Federalne Ministerstwo Cyfryzacji  
i Transportu

Warunki techniczne dostawy

i specyfikacje testowe

dla obiektów inżynierii lądowej i wodnej

TL/TP-ING

Część 4 Rozdział 3

Przepisy dotyczące badań technicznych  
do materiałów powłokowych  
do ochrony antykorozyjnej konstrukcji stalowych

**TPK KOR – konstrukcje stalowe**

Notyfikowane zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/1535 z dnia 9 września 2015 r. ustanawiającą procedurę udzielania informacji w zakresie przepisów technicznych i zasad dotyczących usług społeczeństwa informacyjnego (Dz.U. L 241 z dnia 17 września 2015 r., s. 1).

**Treść** Strona

[1 Przepisy ogólne 3](#_Toc177041236)

[2 Próbki materiałów powłokowych 3](#_Toc177041237)

[3 Płyty próbne 3](#_Toc177041238)

[4 Metody badań służących ustaleniu składu bądź badań identyfikacyjnych 5](#_Toc177041239)

[4.1 Skróty parametrów 5](#_Toc177041240)

[4.2 Zawartość substancji nielotnych (nfA) 5](#_Toc177041241)

[4.3 Zawartość pigmentu (P) 5](#_Toc177041242)

[4.4 Zawartość środka wiążącego w materiale powłokowym jako ułamek masowy (B) 5](#_Toc177041243)

[4.5 Gęstość materiału powłokowego (B) 5](#_Toc177041244)

[4.6 Gęstość substancji lotnych (VC) 5](#_Toc177041245)

[4.7 Objętość substancji nielotnych (VnfA) 5](#_Toc177041246)

[4.8 Zawartość VOC w materiale powłokowym (VOC, VOCm²) 5](#_Toc177041247)

[4.9 Zawartość ciał stałych w wyniku spalania (popiół) 5](#_Toc177041248)

[4.10 Widma IR 6](#_Toc177041249)

[5 Metoda testowa w stanie urabialności 6](#_Toc177041250)

[5.1 Urabialność 6](#_Toc177041251)

[5.2 Rozlewność 6](#_Toc177041252)

[5.2.1 Nanoszenie raklą 6](#_Toc177041253)

[5.2.2 Nakładanie poprzez rozpylanie 6](#_Toc177041254)

[5.3 Czas przetwarzania (czas przydatności do użycia) 6](#_Toc177041255)

[5.4 Możliwość malowania i rozpylania 6](#_Toc177041256)

[6 Procedura badania w stanie suchej warstwy 7](#_Toc177041257)

[6.1 Pomiary grubości warstw 7](#_Toc177041258)

[6.2 Metody badań związanych z obciążeniem 7](#_Toc177041259)

[6.2.1 Odporność na wilgoć (kondensacja ciągła) 7](#_Toc177041260)

[6.2.2 Odporność na działanie roztworu NaCl 7](#_Toc177041261)

[6.2.3 Odporność na rozpyloną solankę 7](#_Toc177041262)

[6.2.4 Zespolenie 5, zespolenie 30 7](#_Toc177041263)

[6.2.5 Odporność kolorów i utrzymanie połysku 7](#_Toc177041264)

[6.2.6 Odporność długotrwała (ekspozycja w naturalnych warunkach atmosferycznych) 8](#_Toc177041265)

[6.2.7 Odporność cieplna 8](#_Toc177041266)

[6.2.8 Przerabialność 8](#_Toc177041267)

[6.2.9 Rozciągliwość 9](#_Toc177041268)

[6.2.10 Wodoodporność 9](#_Toc177041269)

[6.2.11 Odporność cieplna 9](#_Toc177041270)

[6.2.12 Tendencja do tworzenia plam rdzy w materiałach podkładowych 10](#_Toc177041271)

[6.2.13 Odporność mechaniczna 10](#_Toc177041272)

[6.3 Procedura badania na potrzeby oceny 10](#_Toc177041273)

[6.3.1 Ocena wzrokowa 10](#_Toc177041274)

[6.3.2 Przyczepność ustalana przez nacięcie w kształcie X 10](#_Toc177041275)

[6.3.3 Przyczepność na mokro ustalana przez nacięcie w kształcie X 10](#_Toc177041276)

[6.3.4 Przyczepność ustalana przez siatkę nacięć 10](#_Toc177041277)

[6.3.5 Przyczepność ustalana w próbie odrywania 11](#_Toc177041278)

[6.3.6 Obliczanie korozji oraz rozwarstwienia na rowku frezowanym 11](#_Toc177041279)

[6.3.7 Ocena po obciążeniu cieplnym 11](#_Toc177041280)

[6.4 Badanie praktycznego zastosowania systemu powlekania 11](#_Toc177041281)

[6.4.1 Dowód oparty na projekcie pilotażowym 11](#_Toc177041282)

[6.4.2 Dowód oparty na badaniu części 11](#_Toc177041283)

[7 Normy i inne regulacje techniczne 12](#_Toc177041284)

# Przepisy ogólne

1. Specyfikacje badań technicznych materiałów powłokowych do ochrony antykorozyjnej konstrukcji stalowych (TPK KOR – konstrukcje stalowe) zawierają informacje dotyczące prowadzenia badań wymaganych zgodnie z Warunkami Technicznymi Dostawy materiałów powłokowych do Ochrony Antykorozyjnej Konstrukcji Stalowych (TWD KOR – konstrukcje stalowe).
2. Rodzaj i zakres badań indywidualnych oraz odpowiednie wymogi są również przedstawione w TWD KOR – konstrukcje stalowe.
3. Ilość próbek materiałów dostarczanych do badania uzgadnia się z jednostką badawczą (w rozumieniu TWD KOR-konstrukcje stalowe). Producent jest zobowiązany do przyjęcia zwrotu materiałów niewykorzystanych w badaniu.
4. Bardziej szczegółowe opisy procedur badawczych podano w pkt 4.
5. W przypadku badań podstawowych i powtórnych każdy program badań musi być zawsze zasadniczo przeprowadzony w całości dla zlecenia badań. Niedozwolone jest tworzenie sprawozdania z badań / certyfikatu badań dla kilku pojedynczych badań (np. przeprowadzonych w różnym czasie, dla różnych zleceń lub w różnych kombinacjach).

