

# Podręcznik ochrony przeciwkorozyjnej

powierzchni stalowych z zastosowaniem systemów malarskich





**Podręcznik**  
**ochrony przeciwkorozyjnej**  
powierzchni stalowych  
z zastosowaniem systemów malarskich



© 2012, Teknos Oy

Wydawca: Teknos Oy

Projekt graficzny: Mainostoimisto Dynastia Oy

Druk: Offsetpaino Tuovinen Ky

Podziękowania:

Pinteco Oy (Elcometer)

Tallberg Roboma Oy Ab (DeVilbiss, Ransburg, Binks)

S.O. Strömberg Oy (Byk)

Fotografie na okładkach wewnętrznych:

Sandvik Mining and Construction

Avant Tecno

Ponsse

VR

Normek, Sonera Stadium

Ruukki, Swedbank Stadium

Neste Oil

WinWind

# Ochrona przeciwkorozyjna z zastosowaniem systemów malarskich

Farby (systemy malarskie) są to substancje w postaci proszku, które są nakładane w cienkich warstwach na podłoże za pomocą metod aplikacji farb (systemów malarskich).

Farby (systemy malarskie) wysychając tworzą stałą powłokę, która jest związana z podłożem.

Nanoszenie powłok z zabezpieczających przeciwkorozyjnych systemów malarskich na podłoża metalowe jest nazywane *malowaniem przeciwkorozyjnym*.

Celem malowania przeciwkorozyjnego jest zabezpieczenie metalowego podłoża przed korozją atmosferyczną, czyli rdzą i nadanie powierzchni zaprojektowanego wyglądu i tekstury.

Malowanie przeciwkorozyjne jest procesem, w przypadku którego jakość nie może być w pełni oceniona na podstawie kontroli odbiorczej wykończonej powłoki.

Z tego względu proces ochrony korozyjnej jest bardzo dokładnie planowany.

Równie ważne jest zarządzanie i monitorowanie wszystkich parametrów wpływających na powłokę, które występują podczas procesu malowania.

Niniejszy podręcznik został opracowany przez specjalistów firmy Teknos, aby dostarczyć klientom, projektantom, pracownikom i uczniom podstawowych informacji na temat malowania przeciwkorozyjnego.

Mamy nadzieję, że niniejszy podręcznik będzie dla Państwa użyteczny.

Z poważaniem

Zespół Teknos Oy

# Malowanie przeciwkorozyjne

1. MALOWANIE PRZECIWKOROZYJNE JAKO METODA OCHRONY ANTYKOROZYJNEJ .....	9
Wstęp .....	9
Mechanizm korozji metali .....	9
Mechanizm ochronny systemów malarskich .....	10
Podsumowanie .....	10
2. PODSTAWOWE NORMY ODNOSZĄCE SIĘ DO MALOWANIA PRZECIWKOROZYJNEGO .....	11
Normalizacja w Finlandii.....	11
Normy EN i ISO .....	11
3. PLANOWANIE MALOWANIA PRZECIWKOROZYJNEGO .....	16
Warunki dla prawidłowego malowania przeciwkorozyjnego .....	16
Powłoki malarskie jako wymaganie projektowe dla konstrukcji stalowych .....	16
Określanie miejsca aplikacji ochronnych przeciwkorozyjnych systemów malarskich .....	17
4. PRZYGOTOWANIE PODŁOŻA .....	18
Określenie metod przygotowania i stopnia jakości przygotowania powierzchni .....	18
Usuwanie smaru i gleby .....	18
Usuwanie rdzy .....	18
Ocena i stopniowanie czystości i profilu powierzchni stalowej .....	19
Stopnie zardzewienia .....	19
Stopnie przygotowania.....	19
Stopniowanie profilu powierzchni stalowej poddanej omiotaniu śrutem .....	20
Grunt antykorozyjny reaktywny.....	22
Przygotowanie powierzchni galwanizowanych .....	22
Obróbka i podkłady trawiące .....	23
5. SYSTEMY MALARSKIE ZABEZPIECZAJĄCE PRZED KOROZJĄ.....	25
Skład systemów malarskich.....	25
Rodzaje systemów malarskich.....	26
Powłoki odwracalne .....	26
Powłoki nieodwracalne.....	26
Systemy malarskie sieciujące na powietrzu (utlenianie).....	26
Dyspersje wodne (opakowanie jednoskładnikowe).....	27
Systemy malarskie sieciowane chemicznie .....	27
Dwuskładnikowe systemy malarskie epoksydowe EP .....	27
Dwuskładnikowe systemy malarskie poliuretanowe PUR .....	27
Systemy malarskie zawierające estry oksiranowe (skrót OX) .....	28
Systemy malarskie sieciujące pod wpływem wilgoci.....	28
Farby piecowe .....	28
Powłoki proszkowe .....	28
Powłoki „coil coating“ .....	28
6. SYSTEMY MALARSKIE .....	29
Oznaczenie systemu malarskiego.....	29
Wybór systemu malarskiego .....	30
Kategorie korozyjności .....	30
Przygotowanie i warunki aplikacji .....	30
Względy ekonomiczne.....	30

7. EXECUTION OF PAINT WORK.....	31
Painting methods .....	31
Brush application .....	31
Roller application .....	31
Spray application .....	31
Dip application.....	37
Application conditions .....	37
Relative humidity and dew point .....	37
Temperature and curing .....	40
Film thickness and associated measurement .....	40
Film thickness.....	40
Measurement of wet film thickness .....	40
Measurement of dry film thickness.....	41
Non-destructive methods .....	41
Destructive methods.....	42
Calculation of paint consumption.....	43
Tables for estimation of paint consumption .....	44
8. QUALITY CONTROL OF CORROSION PROTECTION PAINTING .....	45
Quality plans.....	46
Quality assurance objects.....	46
Personnel .....	46
Steel structure .....	47
Surface preparations .....	47
Conditions .....	47
Application methods, tools and implements.....	48
Substances used in paint work .....	48
Painting work .....	48
Finished coating .....	48
Inspection tools and implements .....	49
Reference areas .....	49
Documentation of the painting work and site conditions .....	49
Documents existing prior to commencement of paint work.....	49
Documents issued during paint work.....	49
Inspection records .....	49
9. MAINTENANCE PAINTING.....	51
Evaluation of coating degradation .....	51
Time for maintenance painting.....	51
Determination of the maintenance paint.....	52
Execution of maintenance paint work .....	53
10. OCCUPATIONAL SAFETY GUIDELINES APPLICABLE TO PAINTING WORK .....	54
11. LIST OF STANDARDS.....	56
12. PAINTING PROBLEMS – TROUBLESHOOTING.....	60
13. FUTURE OF CORROSION PROTECTION PAINTING .....	63
FORMS .....	65





# 1. Ochronne systemy malarskie jako metoda ochrony antykorozyjnej

## Wprowadzenie

Różne materiały inżynierskie używane do celów przemysłowych wymagają ochrony przed wpływem czynników środowiskowych. Materiały te obejmują kompozyty betonowe i znaczną liczbę różnych metali, np. Podłoża

betonowe wymagają zabezpieczenia za pomocą powłok przed nawęglaniem i zniszczeniem powierzchni na skutek abrazji i innych

czynników. Metale wymagają ochrony przed korozją.

*Korozja* jest fizykochemiczną reakcją występującą, gdy metal zostaje narażony na działanie czynników środowiska, która powoduje zmianę

właściwości metalu i, w wielu przypadkach, skutkuje zniszczeniem metalu, przylegające otoczenie lub system techniczny.

*Rdza* produktem reakcji korozji żelaza i stali.

*Uszkodzenie korozyjne* jest zmianą w układzie korozyjnym spowodowaną przez proces korozji i które powoduje degradację metalu, przylegającego otoczenia lub systemu technicznego, który razem tworzą.

*System korozyjny* obejmuje jeden lub wiele metali i wszystkie parametry środowiskowe, które mają wpływ na proces korozji. takie parametry środowiskowe mogą obejmować warstwę powierzchniową powłoki, itd.

*Ochrona antykorozyjna lub ochrona przed korozją* odnosi się do modyfikacji systemu korozyjnego w taki sposób, który powoduje spowolnienie rozwoju uszkodzenia korozyjnego.

*Ochrona przed korozją za pomocą powłok malarskich* odnosi się do nanoszenia powłok na powierzchni metalowe z użyciem farb zabezpieczających przed korozją.

## Mechanizm korozji metali

Obecnie zjawisko korozji metali wyjaśnia się przez tworzenie lokalnych par elektrod elektrochemicznych na powierzchni

metal. Parę elektrod tworzy para anoda - katoda. Dodatkowo jony metalu przechodzą z anody do roztworu i wytwarzają elektrony w sieci krystalicznej metalu, które migrują w metalu do katody. W katodzie elektrony są zużywane w licznych reakcjach katody. W roztworach kwasowych wytwarzany jest wodór gazowy,

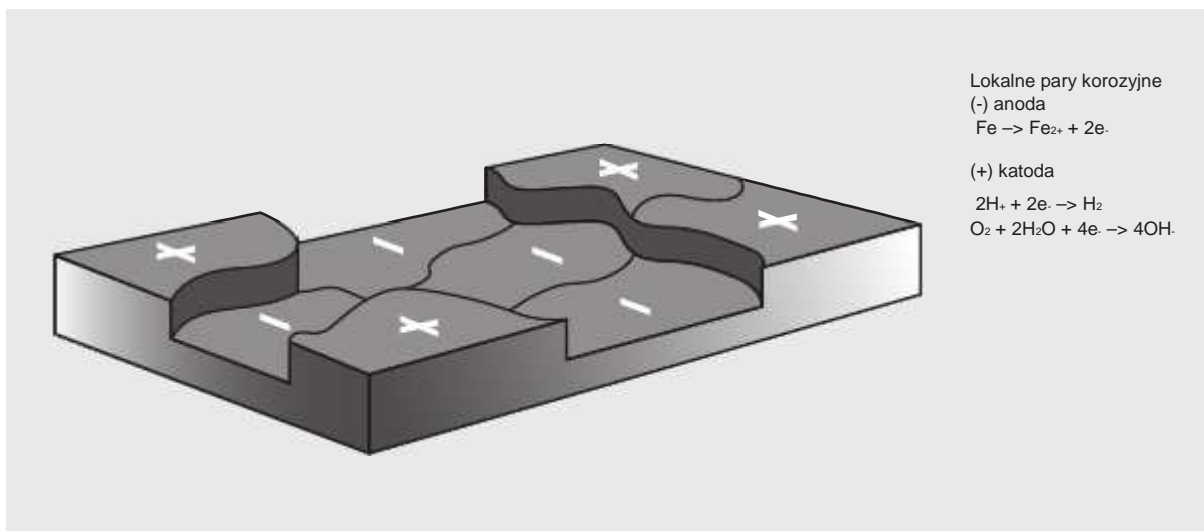
Natomiast w roztworach o pH neutralnym na skutek redukcji tlenu powstają jony wodorotlenowe. Elektrolit przewodzący prąd elektryczny

między anodą i katodą zamyka obwód. Anoda i katoda mogą znajdować się obok siebie, co skutkuje tworzeniem jednorodnej korozji lub mogą być oddzielone od siebie, co skutkuje tworzeniem lokalnych ognisk korozji. Anoda

jest lokalizowana na powierzchni metalu mniej szlachetnego lub w miejscu o wyższej energii powierzchniowej.

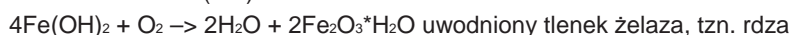
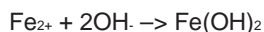
Rysunek 1.1 ilustruje

tworzenie lokalnych par na powierzchni metalu oraz reakcje anody i katody.



Rysunek 1.1 Tworzenie lokalnych par na powierzchni metalu oraz reakcje anody i katody.

Sumaryczna reakcja anody i katody przedstawia się następująco:



W przypadku metali mechanizm ochrony antykorozyjnej jest oparty na:

- inhibitowaniu powstawania lokalnych par na powierzchni metalu i
- inhibitowaniu lub opóźnianiu reakcji anody i/lub katody

## Mechanizm ochronny systemów malarskich

Najbardziej popularną metodą ochrony antykorozyjnej jest aplikacja farby na metalową powierzchnię.

Nieprzepuszczalna i szczelna powłoka o wystarczającej grubości zabezpiecza przed przenikaniem jonów do metalowej powierzchni, zatem

powoduje spadek tworzenia lokalnych par. Farby epoksydowe np. zapewniają nieprzepuszczalność.

Farby zabezpieczające przed korozją używane w celu ochrony przed czynnikami środowiskowymi, zawierają pigmenty zabezpieczające przed korozją, które opóźniają

rozpuszczanie jonów metali z anody. Na przykład, różne fosforany i borany są używane jako

pigmenty zabezpieczające przed korozją, które wraz z wodą wnikają do powłoki i tworzą warstwy ochronne w miejscach

anod.

Farby zapewniają katodową ochronę powierzchni stalowych, kiedy zawierają wystarczającą ilość pyłu cynkowego. Częstki cynku

w powłoce pozostają w styku przewodzącym elektrycznie z podłożem stalowym i metalami elektroujemnymi i stanowią anody protektorowe, które inhibitują korozję.

Wodorocieńczone farby również zawierają inhibitory korozji w celu inhibitowania korozji podczas aplikacji farby lub utwardzania

(korozja natychmiastowa).

## Podsumowanie

Korozję powierzchni metali można inhibitować lub opóźnić, nakładając:

- farbę zabezpieczającą przed korozją zawierającą pigmenty ochronne, które powodują pasywację anody i/lub reakcję katody lub
- powłokę, która generuje wystarczającą odporność na prąd jonowy
- podkład dający ochronę katodową

## 2. Podstawowe normy odnoszące się do malowania przeciwkorozyjnego

### Normalizacja

Celem norm jest promowanie handlu i przemysłu, zwiększenie bezpieczeństwa, dobra i opieki klientów, jak również ułatwienia handlu krajowego i zagranicznego.

Zgodnie z normą EN 45020, norma powstała w procesie normalizacji jest definiowana w następujący sposób:

*Norma* jest dokumentem normatywnym, ustalonym na drodze konsensusu i zatwierdzonym przez uznany organ, który

zapewnia powszechne i powtarzalne użycie, zasady, wytyczne lub charakterystyki działań lub ich wyniki, skupione na

osiągnięciu optymalnego stopnia uporządkowania w danej zawartości.

Norma jest zazwyczaj tylko rekomendacją. W pewnych przypadkach publiczne organy nadzorcze mogą ustalać odniesienia do norm

*w regulacjach i dyrektywach. Te tzw. normy referencyjne lub normy normatywne są dokumentami prawnie obowiązującymi.*

W Finlandii Fińskie Stowarzyszenie Normalizacyjne (Finnish Standards Association, SFS) i jego członkowie w przemyśle projektują i wydają normy.

W pracach przygotowawczych uczestniczą organy publiczne i profesjonalne, komercyjne i przemysłowe organizacje. Prace

przygotowawcze aktualnie są skupione na normach europejskich (EN) i międzynarodowych (ISO).

W zakresie farb i powłok fińskie normy są projektowane przez następujące organizacje należące do SFS:

- Chemind, Federacja Fińskiego Przemysłu Chemicznego, Kemianteollisuus ry

- MetSta, Metalliteollisuuden Standardisoimisyhdistys ry

Stowarzyszenie SFS zatwierdza, wydaje i sprzedaje normy fińskie i międzynarodowe. SFS również dostarcza i upowszechnia

informacje w zakresie norm i regulacji ustawowych.

normy odnoszące się do planowania i wykonania prac malarskich są oparte na długoterminowych i systematycznie prowadzonych

pracach projektowych. Normy dostarczają użytkownikom farb na całym świecie szczegółowych informacji i wiedzy

na temat odpowiedniego środowiska, struktury, podłoża, farb i prac malarskich w każdej sytuacji.

### Normy EN i ISO

Członkowie Unii Europejskiej ustanowili wewnętrzny rynek w celu swobodnego przepływu towarów i usług. Zapewnienie swobodnego przepływu towarów i usług wymaga harmonizacji różnych norm technicznych w krajach członkowskich.

Międzynarodowa norma EN ISO 12944 dotycząca ochrony przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich,

zatwierdzonych i dostosowanych 25 maja 1998 powstała w efekcie przeprowadzenia tego procesu.

Norma ISO 12944 składa się z następujących części:

Część 1 Ogólne wprowadzenie

Część 2 Klasyfikacja środowisk

Część 3 Zasady projektowania

Część 4 Rodzaje powierzchni i sposoby przygotowania powierzchni

Część 5 Ochronne systemy malarskie

Część 6 Laboratoryjne metody badań właściwości

Część 7 Wykonywanie i nadzór prac malarskich

Część 8 Opracowanie dokumentacji dotyczącej nowych prac i renowacji

Trwałość

W normie ISO 12944-1 trwałość podano w trzech zakresach::

2 do 5 lat niska (L - ang. low)

5 do 15 lat średnia (M - ang. medium)

powyżej 15 lat wysoka (H - ang. high)

Okres trwałości nie oznacza okresu gwarancyjnego. Trwałość jest zagadnieniem technicznym, które może pomóc właścicielowi w zaprojektowaniu programu konserwacji. Okres gwarancji jest zagadnieniem podstawowym określonym warunkami kontraktu. Czas gwarancji jest zazwyczaj krótszy, niż okres trwałości. Nie istnieją żadne reguły, które łączyłyby te dwa okresy czasu.

## Klasyfikacja środowisk

Korozyjność atmosferyczna i naprężenia korozyjne mają wpływ na trwałość i powłok zabezpieczające przed korozją konstrukcji i planowanie prac malarskich.

Zgodnie z normą ISO 12944-2, korozyjność atmosferyczna jest dzielona na sześć kategorii:

C1	bardzo niska
C2	niska
C3	średnia
C4	wysoka
C5-I	bardzo wysoka (środowiska przemysłowe)
C5-M	bardzo wysoka (środowisko morskie)

Klasyfikację tę oparto na szybkości korozji stali i cynku podczas pierwszego roku narażenia.

W normie ISO 12944-2 zdefiniowano trzy kategorie korozyjności dla konstrukcji zanurzonej w wodzie lub zakopanej w ziemi:

Im1	zanurzenie w wodzie (słodkiej), np. konstrukcje rzeczne, instalacje do uzyskiwania energii wodnej
Im2	zanurzenie w wodzie morskiej lub słonej, np. konstrukcje portowe
Im3	zakopanie w ziemi, np. pojemniki podziemne, stalowe belki lub podobne konstrukcje

## Przygotowanie powierzchni i konstrukcji

Norma ISO 12944-3 zawiera instrukcje dla projektowania konstrukcji przeznaczonych do powlekania powłok.

W normie ISO 12944-4 omówiono różne podłoża i metody przygotowania powierzchni.. Definicja metod przygotowania powierzchni i stopnia przygotowania została określona w normie w oparciu o istniejące normy

ISO: ISO 8504 Metody przygotowania powierzchni, ISO 8501 Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania i ISO 8503 Metoda stopniowania profilu powierzchni.

## Systemy malarskie

Ochronne systemy malarskie składają się z podłoża przygotowania powierzchni i kombinacji farb użytych do naniesienia powłok.

W normie ISO 12944-5 przedstawiono najbardziej popularne rodzaje systemów malarskich zabezpieczających przed korozją i systemów zabezpieczających.

Rodzaje farb są oznaczane za pomocą symboli:

Akrylowe	AY
Alkidowe	AK
Epoksydowe	EP
Kauczuk chlorowany	CR
Poliuretany, alifatyczne	PUR
Kombinacja poliuretanów, oczyszczona żywica uretanowa	PURC
O zawartości cynku na bazie krzemianu etylowego	ESI Zn (R)
O zawartości cynku na bazie żywic epoksydowych	EP Zn (R)
Poliwinył chlorowany	PVC

W 2007 roku wydano nową edycję normy ISO 12944-5. W edycji ISO 12944-5:2007 systemy malarskie są oznaczone następująco:

ISO 12944-5/A1.01, gdzie

A1 = tabela, w której system został ujęty

01 = kolejny numer systemu malarskiego w tabeli

W normie przedstawiono osiem tabeli (A1 – A8), w których przedstawiono systemy malarskie przeznaczone dla różnych kategorii korozyjności dla powierzchni stali i cynku, powlekanych termicznie, stalowych powierzchni ocynkowanych dyfuzyjnie lub galwanicznie. W tabeli wskazano dla każdego systemu malarskiego następujące dane:

- numer
- typ żywicy podkładu, liczbę warstw i nominalną grubość warstwy
- typ żywicy warstwy pośredniej i warstwy nawierzchniowej
- ogólną liczbę warstw, nominalną grubość suchej warstwy systemu malarskiego
- oczekiwaną trwałość

Przypisy w tabelach wskazują typy żywicy i dostarczają dalszych informacji o systemach malarskich.

## Testowanie systemów malarskich

Część 6 normy ISO 12944 opracowano w celu uproszczenia oceny nowych systemów malarskich. Przydatność jest oceniana w warunkach laboratoryjnych z wykorzystaniem testu kondensacji wilgoci (ISO 6270), test natryskiwania słoną mgłą

(ISO 9227) i metody testowe używane do określenia odporności na wpływ wody i chemikaliów (ISO 2812-1 i 2812-2). Normy zawierają informacje o tym, że wspomniane wyżej metody nie są odpowiednie do testowania

farb wodorozcieńczalnych. Pomimo to niektóre systemy wodorozcieńczalne są testowane i oceniane za pomocą procedur opisanych w normach, a uzyskane wyniki mogą być brane pod uwagę. Testowanie systemów malarskich w warunkach rzeczywistych jest uznane za metodę optymalną i wysoce zalecane jest użycie dobrze znanych konwencjonalnych systemów malarskich jako systemów odniesienia podczas testów.

## Wykonywanie i nadzór prac malarskich

Metody aplikacji, prace malarskie i odpowiednie metody kontroli jakości opisano w części 7 normy ISO 12944. Malowanie jest jednym z procesów, w przypadku których jakość nie może być w pełni oceniona głównie na podstawie kontroli odbiorczej

ukończonej powłoki. Dlatego podczas prac malarskich decydujące znaczenie ma nadzór i kontrola nad wszystkimi parametrami, które

mogą mieć wpływ na powłokę końcową. Nacisk jest również położony na kwalifikacje personelu (patrz formularz 186).

## Obszary odniesienia

Po indywidualnym uzgodnieniu wykonawca przygotowuje obszary odniesienia zgodnie ze specyfikacją prac malarskich

w obecności przedstawicieli nabywcy i producenta. Obszary odniesienia są używane do określenia profesjonalnych umiejętności personelu i akceptowalnej jakości pracy w trakcie kontroli, czy specyfikacje dostarczone przez producenta i wykonawcę są poprawne. Wykonanie powłoki można również kontrolować

za pomocą obszarów odniesienia. Obszary odniesienia nie są używane w celach gwarancyjnych, o ile nie uzgodniono inaczej w kontrakcie.

Obszary odniesienia są przygotowane w miejscach, w których naprężenia korozyjne są typowe dla całej konstrukcji.

Wielość i ilość obszarów odniesienia jest ustalana w zależności od całkowitej powierzchni konstrukcji i parametrów krytycznych jej komponentów. Załącznik A normy ISO 12944-7 zawiera instrukcje i informacje dotyczące obszarów odniesienia.

Wszystkie obszary odniesienia należy zaznaczyć na konstrukcji, a zapisy te należy zachować (patrz formularz 187).

## Pomiar grubości warstwy suchej

Na powierzchniach chropowatych grubość warstwy suchej powinna być mierzona z użyciem metody i procedury określonej w normie ISO

19840, natomiast na gładkich i galwanizowanych powierzchniach - zgodnie z normą ISO 2808, o ile nie ustalono inaczej w kontrakcie.

Dla pomiarów grubości warstwy suchej strony powinny uzgodnić następujące warunki:

- a) metodę, która będzie stosowana, przyrząd pomiarowy, szczegółowe dane kalibracji przyrządu pomiarowego oraz sposób, w jaki profil powierzchni zostanie uwzględniony w wyniku
- b) plan próbkowania – jak i ile pomiarów zostanie wykonanych dla każdego rodzaju powierzchni
- c) sposób przedstawienia wyników i jakie ewentualne działania mogą być wymagane.

Nominalna grubość suchej warstwy (NDFT) odnosi się do grubości suchej warstwy powłoki wskazanej w specyfikacji.

Średnia arytmetyczna (średnia) uzyskana z pomiarów powinna być równa grubości NDFT lub większa.

Indywidualne wyniki pomiarów nie mogą być mniejsze niż 80 procent grubości NDFT lub więcej.. Poszczególne grubości

warstwy suchej stanowiące nie mniej niż 80 procent grubości NDFT są dopuszczalne pod warunkiem, że liczba takich pomiarów

nie przekracza 20 procent ogólnej liczby wykonanych pomiarów indywidualnych. Maksymalna grubość suchej warstwy

jest uzgodniona w każdym przypadku między wykonawcą i producentem.

## Planowanie malowania przeciwkorozyjnego

Należy przygotować plan malowania antykorozyjnego, który będzie wskazywać postęp budowy konstrukcji od surowców do gotowej konstrukcji gotowej do odbioru (patrz rozdział 3).

Planowanie specyfikacji dla nowych i malowanych uprzednio powierzchni opisano w normie ISO 12944-8.

## Bezpieczeństwo i higiena

Obowiązkiem klientów, specyfikatorów, wykonawców, producentów farb, inspektorów i pozostałego personelu jest zaangażowanie w prace projektowe w celu wykonania pracy, za którą są odpowiedzialni w taki sposób, aby nie stwarzała zagrożenia dla ich zdrowia i bezpieczeństwa lub innych ludzi. Zgodnie z tym, powinni oni zapewnić wszystkie wymagania ustawowe w zakresie bezpieczeństwa pracy i ochrony środowiska lub inne wymagania obowiązujące w kraju, w którym wykonywane są prace.

## Elementami wymagającymi szczególnej uwagi są na przykład:

- środki zabezpieczające przed niezamierzonym i niekontrolowanym użyciem substancji niebezpiecznych
- środki zabezpieczające przed szkodliwym wpływem dymu, oparów i hałasu oraz zagrożeniem pożarowym
- ochrona ciała włącznie z oczami, skórą, uszami i układem oddechowym
- certyfikaty do zastosowań w obszarach magazynowania substancji wybuchowych (znane jako certyfikaty ATEX, szczegółowe instrukcje są zawarte w dyrektywie 94/9/WE)

Na ile jest to wykonalne, wymagania w zakresie ochrony zdrowia, bezpieczeństwa i środowiska należy opisać w specyfikacji projektu.

## Specyfikacja projektu

Specyfikacja projektu zawiera opis projektu i związane z nim wymagania (ISO 12944-8). Stroną wydającą specyfikację projektu może być np. właściciel konstrukcji przeznaczonej do malowania lub główny wykonawca. Główne części specyfikacji projektu są następujące:

1. Informacje ogólne
2. Typ projektu
3. Typ konstrukcji i elementów składowych
4. Opis każdego elementu składowego
5. Opis środowiska każdego elementu składowego
6. Trwałość
- 7.-10. Ochronne systemy malarskie - ograniczenia szczególne
11. Zarządzanie jakością
12. Kontrola i ocena
13. Obszary referencyjne
14. Ochrona zdrowia, bezpieczeństwa i środowiska
15. Wymagania specjalne
16. Spotkania robocze
17. Dokumentacja

## Specyfikacja ochronnego systemu malarskiego

Specyfikacja ochronnego systemu malarskiego zawiera opis przygotowania powierzchni i ochronnego systemu malarskiego nakładanego na konstrukcję zgodnie ze specyfikacją projektu (patrz formularze 184 i 185). Specyfikatorem może być np. producent systemu malarskiego, natomiast specyfikacja taka obejmuje:

1. Informacje ogólne (nazwa projektu, właściciela i specyfikatora)
2. Informacje o projektowaniu konstrukcji stalowej
3. Przygotowanie powierzchni
4. Ochronne systemy malarskie
5. Producent systemu malarskiego
6. Kontrola jakości i zapewnienie jakości systemów malarskich

## Specyfikacja prac malarskich

Specyfikacja prac malarskich zawiera opis sposobu wykonania prac malarskich zgodnie z wymaganiami określonymi w specyfikacji projektu. Specyfikatorem może być np. wykonawca prac malarskich, natomiast specyfikacja taka obejmuje:

1. Dane projektowe i nazwę specyfikatora
2. Kwalifikacje wykonawcy prac malarskich w zakresie nakładania powłok malarskich
3. Planowanie nowych prac i konserwacji
4. Wykonanie nowych prac i konserwacji
5. Kontrola jakości i zapewnienie jakości

W razie konieczności należy opracować oddzielną specyfikację kontroli i oceny, która będzie zawierać opis procedur kontroli i oceny, jakie należy przeprowadzić.

Normy odnoszące się do prac malarskich wymieniono w rozdziale 11. WYKAZ NORM (strona 56).

## 3. Planowanie malowania przeciwkorozyjnego

### Warunki dla prawidłowego malowania przeciwkorozyjnego

Tylko dobrze zaplanowane prace zapewnią ochronę przeciwkorozyjną optymalną pod względem technicznym i ekonomicznym.

