list-style-type: none"> obróbka chemiczna, elektrochemiczna lub mechaniczna powłoka ochronna 	Systemy innowacyjne o zbyt krótkiej historii w momencie pisania niniejszej instrukcji. Weryfikacja badaniami przyspieszonymi wg rozdziału 4

3. DOPUSZCZENIE SYSTEMÓW DO ZASTOSOWANIA W PRAKTYCE

3.1 Wprowadzenie

W niniejszym katalogu wskazano 3 sposoby dopuszczenia wyrobów do zastosowania w praktyce na podstawie:

- referencji czyli badań eksploatacyjnych,
- uznanych certyfikatów o zasięgu międzynarodowym,
- przyspieszonych badań laboratoryjnych.

Mając na uwadze fakt, że w badaniach przyspieszonych nie wszystkie czynniki korozyjne zostają nasilone w równym stopniu, a działanie efektów synergistycznych sprawdzane jest tylko częściowo, zaleca się, o ile to możliwe, korzystać w pierwszej kolejności z wyników badań eksploatacyjnych. Dopuszczając do zastosowania technologię, która sprawdziła się w praktyce inwestor ponosi najmniejsze ryzyko, że proponowane rozwiązanie techniczne doprowadzi do nieprzewidzianych remontów, które będą wiązać się z wysokimi kosztami dodatkowymi.

Przyspieszone badania laboratoryjne należy traktować jako badania wstępne.

Dopuszczenie na podstawie certyfikatów o zasięgu międzynarodowym lub badań wymienionych w rozdziale 4, należy traktować jako warunkowe tzn. do czasu otrzymania referencji z zastosowań terenowych. Taka procedura jest konieczna, jeżeli chce się wprowadzać nowoczesne rozwiązania, które z założenia będą miały krótką historię stosowania.

Wspomniane certyfikaty międzynarodowe wydawane są na podstawie pozytywnej oceny systemu powłokowego w programie badań podobnym do zaprezentowanego w rozdziale 4 i dlatego można przyjąć, że dla zastosowań w infrastrukturze miejskiej zarówno certyfikat, jak i sprawozdanie z wymaganych w rozdziale 4 badań są dokumentami równoważnymi.

3.2 Dopuszczenie systemów na podstawie referencji (badań eksploatacyjnych)

Wymagania dotyczące dokumentacji z badań eksploatacyjnych podano szczegółowo w rozdziale 6. O ile spełnione są wymagania z tabeli 6.1, to można przyjąć, że w okresie eksploatacji wydłużonym o 50% nie wystąpi utrata cech eksploatacyjnych systemu antykorozyjnego.

Jeżeli referencje dotyczą istniejącej konstrukcji należy korzystać z aktualnej dokumentacji referencyjnej tzn. co najmniej znowelizowanej w roku projektowania zabezpieczenia.

W wypadku planowania zastosowania innej kolorystyki lub efektu powłokowego zaleca się uzupełnić dokumentację referencyjną o badania odporności na promieniowanie UV wg rozdziału 4 docelowego koloru lub efektu.

3.3 Dopuszczenie systemów na podstawie certyfikatów o zasięgu międzynarodowym

Przyjmuje się, że systemy powłokowe certyfikowane zgodnie z:

- AAMA,
- QUALICOAT,
- GSB,
- QUALANOD

są tak samo zweryfikowane jak systemy, które przeszły pozytywnie cykl badań ujętych w rozdziale 4.

Równoważność certyfikatów pod względem przydatności do zastosowania materiałów w infrastrukturze miejskiej należy rozumieć zgodnie z zakresem podanym w tablicach 3.3.1, 3.3.2 i 3.3.3.

Tablica 3.3.1 Dopuszczenie systemów długotrwałych 25+ dla aluminium na podstawie certyfikatu międzynarodowego

Podstawa dopuszczenia systemu	A1C	A1P	A2C	A2P	AA1	AA2C	AA2P
Certyfikat AAMA	2605	2605	2605	2605	611 1 st class	612	612
Certyfikat QUALICOAT	Class 3	Class 3	Class 3	Class 3	-	Class 3	Class 3
Certyfikat QUALANOD	-	-	-	-	A25 class	-	-

Tablica 3.3.2 Dopuszczenie systemów trwałych 15+ dla aluminium na podstawie certyfikatu międzynarodowego

Podstawa dopuszczenia systemu	A3C	A3P	AA3	AA4C	AA4P
Certyfikat AAMA	2604	2604	611 2 nd class	612	612
Certyfikat QUALICOAT	Class 2	Class 2	-	Class 2	Class 2
Certyfikat QUALANOD	-	-	A20 class	-	-
Certyfikat GSB	AL 631 Premium	AL 631 Premium	-	AL 631 Premium	AL 631 Premium

Tablica 3.3.3 Dopuszczenie systemów trwałych 15+ dla cynku na podstawie certyfikatu międzynarodowego

Podstawa dopuszczenia systemu	ZK1C	ZK1P	ZK2C	ZK2P	ZK3C	ZK3P	ZS1C	ZS1P
Certyfikat GSB	ST 663 C5M-L	ST 663 C5M-L	ST 663 C5M-L	ST 663 C5M-L	ST 663 C5M-L	ST 663 C5M-L	ST 663 C5M-L	ST 663 C5M-L
Certyfikat AAMA	621	621	621	621	621	621	621	621

3.4 Dopuszczenie systemów na podstawie wyników badań przyspieszonych

Ryzyko zastosowania materiałów bez weryfikacji ich skuteczności jest oczywiste i może spowodować duże straty materialne. Zaleca się, aby systemy, które nie zostały zweryfikowane w praktyce były przed ich zastosowaniem przebadane w laboratorium stosując badania przyspieszone. Niniejsza instrukcja zawiera w rozdziale 4 rekomendowany program badań podany w tablicach: 4.3.1, 4.4.1, 4.5.1.