# Próbki materiałów powłokowych

1. Próbki materiałów powłokowych należy pobrać zgodnie z normą DIN EN ISO 15528 i przygotować zgodnie z normą DIN EN ISO 1513 do dalszych badań.
2. W przypadku pobierania próbek w badaniach akceptacyjnych 3.2 i w badaniach powtarzanych dopuszcza się dwie opcje:

* producent materiału powłokowego wysyła próbki do badań do instytutu badawczego w łatwym w obsłudze oryginalnym pojemniku.
* próbka do badań jest pobierana z odpowiedniej partii przez pracownika ds. jakości producenta materiału powłokowego i przesyłana do instytutu badawczego w łatwym w obsłudze pojemniku. Sprawozdanie z pobierania próbek sporządzane niezależnie rzez pracownika ds. jakości jest częścią przesyłki. Treść sprawozdania z pobierania próbek (np. data, osoba pobierająca próbki, miejsce pobierania próbek, nazwa produktu, całkowita waga partii, numer partii, waga) musi zostać uzgodniona z instytutem badawczym przed pobraniem próbek.

1. Wartości procentowe oznaczają procentowe udziały wagowe, o ile nie określono inaczej.
2. Materiały powłokowe nie mogą mieć grudek. Muszą charakteryzować się dobrą płynnością i doskonałym schnięciem bez pękania podczas stosowania. Powłoka musi być pozbawiona bez pęcherzyków, porów, kraterów itp. Mogą wystąpić wady powierzchni.
3. Po zakończeniu badania pozostałe materiały powłokowe i płyty próbne należy przechowywać w ośrodku badawczym przez co najmniej sześć miesięcy od daty wydania certyfikatu badania. Zwrócenie rozpuszczalnika i rozcieńczalnika nie jest wymagane.

# Płyty próbne

1. Płyty próbne należy wyprodukować w ośrodku badawczym. Producent materiału powłokowego może zlecić wykonanie płyt próbnych w ośrodku badawczym przez własny personel. Produkcja płyt próbnych musi jednak odbywać się w obecności pracowników ośrodka badawczego.
2. Rodzaj płyt próbnych opisano na odpowiednich stronach TPK KOR – konstrukcje stalowe.
3. Płyty próbne, które mają być wykorzystywane do ekspozycji na mgłę solną z frezowanymi uszkodzeniami zgodnie z 6.2.3 (1), mogą być wykonane albo z blachy stalowej DC01 zgodnie z normą DIN EN 10130, albo z blachy S 235 zgodnie z normą DIN EN 10025-2. Należy je odtłuścić przed obróbką strumieniowo-ścierną i poddać obróbce o stopniu przygotowania powierzchni co najmniej Sa 2½, średni (G) w rozumieniu normy DIN EN ISO 8501-1. Chropowatość kontroluje się przez porównanie wzrokowe zgodnie z normą DIN EN ISO 8503-2.
4. Badania w stanie suchej warstwy należy przeprowadzić na trzech płytach próbnych. Wszystkie wyniki podaje się w sprawozdaniu z badań. Badanie uznaje się za zaliczone, jeżeli co najmniej dwie płyty próbne spełniają wszystkie wymogi badania.
5. Płyty próbne są wykonane z blach stalowych. Wymiary i grubość blachy płyt próbnych pobiera się z arkuszy TL w TPK KOR – konstrukcje stalowe, załącznik A. Jako płyty do prób obciążeniowych zgodnie z 6.2.7 stosuje się płyty stalowe o wymiarach 200 mm x 150 mm i grubości blachy 5 mm. O ile nie określono inaczej, wymiary wynoszą 150 mm x 100 mm, a grubość blachy wynosi 3 mm dla płyt próbnych.
6. W strukturze warstwy należy przestrzegać czasu schnięcia pośredniego wynoszącego 1 d w normalnych warunkach zgodnie z normą   
   DIN EN 23270.
7. Po wykonaniu próbek kondycjonuje się je przez 14 dni w warunkach normalnych zgodnie z normą DIN EN 23270.

Tabela 1: Parametry, ich skróty, jednostki i metody badań

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Skrót | Parametry | Jednostka | Procedura badania |
| NV | Zawartość substancji nielotnych w materiale powłokowym jako ułamek masowy (zawartość ciał stałych) | [m %] | 4.2 |
| P | Zawartość pigmentu w materiale powłokowym jako ułamek masowy | [m %] | 4.3 |
| B | Zawartość środka wiążącego w materiale powłokowym jako ułamek masowy | [m %] | 4.4 |
| ρB | Gęstość materiału powłokowego przy 23 °C | [g/cm³] | 4.5 |
| VC | Gęstość substancji lotnych | [g/cm³] | 4.6 |
| VnfA | Objętość substancji nielotnych (objętość ciał stałych) | [% obj.] | 4.7 |
| VOC | Zawartość VOC (lotnych związków organicznych) w materiale powłokowym jako ułamek masowy | [m %] | 4.8 (1) |
| VOCm² | Emisja VOC na m² przy zadanej grubości warstwy | (g/m²) | 4.8 (2) |
| ww | Zawartość wody w materiale powłokowym jako ułamek masowy | [m %] | Dane producenta |
| Popiół | Zawartość materiałów stałych w wyniku spopielenia jako ułamek masowy | [m %] | 4.9 |
| NDFT | Nominalna grubość suchej warstwy | [µm] | 6.1 |

# Metody badań służących ustaleniu składu bądź badań identyfikacyjnych

## Skróty parametrów

Tabela 1 przedstawia zestawienie skrótów parametrów i jednostek miary.