Cały łańcuch procesu budowy konstrukcji, od surowców do konstrukcji gotowej do odbioru należy rozważyć już na etapie projektowania. Dlatego ochronę przed korozją należy uwzględnić w początkowym etapie projektowania nowej konstrukcji. Specyfikacja ochrony przeciwkorozyjnej zawiera wszystkie dane i parametry, które mają wpływ na trwałość powłoki, np.

- zaprojektowana funkcjonalność i czas eksploatacji konstrukcji-
- parametry korozyjności środowiska i specjalne naprężenia korozyjne dla konstrukcji
- projektowanie i kształt konstrukcji
- czyszczenie i przygotowanie powierzchni
- systemy malarskie
- miejsce, czas i warunki wykonania prac malarskich
- nadzór prac malarskich
- wymagania w zakresie przyszłej konserwacji

Na podstawie specyfikacji ochrony przeciwkorozyjnej nabywca może zdefiniować specyfikację systemu malarskiego. Specyfikacja systemu malarskiego stanowi podstawę do specyfikacji prac malarskich zawierającej informację w jaki sposób osiągnąć zaprojektowany czas życia malarskiej powłoki antykorozyjnej.

Dla specyfikatora określającego specyfikację systemu malarskiego i specyfikacje prac malarskich normy w zakresie ochrony przeciwkorozyjnej są niezwykle ważne.

Stosowanie norm umożliwia jednoznaczne określenie kategorii korozyjności środowiska, stanu powierzchni stalowej przed malowaniem, klasy jakości przygotowania, prac malarskich, nadzoru nad pracami malarskimi, itp. Norma ISO 12944-8 zawiera wytyczne w zakresie planowania prac malarskich i projektowania specyfikacji systemu malarskiego.

### Powłoki malarskie jako wymaganie projektowe dla konstrukcji stalowych

Norma ISO 12944 zawiera instrukcje dla projektantów konstrukcji stalowych dotyczące wymagań i ograniczeń ochrony przeciwkorozyjnej występujących podczas projektowania konstrukcji.

Ochrona przeciwkorozyjna zaczyna się od wyboru odpowiednich elementów konstrukcyjnych i określenia środków, jakie zostaną podjęte w celu zapewnienia ochrony przeciwkorozyjnej.

Kształt i położenie konstrukcji są parametrami wpływającymi na wykonanie, kontrolę i konserwację ochronnych systemów przeciwkorozyjnych, jak również trwałość i czas eksploatacji.

W widocznym projekcie konstrukcji preferowane są kształty sprzyjające odporności przeciwkorozyjnej.

Powierzchnie, na które będą наносzone powłoki powinny być możliwie gładkie i równe, aby wyeliminować ostre krawędzie, które utrudniają aplikację farby.

Rozmieszczenie elementów powinno zapewnić możliwość czyszczenia i schnięcia konstrukcji w taki sposób, aby deszcz i skropliny mogły swobodnie odpływać z powierzchni.

Połączenia spawane należy zaprojektować w taki sposób, aby wyeliminować tworzenie szczelin i pułapek między komponentami, które nie będą pokryte powłokami.

Należy również unikać przerywanych spoin spawanych. W przeciwieństwie do przerywanych spoin spawanych, całe spoiny spawane nie tworzą szczelin i pułapek w konstrukcji, które stwarzają trudności w trakcie nanoszenia powłok.

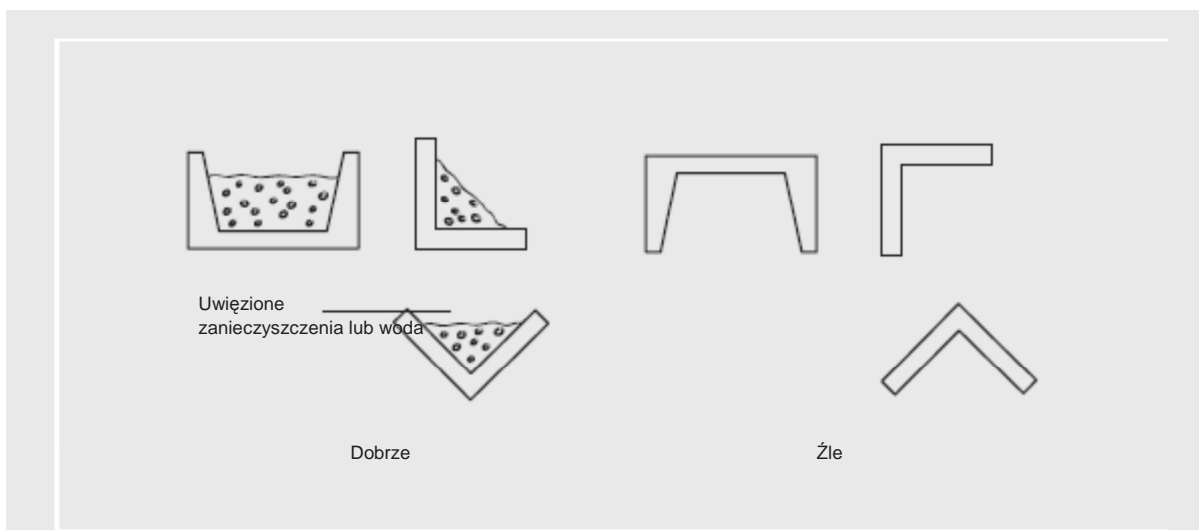
Połączenia nitowane nie są odpowiednie dla konstrukcji, które mają być zabezpieczone za pomocą ochronnych systemów malarskich.

Wszystkie przekroje powierzchni konstrukcji stalowej muszą mieć zapewniony dostęp w celu przygotowania powierzchni, aplikacji, kontroli i prac konserwacyjnych (ISO 12944-3 Załącznik A).

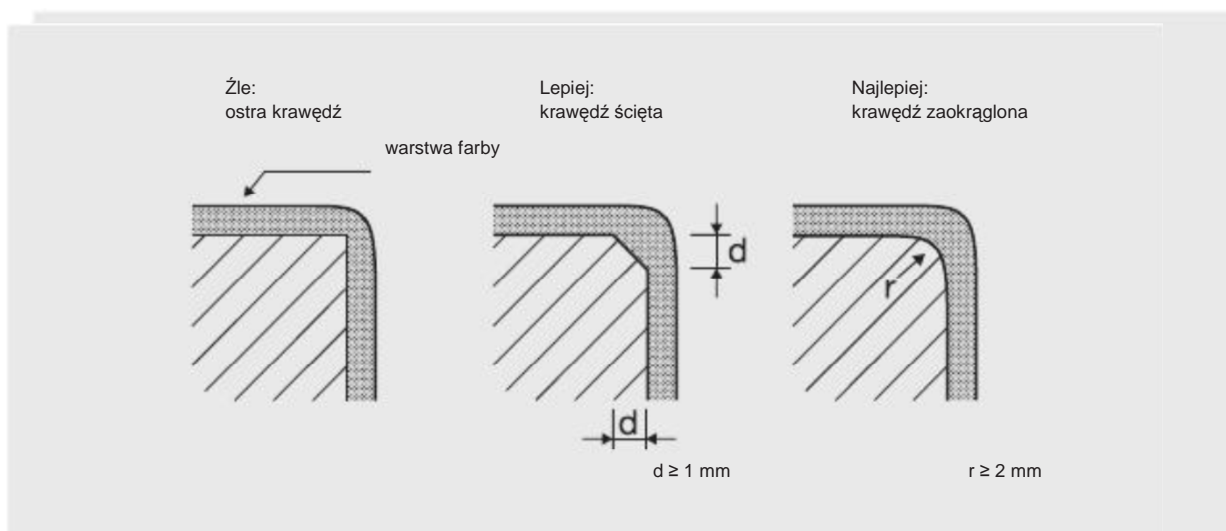
Na przeciw powierzchni przeznaczonej do malowania należy zachować wolną przestrzeń wystarczającą dla wykonania procedur przygotowania powierzchni i urządzeń do aplikacji.

Powierzchnie narażone na działanie czynników korozyjnych i na które nie mogą zostać naniesione powłoki po przeprowadzeniu montażu należy zabezpieczyć za pomocą powłok przed operacją montażu lub muszą być wykonane z materiału odpornego na korozję.





Rysunek 3.1 Po lewo: przykłady konstrukcji nieodpowiednich do malowania przeciwkorozyjnego. Po prawo: przykłady właściwych rozwiązań (ISO 12944-3).



Rysunek 3.2 W przypadku nanoszenia powłok malarskich najlepszym rozwiązaniem są krawędzie zaokrąglone, ponieważ grubość nanoszonej powłoki jest jednakowa (ISO 12944-3). Należy również unikać ostrych krawędzi

## Określanie miejsca aplikacji ochronnych przeciwkorozyjnych systemów malarskich

Określenie miejsca aplikacji zależy od systemu malarskiego i obiektu, na który nanoszona jest powłoka.

Termin "malowanie warsztatowe" lub "malowanie przemysłowe" odnosi się do aplikacji wykonywanej w warsztacie lub w lakierni przemysłowej.

Termin "malowanie polowe" lub malowanie na miejscu" jest używane w przypadku malowania bezpośrednio na miejscu budowy. Malowanie konserwacyjne starych konstrukcji w większości przypadków jest prowadzone jako malowanie polowe.

Jeśli to możliwe, malowanie przeciwkorozyjne należy zakończyć zgodnie z warunkami malowania przemysłowego.

W przypadku malowania warsztatowego można optymalizować warunki malowania przeciwkorozyjnego, systemy malarskie i metody aplikacji tak, aby dopasować idealnie do obiektu, do którego mają być zastosowane.

Malowanie polowe prowadzone w miejscu montażu lub lokalizacji konstrukcji jest przedsięwzięciem skomplikowanym i ogranicza dobór dostępnych systemów malarskich.

Z tych powodów instalację i montaż konstrukcji należy zaprojektować tak, aby przynajmniej kształt, ani rozmiar nie uniemożliwiały zastosowania metod malowania przemysłowego, przygotowania powierzchni, ani aplikacji podkładu.

## 4. Przygotowanie podłoża

### Określenie metod przygotowania i stopnia jakości obróbki metalu i przygotowania powierzchni

Metody przygotowania powierzchni zostały opisane w częściach 1 – 3 normy ISO 8504 i w części 4 normy ISO 12944.

Określenie następuje w oparciu m.in. o następujące parametry:

- odpowiednie warunki pracy
- stan i kondycja powierzchni
- wymagania stopnia jakości przygotowania powierzchni
- przygotowanie całej powierzchni lub tylko części powierzchni
- warunki ekonomiczne
- wymagania specjalne i ograniczenia

Stopień przygotowania i stopień jakości przygotowania powierzchni jest określany na podstawie zastosowanego systemu malarskiego.

System malarski zostaje określony w oparciu o wymagania ochrony, przy uwzględnieniu przygotowania powierzchni i warunków przygotowania powierzchni.

Stopień jakości obróbki metalu i przygotowania powierzchni jest wskazany w specyfikacji systemu malarskiego.

Mechaniczne metody przygotowania powierzchni i stopie jakości określone dla obróbki ścierno-strumieniowej i przygotowania powierzchni stalowych z użyciem materiałów podkładowych opisano w normie ISO 8501-3.

Jeśli tylko określono jakość przygotowania powierzchni dla obróbki metalu, można zastosować dane z pierwszej części tabeli: OBRÓBKA STALI.

### Usuwanie smaru i gleby

Zanieczyszczenia utrudniające usuwanie rdzy i prace malarskie należy usunąć, stosując metody usuwania smaru i gleby (ISO 12944-4).

Metody usuwania smaru i gleby określa się na podstawie zanieczyszczeń powierzchni i warunków pracy.

Zanieczyszczenia stałe, jak np. lód, tynk lub pozostałości farby usuwa się przez młotkowanie, zeszkrobywanie lub zdrapywanie. Sole i inne zanieczyszczenia rozpuszczalne w wodzie są usuwane przez spłukiwanie lub zdrapywanie lub z zastosowaniem wysokiego ciśnienia, pary lub kąpieli alkalicznych.

Oleje i smary są usuwane poprzez przemywanie alkaliami, emulsją lub rozpuszczalnikiem. Po przemywaniu alkaliami lub emulsją powierzchnie należy spłukać do czysta.

### Usuwanie rdzy

Metody usuwania rdzy są stosowane w celu usunięcia rdzy i zgorzelin z powierzchni metalu. Metody usuwania rdzy dzieli się na metody czyszczenia mechanicznego, termicznego i chemicznego.

Metody czyszczenia mechanicznego, obejmujące czyszczenie szczotką metalową i oczyszczanie pneumatyczne strumieniowo-ścierne, które opisano w normie ISO 8504

*Czyszczenie szczotką metalową (St)* jest prowadzone za pomocą ręcznych narzędzi, metalowej szczotki lub szlifierki (ISO 8504-3).

*W oczyszczaniu strumieniowo-ściernym (Sa)* strumień materiału jest kierowany na powierzchnię za pomocą sprężonego powietrza lub wody lub śrutu (ISO 8504-2).

*W oczyszczaniu strumieniowo-wodnym (Wa)* strumień wody o ciśnieniu ponad 70 MPa jest skierowany na powierzchnię. Oczyszczanie strumieniowo-wodne polega na wykorzystaniu energii uderzenia strumienia wody skierowanego na powierzchnię. W oczyszczaniu strumieniowo-wodnym nie wykorzystuje się materiału ściernego (ISO 8501-4 i SSPC VIC-4).

Do metod termicznych należy *oczyszczanie płomieniowe*, w którym płomień acetylenowo-tlenowy wykorzystywany jest do usuwania poprzednich powłok malarskich, zgorzelin i rdzy z powierzchni stalowej. Następnie powierzchnia jest czyszczona z użyciem szczotki metalowej (ISO 9501-1).

W trakcie chemicznego usuwania rdzy, np. trawienia kwasowego, zgorzeliny i rdza zostają rozpuszczone w kąpeli w odpowiednim kwasie lub mieszaninie kwasów.

## Określenie i ocena czystości i profilu powierzchni stalowej

Stan powierzchni stalowej bezpośrednio przed czyszczeniem może być wskazany za pomocą *stopnia zardzewienia*. Stan powierzchni stalowej bezpośrednio po czyszczeniu jest wskazany jako *stopień przygotowania* lub *stopień jakości przygotowania*.

### Stopnie zardzewienia

Na powierzchni walcowanej na gorąco znajduje się warstwa zgorzeliny wytworzona podczas walcowania.

Ilość rdzy na powierzchni stalowej zależy od tego jak długo i w jakim środowisku stal przebywała bez ochrony antykorozyjnej.

Stopień zardzewienia niezabezpieczonej powierzchni stalowej ma wpływ na określenie metody usuwania rdzy, kosztów oczyszczania i trwałości powłoki.

W normie ISO 8501-1 określono cztery *stopnie zardzewienia* dla stali walcowanej na gorąco.

Stopnie zardzewienia oznaczone jako A, B, C i D zdefiniowano słownie wraz z przykładowymi fotografiami.

Na fotografiach stan zardzewienia stalowej powierzchni oznaczony jako A jest charakteryzowany przez mocno przylegającą warstwę zgorzeliny, natomiast ilość rdzy występuje w ilości minimalnej lub jest nieobecna.

Stopień B oznacza stalową powierzchnię, na której widoczne są początkowe stadia formowania rdzy, a warstwa zgorzeliny zaczyna się łuszczyć.

Stopień C oznacza powierzchnię stalową, od której odchodzi warstwa zgorzeliny, którą można zeszkrobać i widoczne są mniejsze ogniska korozji wżerowej.

Stopień D oznacza powierzchnię stalową, od której odchodzi zgorzelina i gdzie widoczne są duże ogniska korozji wżerowej.

### Stopnie przygotowania

Norma ISO 8501-1 zawiera słowny opis stopni przygotowania powierzchni wraz z przykładowymi fotografiami przedstawiającymi teksturę powierzchni.

*Przygotowanie powierzchni z użyciem narzędzi ręcznych lub elektronarzędzi* – ręczne czyszczenie za pomocą metalowej szczotki lub za pomocą szlifierki wyposażonej w szczotkę metalową - metodę tę oznaczono za pomocą symbolu "St".

Liczba występująca po oznaczeniu wskazuje stopień czystości powierzchni od zgorzelin, rdzy i poprzednich powłok.

Najczęściej spotykane są stopnie przygotowania powierzchni za pomocą metalowej szczotki określone jako St 2 i St 3.

Na przykład:

St 2 = Dokładne czyszczenie za pomocą narzędzi ręcznych lub elektronarzędzi.

Podczas kontroli wizualnej powierzchnia nie może zawierać pyłu, smaru, oleju, ani słabo przylegających cząstek zgorzeliny, rdzy, pozostałości farby, ani innych substancji.

Patrz fotografie BSt 2, CSt 2 i DSt 2 w normie.

Powierzchnia przygotowana za pomocą metody *oczyszczania strumieniowo-ściernego* jest oznaczona za pomocą oznaczenia "Sa".

Stopnie przygotowania w przypadku metody oczyszczania strumieniowo-ściernego są następujące: Sa 1, Sa 2, Sa 2½ i Sa 3. Na przykład:

Sa 2½ = Bardzo dokładne oczyszczanie strumieniowo - ściernie. W trakcie kontroli wizualnej powierzchnia nie może zawierać pyłu, smaru, oleju, zgorzeliny, rdzy, pozostałości farb lub innych substancji.

Zanieczyszczenia pozostające na powierzchni muszą mocno przylegać do podłoża.

Patrz fotografie ASa 2½, BSa 2½, CSa 2½ i DSa 2½ w normie ISO 8501-1.

Termin "inne substancje" odnosi się np. do soli rozpuszczalnych w wodzie i pozostałości materiałów używanych do spawania.

Zanieczyszczenia te nie mogą być usunięte w całości za pomocą oczyszczania strumieniowo-ściernego. W normie ISO 8502 opisano metody testowe do wykrywania rozpuszczalnych w wodzie soli i chlorków żelaza, pyłu i skroplin.

*Metoda oczyszczania strumieniowo-wodnego* wykorzystuje wyłącznie strumień wody pod wysokim ciśnieniem. Oczyszczanie strumieniowo-wodne wykorzystana jest energia strumienia wody skierowanego na powierzchnię. Zalety metody oczyszczania strumieniowo-wodnego obejmują:

- brak cząstek stałych i tworzenia pyłu
- usuwanie rozpuszczalnych soli
- usuwanie smaru i oleju
- nie pozostawia pyłu ani cząstek na powierzchni
- nie uniemożliwia prowadzenia jednocześnie innych procesów w bezpośredniej bliskości

Wady tej metody obejmują:

- brak usuwania zgorzeliny
- brak tworzenia profilu powierzchni

Powszechnie stosowane są następujące metody oczyszczania strumieniowo-wodnego:

- wysokociśnieniowe oczyszczanie strumieniowo-wodne (34 MPa – 70 MPa)
- ultra wysokociśnieniowe oczyszczanie strumieniowo-wodne (ponad 70 MPa)

Podczas określania stopnia zardzewienia zostaje zarejestrowany najmniejszy dopuszczalny stopień zardzewienia.

Podczas określania stopnia przygotowania powierzchni zostaje zarejestrowany stopień, który w trakcie kontroli wizualnej jest najbliższy stanowi powierzchni stalowej.

W przypadkach, gdy malowanie jest wykonywane jako uzupełnienia i tylko część powierzchni zostaje przygotowana, litera P może poprzedzać oznaczenie stopnia przygotowania powierzchni, aby wskazać, że przygotowano tylko część (ang. *part*) powierzchni, np. PSa 2½, powierzchnia oczyszczona częściowo do przygotowania stopnia powierzchni Sa 2½, ISO 8501-2.

### Stopniowanie profilu powierzchni stalowej poddanej oczyszczaniu strumieniowo-ściernemu

Profil powierzchni odnosi się do mikronierówności powierzchni i zazwyczaj jest wyrażony jako stosunek wysokości najwyższego piku nierówności do wysokości najniższego dołka (ISO 8503-1).

Bez względu na procedury i rodzaj zastosowanych cząstek ściernych, powierzchnie po oczyszczaniu strumieniowo-ściernym zawierają przypadkowe nieregularności, których pliki i dołki są trudne do scharakteryzowania.

Z tego względu uznano, że ponieważ charakterystyka profilu jest przypadkowa, nie istnieje metoda zapewniająca precyzyjną wartość dla takiego profilu.

Zaleca się, aby tak uzyskany profil był charakteryzowany jako *zagłębiony* (jeśli stosowany był śrut) lub *kątowy* (jeśli używano ścierniwa o większej granulacji)

Stopniowanie profili powierzchni opisano w normie ISO 8503-1.

- stopień drobny Profile równe segmentowi 1 aż do, ale z wyłączeniem segmentu 2
- stopień średni Profile równe segmentowi 2 aż do, ale z wyłączeniem segmentu 3
- stopień gruby Profile równe segmentowi 3 aż do, ale z wyłączeniem segmentu 4

Norma ISO 8503-2 określa wymagania dla wzorców referencyjnych profili powierzchni ISO używanych do wizualnego i dotykowego porównania powierzchni stalowych poddanych oczyszczaniu strumieniowo-ściernemu (obraz 4.1), gdzie zastosowano ścierniwo typu śrut (S) lub żwirek (G).

Wszystkie swobodne cząstki pyłu i zanieczyszczenia zostają usunięte z powierzchni testowej. Odpowiedni wzorzec referencyjny powierzchni, G lub S, zostaje wybrany i umieszczony obok powierzchni testowej.

Następnie powierzchnia testowa zostaje porównana z każdą częścią wzorca.

Dwa wzorcowe profile, które są najbliższe profilowi powierzchni testowej zostają ocenione i na tej podstawie zostaje określony stopień: "stopień drobny", "stopień średni" i "stopień gruby".

Procedura określania profili powierzchni za pomocą mikroskopu powiększającego i procedura z użyciem ryłka została opisana w normie ISO 8503-3 i ISO 8503-4.

Stosowane są również inne procedury oceny profilu powierzchni, jak np. procedura z użyciem czujnika zegarowego i procedura z użyciem taśmy replikacyjnej.

Oczyszczanie strumieniowo-wodne nie tworzy profilu powierzchni.



Rysunek 4.1: Wzorce referencyjne profili powierzchni ISO do testów wg normy ISO 8503-1 i ISO 8503-2.

Tabela 4.1: Wartości nominalne i odchylenia dla profili powierzchni różnych części wzorca referencyjnego profili powierzchni ISO.

a) Wzorzec "G" powierzchni stalowej poddanej oczyszczaniu strumieniowo-ściernemu z użyciem żwirku			b) Wzorzec "S" powierzchni stalowej poddanej oczyszczaniu strumieniowo-ściernemu z użyciem śrutu		
Segment	Wart. nominalna odczyt, Ry5	Tolerancja	Segment	Wart. nominalna odczyt, Ry5	Tolerancja
1	25 $\mu\text{m}$	3 $\mu\text{m}$	1	25 $\mu\text{m}$	3 $\mu\text{m}$
2	60 $\mu\text{m}$	10 $\mu\text{m}$	2	40 $\mu\text{m}$	5 $\mu\text{m}$
3	100 $\mu\text{m}$	15 $\mu\text{m}$	3	70 $\mu\text{m}$	10 $\mu\text{m}$
4	150 $\mu\text{m}$	20 $\mu\text{m}$	4	100 $\mu\text{m}$	15 $\mu\text{m}$

## Grunt antykorozyjny reaktywny

Pod względem trwałości powłoki, przygotowanie powierzchni i prace malarskie powinny być przeprowadzona najlepiej po zakończeniu budowy konstrukcji.

Nie zawsze jest to możliwe, a koszty przygotowania powierzchni mogą być bardzo wysokie.

Dlatego zgorzelina i rdza jest usuwana z arkuszy lub belek stalowych przed etapem prac warsztatowych.

W takich przypadkach rdza jest usuwana za pomocą urządzeń automatycznych do śrutowania, a koszty oczyszczania nie są wysokie.

Powierzchnia stalowa zostaje zabezpieczona bezpośrednio po oczyszczeniu za pomocą specjalnego systemu malarskiego, tzw. *gruntu antykorozyjnego reaktywnego*.

Wcześniej grunt antykorozyjny był nazywany jako *podkład warsztatowy*, natomiast obecnie ta nazwa odnosi się do pierwszej warstwy powłoki podkładowej.

Grunt antykorozyjny reaktywny jest nakładany w celu zabezpieczenia oczyszczonej powierzchni stalowej na czas transportu i różnych etapów procesu technologicznego, aż do nałożenia końcowego systemu zabezpieczającego przed korozją.

Grunt antykorozyjny reaktywny musi charakteryzować się następującymi właściwościami (ISO 12944-5, Załącznik B):

- grunt musi być odpowiedni do użycia z automatycznymi urządzeniami do aplikacji
- grunt musi tworzyć jednorodną powłokę o wysokich właściwościach kryjących
- grunt musi umożliwiać nałożenie kolejnych warstw
- czas suszenia warstwy podkładu nie może być zbyt długi, ponieważ po nałożeniu warstwy elementy przez krótki czas pozostają bez kontaktu z innymi obiektami
- grunt musi zabezpieczać powierzchnię stalową przez określony czas
- warstwa podkładu nie może w znaczny sposób utrudniać operacji spawania, ani cięcia palnikiem
- nasycenie dymami i oparami pochodzącymi ze spawania nie może przekroczyć dopuszczalnych wartości narażenia obowiązujących w strefie pracy.

Przy określaniu gruntu antykorozyjnego reaktywnego należy uwzględnić stosowany następnie system malarski, naprężenia podczas aplikowania ochrony tymczasowej i naprężenia konstrukcji po nałożeniu końcowej powłoki.

Najczęściej stosowane grunty antykorozyjne reaktywne i ich oznaczenia:

	EN ISO 10238
Epoksydowe	EPF
Poli(winylobutyral)	PVBF
Akrylowe	AYF
O zawartości cynku na bazie krzemianu	ESIZ EPZ
etylowego	
O zawartości cynku na bazie żywic epoksydowych	

Grunty antykorozyjne reaktywne O zawartości cynku na bazie krzemianu etylowego lub o zawartości cynku na bazie żywic epoksydowych są szczególnie odpowiednie w sytuacjach, kiedy stal pozostaje na zewnątrz przez długi okres czasu przed nałożeniem powłoki, konstrukcja jest narażona na ostre warunki pogodowe i w przypadku nakładania powłok proszkowych zawierających cynk (tabela 4.2).

Norma EN ISO 10238 dostarcza informacji na temat pomiaru grubości suchej warstwy gruntów antykorozyjnych reaktywnych. Grunt antykorozyjny reaktywny musi tworzyć warstwę o jednorodnej grubości. Najlepsze rezultaty można uzyskać stosując natrysk automatyczny.

W każdym przypadku w kartach charakterystyki i opisach systemów malarskich podana jest informacja odnośnie najbardziej odpowiedniego gruntu antykorozyjnego reaktywnego.

W tabeli 4.2 i 4.3 podano porównanie różnych rodzajów gruntów antykorozyjnych reaktywnych.

## Przygotowanie powierzchni galwanizowanych

Cynk jest powszechnie stosowany w celu zabezpieczenia powierzchni stalowych przed korozją (tzn. do procesu galwanizacji). Właściwości cynku różnią się w znacznym stopniu od właściwości stali. Różnice te należy uwzględnić w trakcie przygotowania powierzchni, wyboru systemu malarskiego i konstrukcji, która ma być zabezpieczona powłoką.

Przed mechanicznym zszorstkowaniem powierzchni galwanizowanej, co jest zalecane w wielu przypadkach, należy usunąć z powierzchni wszystkie zanieczyszczenia i sole rozpuszczalne w wodzie, które zakłócają przygotowanie powierzchni oraz poprzednie powłoki malarskie, stosując metody określona dla usuwania gley i smaru, patrz norma ISO 12944-4.

Inne konstrukcje cynkowane ogniowo należy oczyścić w następujący sposób:

- powierzchnie konstrukcji ze stali cynkowanych ogniowo są omywane śrutem tak, że zostają w całości zmatowione.

Odpowiednie środki czyszczące to np. tlenek aluminium, piasek naturalny i kwarc.

Stosowanie powłok malarskich nie jest zalecane w przypadku konstrukcji galwanizowanych przeznaczonych do zanurzenia.

- Nowe konstrukcje galwanizowane wykonane z grubej blachy stalowej są lekko omywane śrutem. W celu przygotowania powierzchni pokrytych warstwą tlenku wystarczy przemyć je emulsją alkaliczną i wodą.

Przed naniesieniem powłoki końcowej, powierzchnie pokryte powłokami o dużej zawartości cynku należy przygotować zgodnie z danymi technicznymi podanymi w karcie charakterystyki produktu.

## Obróbka chemiczna i podkłady trawiące

Najczęściej stosowaną obróbką chemiczną oczyszczonych powierzchni metalowych jest fosforanowanie, chromianowanie, obróbka wolna od chromianów, anodyzowanie aluminium, trawienie i nanoszenie warstwy podkładu wytrawiającego.

