

Załącznik do Zarządzenia Nr 11
Generalnego Dyrektora Dróg
Krajowych i Autostrad
z dnia 19 września 2003 roku

**KATALOG
ZABEZPIECZEŃ POWIERZCHNIOWYCH
DROGOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH**

CZĘŚĆ I - WYMAGANIA

ISBN 83-911213-5-6

Żmigród, 2002

**Praca została wykonana na zlecenie Generalnej Dyrekcji
Dróg Krajowych i Autostrad**

© Copyright by Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
Warszawa 2002

ISBN 83-911213-5-6

Autorzy opracowania:

dr inż. Krzysztof Germaniuk – IBDiM Warszawa, mgr inż. Rajmund Kilarski –
Biuro Inżynierskie Kilarski, dr inż. Paweł Łukowski – Politechnika Warszawska,
mgr inż. Maria Michałowska – IBDiM Warszawa, mgr inż. Aneta Pryga – IBDiM
Filia Wrocław, dr inż. Adam Wysokowski – IBDiM Filia Wrocław,
mgr inż. Agnieszka Żurawicka – IBDiM Filia Wrocław

Koordinacja pracy:

mgr inż. Agnieszka Żurawicka – IBDiM Filia Wrocław

Redakcja:

mgr inż. Jadwiga Wrzesińska – IBDiM Warszawa

Opiniodawcy:

Prof. dr hab. inż. Lech Czarnecki – Politechnika Warszawska
Prof. dr hab. inż. Witold Wołowicki – Politechnika Poznańska
Dr inż. Włodzimierz Wydra – Politechnika Wrocławska

Wydawca i rozpowszechnianie

IBDiM FILIA-WROCŁAW
Ośrodek Badań Mostów, Betonów i Kruszyw
55-140 Zmigród – Węglewo
tel. (0-71) 385 38 80 do 82, fax (0-71) 385 38 02
e-mail: ibdim-tw@wr.onet.pl

Druk

WROCŁAWSKA DRUKARNIA NAUKOWA PAN
im. Stanisława Kulczyńskiego
53-505 Wrocław, ul. Lelewela 4
tel. (0-71) 349 90 18, fax (0-71) 343 87 78

ZARZĄDZENIE Nr 11

**Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad
z dnia 19 września 2003 roku**

**w sprawie wprowadzenia do stosowania
"KATALOGU ZABEZPIECZEŃ POWIERZCHNIOWYCH DROGOWYCH OBIEKTÓW
INŻYNIERSKICH. CZĘŚĆ I – WYMAGANIA."**

Na podstawie §3 ust.2 pkt.1 załącznika do Zarządzenia Nr 61 Generalnego
Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 28 maja 2002 roku w sprawie nadania
Regulaminu Organizacyjnego Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad,
zmienionego Zarządzeniem Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad Nr 66
z dnia 20 sierpnia 2002 roku, Nr 2 z dnia 21 stycznia 2003 roku i Nr 9 z dnia
27 maja 2003 roku, zarządza się, co następuje:

§ 1

Wprowadza się do stosowania "KATALOG ZABEZPIECZEŃ POWIERZCHNIOWYCH
DROGOWYCH OBIEKTÓW INŻYNIERSKICH. CZĘŚĆ I – WYMAGANIA", stanowiący
załącznik do zarządzenia.

§ 2

Zarządzenie wchodzi w życie z dniem podpisania.