Poniżej zamieszczono w tablicach 3.4.1, 3.4.2 i 3.4.3 wskazane programy badań, za pomocą których można zweryfikować laboratoryjnie systemy antykorozyjne i dopuścić je do zastosowania, na podstawie pozytywnych wyników badań.

Tablica 3.4.1 Dopuszczenie systemów długotrwałych 25+ (dla aluminium)

Podstawa dopuszczenia systemu	A1C	A1P	A2C	A2P	AA1	AA2C	AA2P	AX-25
Raport z badań wg rozdziału	4.3	4.3	4.3	4.3	4.4	4.3	4.3	4.3

Tablica 3.4.2 Dopuszczenie systemów trwałych 15+ (dla aluminium)

Podstawa dopuszczenia systemu	A3C	A3P	AA3	AA4C	AA4P	AX-15
Raport z badań wg rozdziału	4.3	4.3	4.4	4.3	4.4	4.3

Tablica 3.4.3 Dopuszczenie systemów trwałych 15+ (dla cynku)

Podstawa dopuszczenia systemu	ZK1C	ZK1P	ZK2C	ZK2P	ZK3C	ZK3P	ZS1C	ZS1P	ZX-15
Raport z badań wg rozdziału	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5

3.5 Przykłady

Dla lepszego zilustrowania proponowanej metodologii dopuszczenia systemu do zastosowania przedstawiono 2 przykłady.

Przykład 1

Inwestor poszukuje rozwiązania technologicznego długotrwałego (tj. 25 lat i powyżej) zabezpieczenia elementów aluminiowych, na bazie farb proszkowych. Zgodnie z instrukcją będą to następujące systemy:

- A1P na bazie chromianowej powłoki konwersyjnej,
- AA2P na bazie powłoki anodowej,
- A2P na bazie bezchromianowej powłoki konwersyjnej.

Żeby zminimalizować ryzyko przedwczesnej degradacji powłoki inwestor może posiłkować się:

a) badaniami eksploatacyjnymi wg p. 3.2

W tym wypadku będą konieczne referencje z co najmniej 17 lat eksploatacji (zgodnie z punktem 3.2 można wyliczyć, że $17 \text{ lat} + 50\% = 25,5 \text{ lat}$).

b) certyfikatem międzynarodowym wg p. 3.3

Można oczekiwać, że producent będzie legitymował wyrób co najmniej jednym z następujących certyfikatów międzynarodowych: AAMA 2605, QUALICOAT class 3 lub AAMA 611.

c) raportem z badań przyspieszonych wg p. 3.4

Producent systemu antykorozyjnego nie posiada certyfikatów ani odpowiednich referencji. Według tablicy 3.4.1 system taki może zostać przebadany zgodnie z p. 4.3 opisanym w rozdziale 4. Do zastosowań objętych niniejszą instrukcją raport z badań przyspieszonych jest tak samo dobrym potwierdzeniem jakości produktu jak certyfikat międzynarodowy.

Przykład 2

Inwestor rozważa zastosowanie systemu A3C. Jest to system trwały (15+) do zabezpieczenia wyrobów aluminiowych, na bazie powłoki konwersyjnej i powłoki organicznej z farby ciekłej. Producent materiałów posiada 2 certyfikaty: AAMA 2603 i QUALICOAT class 1.

Zgodnie z tablicą 3.3.2 wymienione certyfikaty nie są równoważne zweryfikowaniu systemu na drodze badań przyspieszonych. W tym wypadku zaleca się wykonanie badań wstępnych wg p. 4.3.

4. BADANIA PRZYSPIESZONE SYSTEMÓW

4.1 Wprowadzenie

Wyniki badań przyspieszonych nie przekładają się bezpośrednio na przydatność praktyczną testowanych materiałów. Spowodowane jest to faktem, że w badaniach laboratoryjnych następuje intensyfikacja wybranych czynników, co prowadzi do stworzenia sztucznych atmosfer, czyli innych niż spotykane w przyrodzie. Znane są przypadki, kiedy systemy antykorozyjne, doskonałe w praktyce, są nad wyraz wrażliwe na badania przyspieszone. Zdarza się również na odwrót: systemy przechodzą cykl badań przyspieszonych, a w praktyce nie sprawdzają się. Najbardziej wiarygodnym testem przydatności materiałów są, badania eksploatacyjne, ale na miarodajne wyniki trzeba długo czekać i nie są one dostępne dla nowoczesnych materiałów i technologii. Z powyższych powodów zaproponowano cykl badań przyspieszonych pozwalających na przed eksploatacyjne zweryfikowanie skuteczności działania systemów, zdając jednak sobie sprawę z tego, że jest to jedynie wstępna weryfikacja mająca na celu wyeliminowania z użycia materiałów zbyt słabych.

Zakłada się, że wszelkie badania prowadzone są w temperaturze $23\pm 5^{\circ}\text{C}$, chyba że wskazano inne szczególne warunki.

Należy zwrócić uwagę, że czas badań przyspieszonych może być różny w zależności od oczekiwanej trwałości systemów, co zostało uwzględnione w tablicach 4.3.1, 4.4.1 i 4.5.1.

4.2 Pelen zestaw badań

4.2.1 Badania korozyjne

4.2.1.1 Odporność na mgłę solną

Wymagane jest przeprowadzenie badania na co najmniej 3 próbkach o wymiarach 15 cm x 10 cm, o grubości od 1 mm do 3 mm, zabezpieczonych badanym systemem. Przed badaniem na próbkach wykonuje się jedno nacięcie do podłoża wzdłuż osi diametralnej próbki kończące się 2 cm przed krawędziami. Próbkę anodową bada się bez nacięcia. Badana jest odporność powłok na mgłę solną wg PN-EN ISO 9227:2012 tzw. test NSS.