Obróbka chemiczna powoduje wzrost adhezji systemu malarskiego do powierzchni metalowej i spowolnienie procesów korozyjnych zachodzących pod powłoką

*Stosowanie fosforanów żelaza i cynku* jest odpowiednie dla stali i powierzchni cynkowych i aluminiowych.

Fosforanowanie jest stosowane głównie do blach, w szczególności jako metoda przygotowania do suszenia piecowego.

Proces fosforanowania powoduje wytworzenie silnie przylegającej cienkiej i drobnoziarnistej warstwy fosforanów na powierzchni metalu.

Metalowe obiekty są poddawane obróbce po czyszczeniu w roztworze fosforanu przez zanurzenie, natryskiwanie lub aplikację za pomocą pędzla.

*Chromianowanie* jest metodą przygotowania powierzchni stosowaną w przypadku stopów i powierzchni galwanizowanych.. Metalowe obiekty są traktowane roztworem chromianu zgodnie z instrukcjami dostawcy chemikaliów.

Istnieje również obróbka wstępna wolna od chromianów i jest ona odpowiednia dla stali walcowanych na zimno oraz powierzchni cynkowych i aluminiowych.

*Anodyzowanie* aluminium jest metodą wstępnej obróbki elektrolitycznej. Obiekt zostaje zanurzony do kąpeli anodyzującej, natomiast przepływ prądu elektrycznego powoduje utworzenie ochronnej warstwy tlenkowej na jego powierzchni.

Warstwa tlenkowa jest bardzo trwała i zapewnia doskonałą ochronę przeciwkorozyjną.

Anodyzowanie aluminium jest powszechnie stosowane jako obróbka wstępna w malowaniu proszkowym.

*Trawienie* jest metodą odpowiednią w przypadku powierzchni ze stali, cynku, ołowiu lub miedzi, jak również powierzchni ze stali nierdzewnej..

Trawienie można przeprowadzić elektrolitycznie, za pomocą pędzla, przez zanurzenie lub natryskiwanie.

*Podkłady trawiące* są zazwyczaj zapakowane jako dwuskładnikowe systemy malarskie PVB lub epoksydowe zawierające kwas fosforowy lub specjalne odczynniki sieciujące i pigmenty.

Na skutek obróbki powstaje cienka warstwa na powierzchni metalu, która zwiększa adhezję systemu malarskiego.

Tabela 4.2 Kompatybilność gruntów antykorozyjnych reaktywnych z systemami malarskimi (norma ISO 12944-5).

Grunt antykorozyjny reaktywny		Kompatybilność gruntu antykorozyjnego reaktywnego z podkładami stosowanymi w systemach malarskich <sup>1)</sup>						
Typ żywicy	Antykorozyjny pigment	Alkidowe	CR	Winył/PCW	Akrylowe	Epoksydow	Poliuretanowe	Krzemian cynku
1. Alkidowe	Różne +	-	-	-	+	-	-	-
2. Poliwinyl- butyral	Różne +	+	+	+	+	-	-	-
3. Epoksydowe	Różne +	+	+	+	+	+	+	-
4. Epoksydowe	pył cynkowy	-	+	+	+	+	+	-
5. Krzemian	pył cynkowy	-	+	+	+	+	+	+ <sup>3)</sup>
Akrylowe (wodorozcieńczalny)	Różne -	+	-	-	+	-	+	-

+ = ogólnie kompatybilna  
- = ogólnie niekompatybilna

<sup>1)</sup> UWAGA Składy systemów malarskich są różne. Zaleca się sprawdzenie kompatybilności systemu malarskiego z danymi producenta.  
<sup>2)</sup> Z uwzględnieniem kombinacji żywicy epoksydowej, np. żywice węglowodorowe  
<sup>3)</sup> Wymagane jest śrutowanie

Tabela 4.3 Kompatybilność podłoża antykorozyjnego reaktywnego używanego wraz z systemami malarskimi w różnych warunkach narażenia (norma ISO 12944-5).

Grunt antykorozyjny reaktywny		Odpowiedniość w warunkach narażenia <sup>1)</sup>					Zanurzenie	
Typ żywicy	Antykorozyjny pigment	C2	C3	C4	C5-I	C5-M	bez katodowej ochrony	z katodową ochroną
1. Alkidowe	Różne	+	+	+	-	-	-	-
2. Poliwinyl- butyral	Różne	+	+	+	-	-	-	-
3. Epoksydowe	Różne	+	+	+	+	+	+	-
4. Epoksydowe	pył cynkowy	+	+	+	+	+	+	-
5. Krzemian	pył cynkowy	+	+	+	+	+	+	+
Akrylowe (wodorozcieńczalny)	Różne	+	+	+	-	-	-	-

+ = Odpowiedni  
- = Nieodpowiedni

<sup>1)</sup> UWAGA Składy systemów malarskich są różne. Zaleca się sprawdzenie kompatybilności z danymi producenta systemu malarskiego.



## 5. Ochronne systemy malarskie

### Skład systemów malarskich

Zazwyczaj w skład systemów malarskich wchodzi lepiszczka, pigmenty, napelniacze, rozpuszczalniki i dodatki.

#### Lepiszczka

Lepiszczka formuje powłokę związaną z podłożem, zawierającą pigmenty związane ze sobą za pomocą lepiszczki. Lepiszczka w znacznym stopniu determinuje charakterystykę i właściwości powłoki, takie jak adhezja, kohezja, wytrzymałość i trwałość.

Mechanizm sieciowania systemów malarskich zależy od właściwości lepiszczki.

Lepiszczka w systemach malarskich to zazwyczaj makrocząsteczki organiczne nazywane polimerami (tworzywa sztuczne) lub żywice reaktywne, które w procesie sieciowania tworzą polimery.

Syntetyczne polimery i żywice stanowią najważniejszą grupę żywic.

W oparciu o mechanizm sieciowania lepiszczka, systemy malarskie są dzielone na powłoki odwracalne (sieciowanie fizyczne systemu malarskiego) i powłoki nieodwracalne.

Powłoki nieodwracalne są natomiast dzielone na powłoki sieciowane na powietrzu, dyspersje wodne i powłoki sieciowane chemicznie.

Produkt malarski (system malarski, farba) jest nazywany odpowiednio do nazwy zastosowanego lepiszczka, np. farby alkidowe, epoksydowe, z kauczuku chlorowanego, poliuretanowe, akrylowe, lub winylowe.

#### Pigmenty i napelniacze

Pigmenty są proszkami odpowiadającymi za barwę i moc kryjącą powłoki.

Pigmenty przeciwkorozyjne mają również właściwość spowalniania lub opóźniania reakcji korozyjnych.

Napelniacze zmieniają charakterystyki powłok, nadając im różne właściwości, np. połysk, trwałość, zdolność do nakładania pędzlem.

Napelniacze zwiększają również gęstość warstwy.

#### Rozpuszczalniki

Rozpuszczalniki są dodawane w celu rozcieńczenia stałych żywic i polimerów i zmniejszenia lepkości lepiszczki.

W przypadku wodorozcieńczalnych systemów malarskich rozpuszczalniki są stosowane również w celu wytworzenia filmu.

Chociaż rozpuszczalniki odparowują z powłoki po aplikacji, odgrywają one znaczną rolę w tworzeniu filmu i determinowaniu właściwości powłoki.

Rozpuszczalniki są cieczami palnymi i najczęściej wydzielają opary i dymy szkodliwe dla zdrowia.

Na podstawie punktu zapłonu rozpuszczalników, systemy malarskie są dzielone na następujące klasy cieczy łatwopalnych (i palnych):

Ekstremalnie łatwopalne (symbol F+):

temp. zapłonu < 0°C

Łatwopalne (symbol F):

temp. zapłonu 0 – 21°C

Zapalne: (brak symbolu)

temp. zapłonu 21 – 55°C

Jeśli temp. zapłonu przekracza 55°C, system malarski nie jest klasyfikowany jako ciecz łatwopalna.

Jeśli temp. zapłonu jest w zakresie 55-100°C, zastosowanie mają tylko regulacje dotyczące magazynowania cieczy palnych.

Nowa regulacja UE w zakresie klasyfikacji, oznakowania i opakowania substancji i mieszanin, regulacja CLP (EC) Nr 1272/2008 określa kryteria klasyfikacji w zakresie rozpuszczalników w nowy sposób.

Regulacja wprowadza frazy obowiązujące od 2010 i 2015.

Niektóre rozpuszczalniki stosowane w systemach malarskich są klasyfikowane jako lotne związki organiczne (VOC).

## Rozcieńczalnik

Rozcieńczalnik jest związkiem lotnym dodawanym do farby (systemu malarskiego), w celu jej rozcieńczenia ; może to być rozpuszczalnik lub woda.

Farby (systemy malarskie) są również określane jako wodorozcieńczalne i rozpuszczalnikowe.

Podczas rozcieńczania systemu malarskiego należy zawsze przestrzegać instrukcji dostarczonych przez producenta systemu malarskiego.

## Dodatki

Farby zazwyczaj zawierają liczne dodatki w małych ilościach. Dodatki są wymagane w celu nadania pewnych właściwości związanych z trwałością magazynową, lepkością i sieciowaniem.

W farbach wodorozcieńczalnych użycie dodatków ma bardzo duże znaczenie.

## Rodzaje systemów malarskich

Systemy malarskie (farby) są klasyfikowane w różny sposób, np. według:

- stanu fizycznego (stałe/ciekłe)
- tworzenia filmu
- typu lepiszcza
- pigmentu
- kolejności nakładania powłok w systemie malarskim
- zaprojektowanego użycia

W niniejszym podręczniku rodzaje systemów malarskich sklasyfikowano wg typów lepiszczy i używanych skrótów zgodnie z normą ISO 12944-5.

### Powłoki odwracalne

W przypadku powłok odwracalnych (wcześniej nazywanych jako: systemy malarskie sieciowane fizycznie) lepiszczem jest kompletny polimer.

Film jest tworzony bez reakcji chemicznej, gdy cząstki lepiszcza są połączone ze sobą, jednocześnie lotny komponent farby zostaje odparowany z cienkiej warstwy lub nałożona warstwa zostaje ochłodzona.

Cienka warstwa (film) może być rozpuszczona w dowolnym miejscu przy użyciu oryginalnego rozpuszczalnika wchodzącego w skład systemu malarskiego.

**Farba z kauczukiem chlorowanym CR**

W farbach z kauczukiem chlorowanym lepiszczem jest mieszanina chlorowanego kauczuku i plastyfikatorów odpornych chemicznie lub kauczuku chlorowanego i żywicy.

Farby z kauczukiem chlorowanym są używane jako farby podkładowe, pośrednie i powłoki wierzchnie na podłoża metalowe i z kompozytów betonowych.

Warstwa z kauczukiem chlorowanym jest odporna chemicznie na rozbryzgi i wnikanie wody podczas zanurzenia.

Wykazuje dobrą odporność na czynniki atmosferyczne.

**Farby akrylowe AY**

W farbach akrylowych lepiszczem jest mieszanina polimerów akrylowych i odpowiednich zmiękczaczy.

Farby akrylowe są używane jako farby podkładowe, pośrednie i nawierzchniowe w systemach malarskich odpornych na czynniki pogodowe.

**Farby z polichlorkiem winylu PCW**

W farbach z polichlorkiem winylu lepiszczem jest mieszanina kopolimerów polichlorku winylu i zmiękczaczy.

Farby z polichlorkiem winylu są używane jako farby podkładowe, pośrednie i nawierzchniowe w systemach malarskich odpornych na czynniki pogodowe.

### Powłoki nieodwracalne

W początkowym etapie powłoki są sieciowane fizycznie przez odparowanie lotnych rozpuszczalników (jeśli są używane), następnie zostaje przeprowadzona reakcja chemiczna lub koalescencja cząstek lepiszcza (w dyspersjach wodorozcieńczalnych)

Proces ten jest nieodwracalny, co oznacza, że film nie może być rozpuszczony po usieciowaniu za pomocą oryginalnego rozpuszczalnika lub w przypadku farb bezrozpuszczalnikowych - po użyciu rozpuszczalnika powszechnie używanego dla danego rodzaju farb.

**Systemy malarskie sieciujące na powietrzu (utlenianie)**

W systemach malarskich sieciujących na powietrzu (tzn. mechanizm sieciowania oparty jest na sieciowaniu na drodze utleniania) lepiszczem jest substancja oleista ulegająca reakcji sieciowania lub jej pochodna.

Tlen w otaczającym powietrzu powoduje tworzenie podwójnych wiązań w lepiszczu i rozpoczyna się reakcja sieciowania.

**Farby alkidowe AK**

W farbach alkidowych lepiszczem jest żywica poliestrowa, epoksydowa lub poliuretanowa modyfikowana olejami

Farby alkidowe (jak estry epoksydowe lub oleje uretanowe) sieciują, gdy są naraz one na kontakt z otaczającym powietrzem po odparowaniu rozpuszczalnika z filmu. Film jest tworzony w temperaturze powyżej +5°C. Farby alkidowe mogą być rozpuszczalnikowe lub wodorocieńczalne.

Podkłady alkidowe zawierają pigmenty zabezpieczające przed korozją.

Farby alkidowe są używane w zastosowaniach wewnętrznych i zewnętrznych w środowiskach klasy C1 – C4.

Dyspersje wodne (opakowanie jednoskładnikowe)

W wodorocieńczalnych farbach dyspersyjnych lepiszczem jest polimer w postaci wodnej dyspersji (miniaturowe sfery  $\varnothing$  0,05 – 0,25  $\mu\text{m}$ ). Po odparowaniu wody z filmu sfery polimeryczne oddziałują ze sobą tworząc integralną cienką warstwę (film). Proces sieciowania jest nieodwracalny i po utwardzeniu powłoka nie może być zdyspergowana lub rozpuszczona w wodzie.

Farby przeznaczone do powierzchni metalowych zawierają pigmenty zabezpieczające przed korozją i inhibitory korozji. najczęściej stosowanymi polimerami są żywice akrylowe (AY), polimery winylowe lub poliuretany (PUR).

Odporność na czynniki pogodowe w przypadku farb dyspersyjnych jest dobra. Film jest termoplastyczny i wykazuje dobrą odporność na działanie rozpuszczalników i wody.

Systemy malarskie sieciowane chemicznie

W przypadku systemów malarskich sieciowanych chemicznie film jest tworzony na skutek reakcji ciekłej żywicy ze środkiem niskocząsteczkowym, co powoduje sieciowanie i wzrost wielkości cząsteczki. Po utwardzeniu powłoka nie ulega rozpuszczeniu w oryginalnym rozpuszczalniku, ani nie mięknie po narażeniu na ciepło.

W farbach dwuskładnikowych reakcja sieciowania przebiega między składnikami farby, dlatego opakowanie jest dwuskładnikowe.

*Dwuskładnikowe systemy malarskie epoksydowe EP*

Dwuskładnikowe farby epoksydowe są powłokami, w których do sieciowania żywicy epoksydowej używana jest amina. Po połączeniu komponentów mieszanina nadaje się do użycia przez określony czas. Zazwyczaj film jest tworzony w temperaturach powyżej +10°C. Temperatura ta może być niższa w przypadku stosowania specjalnych odczynników sieciujących.

Film epoksydowy nie ulega rozpuszczeniu w rozpuszczalnikach, wykazuje dobrą adhezję do podłoża, twardość i dobre właściwości mechaniczne. Powłoka jest odporna na działanie alkaliów, roztworów soli, słabych kwasów, olejów, smarów i rozpuszczalników. Po narażeniu na działanie czynników atmosferycznych powłoki epoksydowe łatwo ulegają kredowaniu pod wpływem promieniowania UV.

Żywice epoksydowe są dostępne w farbach rozpuszczalnikowych, wodorocieńczalnych i bezrozpuszczalnikowych. Żywica epoksydowa i środek sieciujący są używane jako lepiszcza w powłokach epoksydowych bezrozpuszczalnikowych lub zawierających minimalne ilości rozpuszczalnika. Materiał powłokowy nadaje się do użytku przez krótki czas. Powłoka jest zwykle nakładana metodą natryskiwania. Grubość pojedynczej nałożonej warstwy wynosi zazwyczaj 250 - 1000  $\mu\text{m}$

Powłoki epoksydowe wzmocnione włóknem szklanym są oznaczone za pomocą skrótu EPGF.

Kombinacje związków epoksydowych (EPC) mogą być modyfikowane za pomocą np. żywicy węglowodorowej, smoły węglowej i związków akrylowych lub winylowych. Powłoki ze smoły węglowej oparte na żywicy epoksydowej są używane do zastosowań morskich (zanurzenie w wodzie morskiej) i podziemnych.

*Dwuskładnikowe systemy malarskie poliuretanowe PUR*

Powłoki poliuretanowe są dwuskładnikowymi systemami malarskimi. Lepiszczem jest żywica zawierająca grupy wodorotlenowe (np. poliiole), jak np. żywica akrylowa lub poliestrowa.

Użycie związków alifatycznych izocyjanianów jako środków sieciujących zapewnia doskonałą trwałość połysku i koloru w zastosowaniach na zewnątrz.

Użycie izocyjanianów aromatycznych zapewnia krótszy czas sieciowania i lepszą odporność chemiczną, jednak powłoka ulega żółknięciu i kredowaniu po narażeniu na promieniowanie UV.

Film jest tworzony w temperaturze powyżej 0°C.

Kombinacje poliuretanów (PURC) mogą być modyfikowane za pomocą np. żywicy węglowodorowej lub smoły węglowej. Powłoki są używane do zastosowań morskich (zanurzenie w wodzie morskiej) i podziemnych.

#### *Systemy malarskie zawierające estry oksiranowe (skrót OX)*

Farby zawierające estry oksiranowe są to farby wodorocieńczone o wysokiej zawartości cząstek stałych.

W dwuskładnikowych farbach zawierających estry oksiranowe lepiszczem jest olej zawierający grupy oksiranowe, sieciowane za pomocą żywicy zawierającej kwasowe grupy karboksylowe.

W temperaturze pokojowej utwardzanie filmu przebiega wolno, natomiast sieciowanie znacznie szybciej przebiega w przypadku utwardzania piecowego w temperaturze +60 – +150°C.

Adhezja do stalowego podłoża powłok zawierających esty oksiranowe jest dobra, a w połączeniu z podkładem, farba jest odpowiednia do zastosowań na metalowe powierzchnie.

Powłoki wykazują dobrą odporność na działanie czynników chemicznych i na pogodę.

Film jest elastyczny i wytrzymały mechanicznie.

Farby zawierające estry oksiranowe nakładane bez podkładu na powierzchnię metalową zawierają zazwyczaj pigmenty zabezpieczające przed korozją.

#### *Systemy malarskie sieciujące pod wpływem wilgoci*

Film jest tworzony na skutek odparowania rozpuszczalnika. Sieciowanie chemiczne następuje, gdy żywica jest narażona na działanie wilgoci z powietrza.

##### *Poliuretanowe systemy malarskie sieciujące pod wpływem wilgoci*

Sieciowanie następuje nawet w temp. poniżej 0°C, je śli otaczające powietrze zawiera wystarczającą ilość wilgoci.

##### *Systemy malarskie o zawartości cynku na bazie krzemianu etylowego ESI (jedno lub dwuskładnikowe)*

W systemach malarskich o zawartości cynku na bazie krzemianu etylowego lepiszczem jest zazwyczaj krzemian organiczny, a pigmentem jest proszek cynkowy.

Systemy malarskie o zawartości cynku na bazie krzemianu etylowego wykazują odporność na działanie wysokich temperatur, naprężenia mechaniczne i rozpuszczalniki o neutralnym pH.

Farby te są odpowiedni do nakładania powłok podkładowych w środowiskach klasy C4, C5-I i C5-M.

#### *Farby piecowe*

W przypadku farb piecowych tworzenie filmu następuje w wysokiej temperaturze (+120 – +180°C), gdy składniki lepiszcza reagują ze sobą.

##### *Farby piecowe alkidowe*

Lepiszczem jest krótkołańcuchowa żywica alkidowa lub aminowa.

##### *Farby piecowe poliestrowe*

Lepiszczem jest żywica poliestrowa lub aminowa.

#### *Powłoki proszkowe*

Powłoki proszkowe stanowią farby w postaci proszku. Do sieciowanych chemicznie farb proszkowych jako lepiszcze stosowana jest żywica epoksydowa, akrylowa, poliestrowa, poliuretanowa lub silikonowa.

Powłoka proszkowa jest zwykle nakładana metodą napyłania elektrostatycznego.

Film tworzony jest w warunkach piecowych, gdy proszek ulega stopieniu i polimeryzuje, tworząc powłokę w temperaturze +140 – +200°C (przez 5 do 20 min).

#### *Powłoki „coil coating“*

Powłoki „coil coating“ są otrzymywane w procesie ciągłym w celu powlekania powierzchni metalowych w procesie przemysłowym z użyciem farb piecowych.

W procesie tym powlekane są powierzchnie taśm stalowych walcowanych na zimno (CRS), stali cynkowanej ogniowo (HDG) lub aluminium.

Zazwyczaj stosowany jest system dwóch powłok, składający się z warstwy podkładowej i nawierzchniowej.

Najczęściej stosowane są lepiszcza poliestrowe (PE), poliuretanowe (PUR) i PVDF (skrót PVF2). Strona spodnia jest zwykle powlekana za pomocą farby epoksydowej.

Powłoki wykazują dobrą odporność na czynniki środowiskowe i są elastyczne (np. blachy dachowe faliste)

## 6. Systemy malarskie

Systemy malarskie obejmują podłoże, przygotowanie powierzchni i powłokę utworzoną przez ochronne systemy malarskie nałożone na podłoże. System malarski może obejmować tylko jedną farbę nałożoną w kilku warstwach, aż do uzyskania wymaganej grubości filmu. W większości przypadków system malarski obejmuje różne farby, których właściwości uzupełniają się wzajemnie. Na podstawie kolejności aplikacji farby dzieli się na podkładowe, pośrednie i nawierzchniowe.

Mechanizm ochrony przeciwkorozyjnej systemów malarskich zabezpieczających przed korozją opiera się na inhibicji przemieszczania potencjału elektrycznego, inhibicji anodowej lub katodowej lub ochronie katodowej. Systemy malarskie zazwyczaj wykorzystują dwa z wymienionych trzech mechanizmów. Na przykład, w powłoce nawierzchniowej może być wykorzystany mechanizm inhibicji przemieszczania potencjału elektrycznego, natomiast w powłoce podkładowej może być wykorzystana inhibicja katodowa. W niektórych przypadkach we wszystkich powłokach stosowane są pigmenty zabezpieczające przed korozją.

### Oznaczenia systemu malarskiego

Część 5 normy ISO 12944 zawiera opis metody oznaczania systemów malarskich. Systemy malarskie opisane w tabelach A.1 - A.8 w normie mogą być oznaczone w następujący sposób:

EN ISO 12944-5/A2.08

W przypadkach, gdzie ten sam numer systemu odnosi się do kilku różnych farb lub zamienników, identyfikator musi zawierać typ żywicy podany w następujący sposób (przykład: system A2.06 w tabeli A.2):

EN ISO 12944-5/A2.06-EP/PUR

W tabelach A.1 – A.8 zestawiono następujące systemy malarskie:

- podłoże (Fe/Zn) i stopień przygotowania powierzchni
- rodzaje systemów malarskich, liczba warstw i nominalna grubość suchej warstwy
- ogólna liczba warstw, nominalna grubość suchej warstwy systemu malarskiego
- kategoria szacowanego czasu eksploatacji w kategorii korozyjności wskazanej w tabeli

W niektórych krajach oznaczenia systemów malarskich zawierają więcej informacji. Na przykład, w Finlandii zalecane jest oznaczanie systemu malarskiego za pomocą oznaczenia składającego się z oznaczenia wskazanego w części 5 normy 12944 uzupełnionego (w nawiasach) o identyfikator rodzaju farby, całkowitą nominalną grubość farby, liczbę warstw, materiał podłoża i identyfikator metody przygotowania podłoża.

Identyfikatory rodzaju lepiszcza przedstawiono w części 5 normy ISO 12944.

Stopnie przygotowania podłoża powinny być zgodne ze stopniami określonymi w normie ISO 8501-1 (patrz rozdział 4 "Przygotowanie podłoża" w niniejszym dokumencie).

Nominalna grubość suchej warstwy jest przedstawiona w mikrometrach.

Materiał podłoża jest wskazany za pomocą symboli chemicznych, przy czym podawany jest główny składnik metalowego podłoża, np.

Fe = żelazo

Zn = cynk

Oznaczenie zalecane i stosowane w Finlandii:

SFS-EN ISO 12944 – 5/A2.02 (AK 120/2 – Fe Sa 2½)

Zgodnie z normą ISO 12944, jeśli system malarski nie odpowiada żadnej z kombinacji opisanych w tabelach A.1 – A.8, oznaczenie musi zawierać wszystkie informacje dotyczące przygotowania podłoża, podstawowego rodzaju farby, nominalnej grubości suchej warstwy i liczby powłok.

W takim przypadku oznaczenie systemu malarskiego może być przedstawione za pomocą metody oznaczenia określonej w powyższych zaleceniach ((bez odniesienia do identyfikatora w tabeli).

## Określenie systemu malarskiego

farby w systemie malarskim muszą być odpowiednie do stosowania w konkretnym środowisku i odporne na naprężenia występujące w danej lokalizacji.

Farby muszą być zgodne ze sobą, zastosowana metodą przygotowania powierzchni i warunkami prowadzenia prac malarskich.

Farby muszą tworzyć powłokę zabezpieczającą o odpowiedniej grubości i zapewnić ochronę przeciwkorozyjną przy zachowaniu uzasadnionego poziomu kosztów.

### Kategorie korozyjności

Rodzaj systemu malarskiego jest wybierany głównie w oparciu o ochronę, jaką ma zapewnić konstrukcji w danym środowisku. Farby muszą również być odporne na naprężenia powstające na skutek budowy lub instalacji konstrukcji.

W opisie środowiska dotyczącym konstrukcji stosowane są warunki określone w części 2 normy ISO 12944, zgodnie z którymi wyróżnia się następujące kategorie korozyjności: C1 – C5 i Im1 – Im3 na podstawie parametrów uwzględniających korozję metali.

W większości przypadków środowiska wewnętrzne odpowiadają kategorii korozyjności C1 u C2, o ile parametry korozyjności inne niż wilgotność nie występują w znacznej ilości.

Środowiska zewnętrzne odpowiadają kategorii korozyjności C2 – C5. Na podstawie jakości i ilości zanieczyszczeń atmosferycznych środowiska lokalne mogą być dzielona na wiejskie, miejskie, morskie i przemysłowe.

Oprócz wspomnianych wyżej kategorii korozyjności istnieją również liczne naprężenia specjalne, które występują w instalacjach chemicznych, młynach papieru lub ścieralniach, mostach oraz konstrukcjach podziemnych i podmorskich. Parametry korozyjności typowe dla środowisk specjalnych uwzględniają działanie korozyjne gazów, pyłów chemicznych, rozbryzgów, oddziaływań biologicznych, mechanicznych oraz korozje termiczną, zanurzenie w wodzie lub zakopanie w ziemi. Systemy malarskie do środowisk specjalnych zostały opisane w opracowaniu Podręcznik systemów malarskich do zastosowań przemysłowych i malowania przeciwkorozyjnego, opracowanym przez Teknos.

W szczególności parametry korozyjności w bezpośrednim otoczeniu konstrukcji należy uwzględnić podczas określania odpowiedniej kategorii korozyjności.

Atmosfera w otoczeniu bezpośrednim (mikroklimat) ma większe znaczenie przy określaniu warunków ochrony przeciwkorozyjnej niż ogólne warunki atmosferyczne (makroklimat).

Na przykład, klimat w Finlandii jest zimny i wilgotny i czysty w porównaniu z innymi krajami uprzemysłowionymi.

Ponieważ wykonanie i trwałość powłok tego samego typu może różnić, dlatego ważne jest, aby wybrać system malarski sprawdzony w długim okresie czasu.

Większość systemów malarskich powszechnie stosowanych przez firmę Teknos o dobrej historii obsługi zostało opisanych w opracowaniu Podręcznik systemów malarskich do zastosowań przemysłowych i malowania przeciwkorozyjnego.

### Przygotowanie i warunki aplikacji

Podczas określania systemów malarskich należy również uwzględnić przygotowanie powierzchni i warunki stosowania.

Jeśli z powodu lokalizacji konstrukcji lub ze względów ekonomicznych podano ograniczenia w zakresie przygotowania powierzchni lub aplikacji należy wybrać system malarski w taki sposób, aby farby były odpowiednie dla metody przygotowania powierzchni i warunków nakładania i optymalnie spełniały warunki ochrony przeciwkorozyjnej.

Firma Teknos Oy zapewnia systemy malarskie przeznaczone do aplikacji w warunkach warsztatowych i środowisk zewnętrznych.

### Względy ekonomiczne

Ochrona przeciwkorozyjna za pomocą systemu malarskiego jest rozwiązaniem optymalnym ekonomicznie i zapewnia powłoki, które zachowują swoje właściwości przez cały zaplanowany okres eksploatacji.

Chociaż udział farb wynosi zaledwie 15-30% w kosztach ogólnych, określenie systemu malarskiego może mieć bardzo duże znaczenie ekonomiczne.

Na przykład, podczas powlekania przemysłowego i warsztatowego farby siecują w krótszym czasie, zatem powoduje to wzrost wydajności całej instalacji.