## Zawartość substancji nielotnych (nfA)

Oznaczenia zawartości substancji nielotnych dokonuje się zgodnie z normą DIN EN ISO 3251 w dwóch próbach jednostkowych. Poszczególne wartości i średnią określa się z dokładnością do 0,1 % Odważa się dokładnie (1 ± 0,1) g materiału powłokowego (w przypadku dwuskładnikowego materiały w mieszaninie) i przechowuje się 1 d w warunkach normalnych zgodnie z normą DIN EN 23270. Następnie próbki suszy się przez 3 godz. w 105 °C w suszarce.

## Zawartość pigmentu (P)

1. Zawartość pigmentu określa się zgodnie z normą DIN EN ISO 14680-1 (metoda wirówkowa) w dwóch indywidualnych badaniach. Poszczególne wartości i wartość średnią określa się z dokładnością do 0,1. % Odważa się dokładnie (2 ± 0,1) g pigmentowanego(-ych) składnika(-ów), zob. uwaga, w probówkach wirówkowych. Środek wiążący wypłukuje się wielokrotnie odpowiednim rozpuszczalnikiem. Zawartość substancji stałych (pigmenty, wypełniacze) suszy się w probówce wirówkowej przez 3 godz. w 105 °C.
2. W przypadku materiałów dwuskładnikowych, zawartość pigmentu w materiale powłokowym oblicza się na podstawie zawartości pigmentu w składniku(-ach) pigmentowanym(-ych) w stosunku mieszania.

**Uwaga:** Również składniki utwardzacza mogą być pigmentowane.

## Zawartość środka wiążącego w materiale powłokowym jako ułamek masowy (B)

Zawartość środka wiążącego wynika z różnicy między zawartością substancji nielotnych (4.2) i zawartością pigmentu (4.3) w materiale powłokowym (mieszaninie w przypadku materiałów dwuskładnikowych).

## Gęstość materiału powłokowego (B)

Gęstość materiału powłokowego (w przypadku materiałów dwuskładnikowych w poszczególnych składnikach) określa się zgodnie z normą DIN EN ISO 2811-1 (metoda piknometryczna) w 23 °C w dwóch oddzielnych badaniach. Wartości jednostkowe i wartość średnią należy podać z dokładnością do 0,01 g/cm³. W przypadku materiałów dwuskładnikowych gęstość materiału powłokowego jest obliczana na podstawie gęstości poszczególnych składników przy użyciu proporcji mieszania.

## Gęstość substancji lotnych (VC)

Akceptowalna gęstość frakcji lotnej VC wynosi 0,87 g/cm3 dla materiałów powłokowych w arkuszach po 50 i 100.

## Objętość substancji nielotnych (VnfA)

Objętość substancji nielotnych (VnfA) oblicza się zgodnie z normą DIN EN ISO 3233-3 według następującego wzoru:

VnfA = 100 – [(100 -NVC) / VC] \* ρB (1)

## Zawartość VOC w materiale powłokowym (VOC, VOCm²)

1. Zawartość lotnych związków organicznych (zawartość VOC) oblicza się zgodnie z normą DIN EN ISO 11890-1 (metoda 1) według następującego wzoru:

VOC = 100 - NVC - ww (2)

Zawartość wody (ww) w materiałach powłokowych jest określona przez producenta materiału powłokowego (zgodnie z recepturą).

1. Emisję VOC na m² (VOCm2) oblicza się dla każdego materiału powłokowego, stosując zadaną grubość warstwy (NFDT) w sposób następujący:

VOCm² = NDFT \* ρB \* VOC / VNVC (3)

1. Emisje VOC materiałów powłokowych poszczególnych warstw sumuje się na m². Daje to emisję VOC na m² (VOCm²) dla właściwego systemu powlekania. Nie uwzględnia się przy tym materiału powłokowego do ochrony krawędzi.

## Zawartość ciał stałych w wyniku spalania (popiół)

Spopielanie jest określane zgodnie z normą   
DIN EN ISO 14680-2 (proces spopielania) w dwóch oddzielnych badaniach. Poszczególne wartości i średnią określa się z dokładnością do 0,1 % W tyglu porcelanowym odważa się dokładnie (2 ± 0.1) g materiału powłokowego. Następnie odparowuje się go przez 30 minut w 80 °C i spopielany przez 2 godz. w 800 °C.

## Widma IR

1. Widma podczerwieni (widma IR) należy zarejestrować:

* dla swobodnej stwardniałej warstwy powłoki (mająca praktyczne zastosowanie grubość warstwy, 7-dniowe składowanie w warunkach normalnych zgodnie z normą DIN EN 23270)

i/lub

* materiałów powłokowych (w przypadku 2 materiałów powłokowych typu K, na poszczególnych

składnikach).

1. Rejestruje się je metodą ATR w zakresie pomiarowym od 4000 cm-1 do 600 cm-1 na podstawie norm DIN EN 1767 i DIN 51451.
2. Sprawozdanie z badań zawiera następujące informacje:

* typ urządzenia i warunki pomiaru;
* warunki przygotowania,
* oznaczanie schematów,

widma IR w formacie DIN A4.

1. Z powodu niewielkiej wyrazistości widm IR podkładowych materiałów powłokowych Zn(R) nie wykonuje się z nich widm IR.

# Metoda testowa w stanie urabialności

## Urabialność

1. Aby sprawdzić urabialność, w temperaturze pokojowej bada się powlekalność i/lub rozpylalność. Kryteria to obraz natrysku, osiągalne grubości warstw mokrych i suchych oraz rozlewność.
2. Dozwolone jest kształtowanie urabialności w ramach wykonywania próbek do dalszych badań. Należy to odnotować w sprawozdaniu z badań.