Sposób oceny (nie dotyczy powłok anodowych) – bezpośrednio po starzeniu każdą próbkę myje się, osusza, a następnie wykonuje na niej siatkę nacięć do podłoża na całej badanej powierzchni z wyłączeniem pasa 2 cm od krawędzi. Rozstaw siatki wynosi 5 mm. W wyniku poprawnego nacięcia powinna powstać siatka 11 na 23 (253 kwadraty każdy o boku 5 mm), lub podobna. Na tak naciętą powłokę przykleja się taśmę, zgodną z wymaganiami normy PN-EN ISO 2409:2008, i odrywa. Wynikiem badania jest ułamek powierzchni, z której nie odpadła powłoka czyli stosunek pola powierzchni, na której pozostała powłoka do całego pola powierzchni siatki. Wynik podawany jest w postaci ułamka dziesiętnego.

Sposób oceny dla powłok anodowych – próbki ocenia się zgodnie z normą PN-EN ISO 4628-3:2005.

4.2.1.2 Odporność na wilgoć

Przynajmniej 3 próbki o wymiarach 15 cm x 10 cm, zabezpieczone badanym systemem i nacięte jak w p. 4.2.1.1 zostają poddane starzeniu w warunkach ciągłej kondensacji wg normy PN-EN ISO 6270-2:2006. Po starzeniu zostają poddane ocenie tak jak w punkcie 4.2.1.1, wynik wyrażany jest w postaci ułamka dziesiętnego.

4.2.1.3 Odporność na promieniowanie UV

Badaniu zostaje poddanych co najmniej 9 próbek o wymiarach 10 cm x 7 cm, zabezpieczonych badaną powłoką, w 3 kolorach:

- 3 próbki w kolorze RAL 9010 (biały),
- 3 próbki w kolorze RAL 5010 (niebieski),
- 3 próbki w kolorze RAL 1023 (żółty).

Starzenie prowadzone jest przez okres 2000 h w komorze UV wg PN-EN ISO 11341:2005. Po okresie ekspozycji powłoka oceniana jest pod kątem zachowania połysku wg PN-EN ISO 2813:2001 i koloru wg PN ISO 7724-3:2003. Wynik podawany jest jako zmiana połysku Δg i zmiana koloru ΔE .

4.2.2 Badania właściwości mechanicznych i termicznych

4.2.2.1 Badanie przyczepności na sucho

Badaniu zostają poddane co najmniej 3 próbki o wymiarach jak w p. 4.2.1.1. Na próbce pokrytej badanym materiałem powłokowym wykonuje się badanie przyczepności za pomocą taśmy wg PN-EN ISO 2409:2008. Wynik jest podawany zgodnie z normą.

4.2.2.2 Badanie przyczepności na mokro

Badaniu zostają poddane co najmniej 3 próbki o wymiarach jak w p. 4.2.1.1. Na próbce pokrytej badaną powłoką należy wykonać siatkę nacięć wg PN-EN ISO 2409:2008, a następnie poddać ją gotowaniu w wodzie destylowanej przez 20 min. Próbkę należy wyjąć z wrzątku, osuszyć i wykonać badanie przyczepności wg PN-EN ISO 2409:2008 w miejscu wcześniej wykonanej siatki nacięć. Wynik podawany jest zgodnie z normą.

4.2.2.3 Badanie elastyczności powłoki

Do przeprowadzenia badania wykorzystuje się 3 próbki o wymiarach 15 cm x 10 cm x 1 mm zabezpieczone powłoką. Badanie przeprowadzane jest wg PN-EN ISO 6860:2006. Wynik podawany jest w mm jako odległość od wierzchołka stożka do końca pęknięcia.

4.2.2.4 Badanie udarności powłoki

Do przeprowadzenia badania wykorzystuje się 3 próbki o wymiarach tak jak w p. 4.2.1.1 zabezpieczone powłoką. Badanie przeprowadzane jest wg PN-EN ISO 6272-1:2011. Dodatkowym elementem oceny jest wygląd powłoki po przyklejeniu taśmy zgodnie z wymaganiami PN-EN ISO 2409:2008, w miejscu odkształcenia i jej oderwanie. Powłoka nie powinna odprysnąć.

4.2.2.5 Badanie stopnia utwardzenia powłok

Badanie prowadzone jest metodą skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC). Próbkę pobiera się poprzez mechaniczne zdrapanie powłoki z podłoża. Podczas badania próbkę nagrzewa się dwukrotnie od 0 do 240°C z gradientem 20°C/min. Wyznacza się temperaturę zeszklenia dla pierwszego, T_{g1} i drugiego grzania, T_{g2} . Wynikiem badania jest różnica temperatur zeszklenia, $\Delta T_g = T_{g2} - T_{g1}$.

4.2.2.6 Badanie ścieralności

Odporność wszelkich, poza anodowymi, powłok na ścieranie badana jest wg PN-EN ISO 7784-2:2006. Analogiczny test dla powłok anodowych wykonuje się wg PN-EN ISO 8251:2011.

4.2.2.7 Badanie odporności na szok termiczny

Co najmniej 3 próbki o wymiarach i z nacięciem jak w p. 4.2.1.1 zostają poddane cyklicznym zmianom temperaturowym. Jeden cykl trwa 8h. Przez 4h temperatura wynosi 20±2°C, a przez kolejne 4h kolejne -20±2°C. Po 30 cyklach próbki poddaje się ocenie tak jak w p. 4.2.1.1. Wynik podawany jest w postaci ułamka dziesiętnego.

4.2.3 Odporność chemiczna powłok

4.2.3.1 Badanie odporności na kwas solny

Badaniu zostają poddane co najmniej 3 próbki o wymiarach jak w p. 4.2.1.1. Na badaną próbkę nanosi się 10 kropel 10% kwasu solnego i przykrywa szkiełkiem zegarkowym. Po 15 min. powłokę myje się strumieniem bieżącej wody, suszy i ocenia wizualnie.

4.2.3.2 Badanie odporności na zaprawę cementową

Badanie należy przeprowadzić zgodnie z normą PN-EN 12206-1:2005. Powłoka podlega ocenie wizualnej.