## 7. Wykonanie prac malarskich

Sposób aplikacji farby ma duży wpływ na właściwości i trwałość powłoki.

Wszystkie prace malarskie muszą być prowadzone w sposób profesjonalny, w warunkach aplikacji określonych w instrukcji producenta i karcie danych technicznych.

### Metody aplikacji systemów malarskich

Farby mogą być aplikowane na powierzchnię za pomocą różnych metod.

Najbardziej popularne metody aplikacji farb to: natryskiwanie, aplikacja za pomocą pędzla lub wałka, malowanie przez zanurzenie, malowanie przez polewanie, przemysłowe malowanie przez polewanie i przemysłowe malowanie za pomocą wałka.

W trakcie określania metody malowania należy rozważyć m.in. następujące zagadnienia:

- miejsce malowania
- kształt, rozmiar i liczbę konstrukcji, na które mają być naniesione powłoki, jak również cykle procesu producenta
- rodzaj farby
- liczba kolorów
- bezpieczeństwo i względy środowiskowe
- zgodność narzędzi do aplikacji farb i innych narzędzi używanych dla systemu malarskiego

#### Aplikacja za pomocą pędzla

Aplikacja za pomocą pędzla jest najstarszą metodą malowania i powszechnie stosowaną do dzisiaj. Zalety aplikacji pędzlem obejmują dobrą penetrację farby w porach powierzchni. Aplikacja pędzlem jest procesem powolnym i koszty jednostkowe są wysokie. W przypadku dużych powierzchni aplikacja pędzlem nie gwarantuje uzyskania wystarczająco jednorodnego filmu o dobrej jakości. Grubość filmu jest mniejsza niż w przypadku natryskiwania bez użycia powietrza.

#### Aplikacja za pomocą wałka

Aplikacja za pomocą wałka jest często wybierana zamiast aplikacji za pomocą pędzla z uwagi na to, że jest to szybsza metoda. Podczas aplikacji za pomocą wałka farba jest nanoszona wałkiem na powierzchnię, a nie wcierana jak w przypadku aplikacji za pomocą pędzla. Malowanie za pomocą wałka nie jest metodą odpowiednią do malowania małych, słabo oczyszczonych lub nierównych powierzchni, szczególnie w sytuacjach, gdy na powierzchni jest obecna rdza lub pył. W takich sytuacjach powłoka zostaje nałożona na zanieczyszczenia i nie przylega prawidłowo do podłoża. Ponadto problematyczne jest uzyskanie jednorodnego filmu o wystarczającej grubości. Z tego względu malowanie za pomocą wałka jest stosowane głównie do aplikacji warstw nawierzchniowych na dużych i gładkich powierzchniach, i nie jest zalecane do nanoszenia warstw podkładowych.

#### Natryskiwanie

Natryskiwanie jest obecnie najczęściej stosowaną metodą malowania dużych powierzchni. Do różnych zastosowań opracowano różne rodzaje rozpylaczy.

Niskociśnieniowy pistolet pneumatyczny (konwencjonalny)

Pistolet grawitacyjny konwencjonalny z bocznym kubkiem jest najstarszym typem pistoletu.

Ten typ pistoletu nadal jest często używany np. do malowania samochodów i warstw nawierzchniowych na małych konstrukcjach. (rysunek 7.1)

Przy niskim ciśnieniu rozpylania ciecz jest wtryskiwana pod ciśnieniem hydrostatycznym lub niewielkim nadciśnieniem, do środkowej dyszy pistoletu.

Ciecz z dyszy zostaje rozpylona w postaci drobnej mgły przez dysze powietrzne skierowane pod różnymi kątami na malowany materiał.

Objętość strumienia cieczy przepływającego przez dyszę można regulować za pomocą zaworu igłowego lub przez zmianę wielkości otworu dyszy.

Wzór rozpylania jest określony na podstawie kąta i objętości dysz powietrznych.

Metoda ta wymaga zapewnienia zasilania sprężonym powietrzem i rozcieńczenia farby. Wykonanie powłoki można również kontrolować. Wykończona powierzchnia jest jednorodna i gładka. Metoda ta nie jest odpowiednia do tworzenia grubych warstw, ponieważ za pomocą stopnia rozcieńczenia farby reguluje się wykończenie powłoki.

Konwencjonalne natryskiwanie nie jest zalecane do nanoszenia powłok na konstrukcje złożone. Rozpylenie zapobiega gromadzeniu się farby w narożach i porach powierzchni (rysunek 7.5). Natryskiwanie z użyciem strumienia powietrza jest również nazywane natryskiwaniem niskociśnieniowym, ponieważ niskie ciśnienie jest stosowane jako ciśnienie robocze.

Główne zalety natryskiwania nisko - ciśnieniowego obejmują:

- regulowany wzór natrysku
- brak ruchomych części
- wysoka jakość wykończenia powierzchni
- niska cena zakupu
- umożliwia szybką zmianę koloru

Wady metody obejmują:

- metoda nie jest odpowiednia do wszystkich rodzajów farb
- trudności w malowaniu naroży i innych konstrukcji złożonych
- wymagane jest rozcieńczenie farby



Rysunek 7.1 Pistolety niskociśnieniowe (konwencjonalne)

Wysoko ciśnieniowe natryskiwanie bez użycia powietrza

Natryskiwanie bez użycia powietrza jest najczęściej stosowaną metodą malowania w przypadku malowania przeciwkorozyjnego (rysunek 7.2). Rozdrobnienie farb ciekłych w natryskiwaniu bez użycia powietrza jest uzyskiwane dzięki zastosowaniu dużej różnicy ciśnień na skutek transportowania cieczy pod wysokim ciśnieniem przez małe otwory dyszy. Uzyskiwana jest drobna mgła farby, której krople uderzają z dużą prędkością o powierzchnię. Ponieważ nie trzeba pokonywać oporu powietrza (patrz natryskiwanie konwencjonalne), farba swobodnie wnika w naroża i pory powierzchni.

Ciśnienie wymagane do realizacji natryskiwania bez zastosowania powietrza jest dostarczone przez pompę wysokiego ciśnienia, która powoduje kilkudziesięciokrotny wzrost ciśnienia, zależnie od stosunku obszaru powierzchni między tłokami po stronie powietrza i tłokami po stronie cieczy. Istnieją również pistolety wyposażone w pompy membranowe lub tłokowe, zasilane za pomocą napędu elektrycznego lub silnika spalinowego. Pistolety takie są stosowane w miejscach, w których nie mogą być zastosowane pistolety pneumatyczne.

Objętość natryskiwanej farby (l/min) zależy od rozmiaru dyszy i zastosowanego ciśnienia.

Szerokość natryskiwanego wzoru zależy od kąta nachylenia dyszy. W miarę użytkowania średnica dyszy ulega zużyciu i staje się większa, czyli wzrasta kąt nachylenia,

W kartach danych technicznych systemów malarskich są podane rozmiary dyszy dla poszczególnych produktów stosowanych do natryskiwania bez użycia powietrza.

W celu natryskiwania farby bez konieczności jej rozcieńczania należy zastosować ciśnienie dyszy 120 – 250 bar.

Należy unikać stosowania zbyt wysokiego ciśnienia natryskiwania, ponieważ powoduje ono wzrost objętości natryskiwanej mgły, a zatem zmienia wizualnie teksturę powierzchni.

Aby zapewnić ekonomiczną pracę należy stosować najmniejsze możliwe ciśnienie natryskiwania.

Ciśnienie robocze można znacznie zmniejszyć przez użycie odpowiedniego ogrzewacza jako urządzenia pomocniczego.

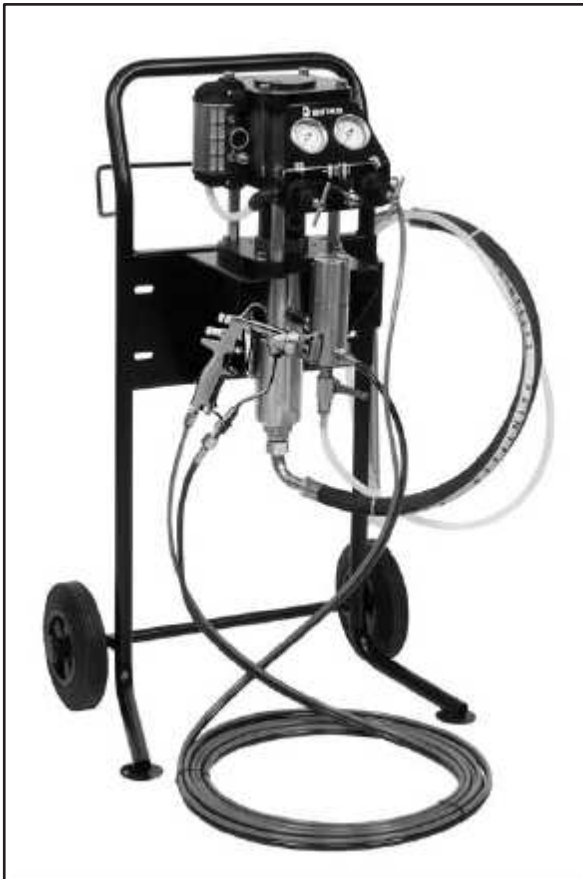


Główne zalety natryskiwania bez użycia powietrza obejmują:

- metoda odpowiednia dla większości farb
- wysoka wydajność jakościowa i ilościowa
- wymagane jest jedynie minimalne rozcieńczenie farby
- duża grubość warstwy suchej
- minimalna objętość mgły farby

Wady metody obejmują:

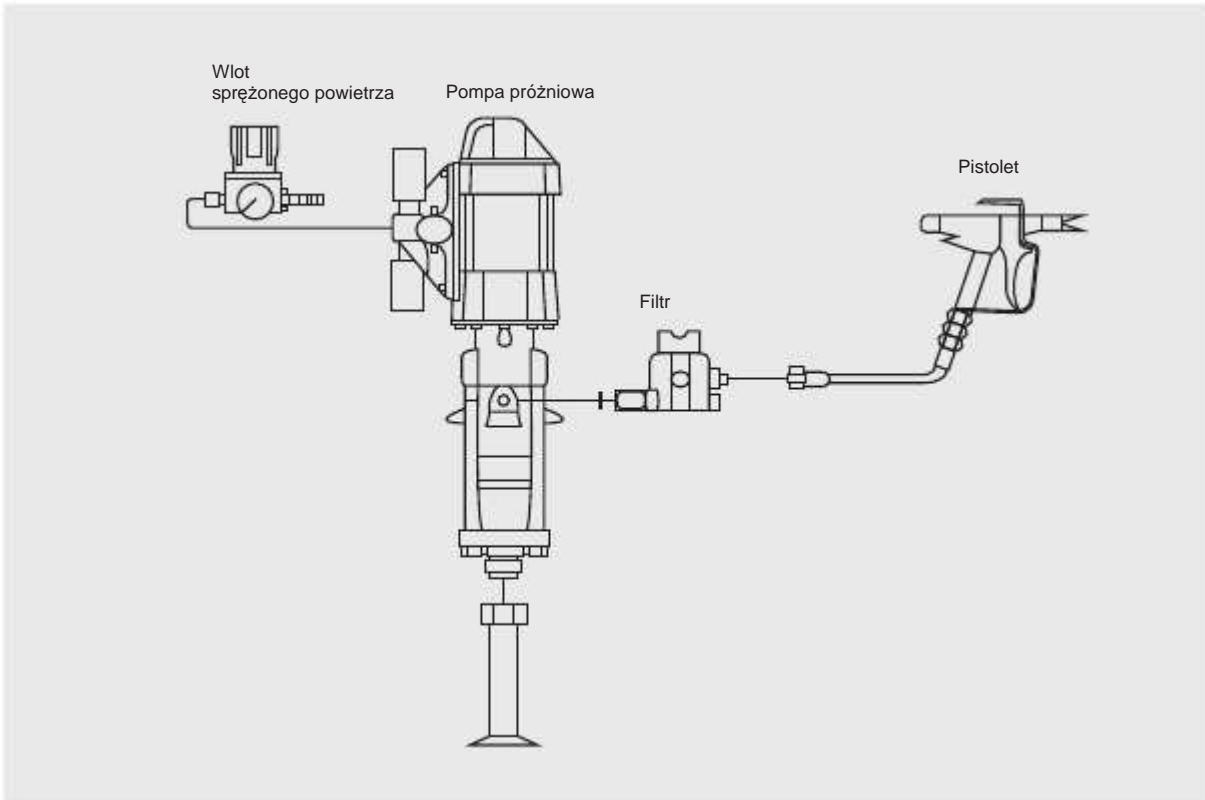
- wymagane jest wysokie ciśnienie w przewodzie i dyszy
- tekstura wykończenia wizualnie może nie być tak zadowalająca, jak w przypadku natryskiwania nisko - ciśnieniowego z użyciem powietrza
- metoda nie jest odpowiednia do zastosowań, w których wymagana jest mała ilość farby



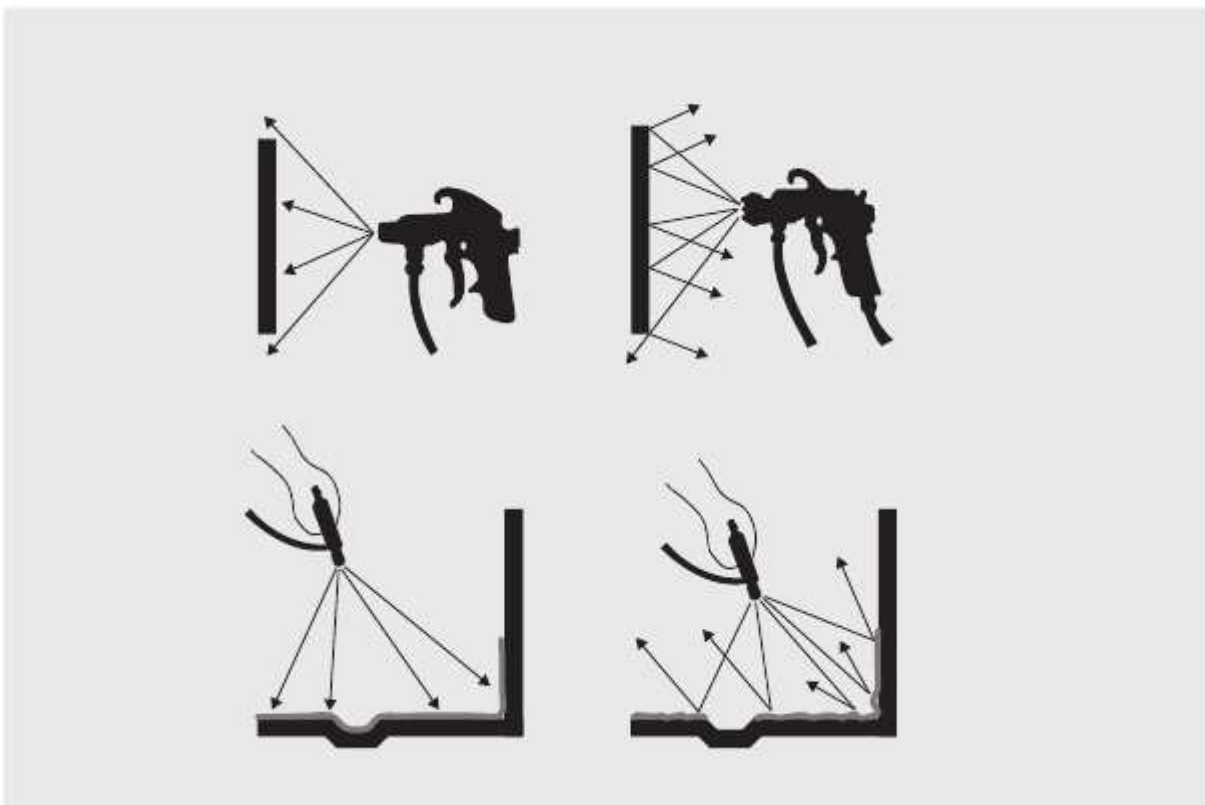
Rysunek 7.2 Pompa wysoko ciśnieniowa i pistolet



Rysunek 7.3 Pistolet elektrostatyczny



Rysunek 7.4 Zasada działania wysoko ciśnieniowego pistoletu do natryskiwania bez użycia powietrza



Rysunek 7.5 Natryskiwanie wysoko ciśnieniowe (po lewo) zapewnia lepsze wykończenie, niż natryskiwanie konwencjonalne (po prawo), szczególnie w narożach.

### Natrysk hydrodynamiczny wspomagany powietrzem

Wykończenie powłoki uzyskane za pomocą natrysku hydrodynamicznego można poprawić, używając pistoletu, w którym sprężone powietrze jest wprowadzone do natrysku z dyszy hydrodynamicznej, aby poprawić rozpylanie. Różni producenci oferują pistolety do natrysku hydrodynamicznego wspomagane powietrzem pod różnymi nazwami handlowymi: Airmix, Aircoat, Airflow, Airassistant, itd.

Wszystkie te rozwiązania mają zbliżone właściwości, tzn. charakterystyka wachlarza natryskiwania może być zmieniona przez indywidualną regulację sprężonego powietrza używanego do natryskiwania. Zapewnia to lepsze wykończenie powierzchni i możliwość natryskiwania farb o wyższej lepkości bez efektu szablonu.

Pistolety natryskowe mogą być używane jako standardowe pistolety do natrysku bezpowietrznego, jeśli nie jest wymagana atomizacja. Ponieważ pistolety do natrysku wspomagane powietrzem umożliwiają redukcję ciśnienia natryskiwania, mogą być one również użyte do powlekania elektrostatycznego.

### Natrysk elektrostatyczny

Natryskiwacze elektrostatyczne opracowano zarówno do użytku z farbami ciekłymi (rysunek 7.3), jak i farbami proszkowymi (rysunek 7.7).

Za pomocą transformatora umieszczonego między powlekaną powierzchnią i natryskiwaczem wytwarzane jest pole prądu stałego o wysokim potencjale (60 – 100 kV)

Ciekła lub proszkowa farba zostaje rozpylona za pomocą natryskiwacza dzięki oddziaływaniu siły odśrodkowej, sprężonego powietrza lub wysokociśnieniowego układu pneumatycznego. Cząstki cieczy lub proszku zyskują ładunek elektryczny w polu i są przyciągane do powierzchni uziemionej konstrukcji.

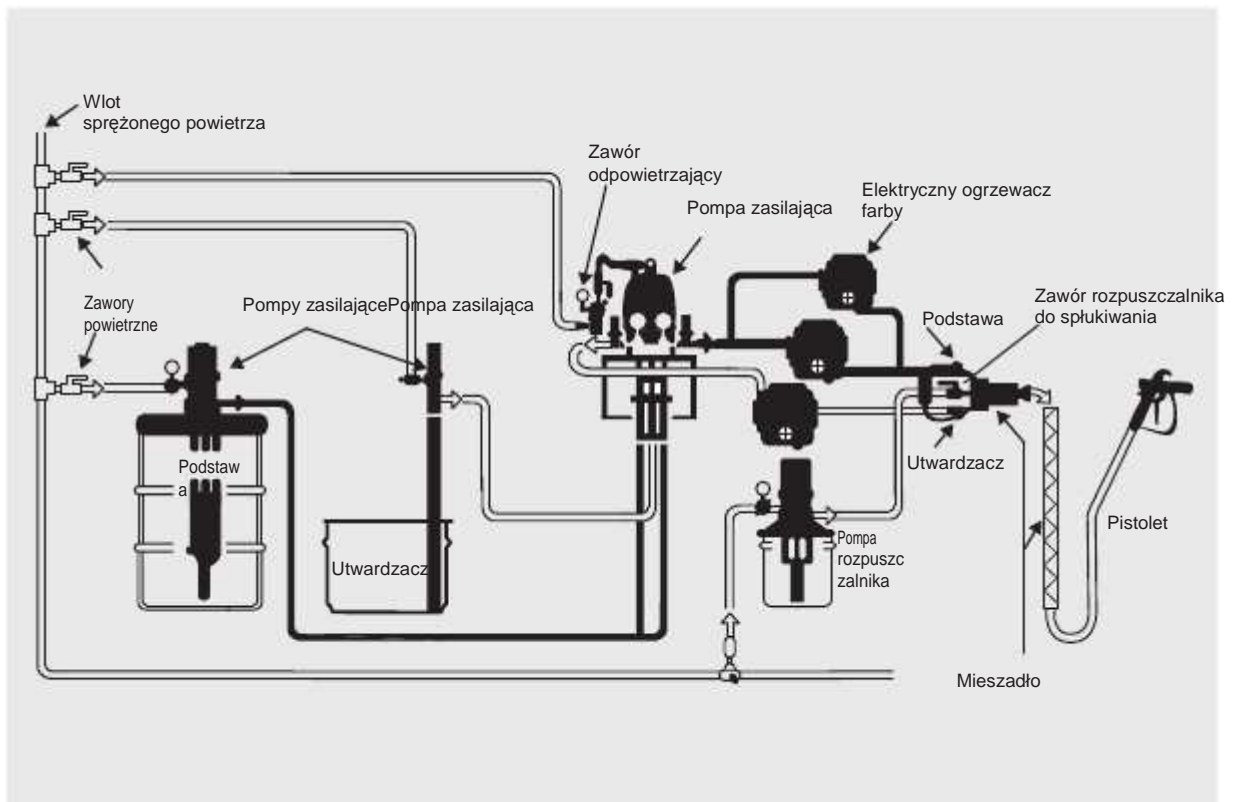
Cząstkom farb proszkowych można nadać ładunek za pomocą jednej lub dwóch metod, wykorzystując wysokie napięcie (rysunek 7.7) lub ładunki triboelektryczne (rysunek 7.8).

W przypadku powłok proszkowych cząstki, które zostały przeniesione można odzyskać i użyć ponownie.

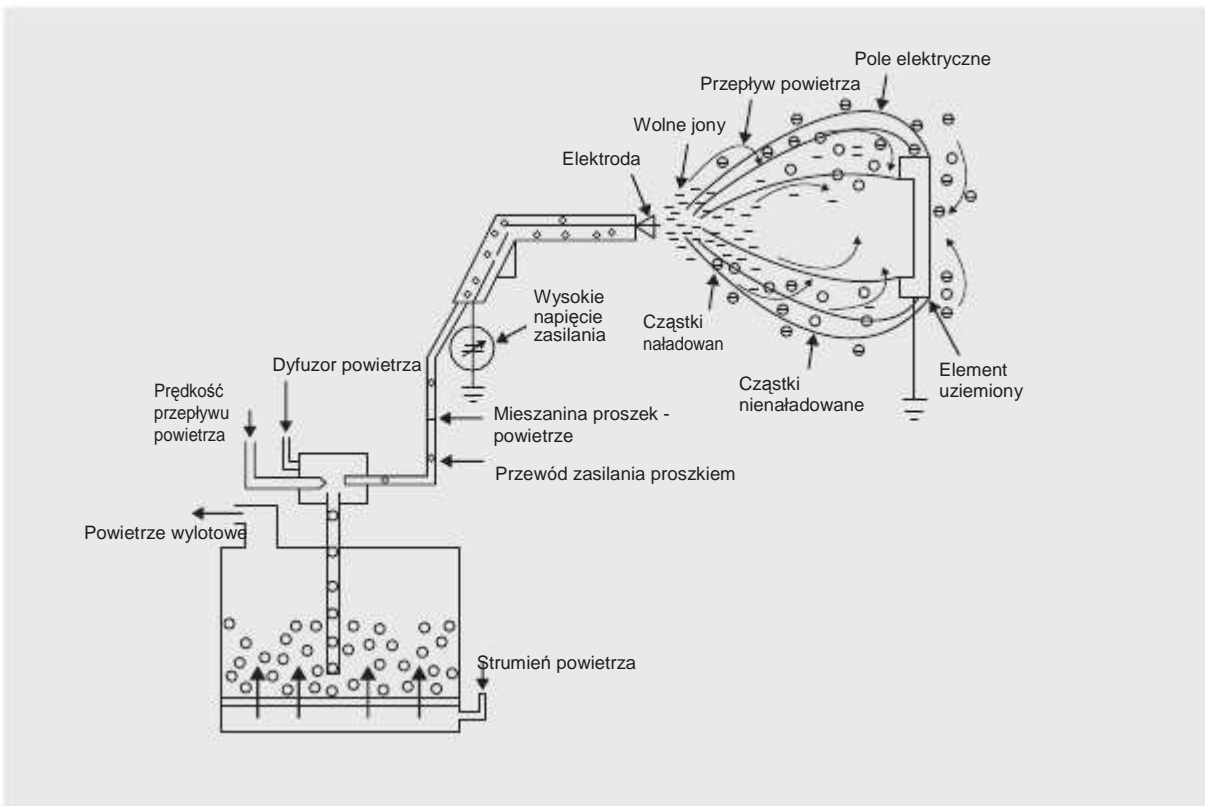
### Natrysk dwuskładnikowy

W przypadku niektórych powłok dwuskładnikowych czas reakcji sieciowania jest tak krótki, że producenci oferują dwuskładnikowe aplikatory (natryskiwacze) zaprojektowane specjalnie dla indywidualnych układów (rysunek 7.6).

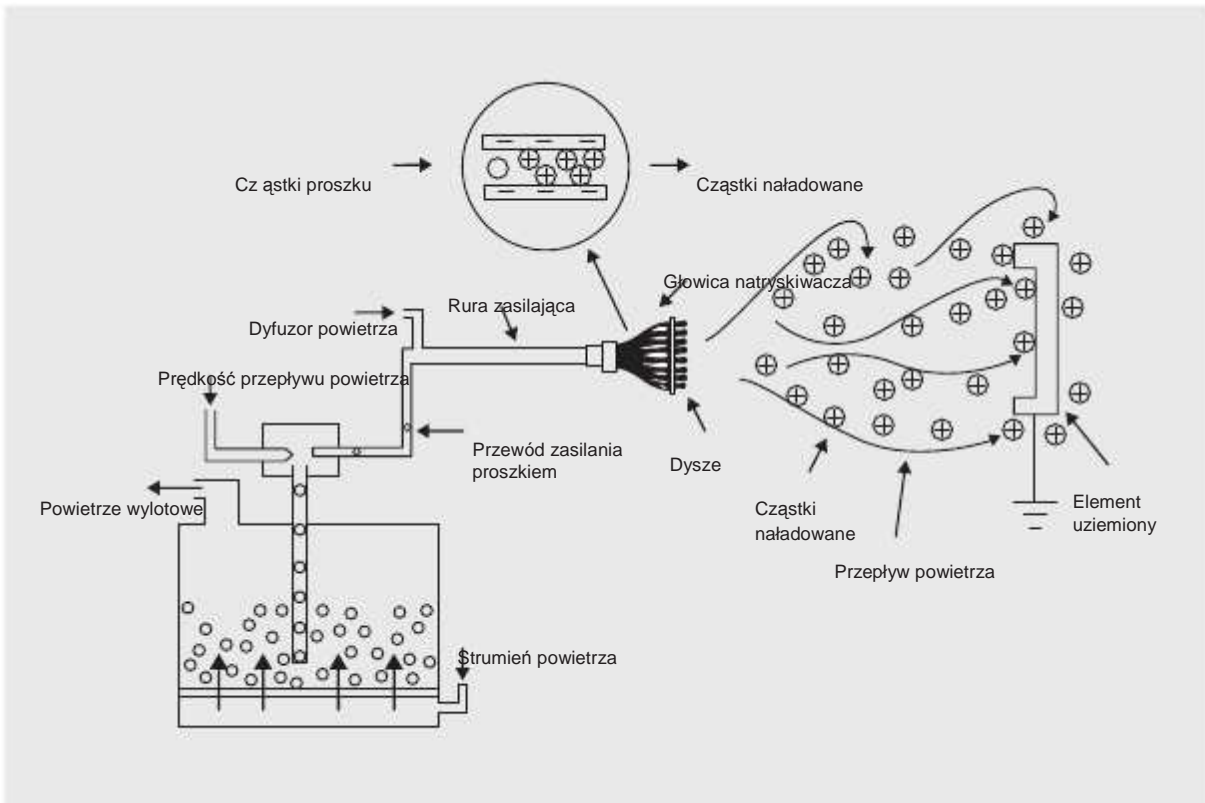
Aplikatory pompują odczynnik sieciujący i komponent podstawowy z oddzielnych zbiorników i zapewniają wymieszanie składników w prawidłowej proporcji zanim ciecz przepłynie do pistoletu natryskowego.



Rysunek 7.6 Zasada działania natryskiwacza dwuskładnikowego



Rysunek 7.7 Natryskiwacz farb proszkowych wykorzystujący wysokie napięcie



Rysunek 7.8 Natryskiwacz farb proszkowych wykorzystujący ładunki tryboelektryczne

## Zanurzanie

malowanie przez zanurzenie jest metodą stosowaną dla produktów seryjnych, zapewniając krótki czas cyklu technologicznego i minimalny odpad materiału powłokowego.

Obiekty przeznaczone do pokrycia zostają zanurzone w basenie indywidualnie, w wiązkach lub na specjalnych wieszakach, natomiast mniejsze obiekty zostają umieszczone na siatkowym sicie lub są zanurzone w podobny sposób. Basen do kąpieli malarskiej jest dostosowany do wymiarów obiektów, które są malowane zanurzeniowo. Większe baseny są wyposażone w pompy, co zapewnia ciągły przepływ materiału powłokowego i zapobiega osadzaniu farby.