## Rozlewność

### Nanoszenie raklą

1. Materiał powłokowy gotowy do przetworzenia (zmieszany w przypadku materiałów dwuskładnikowych) nakłada się za pomocą rakli na czystą (wolną od zgorzeliny walcowniczej, smaru, olejów, powłok i innych zanieczyszczeń), nieśrutowaną, poziomo ustawioną płytkę próbną, która jest następnie umieszczana pionowo. Przy użyciu rakli z kilkoma rowkami arkusz umieszcza się najcieńszą warstwą do góry. Ocenia się, z której warstwy następuje spływ grubości (prowadnice, smugi, rozlewność). Jako parametr mierzona jest grubość warstwy suchej, gdzie zjawiska te akurat jeszcze nie występują. Pomiar grubości warstwy odbywa się po osiągnięciu stopnia wyschnięcia 6 (DIN EN ISO 9117-5) zgodnie z normą DIN EN ISO 2808.
2. Badanie prowadzone jest zgodnie z normą DIN EN 23270. Godzinę po aplikacji próbkę można poddać wymuszonemu suszeniu w celu uzyskania stopnia suchości 6 (3 h w 60 °C).
3. Dokonuje się oznaczenia pojedynczego.

### Nakładanie poprzez rozpylanie

Materiał powłokowy rozrabia się, aby uzyskać lepkość natryskową, a następnie nakłada krzyżowo w kształcie klina warstwą o grubości zwiększającej się z góry na dół na gołą, niepoddaną obróbce strumieniowo-ściernej, położoną pionowo płytkę próbki (materiał jak wyżej, kondycjonowanie w temperaturze 23 °C). Po przeprowadzeniu suszenia, jak powyżej, grubość warstwy mierzy się zgodnie z normą DIN EN ISO 2808 bezpośrednio przed strefą początkowych nierówności (spływy, smugi, rozlewność).

## Czas przetwarzania (czas przydatności do użycia)

1. Składniki bazowe i utwardzające są kondycjonowane i mieszane w temperaturze 23 °C.
2. 250 g mieszaniny umieszcza się w odpowiednim pojemniku. Pojemnik stawia się zgodnie z normą DIN EN ISO 9514 w komorze klimatyzacyjnej i przykrywa.
3. Czas przetwarzania (czas przydatności do użycia) jest przekroczony, jeśli urabialność nie jest już możliwa lub jest poważnie ograniczona. Najłatwiej można to stwierdzić przez nanoszenie pędzlem.

## **Możliwość malowania i rozpylania**

1. Badanie powlekalności prowadzi się w każdej określonej strukturze warstwy. Zarówno zawierający mikę żelaza, jak i niezawierający jej nawierzchniowy materiał powłokowy musi w każdym przypadku zostać ponownie pokryty samym sobą.
2. Malowanie i/lub rozpylanie po określonym czasie schnięcia jest możliwa, jeżeli nie występują wady powłoki lub szkodliwe interakcje między warstwą, która ma być przemalowana, a materiałem powłokowym użytym do przemalowania. Wady lub szkodliwe interakcje mogą objawiać się na przykład silnym rozluźnieniem, pęcznieniem lub „podnoszeniem” się warstwy, która ma zostać pokryta, wadami powierzchni (np. marszczeniem, brakiem płynności, plamkami) lub zmianami koloru.
3. Suszenie przed powlekaniem odbywa się w normalnych warunkach zgodnie z normą DIN EN 23270.

# Procedura badania w stanie suchej warstwy

## Pomiary grubości warstw

1. Zadane grubości warstw na stronach TWD według TWD KOR-konstrukcje stalowe należy rozumieć jako grubości warstw suchych zgodnie z normą DIN EN ISO 2808 i należy je zbadać.
2. W przypadku systemów 3- lub 4-warstwowych grubość warstwy zadanej może zostać przekroczona o 10 %, a w przypadku systemów 1- i 2-warstwowych o 20 %.

## Metody badań związanych z obciążeniem

### Odporność na wilgoć (kondensacja ciągła)

Kondensacja ciągła jest prowadzona na podstawie normy   
DIN EN ISO 6270-1.

### Odporność na działanie roztworu NaCl

Płyty próbne przygotowuje się zgodnie z normą   
DIN EN ISO 2812-2 w 5 % roztworze wodnym NaCl przechowywanym w temperaturze 23 °C. Czas ekspozycji wynosi 3000 h.

### Odporność na rozpyloną solankę

1. W płytach próbnych wykonuje się rowek frezowany w powłoce o szerokości 2,0 mm i długości 50 mm aż do stali. Frezowany rowek umieszcza się równolegle do długiego boku płyty próbne (odległość nie mniejsza niż 25 mm z każdej strony płyty próbne).
2. Ocynkowane galwanicznie i natryskowo płyty próbne z powłoką nie mają frezowanego rowka.
3. Płyty próbne poddaje się oddziaływaniu obojętnej rozpylonej solanki zgodnie z normą DIN EN ISO 9227 przez wskazany czas.

### Zespolenie 5, zespolenie 30

1. Płyty próbne są powlekane aż do końcowej warstwy pośredniej.
2. Płytki do pobierania próbek są narażone na działanie czynników atmosferycznych. Warunki ekspozycji na warunki atmosferyczne wyglądają następująco:

* zgodnie z normą DIN EN ISO 16474-3, bez ekspozycji na wilgoć
* sztuczne naświetlanie lampami fluorescencyjnymi UV typu 1A (UVA-340) przy irradiancji 0,77 W/m²
* przy temperaturze czarnej płytki wynoszącej (60 ± 2) °C

1. Następnie oczyszczenie dejonizowaną, ciepłą wodą o temperaturze 60 °C przy użyciu miękkiej gąbki.
2. Po 24- h kondycjonowaniu w normalnych warunkach zgodnie z normą DIN EN 23270, płyty próbne są pokrywane warstwą wierzchnią.
3. Płyty próbne są następnie przetwarzane w normalnych warunkach przez 7 dni zgodnie z normą DIN EN 23270.
4. Są one po tym obciążane przez 720 godz. zgodnie z pkt. 6.2.1.

### Odporność kolorów i utrzymanie połysku

#### Warunki pomiaru różnicy między barwami

1. Różnica kolorów między dwiema próbkami jest mierzona spektrofotometrycznie zgodnie z normą DIN EN ISO 11664-3 przy użyciu następujących parametrów pomiarowych:

* rodzaj światła D 65,
* geometria pomiarowa, światło rozproszone/8°,
* pomiar bez spadku połysku,
* 10° zwykłych obserwatorów.