4.2.3.3 Badanie odporności na opary kwasu azotowego

Badaniu zostają poddane co najmniej 3 próbki o wymiarach takich jak w p. 4.2.1.1. Naczynie szklane z szerokim otworem (np. słoik) o pojemności ok. 0,25 l napełnia się do 1/10 ÷ 1/5 objętości stężonym kwasem azotowym 68 ÷ 71% i zakrywa płytką z badaną powłoką. Taka powłoka ma być poddana działaniom oparów przez 30 min. Następnie próbkę należy spłukać w strumieniu bieżącej wody, osuszyć i odczekać 1 h. Po tym czasie badana powłoka podlega ocenie wizualnej.

4.2.3.4 Badanie odporności na działanie detergentu

Badaniu zostają poddane co najmniej 3 próbki o wymiarach jak w p. 4.2.1.1. Przygotowuje się 3% roztwór wodny detergentu przez rozpuszczenie mieszaniny soli o składzie:

- 53% Na₄P₂O₇ (pirofosforan czterosodu),
- 20% NaCH₃(CH₂)₁₁H₄C₆SO₃ (alkilo-arylo-sulfonian sodu, liniowy),
- 19% Na₂SO₄ (siarczan dwusodu),
- 7% Na₂SiO₃ (krzemian dwusodu),
- 1% Na₂CO₃ (węglan dwusodu).

Płytkę pokrytą badaną powłoką należy zanurzyć w roztworze. Po upływie 72 h ekspozycji płytkę należy wytrzeć do sucha i wykonać badanie przyczepności za pomocą taśmy zgodnej z wymaganiami normy PN-EN ISO 2409:2008, ale bez siatki nacięć.

4.2.3.5 Badanie odporności na zmywacz do szyb

Badaniu zostają poddane co najmniej 3 próbki o wymiarach jak w p. 4.2.1.1. Przygotowuje się roztwór wg poniższej receptury:

- 55% wody destylowanej,
- 35% izopropanolu,
- 5% eteru metylowego glikolu propylowego,
- 5% glikolu propylowego.

Na badaną próbkę nanosi się 10 kropli roztworu i przykrywa szkiełkiem zegarkowym. Po 24 h powłokę należy spłukać strumieniem bieżącej wody i pozostawić na 4 h. Powłokę ocenia się wizualnie oraz wykonuje badanie przyczepności wg PN-EN ISO 2409:2008.

4.2.3.6 Badanie jakości uszczelnienia (dotyczy powłok anodowych)

Jakość uszczelnienia powłoki anodowej jest badana wg PN-EN ISO 3210:2010 na 3 próbkach o wymiarach zgodnych z p. 4.2.1.1.

4.3 Wymagania dla systemów powłokowych na powłoce konwersyjnej lub anodowej na aluminium

Wymagania przedstawiono w tablicy nr 4.3.1.

Tablica 4.3.1 Wymagania dla systemów na aluminium z powłoką organiczną

Lp.	Rodzaj badania	Metoda i czas ekspozycji	Wymagania	Uwagi
1	Odporność na mgłę solną	PN-EN ISO 9227:2012, NSS systemy 25+ ¹ : 4000h systemy 15+ ² : 3000h	Ułamek powierzchni $\geq 0,9$	Ocena wg 4.2.1.1
2	Odporność na wilgoć	PN-EN ISO 6270-2:2006, systemy 25+: 4000h systemy 15+: 3000h	Ułamek powierzchni $\geq 0,9$	Ocena wg 4.2.1.1
3	Odporność na promieniowanie UV	PN-EN ISO 11341:2005, 2000h	$\Delta g \leq 10\%$ RAL9010 $\Delta E \leq 1$ RAL5010 $\Delta E \leq 2$ RAL1023 $\Delta E \leq 2$	
4	Przyczepność na sucho	PN-EN ISO 2409:2008	Stopień 0	
5	Przyczepność na mokro	4.2.2.2 + PN-EN ISO 2409:2008, 20min gotowania	Stopień 0	
6	Elastyczności powłoki	PN-EN ISO 6860:2006	≤ 6 mm	
7	Udarności powłoki	PN-EN ISO 6272-1:2011	$\geq 0,4$ kg·m	Ocena wg 4.2.2.4
8	Badanie stopnia utwardzenia powłoki	DSC wg p.4.2.2.5	$\Delta T_g < 2^\circ\text{C}$	
9	Odporność na szok termiczny	wg p.4.2.2.7	Ułamek powierzchni $\geq 0,9$	Ocena wg 4.2.1.1
10	Ścieralność powłoki	PN-EN ISO 7784-2:2006 1000 cykli	≤ 100 mg	
11	Odporność na kwas solny	wg p.4.2.3.1	Bez zmian	Ocena wizualna
12	Odporność na zaprawę cementową	PN-EN 12206-1:2005	Bez zmian	Ocena wizualna
13	Odporność na opary kwasu azotowego	wg p.4.2.3.3	Bez zmian	Ocena wizualna
14	Odporność na działanie detergentu	wg p.4.2.3.4	Bez zmian	Ocena wizualna
15	Odporność na zmywacz do szyb	wg p.4.2.3.5	Bez zmian; Stopień 0	Ocena wg 4.2.3.5

¹ - systemy 25+ oznacza systemy długotrwałe zgodnie z rozdziałem 2.

² - systemy 15+ oznacza systemy trwałe zgodnie z rozdziałem 2

4.4 Wymagania dla powłok anodowych na aluminium

Wymagania przedstawiono w tablicy nr 4.4.1.