Metoda zanurzeniowa wymaga stosowania farb zaprojektowanych specjalnie do tego celu, sieciowania fizycznego lub przez utlenianie lub farb piecowych.

Dwuskładnikowe farby reaktywne zwykle nie są stosowane w tej metodzie, ponieważ mają one ograniczony czas użycia.

W większości przypadków grubość filmu uzyskiwanego po jednokrotnym zanurzeniu wynosi około 30 µm.

W przypadku skomplikowanych przedmiotów metoda zanurzeniowa nie gwarantuje dobrego wykończenia z uwagi na osiadanie farby w otworach, na wspornikach i innych podobnych kształtach.

### Elektromalowanie zanurzeniowe

Elektromalowanie zanurzeniowe (elektroforeza lub kataforeza) jest metodą nanoszenia powłoki, w której powlekany obiekt jest podłączony do obwodu prądu stałego DC jako anoda lub jako katoda, natomiast basen z kąpielą jako element obwodu o znaku przeciwnym. W metodzie ten należy stosować farby wodorozcieńczalne opracowane specjalnie w tym celu. Cząstki farby zostają naładowane i są przyciągane do powlekanej powierzchni, następnie osadzają się na niej i tworzą jednorodny film o grubości ok 30 µm. Metoda jest stosowana do nanoszenia powłok podkładowych w przemyśle samochodowym i w produkcji towarów konsumpcyjnych.

### Malowanie elektrostatyczne z wykorzystaniem złoza fluidalnego

Powlekany obiekt zostaje zanurzony do basenu z proszkiem fluidyzowanym. Basen jest wyposażony w elektrody wytwarzające ładunki elektrostatyczne do fluidyzacji proszku, który jest przyciągany do uziemionego obiektu przemieszczającego się przez chmurę naładowanych cząstek proszku. Grubość warstwy jest regulowana poprzez wartość napięcia.

## Warunki aplikacji

Przygotowanie powierzchni i nanoszenie powłok należy prowadzić w warunkach określonych przez producenta w specyfikacji.

na przykład, aplikacja na wilgotną, mokrą lub oblodzoną powierzchnię może spowodować łuszczenie powierzchni powłoki malarskiej.

Temperatura powietrza podczas aplikacji i suszenia musi być odpowiednio wysoka, aby umożliwić sieciowanie.

### Wilgotność względna i punkt rosy

Para wodna obecna w otaczającym powietrzu może ulegać kondensacji na powlekanej powierzchni.

Na czystych metalowych powierzchniach kondensacja występuje, gdy wilgotność względna osiąga 100%, np. gdy temperatura obniża się poniżej punktu rosy.

Na powierzchni zawierającej zanieczyszczenia kondensacja może wystąpić znacznie wcześniej.

W praktyce reakcja korozji rozpoczyna się na powierzchni stalowej poddanej obróbce strumieniowo-ściernej gdy wilgotność względna osiągnie 60 - 70%.

Z tego powodu wilgotność względna musi być utrzymana na niskim poziomie podczas obróbki strumieniowo-ściernej. Powłoka musi być naniesiona bezpośrednio po czyszczeniu, gdy powierzchnia jest sucha i przed rozpoczęciem reakcji korozyjnej.

Wpływ wilgotności względnej na sieciowanie i właściwości utworzonego filmu są różne, zależnie od rodzajów farb.

Graniczne wartości projektowe dopuszczalnej wilgotności względnej są określone w karcie danych technicznych.

Gdy powierzchnia metalu jest chłodniejsza niż otaczające powietrze, w pewnych warunkach może nastąpić kondensacja nawet przy niskim poziomie wilgotności względnej.

Zatem podczas określania warunków malowania ważne jest, aby temperatura powierzchni metalowej przekroczyła temperaturę punktu rosy otaczającego powietrza o wartość minimalną (3°C) w porównaniu z wartościami wilgotności względnej podanymi w %.

Temperatura punktu rosy jest to temperatura, w której para wodna zawarta w powietrzu osiąga na skutek schładzania stan nasycenia 100%.

Wilgotność względna, temperatura otoczenia i temperatura powierzchni stanowią punkty początkowe do określenia punktu rosy (potencjalnej kondensacji) na powlekanej powierzchni.

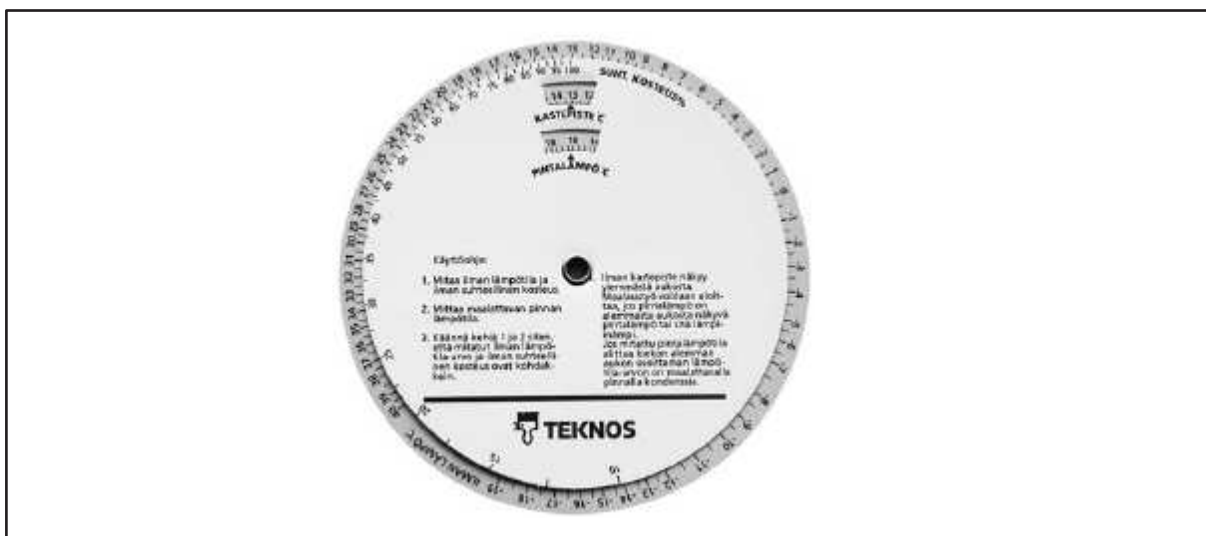
W praktyce odpowiednie elementy również uwzględniają przewodność termiczną powierzchni, promieniowanie słoneczne, przepływ powietrza na powierzchni, typ i objętość każdej substancji higroskopijnej obecnej na powierzchni.

Gdy temperatura otoczenia jest poniżej 0°C, należy sprawdzić obciążenie powierzchni. Najlepszym przyrządem do pomiaru temperatury powierzchni jest termometr powierzchniowy.

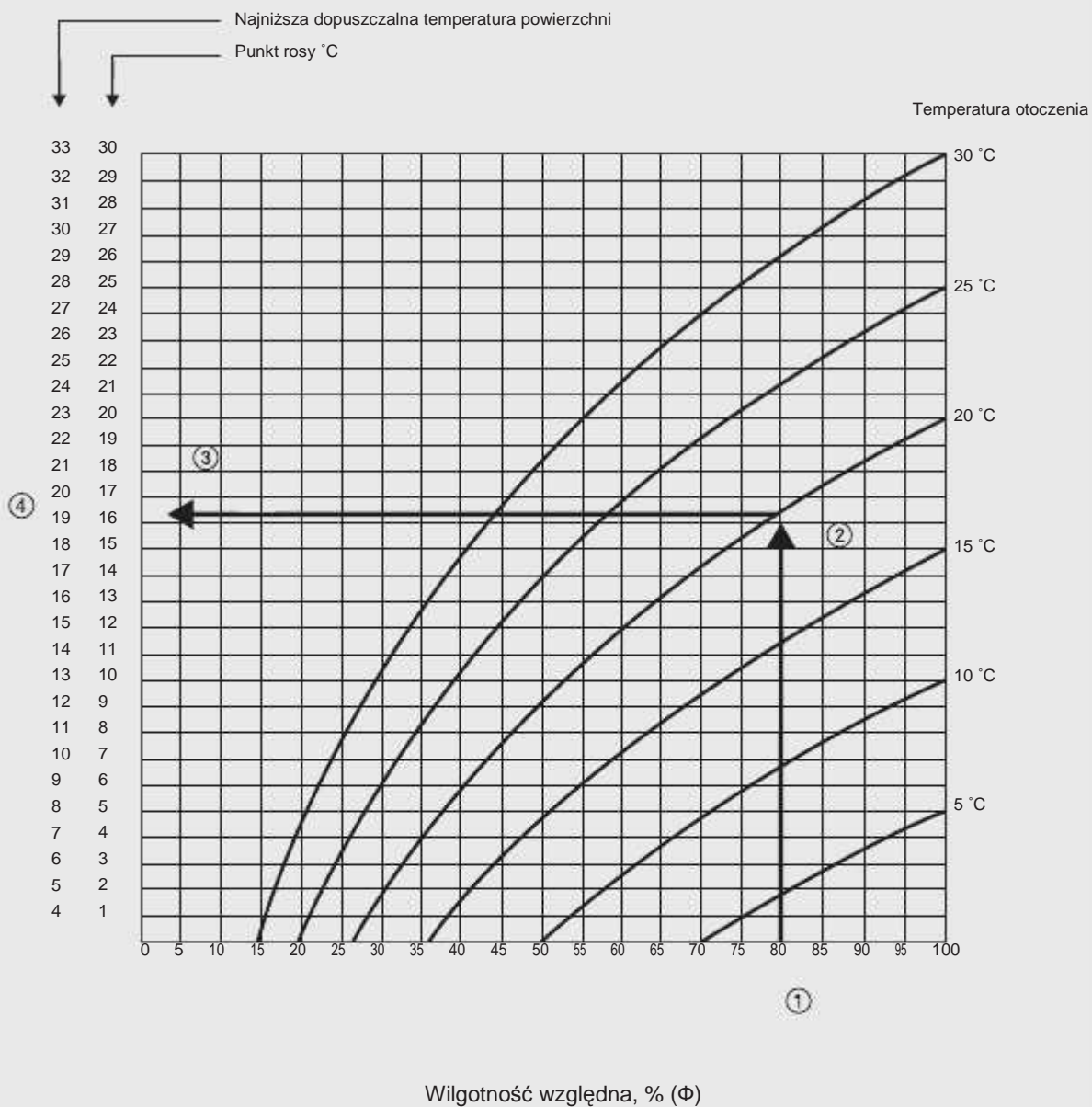
Ogólnie, temperatura powlekanego powierzchni powinna przekroczyć punkt rosy otaczającego powietrza o co najmniej 3°C bezpośrednio przed i w trakcie aplikacji i sieciowania, o ile nie zostało to określone inaczej przez producenta.

Używając wskaźnika punktu rosy (rysunek 7.9) można w łatwy sposób określić, czy prace malarskie mogą być przeprowadzone w danej temperaturze otoczenia, wilgotności względnej i temperaturze powierzchni.

Na rysunku 7.10 przedstawiono zależność temperatury otoczenia, wilgotności względnej, najniższej dopuszczalnej temperatury powierzchni konstrukcji i odpowiedni punkt rosy.



Rysunek 7.9: Wskaźnik punktu rosy



Przykładowe obliczenia w celu określenia najniższej dopuszczalnej temperatury powierzchni przy użyciu danych z powyższej tabeli:

- ① Pomiar wilg. wzgl. w otacz. powietrzu: 80 %
- ② Pomiar temperatury otaczającego powietrza: 20 °C
- ③ Odczyt punktu rosy w tabeli: 16,4 °C
- ④ Temperatura powierzchni musi przekroczyć punkt rosy przynajmniej o 3 °C bezpośrednio przed i podczas aplikacji i sieciowania, np. 19,4 °C

Rysunek 7.10 zależność między temperaturą otoczenia, wilgotnością względną, punktem rosy i dopuszczalną temperaturą powierzchni.

## Wpływ temperatury otoczenia na sieciowanie

Temperatura otoczenia wpływa na czas sieciowania i tworzenie filmu powłoki.

Szybkość sieciowania powłok sieciowanych chemicznie i powłok sieciowanych na powietrzu wzrasta znacznie ze wzrostem temperatury otoczenia.

W kartach danych technicznych wskazane są minimalne temperatury otoczeni, powierzchni i materiału powłoki przed aplikacją i w trakcie sieciowania.

Powłoki sieciowane fizycznie oparte na odwracalnych żywicach np. akrylowych, winylowych, chlorowanym kauczuku, bitumach mogą być również używane w temperaturach poniżej zera stopni.

Powłoki sieciowane na powietrzu, jak np. farby olejne i alkidowe sieciują bardzo wolno w niskich temperaturach. Należy unikać aplikacji w temperaturach poniżej +5°C.

Sieciowanie powłok epoksydowych i innych sieciowanych chemicznie powłok przebiega bardzo wolno w temperaturach poniżej +10°C.

W temperaturach poniżej +10°C należy stosować wyłącznie specjalne rodzaje farb epoksydowych dostosowanych do użycia w niskich temperaturach.

Specjalne farby epoksydowe zaprojektowano do sieciowania w niskich temperaturach, nawet poniżej -5°C.

Chociaż wiele powłok epoksydowych może wydawać się twardych po odparowaniu rozpuszczalników, to jednak końcowe właściwości odpornościowe uzyskują dopiero po usieciowaniu.

Przyspieszone odparowanie rozpuszczalników na skutek wzrostu temperatury otoczenia może powodować powstanie odprysków i otworów w powłoce, co spowoduje słabe związanie powłoki z podłożem.

Informacje szczegółowe patrz rysunek 7.10 w normie ISO 8502-4:1993, na którym przedstawiono ustalanie możliwości wystąpienia kondensacji na powierzchni i akceptacji warunków aplikacji.

## Grubość filmu i wykonanie pomiaru

### Grubość filmu

Grubość filmu odnosi się do grubości pojedynczego filmu mokrego lub suchego i do grubości systemu malarskiego.

Grubość filmu jest podawana w mikrometrach ( $\mu\text{m}$ ) lub milimetrach (mm).

Kategoria korozyjności, rodzaj systemu malarskiego i wymagany czas trwałości mają wpływ na określenie grubości filmu systemu malarskiego.

W normach malarskich, specyfikacjach systemów malarskich i arkuszach danych technicznych grubość filmu jest wskazana jako *nominalna grubość suchego filmu (NDFT)*.

W normie EN ISO 12944-5 (rozdział 5.4) określono nominalną grubość suchego filmu.

Grubość mokrego filmu jest określana za pomocą przyrządu do pomiaru grubości mokrego filmu.

Grubość suchego filmu można zmierzyć za pomocą badań niszczących lub nieniszczących.

Ponieważ w normach określono inkluzje profilu powierzchni w pomiarze grubości suchego filmu w różny sposób, dlatego ważne jest, aby uzgodnić normy i specyfikacje, z których należy korzystać.

Metody pomiaru filmu opisano w normie ISO 2808.

### Pomiar grubości filmu mokrego

Grubość filmu można monitorować podczas aplikacji, używając przyrządu do pomiaru grubości filmu mokrego.

Pomiar grubości filmu mokrego jest przeprowadzany za pomocą specjalnego grzebienia lub tarczy (rysunek 7.11) bezpośrednio po aplikacji, a przed odparowanie rozpuszczalnika.

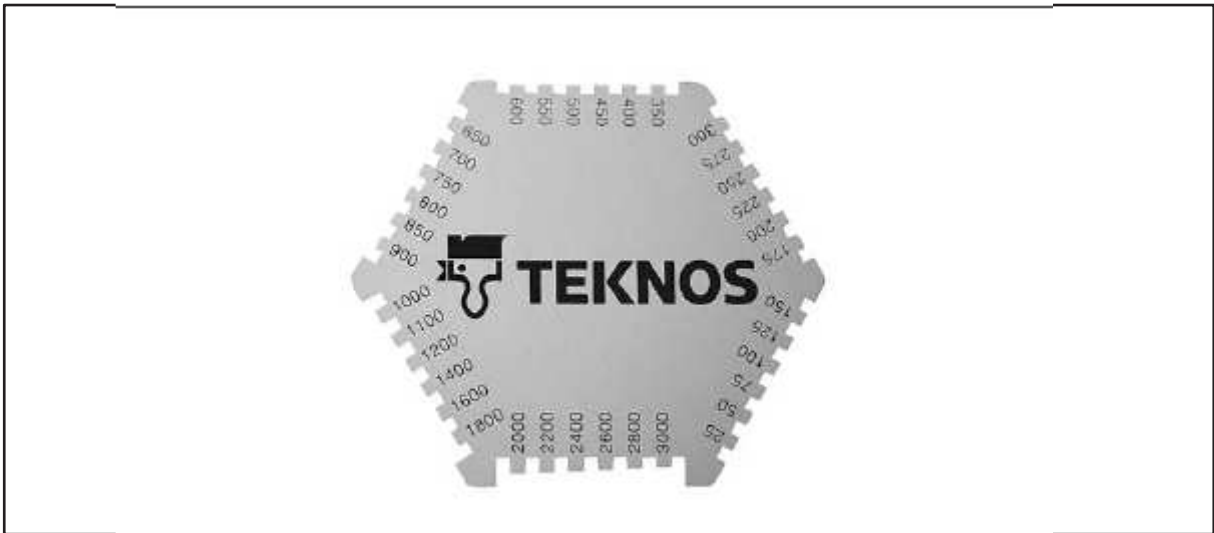
Metodę pomiaru opisano w normie ISO 2808. Wartość grubości filmu mokrego ( $K_m$ ) można odczytać bezpośrednio z grzebienia lub tarczy.

grubość suchego filmu ( $K_k$ ) można obliczyć, korzystając z następującego wzoru:

$$(1) K_k = K_m \frac{V}{100}$$

gdzie  $V$  procentową zawartość stałej masy w objętości. Procentowa zawartość stałej masy w farbie ( $V$ ) jest podana w danych technicznych i grubość mokrego filmu  $K_m$  jest podana na podstawie pomiaru.





Rysunek 7.11 Urządzenie do pomiaru grubości filmu mokrego typu grzebieniowego. Pomiar jest odczytywany z najdalszych zębów mających kontakt z farbą, gdy grzebień jest naciśnięty przez film powłoki tak, że pierwszy i ostatni ząb ma kontakt z podłożem.

## Pomiar grubości warstwy suchej

Po usieciowaniu filmu należy zmierzyć grubość warstwy suchej. Pomiar grubości warstwy suchego filmu można wykonać metodą niszczącą lub nieniszczącą.

### Metody nieniszczące

Magnetyczny miernik grubości filmu jest używany do określenia grubości filmu suchego na metalowych podłożach. Jeśli podłoże metalowe stanowi żelazo, miernik magnetyczny działa w oparciu o dwie zasady: indukcji magnetycznej/elektromagnetycznej lub magnetycznego odpychania przy użyciu stałego magnesu jako źródła pola magnetycznego (rysunek 7.12a i 7.12b).

Mierniki grubości warstwy powłoki wykorzystujące prądy wirowe są używane do pomiarów na podłożach nieżelaznych.

Charakterystyka podłoża i odległość sondy od podłoża, tj. grubość powłoki wpływa na wielkość prądów wirowych. Urządzenie pomiarowe należy używać zgodnie z instrukcjami producenta.

Parametry mające wpływ na wyniki pomiaru opisano w normie ISO 2008. Film powłoki musi być odpowiednio usieciowany przed wykonaniem pomiaru.

Przed aplikacją miernik należy skalibrować, używając odpowiednich wzorców kalibracyjnych zgodnie z instrukcjami producenta.

Wzorce kalibracyjne są powszechnie używane do membran z tworzyw sztucznych lub powlekanych paneli. Kalibracja miernika jest przeprowadzana zgodnie z ustaleniami, z użyciem powierzchni stalowej gładkiej (np. walcowanej na zimno) lub chropowatej (np. zszorstkowanej).

Kalibrację zawsze należy walidować na miejscu pomiaru przed wykonaniem pomiaru (walidację należy przeprowadzać w regularnych odstępach czasu podczas użytkowania)

Wszystkie czynniki, które mają wpływ na wyniki pomiarów wykonywanych przez personel należy określić, korzystając z ustalonych próbników.

Próbnik zawsze jest umieszczany poziomo na metalowej powierzchni.

Miernik wykorzystujący zjawisko magnetycznego odpychania jest używany w położeniu poziomym lub "do góry nogami" Miernik wymaga oddzielnej regulacji dla każdego położenia operacyjnego.

Grubość filmu jest mierzona na powierzchni typowej dla konstrukcji, tj. powierzchni, która jest reprezentatywna pod względem wyglądu zewnętrznego lub pracy konstrukcji.

Zależnie od ogólnej wielkości powierzchni typowej określa się ilość powierzchni testowych w sposób, który zapewni prawidłowe informacje o ogólnym rozkładzie grubości filmu.

Obszar testowy jest obszarem powierzchni typowej, na którym wykonywane są oddzielne pomiary.

Położenie obszaru testowego podczas indywidualnego pomiaru jest nazywane punktem pomiarowym.

Z powodu niedokładności i nieczułości metod pomiarowych i nieodpowiedniej powtarzalności i odtwarzalności pomiarów należy uzyskać wiele odczytów dla każdego punktu pomiarowego.

Średnia arytmetyczna odczytów dla punktu pomiarowego jest używana do określenia grubości filmu w punkcie pomiarowym.

Najmniejsza grubość filmu zmierzona dla powierzchni typowej jest określana jako najmniejsza zlokalizowana grubość filmu.



Rysunek 7.12a: Przyrząd do pomiaru grubości suchego filmu używany zgodnie z normą ISO 1461, ISO 19840, ISO 2063, ISO 2360, ISO 2808-7C, ISO 2808-7D i ISO 2808-12.



Rysunek 7.12b: Przyrząd do pomiaru grubości filmu wykorzystujący zjawisko odpychania magnetycznego jest używany w strefach zagrożonych wybuchem, jak np. platformy wiertnicze, rafinerie i inne podobne obiekty. Miernik jest również znany jako "banan" i jest odpowiedni do pomiarów prowadzonych zgodnie z normą ISO 2178 i ISO 2808-7A.

W normach, np. ISO 19840, określono liczbę pomiarów w obszarze testowym i tolerancję dla odchylenia wyników NDFT.

Na przykład: Dla każdego obszaru 100 m<sup>2</sup> ogólnej wielkości powierzchni typowej należy określić jeden obszar testowy 10 m<sup>2</sup> i 20 punktów pomiarowych w obszarze testowym. Dla każdego punktu pomiarowego należy otrzymać trzy odczyty. Grubość filmu nie może być mniejsza, niż wartość uzyskana w metodzie NDFT we wszystkich punktach pomiarowych obszaru testowego. Odchylenie nie może przekroczyć 20% wartości uzyskanych metodą NDFT.

Zapis pomiaru musi wskazywać zastosowany wzorzec (wzorce), uzgodnienia i inne odchylenia od warunków określonych w normie, pomiary testowe (średnia arytmetyczna, wartości maksymalne i minimalne), metodę pomiaru i urządzenie pomiarowe.

#### Badania niszczące

W razie potrzeby grubość suchego filmu można mierzyć za pomocą metod niszczących.

W normie ISO 2808 opisano pomiar grubości suchego filmu za pomocą mikrometru (metoda 3A), walca (metoda 3B) i wykonując nacięcie V powłoki (metoda 5B).

Wszystkie metody wymagają nacięcia powłoki do podłoża.

Pomiary na miejscu wykonywane są za pomocą noża tnącego z wbudowanym układem powiększającym i końcówką tnącą.

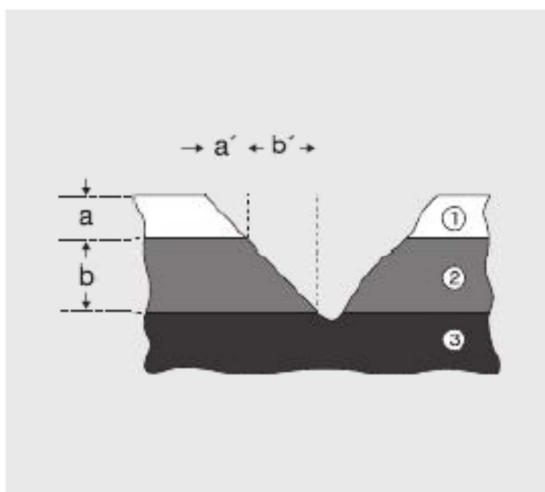
Za pomocą końcówki ze stali hartowanej nacina się bruzde w kształcie litery V przez powłokę. Wykonanie powłoki można również kontrolować

Skala układu powiększającego może być używana do określenia grubości filmu powłoki, ponieważ kąt końcówki ostrza jest stały i znany.

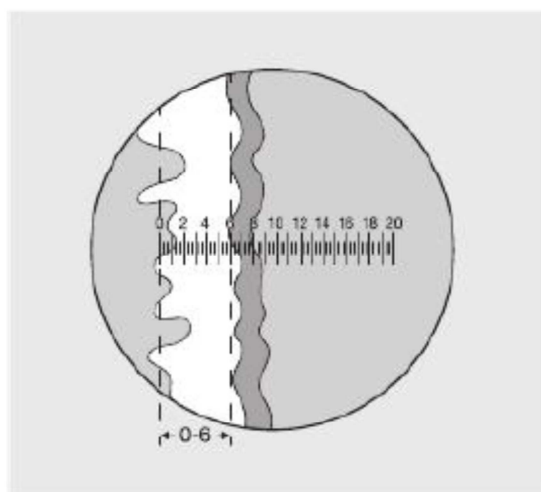
Można również sprawdzić ilość warstw (rysunki 7.13a, 7.13b i 7.13c).



Rysunek 7.13a: Nóż tnący do nacięcia w kształcie V jest używany do pomiarów wykonywanych zgodnie z normą ISO 2808-6B.



Rysunek 7.13b: Grubość filmu określona po wykonaniu nacięcia V przez powłokę do podłoża, a następnie mierząc szerokość a (lub b'), co jest związane z grubością filmu a (lub b).



Rysunek 7.13c Układ powiększający z podziałką

## Obliczenia zużycia farby

Teoretyczne zużycie farby  $M_t$  (l) oblicza się na podstawie wzoru:

$$(2) M_t = \frac{K_k \cdot A}{10 \cdot V} \quad (l)$$

gdzie  $M_t$  = teoretyczne zużycie farby (l)  
 $K_k$  = grubość suchego filmu ( $\mu\text{m}$ )  
 $A$  = powierzchnia do aplikacji ( $\text{m}^2$ )  
 $V$  = procentowa zawartość substancji stałej w objętości (%)

Ilość farby wymagana do malowania we wszystkich przypadkach jest większa, niż zużycie teoretyczne wskazane w karcie danych technicznych.

W rzeczywistych warunkach farba jest zużywana do wypełnienia nierówności powierzchni, niejednorodności powłoki i natryskiwania dodatkowych miejsc.

Niewielkie ilości farby pozostają wewnątrz pojemników i narzędzi.

Rzeczywiste zużycie farby  $M_k$  można obliczyć na podstawie następującego wzoru:

$$(3) M_k = \frac{10 \cdot K_k \cdot A}{V (100 - H)} \quad (l)$$

$H$  = procent odpadu farby (%)

W warunkach rzeczywistych podczas prac malarskich ilość odpadu jest w granicach 40 – 70%.

Inaczej mówiąc, rzeczywiste zużycie farby  $M_k$  jest około 1,7 – 3 razy większe, niż zużycie teoretyczne.

Tabele do oceny zużycia farby

Wszystkie wartości w tabelach podano wyłącznie w celach referencyjnych i wartości te mogą różnić się zależnie od rzeczywistych warunków.

Tabela 7.1: Określenie grubości powłoki na podstawie procentowej zawartości fazy stałej w objętości.