1. Różnicę kolorów (E\*ab) oblicza się zgodnie z normą DIN EN ISO 11664-4.

#### Różnica kolorów – bez ekspozycji na warunki atmosferyczne / paleta RAL

Różnicę między kolorami określa pomiędzy próbką niepoddaną ekspozycji na warunki atmosferyczne a paletą barw RAL (zestaw kolorów   
RAL 840 HR).

#### Różnica między kolorami – poddanie / bez poddania ekspozycji na warunki atmosferyczne

##### Arkusz 100

1. Różnicę między barwami ustala się przez porównanie próbki poddanej ekspozycji na warunki atmosferyczne z próbką niepoddaną takiej ekspozycji.
2. Warunki ekspozycji na warunki atmosferyczne wyglądają następująco:

* Zgodnie z normą DIN EN ISO 16474-2, ekspozycja przy użyciu filtrów światła dziennego (sztuczne warunki atmosferyczne), cykl nr 1,
* Natężenie sztucznego naświetlania 550 W/m² w zakresie długości fal od 300 nm oraz 800 nm, równe 60 W/m² między 300 nm oraz 400 nm,
* przy temperaturze czarnej płytki 55 °C ± 2 °C.

##### Arkusz 50

1. Różnicę między barwami ustala się przez porównanie próbki poddanej ekspozycji na warunki atmosferyczne z próbką niepoddaną takiej ekspozycji.
2. Warunki ekspozycji na warunki atmosferyczne wyglądają następująco:

* zgodnie z normą DIN EN ISO 16474-3, metoda B, cykl nr 3 ekspozycja na warunki atmosferyczne za szybą okienną (sztuczne warunki atmosferyczne).
* natężenie sztucznego naświetlania 0,76 W/(m²nm) lampami fluorescencyjnymi UV typu 1B (UVA-351)
* przy temperaturze czarnej płytki (50 ± 3) °C.

#### Utrzymanie połysku

Oznaczanie wartości połysku odbywa się zgodnie z normą   
DIN EN ISO 2813 pod kątem pomiaru 60°.

### Odporność długotrwała (ekspozycja w naturalnych warunkach atmosferycznych)

Ekspozycja w naturalnych warunkach atmosferycznych odbywa się zgodnie z normą DIN EN ISO 2810 w środowisku miejskim lub przemysłowym.

### Odporność cieplna

#### Informacje ogólne

Celem badania odporności na ciepło jest sprawdzenie odporności powłok antykorozyjnych na spodniej stronie płyt jezdni podczas układania warstw ochronnych z asfaltu lanego i wynikających z tego naprężeń termicznych. Aby zasymulować to obciążenie termiczne, płyty próbne poddaje się naprężeniom cieplnym zgodnie z krzywą temperatura-czas (rysunek 2).

#### Produkcja płyt próbnych

Dla każdego wariantu badań produkuje się cztery płyty próbne o wymiarach (200 x 150 x 5) mm. 3 Płyty próbne należy poddać oddziaływaniu ciepła. Płyta próbna służy do porównania w warunkach z obciążeniem i bez obciążenia. Płyty próbne są powlekane z jednej strony. Po kondycjonowaniu powłoka jest usuwana ze środka płyty próbne za pomocą frezu, aby można było zamocować na niej czujnik temperatury.

#### Badanie

1. Aby dostosować profil temperatury, należy zastosować konfigurację badania zgodnie z rys. 1. W tym celu stosuje się drewniane pudełko (400 x 300 x 150) mm z drewna sosnowego (15 mm grubości). Na środku denka wykonane jest wgłębienie o wymiarach (180 x 130) mm. Wnętrze jest izolowane matami z włókien ceramicznych (o grubości 25 mm), a płyta próbna jest umieszczona powlekaną stroną skierowaną w dół.

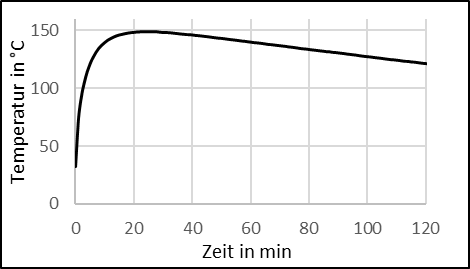
Ein Bild, das Text, Screenshot, Schwarz, Schrift enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

|  |  |
| --- | --- |
| Keramikfasermatte | Mata z włókien ceramicznych |
| Probenplatte mit Beschinchtung nach unten | Płyta próbna umieszczona powlekaną stroną skierowaną w dół |
| Hartguss G24 | Żeliwo twarde G24 |
| Holzkaste mit Aussparung zum Einsetzen der Probenplatte | Drewniana skrzynia z wgłębieniem na płytę próbną |
| Temperaturmessfühler | Czujnik pomiaru temperatury |

Rys. 1: Schematyczna reprezentacja konfiguracji badania

1. Obciążenie termiczne jest stosowane przy użyciu schłodzonego do temperatury 290 °C żeliwa G24 (wielkość ziarna 0,6 - 1,0 mm). Wymaga to 15 kg schłodzonego żeliwa. Czas ekspozycji wynosi dwie godziny. Należy odnotować krzywą temperatury na spodzie płyty próbne, która musi odpowiadać rys. 2.



|  |  |
| --- | --- |
| Temperatur in °C | Temperatura w °C |
| Zeit in min | Czas w min. |

Rys. 2: Krzywa czasowo-temperaturowa obciążenia cieplnego

### Przerabialność

1. Płyty próbne są powlekane etapowo aż do warstwy wierzchniej.
2. Płyty próbne są sztucznie naświetlane zgodnie z normą DIN EN ISO 16474-3 za pomocą lamp fluorescencyjnych UV typu 1A (UVA-340) przy natężeniu sztucznego naświetlania 0,77 W/m² i temperaturze czarnej płytki (60 ± 2) °C bez ekspozycji na wilgoć. Czas naświetlania wynosi 30 dni.
3. Piaskowanie powierzchni powłoki.
4. 24 godziny po czyszczeniu nakłada się cały system, w tym powłokę podkładową EP-Zn (R).
5. 14 dni po nałożeniu całego systemu obciążenie następuje poprzez ciągłą kondensację zgodnie z normą DIN EN ISO 6270-1. Czas występowania obciążenia to 720 godz.