Tablica 4.4.1 Wymagania dla powłok anodowych

Lp.	Rodzaj badania	Metoda i czas ekspozycji	Wymagania	Uwagi
1	Odporność na mgłę solną	PN-EN ISO 9227:2012, NSS, Systemy 25+: 3000h Systemy 15+: 1000h	Ri1	Ocena wg PN-EN ISO 4628-3:2005
2	Gramatura powłoki	PN-EN ISO 2106:2011	$\geq 4,18 \text{ mg/cm}^2$	
3	Gęstość powłoki	PN-EN 12206-1:2005	$\geq 2,32 \text{ g/cm}^3$	
4	Jakość uszczelnienia	PN-EN ISO 3210:2010	$\leq 30,0 \text{ mg/dm}^2$	
5	Ścieralność	PN-EN ISO 8251:2011	$< 1,4$	
6	Odporność na szok termiczny	wg p.4.2.2.7 + 4.2.1.1	Ri 0	Ocena wg PN-EN ISO 4628-3:2005

4.5 Wymagania dla systemów powłokowych na stali ocynkowanej

Wymagania przedstawiono w tablicy nr 4.5.1.

Tablica 4.5.1 Wymagania dla powłok na cynku

Lp.	Rodzaj badania	Metoda i czas ekspozycji	Wymagania	Uwagi
1	Odporność na mgłę solną	PN-EN ISO 9227:2012, NSS, 1440h	Ułamek powierzchni $\geq 0,9$	Ocena wg p.4.2.1.1
2	Odporność na wilgoć	PN-EN ISO 6270-2:2006, 2000h	Ułamek powierzchni $\geq 0,9$	Ocena wg p.4.2.1.1
3	Odporność na promieniowanie UV	PN-EN ISO 11341:2005, 2000h	$\Delta g \leq 10\%$ RAL9010 $\Delta E \leq 1$ RAL5010 $\Delta E \leq 2$ RAL1023 $\Delta E \leq 2$	
4	Przyczepność na sucho	PN-EN ISO 2409:2008	Stopień 0	
5	Przyczepność na mokro	wg p.4.2.2.2 + PN-EN ISO 2409:2008, 20min gotowania	Stopień 0	
6	Elastyczności powłoki	PN-EN ISO 6860:2006	≤ 6 mm	
7	Udarowości powłoki	PN-EN ISO 6272-1:2011	$\geq 0,4$ kg·m	Ocena wg p.4.2.2.4
8	Badanie stopnia utwardzenia powłoki	DSC wg p.4.2.2.5	$\Delta T_g < 2^\circ\text{C}$	
9	Odporność na szok termiczny	wg p.4.2.2.7	Ułamek powierzchni $\geq 0,9$	Ocena wg p.4.2.1.1
10	Ścieralność powłoki	PN-EN ISO 7784-2:2006 1000 cykli	≤ 100 mg	
11	Odporność na kwas solny	wg p.4.2.3.1	Bez zmian	Ocena wizualna
12	Odporność na zaprawę cementową	PN-EN 12206-1:2005	Bez zmian	Ocena wizualna
13	Odporność na opary kwasu azotowego	wg p.4.2.3.3	Bez zmian	Ocena wizualna
14	Odporność na działanie detergentu	wg p.4.2.3.4	Bez zmian	Ocena wizualna
15	Odporność na zmywacz do szyb	wg p.4.2.3.5	Bez zmian; Stopień 0	Ocena wg 4.2.3.5

5. KONTROLA DOSTAWY NOWYCH ELEMENTÓW

5.1 Wprowadzenie

Większość technologii opisanych w niniejszym opracowaniu jest, co najmniej częściowo, zautomatyzowana i służy do zabezpieczenia antykorozyjnego elementów konstrukcji w warunkach warsztatowych. Elementy te zazwyczaj są dostarczane na budowę w postaci gotowych prefabrykatów, które montuje się bez naruszenia istniejących powłok ochronnych. Wytworzone w warunkach warsztatowych zabezpieczenie antykorozyjne posiada szereg właściwości niemożliwych do odtworzenia w warunkach polowych. Należy zachować szczególną dbałość i ostrożność w momencie załadunku, transportu i montażu tych elementów, aby zniwelować ryzyko powstania jakichkolwiek uszkodzeń mechanicznych.

Ewentualne prace remontowe nie są w stanie doprowadzić do uzyskania zabezpieczenia antykorozyjnego o trwałości zbliżonej do oryginalnej.

Z powyższych powodów konieczna jest zewnętrzna kontrola jakości prefabrykatów w trakcie ich dostawy. Zaleca się sformułowanie kontraktu w taki sposób, aby uwzględnić elementy nadmiarowe na potrzeby sprawdzających badań niszczących wykonywanych w specjalistycznym laboratorium. Pozytywne wyniki badań mają na celu potwierdzenie, że użyto właściwych materiałów, zapewniających oczekiwaną trwałość zabezpieczeń.

5.2 Wytypowanie prefabrykatów kontrolnych

W niniejszym rozdziale partia towaru oznacza zbiór elementów wyprodukowanych na bazie tych samych materiałów przez jednego producenta. W jednej partii mogą znajdować się elementy różnej wielkości lub kształtu. Zmiana systemu antykorozyjnego zarówno w aspekcie powłoki konwersyjnej, czy barwy powłoki organicznej, oznacza produkcję w ramach nowej partii.

Prefabrykaty przeznaczone do sprawdzających badań laboratoryjnych są typowane przez Inspektora Nadzoru Budowlanego (INB). Jeśli ta sama partia towaru jest dostarczana na kilka kontraktów możliwa jest współpraca dwóch lub więcej INB w zakresie wspólnego wytypowania prefabrykatów do badań. Na wniosek wykonawcy INB może uznać wyniki kontroli partii równolegle biegnącego kontraktu.

Liczbę prefabrykatów nadmiarowych w zależności od wielkości partii dostawy podano w tablicy 5.2.1.