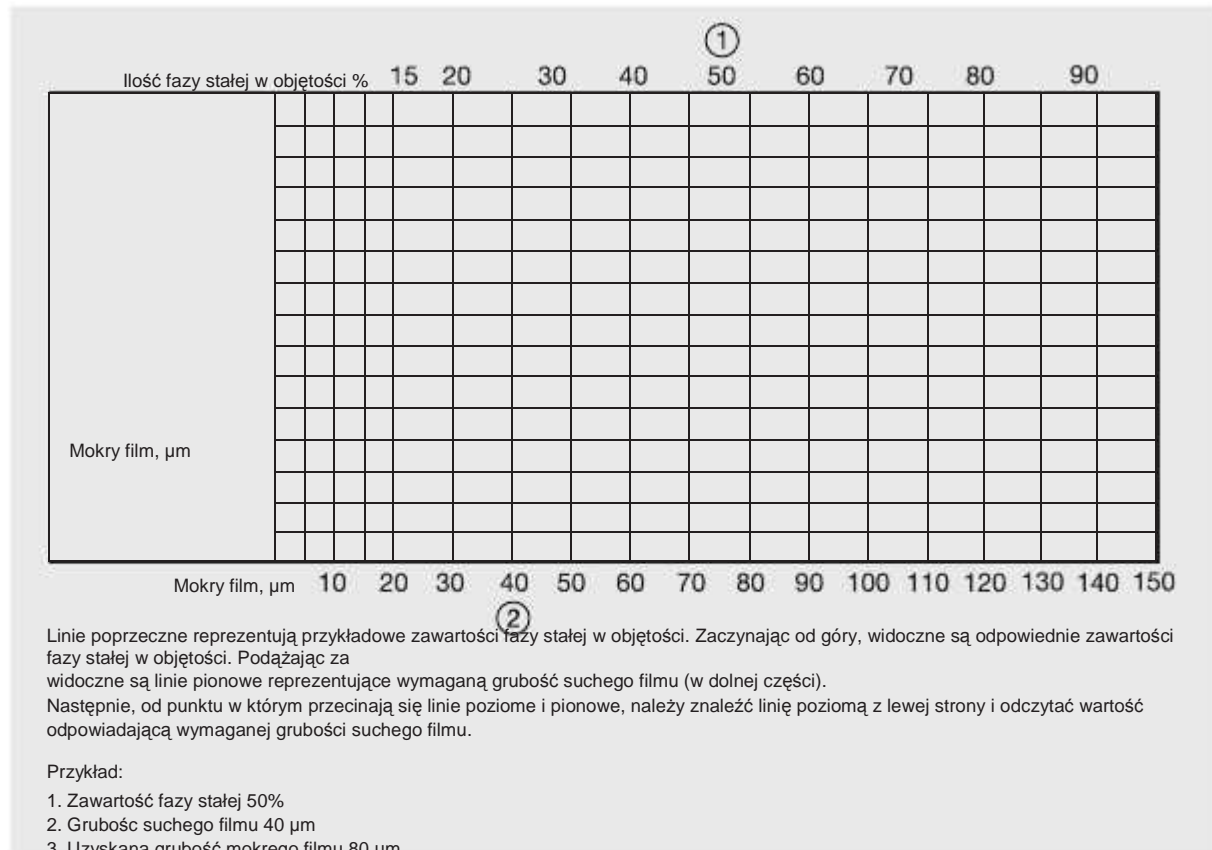
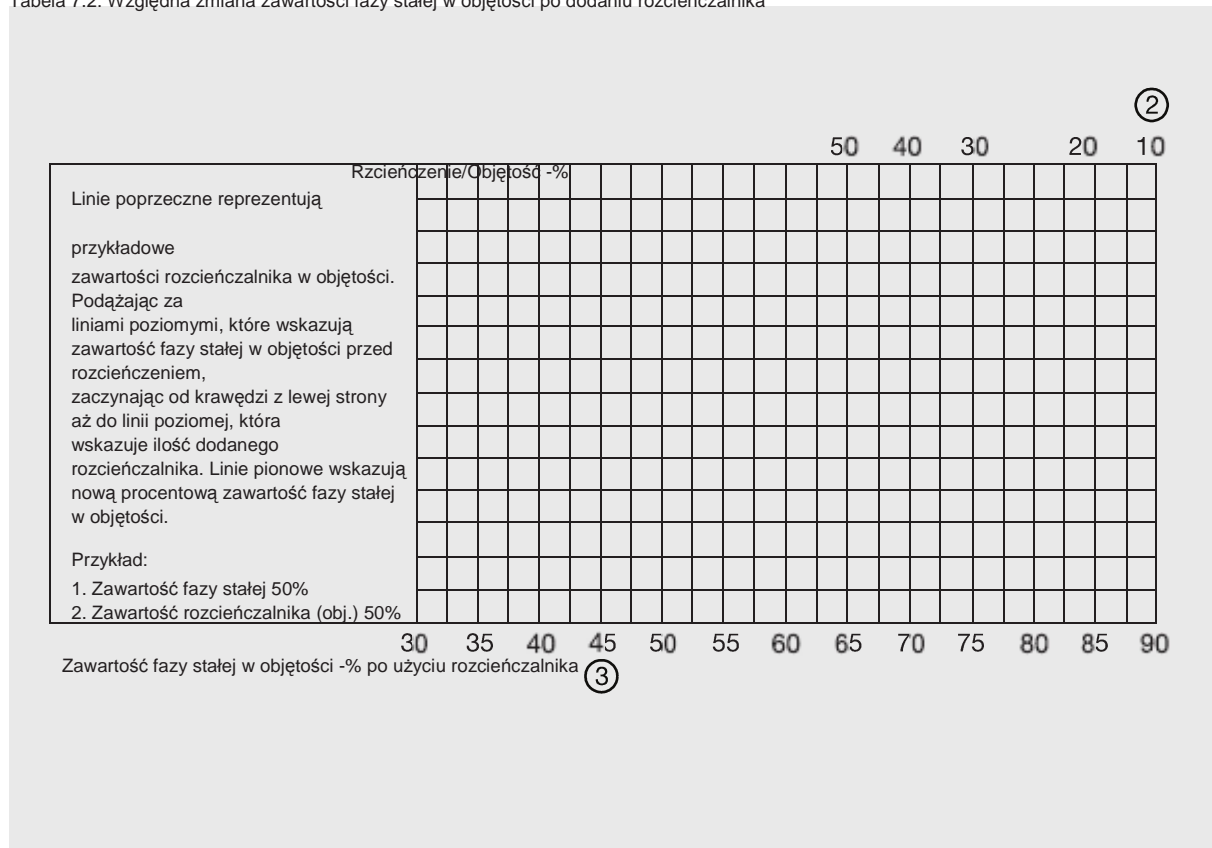


Tabela 7.2: Względna zmiana zawartości fazy stałej w objętości po dodaniu rozcieńczalnika



## 8. Kontrola jakości antykorozyjnych prac malarskich

Malowanie jest procesem, w którym jakości nie można w pełni ocenić tylko na podstawie kontroli wynikowej tj. oceny wykończenia powłoki. Dlatego konieczne jest staranne planowanie prac dotyczących zabezpieczenia przed korozją, jak również nadzór i kontrola w trakcie ich realizacji, w odniesieniu do wszystkich parametrów, które mogą mieć wpływ na końcowy stan powłoki. Klienci coraz częściej żądają przedstawienia referencji lub pisemnego potwierdzenia posiadania (lub spełniania wymagań) stosownego certyfikatu lub innej podobnej formy systematycznie nadzorowanej kontroli jakości, tj. ubezpieczeń i informacji na temat jakości malowanych powierzchni oraz wszystkich istotnych parametrów towarzyszących temu procesowi..

Podczas prac antykorozyjnych na jakość malowania ma wpływ wiele różnych czynników. Jako główne fazy procesu można wyróżnić: planowanie i przygotowanie robót, stadium właściwej realizacji oraz działania związane z zapewnieniem jakości, czyli monitorowanie postępu prac oraz kontroli jakości ich wykonania - na różnych etapach zaawansowania tych robót. Podkreśla się, że kwalifikacje oraz zaangażowanie personelu mają niezwykle istotne znaczenie dla prawidłowej realizacji całego procesu.

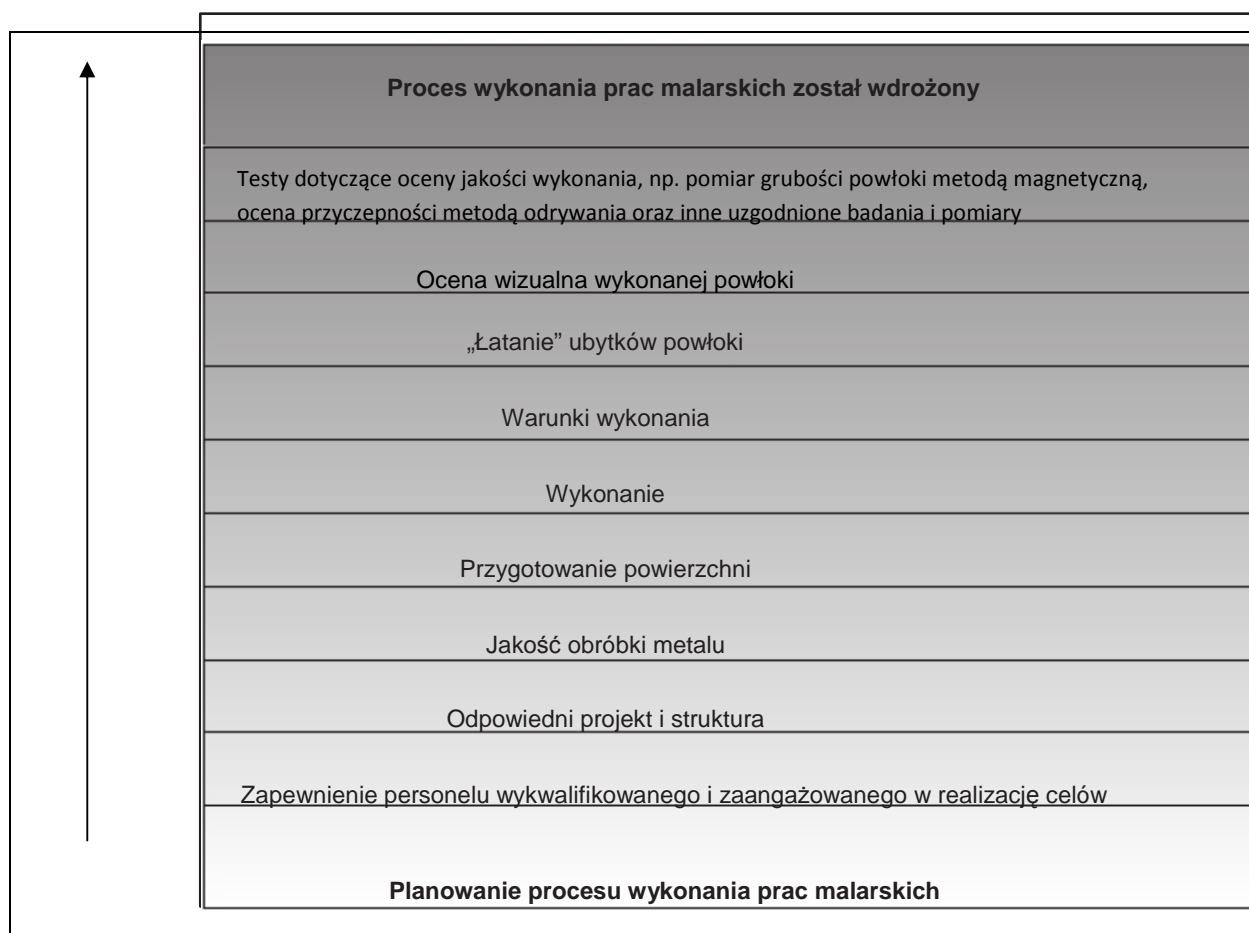
Parametry, które wpływają na wymagany poziom jakości prac antykorozyjnych przedstawiono poniżej w formie tabelarycznej. Aby ułatwić ocenę jakości końcowej powłoki obrazu, tabela przedstawia również, w kolejności faz realizowanego procesu, znaczenie poszczególnych etapów i związanych z nimi parametrów w uzyskaniu pożądanego do jakościowego rezultatu.

*Plan kontroli i oceny* ma być przygotowany, z uwzględnieniem wszystkich powyższych uwarunkowań. Przy opracowaniu instrukcji inspekcji i oceny, czy specyfikacji projektu, należy zauważyć, że pominięcie lub zaniechanie wykonania któregoś z parametrów (wymienionych w tabeli), w odniesieniu do dowolnego etapu procesu, może być przyczyną usterek lub wad jakościowych finalnych zabezpieczeń antykorozyjnych (patrz norma 12944-8).

Właściwe wykonanie malarskich powłok antykorozyjnych wymaga, aby:

- pracownicy byli wykwalifikowani i zaangażowani na realizację założonych celów
- wszystkie etapy procesu były wykonywane zgodnie ze specyfikacją antykorozyjnych prac malarskich
- przeprowadzano niezbędne kontrole i opracowywano stosowną dokumentację każdego etapu procesu

Parametry wpływające na odpowiednie wykonanie malarskich powłok antykorozyjnych



Wdrożenie procedury *zapewnienia jakości* prac antykorozyjnych ma na celu wykonanie powłok malarskich zgodnie z ustaleniami [wymaganiami normy EN ISO 8402].

*Kontrola jakości* obejmuje kontrolę i rejestrację wszystkich operacji, materiałów, narzędzi, metod i procedur oraz warunków odnoszących się do prac mających na celu wykonanie malarskich powłok antykorozyjnych a także związanych z nimi działań korygujących i eliminację niezgodności.

Kontrola jakości wykonawstwa powłok antykorozyjnych jest łatwiejsza, jeżeli dostawca lub wykonawca posiada wdrożony system zapewnienia jakości (patrz ISO 9001 i ISO 9002).

Zapewnienie jakości powłoki antykorozyjnej oraz głównych parametrów, które należy uwzględnić opisano w części 7 normy ISO 12944.

### **Karty kontroli i oceny**

Dostawcy lub wykonawcy stosujący system jakości opracują w formie pisemnej stosowną dokumentację – karty kontroli i oceny projektu prac malarskich – w sposób, który będzie zgodny z systemem zapewnienia i kontroli jakości wdrożonym przez firmę. Dostawca lub wykonawca opracuje także odpowiedni raport dotyczący kwalifikacji, które są wymagane od aplikatorów (patrz norma ISO 12944-7).

Specyfikacja kontroli i oceny powinna określać:

- docelowe parametry jakościowe, takie jak zgodność kolorystyki z projektem, wizualna ocena jakości wykonania prac malarskich oraz uzgodniona grubość powłoki
- szczegółowy podział zadań i kompetencji we wszystkich fazach projektu
- specyficzne metody, procedury i instrukcje, które mają być wdrożone
- procedury kontroli jakości dla poszczególnych etapów procesu, a także procedury, które należy stosować w przypadku konieczności wdrożenia działań korygujących [eliminujących występujące niezgodności] oraz wdrożenia działań zapobiegawczych
- procedury wprowadzania zmian i zatwierdzania specyfikacji w toku realizacji projektu.

Jeżeli dostawca lub wykonawca nie wdrożył certyfikowanego systemu jakości, wtedy nabywca i dostawcy lub wykonawcy mogą uzgodnić plan jakości na piśmie, który redakcyjnie i merytorycznie odpowiada wyżej wspomnianej specyfikacji kontroli i oceny.

Strony mogą również postanowić, że kontrole jakości prac malarskich będą przeprowadzane przez firmę lub osobę postronną np.: przez rzeczoznawcę lub inspektora posiadającego odpowiednie uprawnienia. Inspektor może pracować na zlecenie obu stron. Gdy takie umowa zostanie zawarta z wymienioną osobą, wówczas może być konieczne sporządzenie dodatkowej umowy, w której zostaną określone cele, zakres, czas, miejsce, metodyka pomiaru oraz ilość i harmonogram dotyczący kontroli jakości. Umowa dodatkowa powinna także określać, w jaki sposób inspektor będzie rejestrował wykryte nieprawidłowości oraz kiedy, jak i komu inspektor zgłasza usterki i niezgodności a także wnioski dotyczące niezbędnych działań korygujących i – w razie potrzeby – działań zapobiegawczych.

## **Zapewnienie jakości przez cele**

Główne aspekty i uwarunkowania związane z zapewnieniem jakości wykonanych prac antykorozyjnych określono następująco:

### **Personel**

Pracownicy przydzieleni do antykorozyjnych prac malarskich muszą posiadać odpowiednie kwalifikacje do wykonywania takich robót. Prace wymagające specjalnej dokładności i ostrożności powinny być wykonywane - o ile strony nie uzgodniły tej kwestii w inny sposób - wyłącznie przez osoby, które mają odpowiednie przeszkolenie zawodowe lub posiadają stosowne certyfikaty udzielone przez uznaną organizację.

W miarę potrzeby, przed rozpoczęciem prac malarskich, zwołuje się posiedzenie, na którym muszą być reprezentowani nabywca, dostawca i producent farby. Na przedmiotowej naradzie omawia się, między innymi:

- podstawowe aspekty procesu prac malarskich, zakres i technikę wykonania tych prac oraz określa się jakie wymagania i według jakich norm mają być spełnione,
- konieczność wykazania przez Dostawcę zdolności zapewnienia określonego poziomu jakości podczas wszystkich faz procesu,
- określenie rodzaju i zakresu odpowiedzialności uczestników procesu – musi być prowadzony dziennik dotyczący wykonywania prac malarskich,
- wszelkie niejasności lub sprzeczności w zapisach specyfikacji lub norm, np. jak malować strefy trudno dostępne – które nie mogą być malowane na miejscu - aby były zgodne z przyjętą specyfikacją procesu prac malarskich.

## Konstrukcja stalowa

Jeżeli strony akceptują założenie, iż konstrukcja jest wytwarzana zgodnie z wymaganiami określonymi w części 3 normy ISO 12944, to weryfikację przeprowadza się tylko w przypadkach uzasadnionych.

Stopień skorodowania stali o powierzchni niepowlekaniej jest określany na podstawie normy ISO 8501. Jeżeli nie uzgodniono inaczej [*konieczne jest wówczas pisemne potwierdzenie takich uzgodnień*], to tylko powierzchnie o stopniu skorodowania A, B lub C mogą być akceptowalne.

Jakość obróbki metali jest kontrolowana pod kątem zgodności z normami - zwłaszcza sprawdza się, czy spawy i krawędzie są wykończone są do akceptowalnego standardu jakości.

Pracownicy wykonujący prace malarskie muszą mieć zapewniony swobodny dostęp do obiektu pracy (ISO 12944-3) a oświetlenie powierzchni, musi być zgodne z *zatwierdzoną* specyfikacją prac malarskich.

Wyniki kontroli są rejestrowane.

## Przygotowanie powierzchni

Podłoże musi być oczyszczone do wymaganego stopnia przygotowania powierzchni, zgodnego z opisem podanym w dokumentacji dotyczącej stosowania danej farby.

Zanieczyszczenia - przykładowo takie jak sole, oleje i tłuszcze - utrudniają usuwanie rdzy i muszą być usunięte z powierzchni przed piaskowaniem lub oczyszczaniem z użyciem szczotki metalowej.

W razie potrzeby, Strony uzgadniają rodzaj, parametry i stopień czystości środków stosowanych do przygotowania ścierniwa podczas czyszczenia strumieniowo-ściernego (ISO 11124 - ISO 11127).

Urządzenia do czyszczenia muszą być w dobrym stanie technicznym i odpowiadać warunkom określonym w umowie. Sprężarka powietrza musi mieć wystarczającą wydajność a sprężone powietrze powinno być wolne od zanieczyszczeń.

Podczas czyszczenia temperatura otoczenia, temperatura *powierzchni* obrabianego elementu oraz wilgotność względna powietrza muszą odpowiadać warunkom określonym w umowie. Parametry te podlegają rejestracji.

Stopień przygotowania powierzchni będzie oceniany na podstawie informacji podanych w normie ISO 8501-1 a wyniki będą rejestrowane.

W razie konieczności, profil powierzchni jest określany na podstawie danych zawartych w normie ISO 8503.

Po czyszczeniu ścierniwem, powierzchnie o stopniu skorodowania C i D mogą zawierać rozpuszczalne w wodzie sole żelaza i chlorki oraz kurz, który nie jest widoczny gołym okiem. W normie ISO 8502 opisano metody określania zanieczyszczeń tego rodzaju. Kilka urządzeń stosowanych do oznaczania zawartości soli przedstawiono na fotografii 8.1 (strona 50).

Stopnie przygotowania powierzchni konstrukcji powlekanych scharakteryzowano w normie ISO 8501-1 oraz ISO 8501-2. Podczas obróbki strumieniowo-ścierniej należy unikać zanieczyszczenia lub uszkodzenia powłoki, która powinna być nałożona w stanie nienaruszonym. Granica między czyszczoną powierzchnią oraz powłoką, która będzie położona musi stanowić linię poziomą.

Przygotowanie powierzchni musi być dokładnie zaplanowane tak, aby powierzchnia - po przygotowaniu - została pokryta jak najszybciej, zanim ulegnie zabrudzeniu. Musi być także zapewnione odpowiednie oświetlenie rejonu prac.

## Warunki

Przygotowanie powierzchni i malowanie należy wykonać zgodnie z warunkami określonymi w specyfikacji prac malarskich lub obowiązującymi normami. Warunki, w trakcie wstępnego przygotowywania, obróbki oraz utwardzania powierzchni nie mogą odbiegać od temperatury otaczającego powietrza i temperatury powierzchni wskazanej przez dostawcę farb. W przypadku, gdy jest to konieczne, warunki zostaną dostosowane w celu spełnienia wymagań, albo prace zostaną wstrzymane do czasu spełnienia wymagań.

Przygotowanie powierzchni i malowanie należy wykonać zgodnie z warunkami określonymi w specyfikacji prac malarskich lub obowiązującymi normami. Warunki, w trakcie wstępnego przygotowywania, obróbki oraz utwardzania powierzchni nie mogą odbiegać od temperatury otaczającego powietrza i temperatury powierzchni wskazanej przez dostawcę farb. W przypadku, gdy jest to konieczne, parametry należy dostosować w celu spełnienia wymagań albo wstrzymać prace do czasu, gdy warunki zostaną odpowiednio skorygowane.

Następujące parametry otoczenia muszą być mierzone, monitorowane i rejestrowane w uzgodnionym zakresie:

- Temperatura otoczenia
- Temperatura podłoża
- Wilgotność względna w otaczającym powietrzu
- Punkt rosy
- Warunki wiatrowe
- Temperatura farb na materiał
- Warunki oświetlenia
- Wszelkie operacje wykonywane w pobliżu, które mogą zakłócić prace aplikacyjne

## Metody aplikacji, narzędzia i przyrządy

W pracach malarskich należy stosować uzgodnione lub obligatoryjne metody i procedury aplikacyjne oraz narzędzia i przyrządy w dobrym stanie technicznym, określonym w specyfikacji prac malarskich lub obowiązujących normach.

Wybrana metoda aplikacji musi być dostosowana do konstrukcji i nie może powodować szkód w mieniu lub zdrowiu, ani zagrożenia dla środowiska naturalnego. Metody aplikacji oraz realizacji prac malarskich są opisane w normie ISO 12944-7.

## Substancje wykorzystywane przy powlekanii

Tylko farby i rozcieńczalniki podane w specyfikacji systemu malowania mogą być stosowane w pracach malarskich – muszą one być łatwo dostępne lub należy zmagazynować je w odpowiednich ilościach.

Farby i rozcieńczalniki muszą być składowane w odpowiedni sposób. Pojemniki - lub inne opakowania – zawierające te chemikalia muszą być oryginalne, w dobrym stanie. Etykiety muszą być czytelne. W hurtowni farb, należy bezwzględnie przestrzegać wymagania i ograniczenia związane z bezpieczeństwem i warunkami użytkowania podanymi w specyfikacjach technicznych i/lub kartach charakterystyki substancji niebezpiecznych. Należy także uwzględnić ograniczenia dotyczące okresu przechowywania związanego z trwałością tych substancji. Najlepiej, gdy produkty wykorzystywane w pracach malarskich są składowane w ustabilizowanych warunkach, w suchych i chłodnych pomieszczeniach magazynowych. Farby przechowywane w chłodniejszych warunkach należy dostosować do warunków w miejscu stosowania, dostarczając je z odpowiednim wyprzedzeniem - wystarczającym aby zapewnić odpowiednią temperaturę tych materiałów.

Nazwy marek i numerów partii produkcyjnych farb, utwardzaczy i rozcieńczalników są zapisywane w protokole.

## Zastosowanie

Materiały malarskie muszą być stosowane zgodnie z wymaganiami zawartymi w specyfikacji prac malarskich oraz obowiązującymi w normie ISO 12944-7. Aplikatory muszą być zaznajomieni z instrukcją użytkowania oraz zaleceniami zawartymi w kartach charakterystyki substancji niebezpiecznych dotyczących stosowanych materiałów malarskich (farb, rozpuszczalników, substancji pomocniczych itp.).

Powierzchnia, która będzie zabezpieczana przez malowanie antykorozyjne, musi być odpowiednio spreparowana - do uzyskania odpowiedniego stopnia przygotowania – i chroniona przed zanieczyszczeniami i utlenianiem.

Powierzchniowa zagęszczona warstwa farby (“kożuch”) musi być usunięta a pozostała zawartość pojemnika z farbą dokładnie wymieszana, aż do uzyskania jednorodności. Komponenty farby tworzące układ dwuskładnikowy muszą być ujednorodnione oddzielnie a następnie starannie i dokładnie wymieszane - w proporcji ściśle określonej w specyfikacji technicznej - aż do uzyskania pełnej homogenizacji; należy przy tym przestrzegać, by mieszanekę po sporządzeniu nie przechowywać dłużej niż przez czas przydatności eksploatacyjnej określony w dokumentacji technicznej.

Gdy stosowany jest także rozcieńczalnik, wówczas jego jakość i dodana ilość musi być zgodna ze specyfikacją techniczną oraz zaleceniami dotyczącymi sporządzania ochronnych systemów malarskich.

Podczas prac malarskich zagadnieniem kluczowym jest zapewnienie uzyskania jednolitej, zakładanej grubości powłoki, eliminacja wad (np. smugowania, „firankowania”) oraz unikanie pozostawiania miejsc niepomalowanych. Ilość nałożonej farby jest oceniana poprzez pomiar grubości warstwy, bezpośrednio po nałożeniu, gdy jeszcze nie zdążyła wyschnąć.

Ostre krawędzie, narożniki i spoiny często muszą mieć nakładane dodatkowe warstwy farby w miejscach, gdzie to konieczne.

Przed nałożeniem kolejnej warstwy farby, poprzednia warstwa musi być już wysuszona. Jeżeli czas pomiędzy nałożeniem kolejnych warstw przekracza maksymalną akceptowalną wartość zakładaną w harmonogramie malowania, wówczas powierzchnia musi być na nowo przygotowana - przez użycie rozpuszczalników zmywających aktualną powłokę i/lub podlegać piaskowaniu, aby zapewnić właściwą przyczepność.

Powierzchnie, które po montażu są niedostępne powinny być malowane przed montażem. Powierzchnie elementów przeznaczone do umieszczania względem siebie na styk – po malowaniu - muszą być wysuszone przed montażem.

Elementy konstrukcyjne nie mogą być poddawane dalszym procesom po malowaniu zanim farba nie wyschnie.

Poprawkowe malowanie miejscowe (patching – wstawianie „łatek” lub „plastrów”) odnosi się zarówno do działań korygujących, wdrażanych w procesie aplikacji, jak również do eliminacji ubytków zagruntowanych lub wstępnie pomalowanych powierzchni wynikłych podczas transportu. Malowanie plaster musi uwzględniać specyfikację systemu malowania oraz dane techniczne umieszczone w specyfikacji technicznej.

## Wykończenie powłoki

Po utwardzeniu, powłoka jest sprawdzana pod względem wykrycia nielakierowanych powierzchni lub innych wad pogarszających wydajność powłoki, takich, jak np. firankowanie, ugięcia, kraterzy, pęcherze, pęknięcia, efekt skórki pomarańczowej lub luźny aerozol kurzu.. Zarówno połysk jak i kolor wykończenia muszą być zgodne z umową.

W wielu przypadkach umowy wymagają pomiaru grubości gotowego pokrycia. Wymagania dotyczące grubości warstwy zazwyczaj prezentuje się jako wymagania związane z pożądaną *nominalną grubością suchej powłoki*. Definicja *nominalnej grubości* w różnych normach

podawana jest w sposób nieco odmienny. Pomiar grubości warstwy jest opisany w rozdziale 7 niniejszego PP (40-42).

Zaleca się przeprowadzanie sprawdzenia porowatości powłok izolacyjnych narażonych na częsty wpływ opadów lub zagrożenie w przypadku intensywnych nawałnic burzowych. Sprawdzenie polega na ocenie występowania porów o zróżnicowanych rozmiarach, mikroporów lub innych słabych stref w powłoce. Przeprowadzenie testu porowatości dotyczy powłok o minimalnej grubości 300 mikrometrów (**fotografia 8.2**).



Grubość warstwy [filmu] może być także wyznaczona metodą destrukcyjną.. Taki sposób określania grubości filmu opisano w normie ISO 2802. Przyczepność powłoki jest testowana metodą odrywania [pull-off] zgodnie z normą ISO 4624 (**fotografia 8.3**), lub sprawdzana za pomocą metodyki nacięć według normy ISO 2409 (**fotografia 8.4**).

## Kontrola – narzędzia i przyrządy

Inspektor, dokonujący kontroli/odbioru prac malarskich, musi mieć dostęp do aktualnej, ważnej specyfikacji prac malarskich, wszystkich wymaganych projektów i rysunków, specyfikacji technicznych, kart charakterystyki substancji niebezpiecznych, wykresów kolorowych, obowiązujących norm oraz do wymagane narzędzi i przyrządów, takich jak;

- wskaźnik pomiaru grubości
- termometry i mierniki wilgotności (**fotografia 8.5**).

Latarki, lusterka kontrolne z ruchomym wysięgnikiem, noże i szkła powiększające są przykładami innych narzędzi niezbędnych podczas kontroli.