### Rozciągliwość

Rozciągliwość jest badana za pomocą badania zginania trzpienia zgodnie z normą DIN EN ISO 1519 poprzez zginanie wokół trzpienia o średnicy 20 mm.

### Wodoodporność

Po kondycjonowaniu 3 dni w NK 23/50 (DIN EN 23270) próbki są przechowywane przez 12 dni w świeżej wodzie wodociągowej o temperaturze 23 °C.

### Odporność cieplna

Próbki są przechowywane w temperaturze 450 °C przez 1 godzinę. Po schłodzeniu są one oceniane pod kątem powstawania pęcherzy i pęknięć. Powstawanie pęknięć ocenia się przy 10-krotnym powiększeniu.

### Tendencja do tworzenia plam rdzy w materiałach podkładowych

Część powłoki pokrywa się plastikowym kubkiem (średnica ok. 80 mm, objętość ok. 320 ml), a następnie przechowuje przez 24 godziny w temperaturze 10 °C i wilgotności względnej 80 %.

### Odporność mechaniczna

Odporność powłoki w przypadku nagłego odkształcenia bada się zgodnie z normą DIN EN ISO 6272-1. W tym przypadku odważnik (1 kg) z półkulą (Ø 20 mm) upuszcza się swobodnie z określonej wysokości.

Warunki badania

* Wysokość zrzutu 20 cm
* 5 Punkty uderzenia (40 mm od siebie i 20 mm od krawędzi)
* Temperatura badania 23 °C (3 płytki próbek)
* Temperatura badania 5 °C (3 płytki próbek)

Bezpośrednio po badaniu zderzeniowym należy wizualnie ocenić duże płytki pod kątem pęknięć i odprysków bez powiększenia. Płyty próbne bada się następnie pod kątem porów za pomocą niskiego napięciu 90 V (DIN EN ISO 29601). W celach informacyjnych prowadzi się badania wytrzymałości na przywieranie (cięcie X zgodnie z pkt 6.3.2) w obszarze nienaprężonym i w punkcie uderzenia.

## Procedura badania na potrzeby oceny

### Ocena wzrokowa

1. Do ocen wzrokowych należą:

* ocena stopnia spęcherzenia wg DIN EN ISO 4628-2,
* ocena stopnia zardzewienia wg DIN EN ISO 4628-3,
* ocena stopnia spękania wg DIN EN ISO 46284,
* ocena stopnia złuszczenia wg DIN EN ISO 4628-5.

1. Dokonuje się ich bez powiększenia natychmiast po obciążeniu.

### Przyczepność ustalana przez nacięcie w kształcie X

1. Po obciążeniu składuje się płytki próbek przez 24 godz. w warunkach normalnych zgodnie z normą DIN EN 23270.
2. Następnie wykonuje się dwa cięcia X na płytę próbną.
3. Cięcie X wykonuje się w powłoce aż do metalicznego podłoża zgodnie z normą DIN EN ISO 16276-2. W przypadku ocynkowanych seryjnie i natryskowo płytek próbek z powłoką, cięcie poprzeczne musi być wykonane aż do warstwy cynku. Każde cięcie X pokrywa się taśmą do znakowania Tesa 4651, a następnie walcuje 10 razy za pomocą rolki o masie 1 kg (długość rolki dostosowana do wielkości płyty próbne) bez wywierania dodatkowego nacisku. Taśmę montażową odkleja się energicznym ruchem pod kątem 45°.
4. Ocenę zgodnie z normą DIN EN ISO 16276-2 prowadzi się pod kątem oderwania powłoki od metalowego podłoża dla płyt próbnych ocynkowanych galwanicznie i natryskowo z powłoką z warstwy cynku lub pod kątem oderwania (rozwarstwienia) w systemie powłokowym.

### Przyczepność na mokro ustalana przez nacięcie w kształcie X

1. Bezpośrednio po obciążeniu wykonuje się dwa cięcia X na płytę próbną.
2. Cięcie X stosuje się zgodnie z normą DIN EN ISO 16276-2 w powłoce aż do podłoża metalicznego. W przypadku ocynkowanych seryjnie i natryskowo płytek próbek z powłoką, cięcie poprzeczne musi być wykonane aż do warstwy cynku. Każde cięcie X pokrywa się taśmą do znakowania Tesa 4651, a następnie walcuje 10 razy za pomocą rolki o masie 1 kg (długość rolki dostosowana do wielkości płyty próbne) bez wywierania dodatkowego nacisku. Taśmę montażową odkleja się energicznym ruchem pod kątem 45°.
3. Ocenę zgodnie z normą DIN EN ISO 16276-2 prowadzi się pod kątem oderwania powłoki od metalowego podłoża dla płyt próbnych ocynkowanych galwanicznie i natryskowo z powłoką z warstwy cynku lub pod kątem oderwania (rozwarstwienia) w systemie powłokowym.

### Przyczepność ustalana przez siatkę nacięć

1. Po obciążeniu składuje się płytki próbek przez 24 godz. w warunkach normalnych zgodnie z normą DIN EN 23270.
2. Następnie wykonuje się dwa cięcia poprzeczne na płytę próbną.
3. Siatkę nacięć wykonuje się w powłoce aż do metalowego podłoża zgodnie z normą DIN EN ISO 2409. Każde nacięcie siatki pokrywa się taśmą do znakowania Tesa 4651 w środku siatki równolegle do kierunku nacięć i wygładza się palcem. Taśmę samoprzylepną pociera się mocno czubkiem palca lub paznokciem, aż widoczne będzie równomierne zetknięcie taśmy montażowej z powłoką. Taśmę Tesa usuwa się w ciągu 5 minut od nałożenia. Odbywa się to poprzez uchwycenie luźnego końca i odciąganie go w sposób równomierny w ciągu 0,5 do 1,0 sekundy pod kątem jak najbardziej zbliżonym do 60°.
4. Ocena według normy DIN EN ISO 16276-2 jest prowadzona pod kątem oderwania powłoki od metalowego podłoża lub utraty przyczepności (odwarstwień) w systemie powłokowym.
5. Jeżeli w przypadku powierzchni odrdzewionych ręcznie (st. 2 wg DIN EN ISO 8501-1) ustala się parametry siatki nacięć większe niż 1, dodatkowo określa się przyczepność przez próbę odrywania zgodnie z pkt. 6.3.5.