Tablica 5.2.1 Liczba prefabrykatów nadmiarowych

Wielkość partii dostawy (liczba elementów)	Liczba prefabrykatów nadmiarowych	Uwagi
Do 10	0	1. Elementy muszą być wytypowane przez Inspektora Nadzoru Budowlanego (INB) na placu budowy 2. Liczba prefabrykatów nadmiarowych może być zwiększona na wniosek wykonawcy
Od 10 do 200	2	
Od 200 do 1000	1 na każde 100 elementów	
Więcej niż 1000	10 elementów rozłożonych równomiernie w całym okresie realizacji kontraktu	

5.3 Badania laboratoryjne wytypowanych prefabrykatów

Wytypowane prefabrykaty zostaną przekazane do laboratorium specjalizującego się w badaniach korozyjnych w celu sprawdzenia jakości dostawy. Laboratorium pobierze z elementów płytki do badań, których zakres podano w rozdziale 4. Laboratorium przedstawi INB w ciągu 7 dni raport z badań krótkich tzn. nie obejmujących p. 4.2.1 oraz 4.2.2.7. Rozpoczęcie pozostałych badań trwających ok. 6 miesięcy rozpocznie się w wypadku uzyskania zadowalających wyników badań krótkich.

5.4 Interpretacja wyników badań

Wymagania dotyczące wyników badań podano w rozdziale 4. W zakresie dopuszczalnych zmian barwy pozostałych kolorów (nie wytypowanych do badań) stosować należy wymagania z załącznika A7 - 13. edycji specyfikacji QUALICOAT. W wypadku uzyskania negatywnych wyników INB wytypuje kolejne prefabrykaty w liczbie 2. krotnie większej niż pierwotnie i skieruje do powtórnego sprawdzenia w tym samym lub innym laboratorium badawczym. Jeśli elementy i tym razem nie przejdą poprawnie cyklu badań INB uzna, że partia dostawy jest wadliwa i nie odpowiada warunkom zamówienia.

Wykonawca ma prawo odejść od powtórnego badania i wycofać partię z kontraktu na własną rękę.

6. WYMAGANIA DLA DOKUMENTACJI REFERENCYJNEJ

Rzeczywiste środowisko korozyjne generowane ruchem ulicznym jest złożone i trudne do odzwierciedlenia w warunkach laboratoryjnych. Brak jest jeszcze dobrych rozwiązań normatywnych w zakresie zdefiniowania sztucznej atmosfery odpowiadającej warunkom, jakim poddane są konstrukcje eksploatowane w środowisku ruchu ulicznego. Dlatego największą wartość wciąż mają badania eksploatacyjne, które w opisywanym wypadku są dużo bardziej miarodajne niż badania przyspieszone. Warunkiem wykorzystania wyników badań eksploatacyjnych jest ich dobre udokumentowanie.

W tablicy 6.1 podano wymagania, jakie musi spełnić dokumentacja referencyjna, aby można na jej podstawie dopuścić rozważany system antykorozyjny do zastosowania w praktyce. Tabela zawiera zarówno wymagania formalne jak i oczekiwane wartości parametrów użytkowych.

Tablica 6.1 Wymagania dotyczące dokumentacji referencyjnej

Lp.	Elementy raportu	Wymagania
1	Odległość od jezdni	$\leq 1,5$ m
2	Natężenie ruchu	≥ 6000 pojazdów/ dobę/jeden pas
3	Czas eksploatacji	≥ 10 lat
4	Zardzewienie (nie dot. uszkodzeń mechanicznych)	Ri0
5	Złuszczenie	0
6	Przyczepność na mokro i sucho (oznaczana wg 4.2.2.1 i 4.2.2.2)	0
7	Autor raportu referencyjnego	Certyfikat inspektora antykorozyjnego lub dyplom ukończenia kursu antykorozyjnego, lub udokumentowany co najmniej 3-letni staż pracy jako specjalista antykorozyjny
8	FTIR	Zgodność widm ze wzorcem
9	Zgląd grubości warstw	Zgodne ze specyfikacją
10	Data oceny i pozycja GPS	Podane
11	Dokumentacja fotograficzna	Co najmniej 2 zdjęcia: - poglądowe z widocznym usytuowaniem, - zbliżenie fragmentu widocznego na zdjęciu poglądowym.
12	Klimat	Umiarkowany przejściowy

Dokumentacja referencyjna powinna spełniać wymagania zawarte w powyższej tabeli i być podpisana przez autora raportu referencyjnego.

7. ZESTAWIENIE TABELARYCZNE SYSTEMÓW

W celu lepszego zilustrowania przeznaczenia proponowanych systemów antykorozyjnych i zaznajomienia się z użytą symboliką systemy tabelaryzowano, uwzględniając rodzaj podłoża, w tablicach 7.1 i 7.2.

Tablica 7.1 Systemy na powierzchni aluminiowe

Powłoka konwersyjna	Rodzaj farb			Rodzaj farb		
	Ciekłe	Proszkowe	-	Ciekłe	Proszkowe	-
• Cr6+	A1C	A1P	-	-	-	-
• alternatywna	A2C	A2P	-	A3C	A3P	-
• anodowa	AA2C	AA2P	AA1	AA4C	AA4P	AA3
Rodzaj systemu	Długotrwały (25+)			Trwały (15+)		

Tablica 7.2 Systemy na powierzchni ocynkowane

Obróbka powierzchni	Rodzaj farb	
Powłoka konwersyjna	Ciekłe	Proszkowe
• Cr6+	ZK1C	ZK1P
• alternatywna	ZK2C	ZK2P
• fosforanowanie trójkationowe lub ZnP	ZK3C	ZK3P
Obróbka strumieniowo-ścierna	ZS1C	ZS1P
Rodzaj systemu	Trwały (15+)	

W powyższych tablicach nie umieszczono systemów innowacyjnych, których nie można zakwalifikować do żadnej z wyróżnionych grup.

Są to:

- AX-25 – system długotrwały (25+) na powierzchni aluminiowe,
- AX-15 – system trwały (15+) na powierzchni aluminiowe,
- ZX-15 – system trwały (15+) na powierzchni ocynkowane.

8. WYMAGANIA DODATKOWE

8.1 Wymagania dotyczące powłok cynkowych ogniowych (cynkowanie jednostkowe)

Wymagania dotyczące powłok cynkowych ogniowych powinny opierać się na wymaganiach normy PN-EN ISO 1461:2011 uwzględniając dodatkowe warunki zapewniające wyższą trwałość powłok dopuszczone przez aneks A tej normy.