## Powierzchnie referencyjne

W miarę potrzeby, dostawca przygotowuje powierzchnie referencyjne [obszary odniesienia], zgodnie ze specyfikacją systemu malarskiego, a nabywca akceptuje powłokę powierzchni referencyjnych, sprzęt używany przy malowaniu i ocenie powłoki, metodykę i sposoby realizacji prac malarskich.

Powierzchnia referencyjna, to specjalnie dobrany obszar służący do ustalenia minimalnego, akceptowalnego do przyjęcia poziomu jakości wykonanych prac malarskich, sprawdzenia czy dostarczone przez producenta lub dostawcę (wykonawcę) informacje są prawdziwe oraz umożliwienia oceny poprawności wykonania powłoki w dowolnym czasie po zakończeniu prac (ISO 12944-7).

Wszystkie powierzchnie referencyjne muszą być starannie udokumentowane – mogą być również trwale oznaczone na samej konstrukcji (ISO 12944-8).

Wielkość oraz liczba powierzchni odniesienia powinna być dobierana w rozsądnej proporcji - zarówno ze względów praktycznych jak i ekonomicznych - w odniesieniu do powierzchni całej konstrukcji (ISO 12944-8).

## Dokumentowanie prac malarskich i warunków ich wykonania

W toku prac malarskich stosowane są dwa rodzaje dokumentacji.

w dokumentach antykorozyjnej ochrony pracy. Dokumenty pierwszego rodzaju istnieją już przed rozpoczęciem prac, a dokumentacja drugiego typu jest opracowywana i wydawane, gdy prace malarskie są na etapie ich realizacji.

### Dokumentacja istniejąca przed rozpoczęciem prac malarskich

Celem zapewnienia jakości oraz kontroli jakości prac malarskich, opracowuje się i udostępnia wiele różnych dokumentów, takich jak specyfikacje (np.: **istotnych warunków zamówienia**), rysunki techniczne, zalecenia dotyczące kontroli, robocze instrukcje stanowiskowe i BHP, procedury zapewnienia jakości, specyfikacje techniczne i karty charakterystyki materiałów i substancji niebezpiecznych. Wszystkie dokumenty muszą być zredagowane tak, aby były czytelne, opatrzone datą, utrzymywane w dobrym stanie i przechowywane w sposób uporządkowany. Zarządzanie dokumentacją jest wdrożone celem zapewnienia, że aktualne wersje właściwych dokumentów są dostępne we wszystkich miejscach, gdzie realizowane są fazy procesu istotne dla otrzymania powłoki o wymaganej jakości.

### Dokumentacja generowana w toku realizacji prac malarskich

Osoba odpowiedzialna za prace malarskie prowadzi dziennik prac. Wpisywane w nim są codzienne warunki prac, odnotowywane wszelkie zdarzenia oraz pomiary, a m.in.:

- warunki pogodowe w danym dniu, zarówno podczas przygotowania powierzchni jak i wykonywania malowania właściwego
- sprawdzanie sprzętu i narzędzi
- stopień skorodowania - oraz stopień przygotowania powierzchni - podłoża
- Nazwy handlowe i numery partii produkcyjnych farb, środków utwardzających (siecjujących) i rozcieńczalników, jak również okres przydatności i czas nanoszenia – dla malarskich kompozycji dwuskładnikowych
- wyniki pomiarów grubości warstwy.

W dzienniku prac **bezwzględnie** muszą być odnotowane wszelkie działania podjęte w związku z eliminacją wykrytych usterek - jak również wyniki ponownej kontroli – z podaniem imienia i nazwiska osoby odpowiedzialnej za prace malarskie oraz daty i czasu trwania kontroli .

## Zapisy dotyczące kontroli

Protokół kontroli jest sporządzany w przypadku każdej inspekcji, zarówno przy końcowym odbiorze robót, kontroli dostaw czy innych inspekcji podobnych.



Fotografia 8.1 Mierniki zawartości soli zgodne z normami ISO 8502-6 oraz ISO 8502-9.



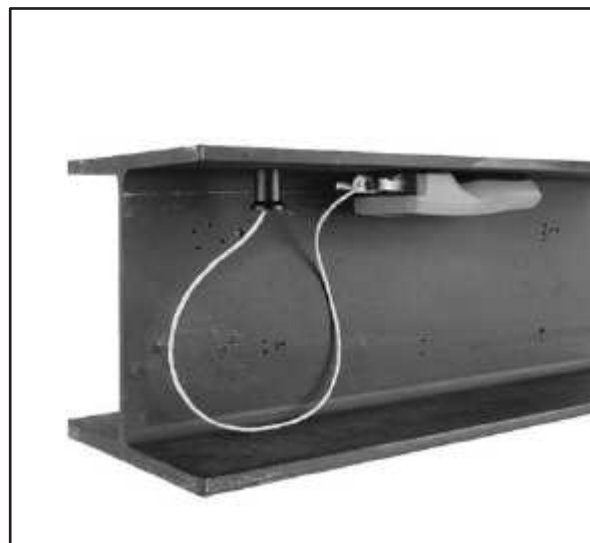
Fotografia 8.2 Porometr zgodny z normą ISO 2746.



Fotografia 8.3 Próbnik do pomiaru przyczepności warstwy metodą „pull-off” [odrywania] zgodny z normami ISO 4624 oraz ISO 16276-1.



Fotografia 8.4 Przecinak stosowany przy pomiarze odporności warstwy na odrywanie zgodny z normą ISO 2409



Fotografia 8.5 Próbnik do oznaczania wilgotności względnej, pomiaru temperatury otoczenia oraz określania punktu rosy (dew-point), zgodny z normą ISO 8502-4.

## 9. Malowanie renowacyjne

Termin „Malowanie renowacyjne” w dalszej części tekstu poradnika dotyczy zamalowywania powierzchni nie pokrytych farbą lub uzupełniania ubytków w powłokach malarskich konstrukcji stalowych.

### Ocena stopnia zniszczenia powłoki

Powłoka ma ograniczony czas przydatności eksploatacyjnej. Parametry powłoki mogą ulec pogorszeniu w wyniku wpływu niekorzystnych warunków pogodowych, oddziaływania agresywnych gazów (pyłów lub aerozoli) i podobnych czynników atmosferycznych. Z upływem czasu powłoki konstrukcji metalowych mogą ulegać niekorzystnym wpływom powodującym ich kredowanie, spękanie, tworzenie pęcherzy, marszczenie, łuszczenie, **plowienie kolorów i/lub utratę połysku**.

Norma ISO 4628 określa ogólne zasady oceny wad powłok. Defekty powłok podzielono na sześć kategorii, w których kategoria 0 oznacza powłokę bez usterek a kategoria 5 oznacza stan, w którym dalsza klasyfikacja nie jest już wymagana. Norma ISO 4628 wskazuje również na piktogramową (obrazkową) formę przedstawiania oceny tworzenia pęcherzy („pęcherzenia”) i oceny stopnia skorodowania powłok.

Arkusze ISO 4628-3 określa gradację skorodowania powłok zakresie od Ri 0 do Ri 5. Stopnie skorodowania i odpowiadający im udział powierzchni skorodowanej przedstawiono w tabeli 9.1. Przy stopniu skorodowania Ri 1 - Ri 3, renowacja wymaga uzupełniającego zamalowania ubytków, natomiast w przypadku skorodowania zaklasyfikowanego jako Ri 4 i Ri 5 ochronna zdolność powłoki antykorozyjnej nie jest wystarczająca i konstrukcja wymaga całkowitego przemalowania.

Tabela 9.1 Stopnie skorodowania i odpowiadający im udział powierzchni skorodowanej

Stopień skorodowania	Udział powierzchni skorodowanej
Ri 0	0%
Ri 1	0,05 %
Ri 2	0,5 %
Ri 3	1,0 %
Ri 4	8,0 %
Ri 5	40-50 %

### Kiedy wdrożyć prace renowacyjne?

Im bardziej agresywne środowisko, tym częściej degradacja powłoki musi podlegać ocenie. Jeżeli konstrukcja jest narażona na wpływ specjalnych czynników korozyjnych (powodujących np.: zmęczeniowe osłabienie struktury) lub znajduje się w innym zagrażającym środowisku (np.: w zanurzeniu lub wkopana w grunt), to nawet drobne wady występujące w nałożonej powłoce malarskiej mogą z czasem powodować korozję wżerową, która osłabia konstrukcję i w bardzo krótkim czasie może uczynić ją niezdatną do bezpiecznego użytkowania. Dlatego też prace renowacyjne takich konstrukcji należy rozpocząć natychmiast po stwierdzeniu wady powłoki, to jest, gdy zostanie osiągnięty stopień skorodowania = Ri 1, a najpóźniej, gdy oceniono stopień skorodowania na poziomie Ri 3.

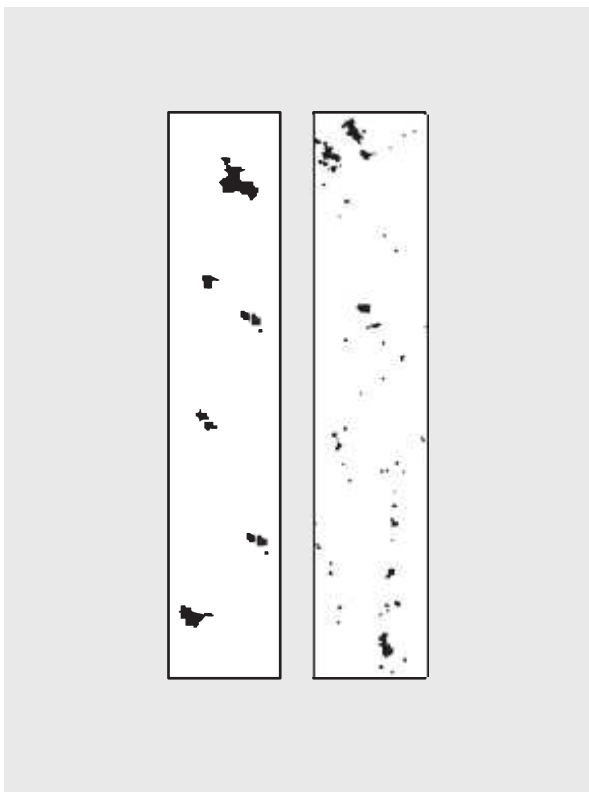
W przypadku agresywności środowiska typu C2 – C5, malowanie renowacyjne musi zostać wdrożone natychmiast, gdy tylko zostanie stwierdzony stopień skorodowania powierzchni w zakresie Ri 2 - Ri 3.

Strony muszą wspólnie określić kategorię degradacji powłoki lub systemu malarskiego przed pierwszym wdrożeniem głównych prac konserwacyjnych i – powinny razem przeprowadzić ocenę zgodnie z normami ISO 4628-1 - ISO 4628-5.

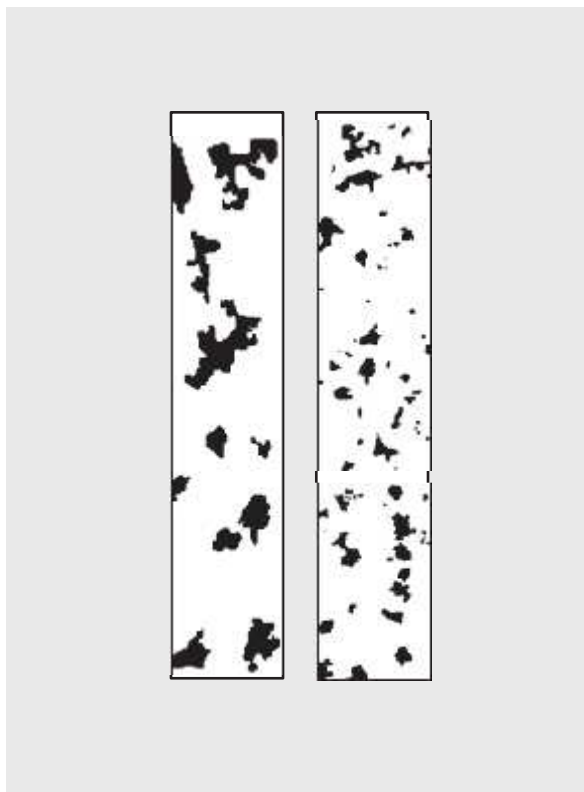
Trwałość powłoki jest zdefiniowana jako okres eksploatacji, po którym ocenia się, że zdolność ochrony antykorozyjnej danej powłoki jest zbyt mała i powłokę należy wymienić na nową poprzez wykonanie nowego ochronnego systemu malarskiego.

Celem określenia zaawansowania korozyjnego, można wykorzystać karty punktowe [piksele] przedstawione w normie ISO 4628-3, w której wielkość i liczba pikseli obrazuje stan zaawansowania usterek a ocenę stopnia „zardzewienia” powłok przeprowadza się poprzez porównanie z wzorcami obrazowymi, przy określonym udziale powierzchni skorodowanej oraz ustabilizowanym poziomie stopnia skorodowania (**Fotografie 9.1 oraz 9.2**).

Zakres trwałości nie jest tożsamy z terminem "zakres gwarancji". Trwałość powłoki jest uwarunkowaniem technicznym, które może pomóc właścicielowi konstrukcji wdrożenie programu renowacji. Okres gwarancyjny jest jednym z najważniejszych parametrów i podlega specjalnym zastrzeżeniom w umowie. Okres gwarancyjny jest zazwyczaj krótszy niż zakres trwałości. Nie ma żadnych sztywnych zasad, mających na celu zrównanie tych dwu okresów.



Fotografia 9.1 Stopień skorodowania Ri 3.



Fotografia 9.2 Stopień skorodowania Ri 4.

## Wytypowanie farb do renowacji

Ten sam typ farby stosuje się przy renowacji jak przy pierwotnym tworzeniu powłoki malarskiej, o ile nie stwierdzi się, że jakość malowania pierwotnego była słaba albo warunki aplikacji lub występują inne, ważne czynniki uzasadniające zmianę stosowanego typu farby.

Jeżeli typ farby powłoki pierwotnej nie jest znany, to można go wstępnie ocenić na miejscu przez zanurzenie fragmentu powłoki w rozcieńczalniku epoksydowym na ok. 10 minut.

- Rozcieńczalnik epoksydowy nie wykazuje wpływu na farby epoksydowe i poliuretanowe. Farby epoksydowe i poliuretanowe mogą być stosowane do renowacji
- Farby alkidowe pod wpływem rozcieńczalnika epoksydowego mają tendencję do tworzenia zawiesiny lub stają się lepkie, kleiste. Alkidowa farba jest stosowana do malowania renowacyjnego.
- Chlorowany kauczuk i farby winylowe rozpuszczają się w rozcieńczalniku epoksydowym. W wielu przypadkach farba akrylowa może być używane do malowania renowacyjnego
- Farby dyspersyjne zawierające środki wiążące stają się lepkie pod wpływem rozcieńczalnika epoksydowego. W wielu przypadkach farby typu dyspersyjnego można stosować do renowacyjnego nakładania na inne warstwy.

W przypadkach, kiedy ocena wstępna nie jest jednoznaczna oraz przy dużych gabarytach konstrukcji, stare powłoki mogą być badane za pomocą metod analitycznych.

W przypadku, gdy jest to konieczne, przeprowadza się testowe badanie malowania – jest duży wybór różnych metod kontrolnych. Jeżeli warunki aplikacji do malowania renowacyjnego nie mogą być zapewnione w sposób zgodny z wymaganiami dotyczącymi danego rodzaju farby, wówczas należy uwzględnić konieczność zmiany farby, ale kwestię tę należy najpierw przedyskutować z jej dostawcą i/lub z producentem.

Jeśli pierwotna, oryginalna powłoka nie stanowi wystarczającej ochrony przed wpływem parametrów otoczenia (*temperatura, wilgotność, czynniki agresywne*), wówczas należy sprawdzić i ocenić przydatność danego systemu malarskiego i/lub rozważyć opcję doboru innego, bardziej efektywnego systemu

należy sprawdzić i, w razie potrzeby, inne odpowiednie systemowa wybrane dla malarskiego.

## Wykonanie prac renowacyjnych

Prace renowacyjne mogą być wykonywane przez uzupełnianie braków (patch – łatanie) lub gruntowne przemalowanie.

Jeżeli stopień skorodowania powierzchni zawiera się w zakresie Ri 2 - Ri 3, wówczas preferuje się metodę uzupełnianie ubytków. Powierzchnia jest oczyszczana z tłuszczu, oleju i zabrudzeń. Luźna farba i rdza jest usuwana - przez skrobanie, szczotkowanie lub piaskowanie – ze stref, gdzie stara powłoka ma być zastąpiona nową, celem spreparowania podłoża do wymaganego stopnia przygotowania powierzchni dla danego rodzaju farb/-y. Należy zapewnić właściwe wypoziomowanie granicy styku podłoża z farbą (celem ujednorodnienia rozplýwu).

Norma ISO 8501-2 pokazuje na fotografiach jak powinna wyglądać dobrze przygotowana powierzchnia podłoża d wykorzystywanego do prac renowacyjnych.

Jeżeli do przygotowania powierzchni pod malowanie uzupełniające stosuje się strumieniowo-ścierną obróbkę, wówczas należy unikać naruszenia powłoki malarskiej, która uzupełniania być nie musi, zachowując właściwy kąt i odległość oraz dobierając odpowiedni materiał ścierny.

Obszary łatanie pokrywa się farbą do określonej (kontrolowanej) grubości odpowiedniej dla danej farby i/lub systemu malarskiego.

Jeżeli żądany jest jednolity wygląd całej konstrukcji, wówczas najlepiej dokonać całościowego przemalowania, stosując ten sam system malarski, który już jest nałożony. Należy odpowiednio spreparować górna warstwę – zlikwidować lub wstępnie wyrównać, ale nie wygładzać, by nowa powłoka miała lepszą przyczepność. Wierzchnie farby alkilowe, posiadające wysoki połysk przemywa się za pomocą odpowiedniego środka czyszczącego, a następnie piaskuje.

Jeśli Stopień skorodowania podłoża odpowiada parametrowi Ri 4, struktura musi być całkowicie przemalowana przez zastosowanie ochronnego systemu malarskiego.

Cała powierzchnia podlega najpierw obróbce strumieniowo-ściernej celem usunięcia całej starej powłoki i oraz rdzy a następnie powierzchnia jest przemalowywana z wykorzystaniem oryginalnego ochronnego systemu malarskiego.

## 10. Wytyczne dotyczące bezpieczeństwa mające zastosowanie w pracach malarskich

Wiele materiałów stosowanych w pracach malarskich zawiera substancje szkodliwe dla zdrowia, a zatem z farbami należy obchodzić się ostrożnie, stosując wszystkie odpowiednie środki ostrożności i zabezpieczenia. Podczas przenoszenia łatwopalnych farb, szczególną uwagę należy zwrócić na uziemienie, aby uniknąć pożaru lub wybuchu z powodu elektryczności statycznej.

W planowaniu i wdrażaniu odpowiednich metod pracy i środków ostrożności, muszą być uwzględniane warunki lokalne, metody pracy oraz rodzaje używanych farb, a także wymagania dotyczące konstrukcji, które będą powlekane. Należy opracować szczegółowe, dostosowane do warunków lokalnych zalecenia dotyczące BHP na stanowisku pracy- zalecenia te należy opracować bazując na wytycznych dotyczących ogólnych zasad bezpieczeństwa zawodowego, które przedstawiono poniżej.

Przed rozpoczęciem prac malarskich zawsze należy zapoznać się z kartami charakterystyki substancji niebezpiecznych (ang. MSDS). Także specyfikacje techniczne nieraz zawierają elementarne informacje z zakresu BHP. Przykładowo opisują:

- odpowiedni sprzęt ochronny
- Prawidłowe wyposażenie bezpieczeństwa
- Wymagania i ograniczenia obowiązujące na danym stanowisku/środowisku pracy
- Informacje o wszelkich zagrożeniach, jakie produkt może powodować
- Wytyczne działania w razie wypadku lub obrażenia ciała (**I pomoc**)

### Organizacja stanowiska pracy

Właściwa organizacja stanowiska pracy powinna być wykorzystywana do zasad ogólnego bezpieczeństwa pracy:

- Wydzielenie stanowiska roboczego ma na celu umożliwienie dostępu tylko osobom upoważnionym,
- Utrzymywanie czystości na stanowisku pracy; może być ułatwione przez zastosowanie osłon z papieru lub podobnego materiału jednorazowego użytku – łatwego do sprzątnięcia. Odpadki należy składać do szczelnego pojemnika a zużyte substancje stwarzające zagrożenie przechowywać w pomieszczeniach zamykanych (**i wentylowanych**)
- Magazynowanie materiałów; materiały powinny być składowane tylko w małych ilościach w okolicach stanowiska roboczego. Przy przechowywaniu składowania cieczy palnych muszą być przestrzegane ograniczenia i przepisy prawne (więcej szczegółowych informacji; Dyrektywa ATEX 94/9/EC). Otwarte pojemniki oraz naczynia nie mogą być składowane w rejonach, gdzie praca jest wykonywana.
- Wentylacja rejonu magazynowania materiałów oraz wykonywania pracy jest jednym z głównych warunków mających wpływ na bezpieczeństwo pracy przy malowaniu konstrukcji/installacji przemysłowych oraz na innych stanowiskach. Centralna ogólna wentylacja może być uzupełniona przez lokalne urządzenia (**wyciągi, urządzenia nawiewne, klimatyzatory itp.**) stałe lub przenośne, respiratory, dmuchawy, rękawy wentylacyjne itp.
- Celem utrzymania higieny należy zapewnić regularne dostawy odpowiednich środków czystości, także środki piorące - osobiste i/lub depozytowe.

### Aplikacja

Dozowanie farby, rozcieńczanie i mieszanie prowadzi się w pobliżu miejsca, gdzie malowanie będzie stosowane. Należy unikać rozpryskiwania tych substancji. W razie potrzeby (zwłaszcza podczas mieszania), należy stosować osłanianie rejonu lub urządzenia mieszającego. Przy malowaniu dużych gabarytów przemysłowych (zbiorniki, rurociągi) należy stosować automatyczne urządzenia dozujące lub zaopatrzone w osłony. Podczas dozowania cieczy palnych, należy eliminować elektryczność statyczną poprzez uziemianie.

*Nakładanie farby szczołką, wałkiem lub szpachelką stwarza mniejsze zagrożenie niż natryskiwanie. Należy stosować odpowiednie ubranie i rękawice ochronne, aby uniknąć narażenia skóry na rozprysk wody lub innych substancji (farba, rozcieńczalnik) lub pozostałości. W razie potrzeby, dla bezpieczeństwa należy stosować okulary lub maski chroniące twarz. Przy posługiwaniu się wałkiem malarskim, właściwa wentylacja zapewnia niski poziom lotnych związków organicznych (ang. VOC). Jeśli zawartość VOC w gazach, aerozolach i odgazach jest zbyt wysoka, wtedy przy pracach malarskich trzeba stosować maskę lub aparat oddechowy z filtrem.*

*Przy stosowaniu malowania natryskowego stopień narażenia jest zmienny. W takim przypadku, użycie maski a często aparatu oddechowego z pochłaniaczem (respiratora) staje się koniecznością.*

Respirator musi być również używany podczas natryskiwania konstrukcji farbami wodorozcieńczalnymi. W takim przypadku, respirator musi zawierać przynajmniej wkładkę odpylającą, najlepiej eliminującą zarówno pył jak i dym. Podczas natrysku farbami rozpuszczalnikowymi, pochłaniacz musi być dostosowany do takiego rodzaju zanieczyszczeń. Jeżeli natryskiwanie jest wykonywane w pomieszczeniach, w których brak wentylacji mechanicznej lub jest ona niewystarczająca należy stosować pochłaniacze lub aparaty oddechowe z niezależnym zasilaniem w powietrze – można także stosować specjalne kaptury z dostarczaniem powietrza, powinny one osłaniać twarz i szyję.

Przy natrysku skóra jest bardzo narażona – należy stosować ubranie i rękawice ochronne.

Należy stosować cienkie bawełniane rękawice ochronne. Pielęgnacja skóry jest skuteczniejsza, gdy odpowiednie kremy są używane.

Zagrożenia pożarem i wybuchem stanowią częste przypadki w operacji malowania natryskowego. Zagrożenia te mogą być wyeliminowane poprzez właściwe uziemienie zarówno podczas aplikacji jak i mycia urządzenia natryskującego.

### **Piaskowanie/szlifowanie**

Kurz i/lub pył towarzyszący tym procesom, zwłaszcza przy usuwaniu warstwy farby, może podrażniać drogi oddechowe, skórę i oczy. Dobrze zaprojektowane elastyczne rękawy lub wyciąg bezpośrednio podłączony do urządzenia znacznie zmniejsza pylenie. Także stosowanie piaskowania na mokro znacznie zmniejsza ilość pyłu. W razie potrzeby muszą być stosowane respiratory wyposażone w filtry pyłu, a także odpowiednia odzież ochronna.

### **Oczyszczanie pneumatyczne strumieniowo-ściernie**

Podczas oczyszczania powierzchni tą metodą należy bezwzględnie stosować specjalny kaptur z wizjerem oraz doprowadzeniem świeżego powietrza.

Skóra narażona na wpływ pyłów musi być zabezpieczona przez odzież ochronną, specjalne rękawice i buty ochronne.

Należy zapobiegać przedostaniu się pyłu pod odzież, rękawy należy dobrze zapinać, w razie potrzeby obwiązać taśmą, podobnie postąpić z nogawkami spodni.

### **Osobiste wyposażenie ochronne**

W pracach malarsko- lakierniczych, obszarami ciała, które szczególnie powinny być chronione są zwykle oczy, drogi oddechowe i skóra:

- Okulary ochronne: Jeżeli brak maski oddechowej, typowo stosowanej w pracach malarskich, z filtrem oczyszczającym powietrze i zapewniającym ochronę dla oczu, wówczas zalecana jest ochrona oczu przy użyciu okularów ochronnych.

- Rękawice ochronne: Podczas przenoszenia farb, rozcieńczalników lub żywic, rękawice do chemikaliów należy stosować rękawice, wykonane z lateksu lub kauczuku nitrylo-butyłowego. Pod te rękawice, z tworzyw sztucznych, należy używać cienkie rękawice bawełniane, w celu zapobieżeniu podrażnieniu skóry w wyniku pocenia. Podczas oczyszczania strumieniowo-ściernego należy stosować rękawice, specjalnie zaprojektowane w tym celu.

- Odzież ochronna: W większości przypadków, pełne kombinezony ochronne, korzystnie wykonane z bawełny, mogą być stosowane w pomieszczeniach, gdzie występuje zagrożenie pożaru lub wybuchu. W razie potrzeby, mogą być stosowane nieprzepuszczalne fartuchy ochronne, kaski, osłony kolan lub zabezpieczenia nadgarstków. W razie konieczności, dodatkowy, jednorazowy kombinezon ochronny może być nakładany na kombinezon roboczy.

- Kremy ochronne: Stosowanie kremu ochronnego zalecane jest w przypadku narażenia skóry na podrażnienia. Kremy ochronne ułatwiają zmiękczenie, nawilżenie i oczyszczanie skóry.

- Respiratory: zalecane do stosowania w przypadku, gdy szkodliwe pyły lub dymy nie mogą być skutecznie wyeliminowane ze stanowiska pracy za pomocą istniejącej wentylacji.

- przy piaskowaniu; maska z filtrem oczyszczającym powietrze i odpylającym typu P2 lub P3

- przy myciu i stosowaniu szczotki, wałka albo szpatełki; maska z filtrem oczyszczającym powietrze i filtrem odgazów, typu A

- podczas malowania natryskowego, maska z filtrem oczyszczającym powietrze oraz filtracją złożoną; typ A2P3

- podczas malowania natryskowego, dozowania pneumatycznego lub grawitacyjnego; maska z filtrem oczyszczającym powietrze lub specjalny kaptur; przy oczyszczaniu pneumatycznym strumieniowo-ściernym – specjalny kask ochronny.

Szczegółowe informacje na temat środków bezpieczeństwa i ochrony wymagane podczas przenoszenia produktów są dostępne w kartach charakterystyki substancji niebezpiecznych danego produktu.

### **Higiena osobista**

Higiena osobista stanowi integralną element bezpieczeństwa pracy. Podczas przemieszczania się z jednego stanowiska roboczego w inne miejsce zalecane jest zachowanie higieny osobistej a nawet zmiana ubrania. Stosowanie kremów ochronnych ułatwia oczyszczanie skóry. Po zakończeniu dnia pracy, ręce po umyciu należy smarować kremem, aby zapobiec nadmiernemu wysuszeniu skóry.

### **Dodatkowe informacje**

Więcej informacji na temat bezpiecznego obchodzenia się z substancjami chemicznymi; można uzyskać w ECHA, European Chemicals Agency ([www.echa.europa.eu](http://www.echa.europa.eu)).