### Przyczepność ustalana w próbie odrywania

1. Po obciążeniu są przechowywane przez 24 godziny w warunkach normalnych zgodnie z normą DIN EN 23270.
2. Następnie przeprowadza się dwie próby odrywania na płytkę próbki.
3. Próby odrywania przeprowadza się zgodnie z normą EN ISO 4624 metodą sandwiczową.
4. Aby zbadać obciążenie termiczne, próby odrywania przeprowadzi się z jednej strony z podkładem samoprzylepnym.
5. Stemple przykleja klejem EP (np. DP490 marki 3M) i usuwa po upływie co najmniej 24 godzin w warunkach normalnych zgodnie z normą DIN EN 23270.
6. Próbki w próbie odrywania metodą sandwiczową montuje się za pomocą gimbala w urządzeniu badawczym.
7. Pęknięcia adhezyjne występują, jeżeli ponad 20 % powierzchni stempla jest rozdarte adhezyjnie.
8. Pęknięcia w warstwie kleju z udziałem przekraczającym 50 % powierzchni pęknięcia są dopuszczalne tylko przy wartościach równych lub większych niż 5 MPa.
9. W ocenia pęknięcia stempla na ręcznie odrdzewionych płytach próbnych o nominalnej grubości powłoki systemu powłokowego do 250 µm pęknięcie w warstwie rdzy resztkowej jest dopuszczalne.

### Obliczanie korozji oraz rozwarstwienia na rowku frezowanym

1. Natychmiast po zakończeniu obciążania płytki próbek wyciąga się z komory i ostrożnie spłukuje się przylegającą sól zimną wodą wodociągową. Wystające i lekko przylegające produkty korozji usuwa się szpachlą i spłukuje. Następnego dnia odwarstwioną powłokę usuwa się wzdłuż frezowanego uszkodzenia za pomocą skalpela, aż przyczepność powłoki stanie się wyraźnie wyższa po bokach.
2. Skorodowanie wokół rowka frezowanego (c) ocenia się zgodnie z normą DIN EN ISO 4628-8:

c = (wc – 2,0) / 2 (4)

wc średnia arytmetyczna   
9 pomiarów

1. Odwarstwienie wokół rowka frezowanego (d) ocenia się zgodnie z normą DIN EN ISO 4628-8:

d = (wd – 2,0) / 2 (5)

wd średnia arytmetyczna   
9 pomiarów

### Ocena po obciążeniu cieplnym

Bezpośrednio po dwóch godzinach ekspozycji na ciepło płytę próbną należy usunąć i ocenić pod kątem stopnia powstawania pęcherzy zgodnie z normą DIN EN ISO 4628-2 oraz innych zmian (np. pęknięć, łuszczenia się). Płyta próbna jest następnie kondycjonowana przez 24 godziny w warunkach normalnych zgodnie z normą DIN EN 23270 i przeprowadzane są badania przyczepności (cięcie X zgodnie z pkt 6.3.2, jednostronne badanie odrywania zgodnie z pkt 6.3.5).

## Badanie praktycznego zastosowania systemu powlekania

### Dowód oparty na projekcie pilotażowym

1. Zastosowanie ma sekcja 3 część 4 ZTV-ING.
2. Należy przestrzegać instrukcji wykonawczych producenta materiału.
3. Struktura powłoki jest oparta na ZTV-ING 4 sekcja 3, załącznik A, zakładka. A 4.3.2, część nr 1.2.1.

### Dowód oparty na badaniu części

1. Elementy składają się z płyty stalowej o powierzchni jednostronnej co najmniej 0,5 m² i grubości ≥ 3 mm oraz HEA 200 o długości co najmniej 1,0 m.
2. Elementy są do siebie prostopadłe (profil HEA na powierzchni czołowej i blacha stalowa na krótszej krawędzi).
3. Płyta stalowa jest jednostronna, a HEA 200 jest całkowicie powlekane bez powierzchni stykowych. Zob. na przykład rys. 3 i rys. 4.
4. Elementy naświetla się środkiem do przygotowania powierzchni Sa 2 ½ średni (G), a cała struktura powłoki musi zostać nałożona zgodnie z ZTV-ING 4-3, Załącznik A, Tab. A 4.3.2, część nr 1.2.1 bez zabezpieczenia krawędzi.
5. Nakładanie odbywa się pod nadzorem Jednostki Oceny Zgodności (CAB) w procesie airless.
6. Nakładanie komponentu odbywa się zgodnie ze specyfikacją zawartą w instrukcji roboczej producenta materiału powłokowego przy temperaturze komponentu 23 °C (± 2 °C) po upływie 80 % podanego czasu przetwarzania (czasu przydatności do użycia). Czas oczekiwania między nałożeniem dwóch powłok nie powinien przekraczać 16 godzin.
7. Wykonanie należy porównać ze specyfikacjami producenta materiału powłokowego.
8. Dopuszczalne wartości graniczne podane w instrukcji roboczej należy interpolować liniowo, jeżeli jest to konieczne.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ein Bild, das Entwurf, Design, Kunst enthält.  Automatisch generierte Beschreibung | Ein Bild, das Text, Diagramm, Screenshot, Design enthält.  Automatisch generierte Beschreibung | |
| **Rysunek 3:** HEA 200 | **Rysunek 4:** Płyta stalowa |
| Abstützung zur Sicherung (beispielhaft) | Wsparcie dla zabezpieczeń (przykład) |