Aby uzyskać powłoki cynkowe ogniowe wysokiej jakości należy użyć stal, w której zawartość krzemu mieści się w przedziałach $0 \div 0,03\%$ lub $0,12 \div 0,16\%$.

Powierzchnia stali przed cynkowaniem powinna odpowiadać stopniowi P3 według normy PN-EN ISO 8501-3:2008. Powierzchnie krawędzi ciętych na gorąco muszą być zeszlifowane, aby w tych miejscach otrzymać taką samą grubość i strukturę powłok, jak na pozostałej powierzchni.

Przed cynkowaniem elementów sztywnych, którym nie grozi deformacja, zaleca się obróbkę strumieniowo-ścierną powierzchni stalowej do stopnia Sa2,5 wg PN-EN ISO 8501-1:2008.

Minimalna grubość powłoki powinna mieścić się w zakresach podanych przez normę PN-EN ISO 1461:2011.

Ilość powierzchni nie ocynkowanych nie może przekraczać 0,1% powierzchni. Dla systemów z mechanicznym przygotowaniem powierzchni miejsca te powinny zostać naprawione farbą na bazie żywicy węglowodorowej z zawartością zatomizowanego cynku nie mniejszą niż 95% wagowych, o grubości $100 \div 120\mu\text{m}$.

Na powierzchniach ocynkowanych nie powinno być: popiołów cynkowniczych, pozostałości topników, wtrąceń twardego cynku. Niedopuszczalne są takie wady powłoki jak, pęcherzenie i odspojenia powłoki cynkowej.

Przed nakładaniem farb należy przygotować powierzchnie poprzez omiecenie drobnym ścierniwem niemetalicznym na sucho lub w osłonie wodnej, do stopnia odpowiadającego Sa3 według normy PN-EN ISO 8501-1:2008 lub zastosować inne zalecane dla systemów metody przygotowania powierzchni.

8.2 Wymagania odnośnie utrzymania konstrukcji

Konstrukcje powinny być przeglądane co roku po okresie zimowym i wszystkie ewentualne uszkodzenia powinny być naprawione.

Naprawy muszą być prowadzone według technologii i materiałami zalecanymi przez producenta materiałów antykorozyjnych. Dla systemów proponowanych w tym katalogu, technologie naprawcze dają zawsze niższą trwałość niż technologie pierwotne.

Pozostawienie zanieczyszczeń jonowych, na przykład pochodzących ze środków zimowego utrzymania dróg, obniża trwałość zabezpieczeń antykorozyjnych. Dlatego rekomenduje się coroczne mycie elementów.

8.3 Uszczelniacze

Jeżeli w konstrukcjach występują szczeliny między elementami metalowymi lub metalowymi i betonem o rozwarcu ≤ 1 cm, to należy je wypełnić uszczelniaczem.

Zastosowany uszczelniacz powinien być rekomendowany przez producenta materiałów malarskich, jako kompatybilny z zastosowaną powłoką.

Jeśli producent nie rekomenduje uszczelniacza, to należy zastosować taki, który spełnia wymagania opisane w normie AAMA 800.

9. SŁOWNIK POJĘĆ

Aluminium utlenione anodowo – aluminium z anodową powłoką tlenkową, wytworzoną w procesie utleniania elektrolitycznego, prowadzonego zazwyczaj w rozcieńczonym roztworze kwasu siarkowego

Chromianowanie – wytworzenie na powierzchni metalu, podczas reakcji ze składnikami roztworu, nierozpuszczalnej, ściśle związanej z podłożem warstwy konwersyjnej o złożonym składzie chemicznym. Nadaje ono trwały efekt dekoracyjny oraz zwiększa przyczepność powłok malarskich oraz odporność korozyjną. Chromianowanie żółte z zastosowaniem soli chromu VI i chromianowanie zielone (fosforochromianowanie) z zastosowaniem związków chromu VI, III i fosforu.

Cynkowanie ciągłe - cynkowanie na linii technologicznej w sposób ciągły. Arkusz blachy powlekany taką metodą może mieć różne grubości powłoki cynkowej po obu stronach.

Cynkowanie ogniowe (zanurzeniowe) – tworzenie powłoki cynkowej lub stopowej cynkowo-żelazowej na elementach stalowych przez ich zanurzanie w stopionym cynku.

Farba proszkowa – wyrób lakierowy, bezrozpuszczalnikowy, w postaci proszku, który po stopieniu lub dodatkowym wypaleniu tworzy powłokę.

Fosforanowanie - wytworzenie powłok fosforanów (powłok konwersyjnych) na powierzchni metalu: a. żelazowe (amorficzne) - uzyskujemy powłoki konwersyjne o małych nieregularnych kryształach b. cynkowe (krystaliczne) - uzyskujemy powłoki konwersyjne o dużych regularnych kryształach i grubościach zdecydowanie większych niż w fosforanowaniu amorficznym; może ono być z dodatkiem innych metali jak mangan i nikiel (nazywane wówczas fosforanowaniem trójkationowym).

Malowanie na linii – zautomatyzowany proces malowania elementów w wytwórniach.

Metoda SAM „self assembling molecules” – tworzenie monowarstwy (o grubości jednej cząsteczki) organicznej na powierzchni metalu, związanej z podłożem na zasadzie chemisorpcji, w celu zwiększenia przyczepności następnej warstwy (np. powłoki malarskiej).

Powlekanie ciągłe - proces "coil coating"; ciągłe powlekania taśm metalowych w kręgach.

Powłoka konwersyjna – powłoka na powierzchni metalu wytworzona w wyniku chemicznej obróbki wstępnej z zastosowaniem prądu elektrycznego lub bez jego udziału; popularne powłoki konwersyjne to powłoki chromianowe i fosforanowe. Rozwijają się nowe powłoki konwersyjne tytanowe, cyrkonowe, nanoceramiczne (połączenie powłoki polimerowej na bazie silanów z powłoką konwersyjną) i inne.