# 11. Wykaz norm

ISO 12944-1

Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.  
Część 1: Ogólne wprowadzenie

ISO 12944-2

Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.  
Część 2: Klasyfikacja środowisk

ISO 12944-3

Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.  
Część 3: Zasady projektowania

ISO 12944-4

Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.  
Część 4: Rodzaje powierzchni oraz sposoby przygotowania powierzchni

ISO 12944-5

Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.  
Część 5: Ochronne systemy malarskie

ISO 12944-6

Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.  
Część 6: Laboratoryjne metody badań właściwości

ISO 12944-7

Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.  
Część 7: Wykonywanie i nadzór prac malarskich

ISO 12944-8

Farby i lakiery. Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich.  
Część 8: Opracowanie dokumentacji dotyczącej nowych prac malarskich I renowacji

## **Normy dotyczące przygotowania podłoża**

ISO 8501-1

Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów  
Wzrokowa ocena czystości powierzchni

Część 1: Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niezabezpieczonych podłoży stalowych oraz podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok

ISO 8501-2

Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów  
Wzrokowa ocena czystości powierzchni

Część 2: Stopnie przygotowania wcześniej pokrytych podłoży stalowych po miejscowym usunięciu wcześniejszych powłok

ISO 8501-3

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

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 związane z czyszczeniem strumieniem wody pod wysokim ciśnieniem



ISO 8504-1

Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów

Metody przygotowania powierzchni

Część 1: Ogólne wprowadzenie

ISO 8504-2

Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów

Metody przygotowania powierzchni

Część 2: Obróbka strumieniowo-ścierna

ISO 8504-3

Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów

Metody przygotowania powierzchni

Część 3: Czyszczenie ręczne i narzędziem z napędem mechanicznym

### **Normy dla określenia właściwości podłoża (chropowatość i obecność kurzu, soli lub innych zanieczyszczeń)**

ISO 8502-3

Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów

Badania służące do oceny czystości powierzchni

Część 3: Ocena pozostałości pyłu na powierzchniach stalowych przygotowanych do malowania (metoda z taśmą samoprzylepną)

ISO 8502-6

Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów

Badania służące do oceny czystości powierzchni

Część 6: Ekstrakcja rozpuszczalnych zanieczyszczeń do analizy - Metoda Bresle'a

ISO 8502-9

Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów

Badania służące do oceny czystości powierzchni

Część 9: Terenowa metoda konduktometrycznego oznaczania soli rozpuszczalnych w wodzie

ISO 8503-2

Przygotowanie podłoża stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów

Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoża stalowych po obróbce strumieniowo-ścierniej

Część 2: Metoda stopniowania profilu powierzchni stalowych po obróbce strumieniowo-ścierniej

Sposób postępowania z użyciem wzorca

### **Normy dotyczące oznaczania grubości powłoki, przyczepności i inne właściwości użytkowych**

ISO 19840

Farby i lakiery - Ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich -

Pomiar i kryteria przyjęcia grubości suchych powłok na chropowatych powierzchniach

ISO 2808

Farby i lakiery - Oznaczanie grubości powłoki

ISO 2409

Farby i lakiery - Badanie metodą siatki nacięć

ISO 4624

Farby i lakiery - Próba odrywania do oceny przyczepności

ISO 2813

Farby i lakiery - Oznaczanie połysku zwierciadlanego niemetalicznych powłok lakierowych pod kątem 20

stopni, 60 stopni i 85 stopni

### **Normy dotyczące oznaczania i oceny degradacji powłok**

ISO 4628-1

Farby i lakiery - Ocena stopnia zniszczenia powłok lakierowych

Określanie intensywności, ilości i rozmiaru podstawowych rodzajów uszkodzenia

Część 1: Ogólne zasady i schematy klasyfikacji

ISO 4628-2

Farby i lakiery -- Ocena zniszczenia powłok -- Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wygładzie -- Część 2: Ocena stopnia spęcherzenia

ISO 4628-3

Farby i lakiery -- Ocena zniszczenia powłok -- Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wygładzie -- Część 3: Ocena stopnia zardzewienia

ISO 4628-4

Farby i lakiery -- Ocena zniszczenia powłok -- Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wygładzie -- Część 4: Ocena stopnia spękania

ISO 4628-5

Farby i lakiery -- Ocena zniszczenia powłok -- Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wygładzie -- Część 5: Ocena stopnia złuszczenia

ISO 4628-6

Farby i lakiery -- Ocena zniszczenia powłok -- Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wygładzie -- Część 6: Ocena stopnia skredowania metodą taśmy

ISO 4628-7

Farby i lakiery -- Ocena zniszczenia powłok -- Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wygładzie -- Część 7: Ocena stopnia skredowania metodą aksamitu

ISO 4628-8

Farby i lakiery -- Ocena zniszczenia powłok -- Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wygładzie -- Część 8: Ocena stopnia odwarstwienia i skorodowania wokół rysy

ISO 4628-10

Farby i lakiery -- Ocena zniszczenia powłok -- Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wygładzie -- Część 10: Ocena stopnia korozji nitkowej

#### **Normy stosowane w Szwecji**

BSK-07 Boverkets handbook om stålkonstruktioner

**W Szwecji, w procesach przemysłowych stosuje się normy przyjęte przez Skogsindustriella Standardiseringsgruppen (SSG).**

SSG 1000E-8

Projektowanie i nabywanie ochronnych systemów malarskich. Przepisy ogólne.

SSG 1001E

Wytyczne dla projektowania i nabywania ochronnych systemów malarskich

SSG 1005E

Systemy wstępnego malowania metali

SSG 1006

Farby do ochrony metali przed korozją.

SSG 1007E-6

Kolory farb wykończeniowych na metalach

SSG 1008E-2

Planowanie i zakup pojedynczego urządzenia do cynkowania ogniowego

SSG 1009E-9

Systemy wstępnego malowania ogniowo ocynkowanej stali powlekanej

SSG 1010E-8

Zestawy do malowania (renowacji) materiałów metalicznych

SSG 1011E-6

Renowacyjne malowanie powierzchni metalowych. Metody oczyszczania powierzchni przed malowaniem.

SSG 1012E-9

Wybór systemu malarskiego

SSG 1017E-5

Zalecenia dotyczące kontroli prac malarskich

SSG 1021E-5

Farby do ochrony metali. Dwuskładnikowy podkład epoksydowy lub poliuretanowy GA, GK, GS

SSG 1022E-5

Farby do ochrony metali. Proszek cynkowy jako składnik epoksydowego pigmentowanego podkładu GB, GZ

SSG 1023E-5

Farby do ochrony metali. Podkład akrylowy lub winylowy GE, GL

SSG 1024E-5

Farby do ochrony metali. Olej łagodny dla powierzchni lub podkład alkidowy na bazie oleju GM, GP

SSG 1025E-4

Farby do ochrony metali. Dwuskładnikowy podkład GR na bazie estru, zawierający tlenek etylenu

SSG 1026E-4

Farby do ochrony metali. Dwuskładnikowy lakier epoksydowy lub poliuretanowy TA, TB, TD

SSG 1027E-4

Farby do ochrony metali. Akrylowe lub winylowe farby nawierzchniowe TE, TL

SSG 1028E-4

Farby do ochrony metali. Farba nawierzchniowa alkidowa TM, TP

SSG 1029E-4

Farby do ochrony metali. Dwuskładnikowa farba wierzchniego krycia, TR, zawiera ester oksyetylenowany

SSG 1030E-4

Farby do ochrony metali. Bezropuszczalnikowa epoksydowa farba wierzchniego krycia, TF, TG, zawiera ester winylowy lub poliester

## 12. Problemy podczas prac malarskich – usterki i proponowane sposoby eliminacji

Wpis w rubryce "potencjalna przyczyna" nie obejmuje ukrytej wady materiału malarskiego.

PROBLEM	POTENCJALNA PRZYCZYNA	OBJAWY	PROPONOWANE ROZWIĄZANIE PROBLEMU
<b>Materiały Ciekłe</b>			
Sedymentacja	przekroczony okres trwałości lub zbyt wysoka temperatura przechowywania Narażenie na wibracje podczas transportu. Rozcieńczenie.	Niedokładne wymieszanie powoduje: - Nierównomierne rozmieszczenie pigmentu - Nierównomierny połysk - Smugowanie - Słaby film i nieprzezroczystość	Farba musi być przechowywana w chłodnym miejscu. Farba musi być dobrze mieszana przed użyciem, także w dolnej warstwie W trakcie prac malarskich musi być dobra sedymentacja i monitorowanie
Kożuszenie	Farba składowana zbyt długo w pojemniku bez próżni temperatura przechowywania zbyt wysoka.	Część farby złej jakości Niezadowolające wykończenie, jeżeli zmieszają się warstwę kożucha z farbą. Zatykanie filtra natryskiwacza	Przechowywanie gotowej mieszanki zbyt długo w zamkniętym, pełnym pojemniku. Jeżeli otwarty pojemnik nie jest pełny, to nalać na wierzch niewielką ilość rozcieńczalnika i zamknąć pojemnik.  Farba musi być składowana w chłodnym miejscu, a przed aplikacją przesiana..
Natrysk i warstwa "Skórka pomarańczy" (chropowatość)	Wadliwy rozcieńczalnik Lub metoda za duża lepkość podczas natrysku	Film nie jest gładki	Po dobraniu lepszego rozcieńczalnika dobrać właściwe rozcieńczenie, aby poprawić lepkość.
Porowatość Wżery	Wadliwy rozcieńczalnik Zapowietrzona farba Powietrze zawilgocone Film za cienki lub za gruby. Za szybkie schnięcie. Podłoże wżerowe, porowate.	film jest porowaty, podatny na plamienie.	Po dobraniu lepszego rozcieńczalnika dobrać właściwe rozcieńczenie, pod kątem warunków aplikacji i grubości filmu. Przy podłożu porowatym stosować farbę + rozcieńczalnik (zagruntowanie).
Niejednolity połysk	Wadliwy rozcieńczalnik. Nierówne podłoże (wypełnione plamami) Nierówny rozpliw. Podłoże porowate.	Wykończenie smuguje	Po dobraniu lepszego rozcieńczalnika dobrać właściwe rozcieńczenie . Przed przemalowaniem zalatać ubytki lub wgłębienia porowate, Jednolicie pokryć.

PROBLEM	POTENCJALNA PRZYCZYNA	OBJAWY	PROPONOWANE ROZWIĄZANIE PROBLEMU
Nadmierne schnięcie	Zbyt szybkie rozcieńczenie. Mała Wilgotność względna (farby wodorozcieńczalne).	Film powstaje trudno Nierówny połysk Farba zapyłona	Dodać rozcieńczalnik. Zwiększyć Wilgotność względną farby wodorozcieńczalne).
Zbyt wolne schnięcie	Brak utwardzacza Film zbyt gruby Świeża powłoka. Wpływ deszczu , mgły, wilgoci lub zimna. Podłoże nierówne lub zaolejone. Podłoże posiada plastyfikator	Film nadal lepki i wiąże brud. Słaba trwałość	Farbę przechować, zmieszać i stosować zgodnie z zaleceniami producenta Dobrze wysuszyć zagruntowanie Dodać farbę o właściwej lepkości na suche podłoże w zalecanych Warunkach..
Szybka korozja punktowa	Aplikacja przy >wilgoci Film zbyt gruby lub niewłaściwa inhibicja	Natychmiast po dodaniu farby (wodorozc) szybka, niewielka rdza Widoczna jako brunatne plamki	Uwzględnić zalecenia nt grubości filmu. Stosować właściwą technikę. Zwiększyć wentylację
Wybrzuszenia	Podłoże zagruntowane pęcznieje. .	Film odkleja się od podłoża.	Unikać silnych rozpuszczalników, t. Skorygować stan wierzchniej warstwy.
Odklejanie powierzchniowe	Zanieczyszczone farby i narzędzia, Brudne, zapyłone podłoże. Niedobry rozcieńczalnik, może powodować flokulację składników farby. Pył z opiaskowania. Zbyt szybkie schnięcie.	Niezadawalający wygląd.	Przesiać farbę. Umyć narzędzia. Oczyścić podłoże Użyć właściwy rozcieńczalnik Wymieszać farbę przed naniesieniem Unikać napyłania na świeżą powłokę
Zmarszczenia	Film zbyt gruby.	Silne plamienie Słabe tworzenie filmu.	Użyć dobrego zagruntowania. Stosować film dobrej grubości i dobry czas utwardzenia
“Firankowanie”	Film zbyt gruby. Niska temp. aplikacji. Nadmiar rozcieńcz.	Niezadawalający wygląd	Dogadać cieńszy film Farbę przechować w cieplejszych warunkach. Mniej rozcieńczalnika do farby
Zacieki	Rozpuszczony pigment Migruje z zagruntowanego podłoża do powierzchni Zacieki smołowate	film zmienia odcień lub jest nakrapiany	Dobrać lepszą wierzchnia powłokę Nie powlekać smołowatych warstw farbą

PROBLEM	POTENCJALNA PRZYCZYNA	OBJAWY	PROPONOWANE ROZWIĄZANIE PROBLEMU
	Farba za twarda (krucha) na to podłoże Zmiany temperatury. System niewłaściwy.	film pęka do podłoża lub do poprzedniej warstwy	Sprawdzić przydatność systemu U producenta.
Złuszczenia	Farba położona na podłożu wilgotne lub zaolejone, złuszczone lub zadrzewione . Aplikacja w złych warunkach Farba mieszana lub rozcieńczona źle. System niewłaściwy względem podłoża. .	Film lub jego część odkleja się od podłoża I ochrona antykorozyjna słabnie	Oczyść powierzchnię dobrze. Nakładać farby na sucho Podłoże w wystarczające, gdy wysoka temperatura otoczenia. Dodać farbą zgodnie z instrukcjami producenta w proporcji mieszania, aplikacja pod kątem grubości warstw. Wybierz system malowania nadający się do podłoża .
Rozwarstwianie	Poprzednia powłoka zabrudzona farba niewłaściwa zła aplikacja	film całkowicie się rozwarstwa . wygląd I trwałość zła	Oczyść podłoże z brudu , tłuszczu i soli. Powierzchnie twarde trzeba oszlifować .Stosować właściwy rozcieńczalnik
Pęcherzenie powłoki - powłok po pewnym czasie	Zły rozcieńczalnik. I wilgotność Film zbyt gruby lub za cienki. Zawilgocony film. Rdza pod powłoką. Pęcherzenie katodowe. Brudne podłoże	film odklejają się od podłoża tworząc pęcherze	Malować tylko w dobrych warunkach i dobrymi farbami. Oczyść powierzchnię ostrożnie. Use paints that Stosować farby kompatybilne z ochroną katodową.
Kredowanie	Za słaby wpływ UV .	pigment odkleja się od podłoża – rozkład środka wiążącego .	wybierz farbę odporną na UV
Słaba ochrona antykorozyjna	System niewłaściwy Film zbyt cienki. Niewłaściwe przygotowanie podłoża. Zła aplikacja	Tworzy się rdza	Wybierz odpowiedni system lakierniczy dla struktury . stosuj wytyczne producenta.
Słaba wodoodporność	System niewłaściwy za krótki czas schnięcia	Krople deszczu powodują blaknięcie	Wybierz odpowiedni system lakierniczy dla struktury . Stosuj wytyczne producenta odnośnie preparatyki i warunków aplikacji
Powłoka powoduje plamienie	Powłoka ulega kredowaniu. Wpływ niektórych jasno- czerwonych pigmentów	Powłoka powoduje plamy Przy potarciu o tkaninę.	Wybrać bardziej odpowiedni pigment

## 13. Przyszłość antykorozyjnych prac malarskich

W najbliższych latach, branża antykorozyjnych prac malarskich będzie musiała zmierzyć się zarówno z oczekiwaniami klientów dotyczących rosnącej wydajności oraz czasów poszczególnych cykli, a także z ustawowymi ograniczeniami nałożonymi na branżę lakierniczą, takimi jak dyrektywy i regulacje w zakresie LZO.

Krótki czas utwardzania, który pozwoliłby na przewóz i pakowanie produktu niedługo po powlekanii, to poważne wyzwanie dla badań i rozwoju materiałów malarskich. W przypadku wielu rodzajów farb zostały poczynione pozytywne odkrycia, ale, na przykład, w zakresie farb wodorozcieńczalnych jest jeszcze wiele do zrobienia. Z drugiej strony, pomysł zmniejszenia ilości oraz/lub grubości warstw lakieru bez jednoczesnego wpływu na zachowanie ochrony antykorozyjnej systemu malarskiego, oferuje jedną z potencjalnych dróg skrócenia czasów realizacji prac.

Dyrektywa Unii Europejskiej (1999/13/EC), która została przyjęta w 1999 roku, całościowo określa emisję lotnych związków organicznych (LZO) oraz związane z nimi ograniczenia w emisji, a także wymaga od krajów członkowskich wprowadzenie regulacji wewnętrznych zmierzających do zredukowania emisji rozpuszczalników.

Dekret LZO wymaga od obiektów przemysłu lakierniczego, aby obliczały swoją całkowitą roczną emisję rozpuszczalników. Jeśli wysokość emisji rocznej wynosi między 5 000 a 15 000 kilogramów, obiekt ten musi zostać zarejestrowany w systemie informacyjnym administracji ochrony środowiska. Jeśli wysokość emisji rocznej przekracza 15 000 kilogramów, obiekt ten nie tylko musi się zarejestrować, ale także wystąpić o pozwolenie środowiskowe.

Obiekt może znacznie zmniejszyć swą emisję LZO, decydując się na użycie farb proszkowych, bezrozpuszczalnikowych, wodorozpuszczalnych, lub farb o wysokiej zawartości ciał stałych.

## Farby wodorozpuszczalne i o wysokiej zawartości ciał stałych

Zawartość LZO farb można porównać na podstawie zawartości LZO (g/l) wskazanej na etykiecie z danymi produktu. Wartości wymagane do oceny (decree) LZO można obliczyć na podstawie zawartości ciał stałych w farbie (g/l).

Antykorozyjne farby i lakiery wodorozpuszczalne są dostępne na rynku od ponad 20 lat. Przykładowo, wodorozpuszczalna TEKNOPOX AQUA PRIMER 3, wyprodukowana przez firmę Teknos to podkład epoksydowy, przeznaczony do ochrony antykorozyjnej. Farba ta jest dostępna również w barwionej wersji MIOX.

Wodorozpuszczane poliuretanowe farby nawierzchniowe z gamy TEKNODUR AQUA 3390 są odpowiednie do aplikacji wraz z wodorozpuszczalnymi podkładami epoksydowymi.

Teknos pracował również bardzo aktywnie nad wodorozpuszczalnymi farbami i lakierami ochrony antykorozyjnej w jednym dla celów przemysłowych. W charakterze przykładu można tu podać gamę TEKNOCRYL AQUA COMBI 2780. Jest to farba zapewniająca łatwe rozpylanie oraz doskonałą ochronę jakichkolwiek powierzchni stalowych.

Farby i lakiery o wysokiej zawartości ciał stałych zaczynają mieć znaczący udział w antykorozyjnych pracach malarskich.

Poliuretanowe farby o wysokiej zawartości ciał stałych z gamy TEKNODUR COMBI 3560 to najwyższe osiągnięcie w zakresie rozwoju produktów przemysłu lakierniczego. Mają one krótki czas utwardzania, są proste w aplikacji, a ich wartości emisji LZO są bardzo niskie.

## Lakiery proszkowe

Całkowicie wolne od ciał stałych oraz przyjazne środowisku lakiery proszkowe INFRALIT są dostępne na rynku od ponad 40 lat. Lakiery proszkowe INFRALIFT nie zawierają lotnych związków organicznych i są całkowicie zgodne z dyrektywą Unii Europejskiej dotyczącą LZO (1999/13/EC).

Lakiery proszkowe INFRALIT są również zgodne z dyrektywą Unii Europejskiej 2002/95/EC, jako wprowadzone i rekomendowane w dyrektywie 2005/618/EC, która określa ograniczenia dotyczące produktów w przemyśle elektrycznym w zakresie zawartości ołowiu, związków chromu (VI), merkurego, kadmu, wielobromku bifenyłu (PBB) oraz polibromowanych difenyloeterów (PBDE).

Bogate w cynk lakiery proszkowe, jakie znamy dziś, (INFRALIT EP 8026-05 oraz INFRALIT PE 8316-05) są wyjątkiem od tego, co zostało napisane wyżej, ponieważ mogą one zawierać jako zanieczyszczenie cynku kadm, stanowiący ponad 0,01 procent wagi oraz/lub ołów stanowiący ponad 0,1 procent wagi.

Zarówno w przypadku lakiernictwa przemysłowego, jak i antykorozyjnych prac malarskich, lakier proszkowy INFRALIT stanowi opcję zapewniającą dobrą relację jakość-wydajność-cena. Teknos Oy opracował systemy malowania proszkowego, które zostały przetestowane zgodnie normą ISO 12944. Wspomniane uprzednio systemy Teknos oferują prawdziwą alternatywę dla wielu uznanych systemów malowania mokrego będących w obiegu krajowym i międzynarodowym.



Projekt			
Nazwa właściciela			
Lokalizacja			
Element składowy			
Środowisko			
Rysunek nr./obszar			
Ochronny system malarski			
Nr system malarskiego.: (ISO 12944-5)		Wymagana trwałość (ISO 12944-5)	

## WNIOSEK

Stopień przygotowania powierzchni:

Typ gruntu prefabrykacyjnego (jeśli stosowany):

Producent farby:

Obszar, m<sup>2</sup>:

OCHRONNY SYSTEM MALARSKI	Nominalna grubość suchej warstwy $\mu\text{m}$	Interwał między warstwami		Czas schnięcia przy ..... °C,h
		min., h	max., h	
1. warstwa				
2. warstwa				
3. warstwa				
4. warstwa				

## WNIOSEK TERENU

Stopień przygotowania powierzchni:

Zaprawka:

Całkowity:

Producent farby:

Obszar, m<sup>2</sup>:

OCHRONNY SYSTEM MALARSKI	Nominalna grubość suchej warstwy $\mu\text{m}$	Interwał między warstwami		Czas schnięcia przy ..... °C,h
		min., h	max., h	
1. warstwa				
2. warstwa				
3. warstwa				
4. warstwa				
5. warstwa				
6th coat				
Total				



**Specyfikacja ochronnych systemów malarskich – Renowacja**

 FORMULARZ185  
 Wersja  
 Strona

Projekt				
Nazwa właściciela				
Lokalizacja				
Element składowy				
Środowisko				
Rysunek nr./obszar				
Ochronny system malarski				
Nr system malarskiego.: (ISO 12944-5)		Wymagana trwałość (ISO 12944-5)		
<b>WNIOSEK SKLEPU</b>				
Stopień przygotowania powierzchni:				
Typ gruntu prefabrykacyjnego (jeśli stosowany):				
Producent farby:		Obszar, m <sup>2</sup> :		
OCHRONNY SYSTEM MALARSKI	Nominalna grubość suchej warstwy μm	Interwał między warstwami		Czas schnięcia przy ..... °C,h
		min., h	max., h	
5. warstwa				
6. warstwa				
7. warstwa				
8. warstwa				
Całkowicie				
NOTE: For touch-up of damage, see "site application" below.				

<b>WNIOSEK TERENU</b>				
Stopień przygotowania powierzchni:				
Zaprawka:				
Całkowity:				
Producent farby:		Obszar, m <sup>2</sup> :		
OCHRONNY SYSTEM MALARSKI	Nominalna grubość suchej warstwy μm	Interwał między warstwami		Czas schnięcia przy ..... °C,h
		min., h	max., h	
6. warstwa				
7. warstwa				
8. warstwa				
9. warstwa				
10. warstwa				
6th coat				
Total				



## Progres prac malarskich oraz warunki aplikacji

Projekt  Obrazek nr  Element składowy  Komentarze	Plan ochrony antykorozyjnej nr _____	Pozycja nr  Obszar  Nadzorowany przez  Pomalowany przez	Podpis/ inicjały
Data	Godzina	Typ pracy (np. przygotowanie powierzchni Aplikacja gruntowania Warstwy, warstwy pośrednie Warstwy zewnętrzne)	Zastosowane metody
Ogólne warunki pogodowe	Temperatura powietrza ° - Struktura element składow -	Względna wilgotność powietrza %	Punkt rosy ° -
Oczyszczanie	Oznaczenie Farby nr	Kolor	Uwagi (np. Inorma ISO, Przygotowanie powierzchni, stopień, wyjątki)
Miejsce	Data	1. podpis	2. podpis  3. podpis



# Formularz zalecany do raportów w zakresie obszarów odniesienia

FORMULARZ 187  
Wersja1/0599  
Strona 1 (2)

Właściciel														
Specyfikator														
Projekt														
Element składowy														
	Przedsiębiorstwo	Vastuuhenkilö												
Przygotowanie powierzchni:														
Prace malarskie:														
Dostawca materiałów malarskich:														
Obszar odniesienia <sup>1)</sup> Lokalizacja i oznaczenie:		Wielkość, w m <sup>2</sup>												
<p>Oryginalne warunki powierzchni:</p> <p>Niepolakierowana powierzchnia (informacja zgodna z ISO 8501-1)</p> <p>Stopień korozji      A      B      C      D</p> <p>Informacja dodatkowa:</p>														
<p>Powierzchnia stalowa cynkowana, jeśli występuje jedno z poniższych:</p> <p>Powierzchnia cynkowana ogniowo</p> <p>Powierzchnia natrykiwana termicznie</p> <p>Powierzchnia galwaniczna</p> <p>Korozja cynku (np. biała rdza)      TAK      NIE</p> <p>Informacje dodatkowe:</p>														
<p>Powierzchnia pomalowana</p> <table border="1"> <tr> <td>Typ(y) pokrycia (w tym, grubość i wiek, jeśli są znane):</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Stopień zardzewienia zgodnie z ISO 4628-3:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Stopień spęcherzenia zgodnie z ISO 4628-2:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Stopień spękania zgodnie z ISO 4628-4:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Stopień łuszczenia zgodnie z ISO 4628-5:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Informacje dodatkowe:</td> <td></td> </tr> </table>			Typ(y) pokrycia (w tym, grubość i wiek, jeśli są znane):		Stopień zardzewienia zgodnie z ISO 4628-3:		Stopień spęcherzenia zgodnie z ISO 4628-2:		Stopień spękania zgodnie z ISO 4628-4:		Stopień łuszczenia zgodnie z ISO 4628-5:		Informacje dodatkowe:	
Typ(y) pokrycia (w tym, grubość i wiek, jeśli są znane):														
Stopień zardzewienia zgodnie z ISO 4628-3:														
Stopień spęcherzenia zgodnie z ISO 4628-2:														
Stopień spękania zgodnie z ISO 4628-4:														
Stopień łuszczenia zgodnie z ISO 4628-5:														
Informacje dodatkowe:														
<p>Przygotowanie powierzchni:</p> <p>Stopień przygotowania (ISO 8501-1 / ISO 8501-2)    Sa 1    Sa 2    Sa 2½    Sa 3    PSa 2  PSa 2½    PSa3    St 2    St 3    PSt 2  PSt 3    PMa    FI</p> <p>Inne uzyskane informacje związane z metodą i stopniem przygotowania<sup>2)</sup></p>														
<p>Uwagi:</p>														
<p><sup>1)</sup> Wypełnić nowy arkusz dla każdego obszaru odniesienia.</p> <p><sup>2)</sup> Np. dla stopni przygotowania St 2 i St 3, czy zostały użyte narzędzia ręczne lub elektryczne.</p>														





	1 Grunt prefabrykacyjny	2 Powłoka gruntująca	3 <sup>3)</sup>	4 <sup>3)</sup>	5 <sup>3)</sup>	6 Powłoka wierzchnia
Materiał malarski — Producent — Nazwa firmy — Partia oraz/lub nr produkcyjny						
Kolor <sup>4)</sup>						
Metoda aplikacji <sup>5)</sup>						
Temperatura powietrza, °C						
Wilgotność względna %						
Temperatura powierzchni, °C						
Punkt rosy, °C						
Warunki pogodowe (krótki opis)						
Rozcieńczalnik (typ i ilość)						
materiału malarskiego, jeśli został dodany						
Przeciętna grubość powłoki, μm <sup>6)</sup> — mokrej użyte instrumenty — suchej użyte instrumenty						
Inne pomiary, jeśli wskazano <sup>6)</sup>						
Data Godzina						
Lokalizacja prac malarskich <sup>7)</sup>						
Nazwa(y) firmy						
Podpis(y) osób odpowiedzialnych						

<sup>3)</sup> Możliwe dalsze działania, np. aplikacja kolejnych warstw, ochrona brzegów <sup>4)</sup> Lista poszczególnych pomiarów na osobnym arkuszu. <sup>5)</sup> Patrz: ISO 12944-7, podpunkt 5.3.

<sup>7)</sup> Np. huta stali, warsztat, lub na miejscu.





Teknos to innowacyjny producent farb i pionier w branży farb i lakierów antykorozyjnych. Jakościowe produkty Teknos są wysoko cenione zarówno w przemyśle drzewnym, jak i metalowym, w sprzedaży detalicznej oraz na rynku powłok architektonicznych.

Zdolność do wytwarzania ekonomicznych rozwiązań o oczywistej wartości dodanej, stała się podstawą gwarantowanego zadowolenia naszych klientów od ponad 60 lat. Teknos to przedsiębiorstwo rodzinne. Podstawą dla nas, jako firmy rodzinnej, jest koncentracja na długoterminowych relacjach handlowych oraz podejście zorientowane na klienta.

Kompetencje techniczne oraz nieustanne inwestycje w badania i rozwój produktów sprawiają, że nasz status jako jednej z czołowych europejskich firm w branży jest niepodważalny.

[www.teknos.com](http://www.teknos.com)