# Normy i inne regulacje techniczne

DIN 51451: Badanie produktów naftowych i pokrewnych – Analiza metodą spektrofotometrii w podczerwieni – Ogólne podstawy działania

DIN EN 1767: Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Metody badań – Analiza w podczerwieni

DIN EN 10025-2: Wyroby walcowane na gorąco ze stali konstrukcyjnych – Część 2: Warunki techniczne dostawy stali konstrukcyjnych niestopowych

DIN EN 10130: Wyroby płaskie walcowane na zimno ze stali niskowęglowych do obróbki plastycznej na zimno – Warunki techniczne dostawy

DIN EN 23270: Farby, lakiery i ich surowce; temperatury i wilgotność do kondycjonowania i badań

DIN EN ISO 11664-3: Kolorymetria – Część 3:   
Współrzędne trójchromatyczne

DIN EN ISO 11664-4: Kolorymetria – Część 4: Przestrzeń barw CIE 1976 L\*a\*b\*

DIN EN ISO 11890-1: Farby i lakiery – Oznaczanie zawartości lotnych związków organicznych (VOC) – Część 1: Metoda różnicowa

DIN EN ISO 14680-1: Farby i lakiery – Oznaczanie zawartości pigmentu – Część 1: Metoda z zastosowaniem wirówki

DIN EN ISO 14680-2: Farby i lakiery – Oznaczanie zawartości pigmentu – Część 2: Metoda spopielania

DIN EN ISO 1513 Farby i lakiery – Sprawdzanie i przygotowanie próbek do badań

DIN EN ISO 1519 Farby i lakiery – Próba zginania powłoki na sworzniu cylindrycznym

DIN EN ISO 15528 Farby, lakiery i ich surowce – Pobieranie próbek

DIN EN ISO 16276-2: Ochrona konstrukcji stalowych przed korozją za pomocą ochronnych systemów malarskich – Ocena i kryteria przyjęcia adhezji/kohezji (wytrzymałości na odrywanie) powłoki – Część 2: Badanie metodą siatki nacięć i metodą nacięcia w kształcie X

DIN EN ISO 16474-2: Farby i lakiery – Metody ekspozycji na laboratoryjne źródła światła – Część 2: Lampy ksenonowe łukowe

DIN EN ISO 16474-3: Farby i lakiery – Metody ekspozycji na laboratoryjne źródła światła – Część 3: Lampy fluorescencyjne UV

DIN EN ISO 2409 Badanie przyczepności powłok metodą siatki nacięć

DIN EN ISO 2431 Farby i lakiery – Oznaczenie czasu wypływu za pomocą kubków wypływowych

DIN EN ISO 2808 Farby i lakiery – Oznaczenie grubości powłoki

DIN EN ISO 2810 Farby i lakiery – Powłoki w naturalnych warunkach atmosferycznych – Ekspozycja i ocena

DIN EN ISO 2811-1 Farby i lakiery – Oznaczanie gęstości– – Część 1: Metoda piknometryczna

DIN EN ISO 2812-2: Farby i lakiery – Oznaczanie odporności na ciecze – Część 2: Metoda zanurzania w wodzie

DIN EN ISO 2813 Farby i lakiery – Oznaczanie wartości połysku pod kątem 20°, 60° i 85°

DIN EN ISO 3219 Tworzywa sztuczne – Polimery/żywice w stanie ciekłym lub jako emulsje albo dyspersje – Oznaczanie lepkości za pomocą wiskozymetru rotacyjnego przy określonej szybkości ścinania

DIN EN ISO 3233-3: Farby i lakiery – Oznaczanie objętości substancji nielotnych w procentach – Część 3: Oznaczanie przez obliczenie z zawartości substancji nielotnych oznaczonej zgodnie z ISO 3251, gęstości wyrobu lakierowego i gęstości rozpuszczalnika w wyrobie lakierowym

DIN EN ISO 3251 Farby, lakiery i tworzywa sztuczne – Oznaczanie zawartości substancji nielotnych

DIN EN ISO 4624 Farby i lakiery – Próba odrywania do oceny przyczepności

DIN EN ISO 4628-2: Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 2: Ocena stopnia spęcherzenia

DIN EN ISO 4628-3: Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 3: Ocena stopnia zardzewienia

DIN EN ISO 4628-4: Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 4: Ocena stopnia spękania

DIN EN ISO 4628-5: Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 5: Ocena stopnia złuszczenia

DIN EN ISO 4628-8: Farby i lakiery – Ocena zniszczenia powłok – Określanie ilości i rozmiaru uszkodzeń oraz intensywności jednolitych zmian w wyglądzie – Część 8: Ocena stopnia odwarstwienia i skorodowania wokół rysy lub innego sztucznego uszkodzenia

DIN EN ISO 6270-1: Farby i lakiery – Oznaczanie odporności na wilgoć – Część 1: Kondensacja (jednostronna ekspozycja)

DIN EN ISO 8501-1: Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Wzrokowa ocena czystości powierzchni – Część 1: Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niepokrytych podłoży stalowych oraz podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok

DIN EN ISO 8503-2: Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów – Charakterystyki chropowatości powierzchni podłoży stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej – Część 2: Metoda stopniowania profilu powierzchni stalowych po obróbce strumieniowo-ściernej – Sposób postępowania z użyciem wzorca

DIN EN ISO 9117-3: Farby i lakiery – Badania schnięcia – Część 3: Badanie schnięcia powierzchniowego przy użyciu kuleczek szklanych

DIN EN ISO 9117-5: Farby i lakiery – Badania schnięcia – Część 5: Zmodyfikowany test Bandowa-Wolffa

DIN EN ISO 9227 Badanie korozyjne w sztucznych atmosferach – Badania w rozpylonej solance

DIN EN ISO 9514 Farby i lakiery – Oznaczanie przydatności do stosowania wieloskładnikowych systemów powłokowych – Przygotowanie i kondycjonowanie próbek oraz wytyczne do badań

TWD KOR – konstrukcje stalowe Warunki techniczne dostawy materiałów powłokowych do ochrony antykorozyjnej konstrukcji stalowych (TWD KOR – konstrukcje stalowe)