Trwałość zabezpieczenia antykorozyjnego – okres czasu do pierwszego remontu, podczas którego stopień skorodowania jest nie większy niż Ri3 według PN-EN ISO 4628, a inne wady nie zmniejszają ochronnego lub dekoracyjnego działania zabezpieczenia.

Warstwa pasywna – cienka, przylegająca do powierzchni metalu warstwa wytworzona samorzutnie w warunkach atmosferycznych lub sztucznych pod wpływem reakcji chemicznych albo elektrochemicznych, chroniąca przez korozją.

Zgląd metalograficzny - próbka do badań mikroskopowych pobrana skośnie, poprzecznie lub podłużnie względem osi materiału i odpowiednio przygotowana poprzez wycinanie, szlifowanie, polerowanie, trawienie.

10. DOKUMENTY POWOŁANE

PN-EN ISO 1461:2011	Powłoki cynkowe nanoszone na wyroby stalowe i żeliwne metodą zanurzeniową -- Wymagania i metody badań
PN-EN ISO 2106:2011	Utlenianie anodowe aluminium i jego stopów -- Określanie masy anodowych powłok tlenkowych na jednostkę powierzchni (gęstości powierzchniowej) -- Metoda wagowa
PN-EN ISO 2409:2008	Farby i lakiery -- Badanie metodą siatki nacięć
PN-EN ISO 2813:2001	Farby i lakiery -- Oznaczanie połysku zwierciadlanego niemetalicznych powłok lakierowych pod kątem 20 stopni, 60 stopni i 85 stopni
PN-EN ISO 3210:2010	Utlenianie anodowe aluminium i jego stopów -- Ocena jakości uszczelnienia anodowych powłok tlenkowych przez pomiar ubytku masy po zanurzeniu w roztworze kwas fosforowy/kwas chromowy
PN-EN ISO 4628-2:2005	Farby i lakiery -- Ocena zniszczenia powłok -- Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie -- Część 3: Ocena stopnia spęcherzenia
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
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
PN-EN ISO 4628-5:2005	Farby i lakiery -- Ocena zniszczenia powłok -- Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie -- Część 3: Ocena stopnia złuszczenia
PN-EN ISO 4628-6:2012	Farby i lakiery -- Ocena zniszczenia powłok -- Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie -- Część 6: Ocena stopnia skredowania
PN-EN ISO 6270-2:2006	Farby i lakiery -- Oznaczanie odporności na wilgoć -- Część 2: Metoda eksponowania próbek do badań w atmosferach z wodą kondensacyjną
PN-EN ISO 6272-1:2011	Farby i lakiery -- Badania nagłego odkształcenia (odporność na uderzenie) -- Część 1: Badanie za pomocą spadającego ciężarka, wstępnik o dużej powierzchni
PN-EN ISO 6860:2006	Farby i lakiery -- Próba zginania (sworzeń stożkowy)
PN-ISO 7724-3:2003	Farby i lakiery -- Kolorymetria -- Część 3: Obliczanie różnic barwy
PN-EN ISO 7784-2:2006	Farby i lakiery -- Oznaczanie odporności na ścieranie -- Część 2: Metoda obracającego się gumowego krążka ściernego
PN-EN ISO 8251:2011	Utlenianie anodowe aluminium i jego stopów -- Pomiar odporności na ścieranie anodowych powłok tlenkowych
PN-EN ISO 8501-1:2008	Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów -- Wzrokowa ocena czystości powierzchni --

	Część 1: Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niepokrytych podłoży stalowych oraz podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok
PN-EN ISO 8501-3:2008	Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów -- Wzrokowa ocena czystości powierzchni -- Część 3: Stopnie przygotowania spoin, krawędzi i innych obszarów z wadami powierzchni
PN-EN ISO 9227:2012	Badania korozyjne w sztucznych atmosferach -- Badania w rozpylonej solance
PN-EN 10169+A1:2012	Wyroby płaskie stalowe z powłoką organiczną naniesioną w sposób ciągły – Warunki techniczne dostawy
PN-EN ISO 11341:2005	Farby i lakiery -- Sztuczne warunki atmosferyczne i ekspozycja na sztuczne promieniowanie -- Ekspozycja na filtrowane promieniowanie lampy ksenonowej łukowej
PN-EN 12206-1:2005	Farby i lakiery -- Powłoki na aluminium i na stopy aluminium dla budownictwa -- Część 1: Powłoki z farb proszkowych
PN-EN ISO 12944	Farby i lakiery -- Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów
AAMA 611-12	Voluntary Specification Anodized Architectural Aluminium
AAMA 612-02	Voluntary Specification Performance Requirements and Test Procedures for Combined Coatings of Anodic Oxide and Transparent Organic Coatings on Architectural Aluminum
AAMA 621-02	Voluntary Specification for High Performance Organic Coatings on Coil Coated Architectural Hot Dipped Galvanized (HDG) and Zinc-Aluminum Coated Steel Substrates
AAMA 800-10	Voluntary Specifications and Test Methods for Sealants
AAMA 2604-10	(Editorially Revised) Voluntary Specification Performance Requirements and Test Procedures for High Performance Organic Coatings on Aluminum Extrusions and Panels
AAMA 2605-11	Voluntary Specification Performance Requirements and Test Procedures for Superior Performing Organic Coatings on Aluminum Extrusions and Panels
GSB AL 631	International Quality Regulations For the Coating of Aluminum Building Components, GSB International, Edition January 2012
GSB ST 663	International Quality Regulations For the Galvanised Steel Building Components, GSB International, Edition May 2011
QUALICOAT	Specifications for a quality label for liquid and powder organic coatings on aluminium for architectural applications, 13 th Edition,
QUALANOD	Specifications for the QUALANOD Quality Label for Sulphuric Acid-Based Anodizing of Aluminium, Edition 01.07.2010