GENERALNY DYREKTOR
Dróg Krajowych i Autostrad

mgr Dariusz Skowroński

SPIS TREŚCI

1	Wstęp	6
1.1	Przedmiot i cel opracowania	8
1.2	Podstawowe określenia używane w Katalogu	9
2	Klasyfikacja zagrożeń korozyjnych	13
2.1	Rodzaje oddziaływań korozyjnych	13
2.2	Oddziaływania mechaniczne	19
2.3	Inne oddziaływania fizyczne	19
2.4	Oddziaływania chemiczne	20
2.5	Karbonatyzacja i skażenie betonu	24
2.6	Oddziaływania biologiczne	26
3	Zabezpieczenie przed korozją drogowych obiektów inżynierskich z betonu	27
3.1	Sposoby zabezpieczeń i ich dobór	27
3.2	Ochrona konstrukcyjna	29
3.3	Ochrona materiałowo – strukturalna	31
3.4	Zabezpieczenia powierzchniowe	33
4	Projekt zabezpieczenia powierzchniowego	38
4.1	Aktualny stan prawny dotyczący dokumentacji projektowej dla potrzeb dróg i mostów w fazie przygotowania zadań	38
4.2	Ogólne zasady projektowania zabezpieczania powierzchniowego drogowych obiektów inżynierskich	39
4.3	Projekt zabezpieczenia powierzchniowego	40
4.4	Instrukcja robót utrzymaniowych	43
4.5	Projekt wykonawczy	44
4.6	Program Zapewnienia Jakości (PZJ)	45
5	Kryteria doboru materiałów	47
5.1	Założenia ogólne	47
5.2	Diagnostyka drogowych obiektów inżynierskich	51
5.3	Ocena stanu zabezpieczeń powierzchniowych	53
5.4	Kryteria doboru materiałów	58
6	Ochrona powierzchniowa betonu	70
6.1	Ogólna charakterystyka ochrony powierzchniowej betonu	70
6.2	Podział metod ochrony powierzchniowej	73

6.3	Sposób oddziaływania na beton różnych metod ochrony powierzchniowej	75
6.4	Impregnacja betonu	77
6.5	Powłoki i wyprawy ochronne	79
6.6	Wymagania wobec ochrony powierzchniowej	85
6.7	Technologia wykonania prac	87
6.8	Pielęgnacja ochrony powierzchniowej	98
6.9	Kontrola jakości - wykonawca	98
6.10	Wymagania odbiorcze - nadzór	104
7	Izolacje przeciwwodne	106
7.1	Ogólna charakterystyka systemu izolacji przeciwwodnej	106
7.2	Zakres stosowania	109
7.3	Technologia wykonania prac	110
7.4	Izolacje z pap zgrzewalnych	114
7.5	Izolacje z pap samoprzylepnych	123
7.6	Poliuretanowe izolacje natryskowe	130
7.7	Izolacje z metakrylanu metylu	134
7.8	Izolacje z zapraw cementowo-polimerowych	138
7.9	Asfaltowe masy izolacyjne stosowane na zimno i na gorąco	142
7.10	Izolacje z masy asfaltowo-polimerowej	145
7.11	Izolacje ze zmiękzonej żywicy epoksydowej	148
7.12	Izolacje z zastosowaniem mastyksu	152
7.13	Wymagania odbiorcze - nadzór	155
8	Izolacionawierzchnie	157
8.1	Ogólna charakterystyka izolacionawierzchni	157
8.2	Zakres stosowania	157
8.3	Materiały do wykonywania izolacionawierzchni	158
8.4	Technologia wykonania izolacionawierzchni	162
8.5	Kontrola jakości - wykonawca	166
8.6	Wymagania odbiorcze - nadzór	169
9	Gwarancje	171
9.1	Warunki gwarancji	171
9.2	Pole referencyjne	173

10	Konserwacja, naprawa i renowacja zabezpieczeń powierzchniowych	175
10.1	Uwagi ogólne	175
10.2	Ochrona powierzchniowa	176
10.3	Izolacje przeciwwodne	177
10.4	Izolacionawierzchnie	178
11	Bibliografia	179
	<u>Załączniki</u>	186
	Załącznik 1: Przykłady protokołów wykonania zabezpieczeń powierzchniowych – ustalenia technologiczne	186
	Załącznik 2: Przykłady protokołów wykonania robót	191
	Załącznik 3: Przykłady formularzy do oceny stanu (diagnostyki) zabezpieczeń powierzchniowych	219
	Załącznik 4: Opis pomiaru szorstkości podłoża betonowego metodą wypełnienia piaskiem	224
	Załącznik 5: Badanie przyczepności izolacji do podłoża	226

1 Wstęp

Katalog Zabezpieczeń Powierzchniowych Drogowych Obiektów Inżynierskich pomyślany jest jako opracowanie składające się z dwóch części, tj.:

- Część I – Wymagania,
- Część II – Materiały.

Przedmiotem opracowania jest Część I Katalogu. W części tej zawarto niezbędne informacje dotyczące doboru materiałów, zakresu ich stosowania, technologii wykonania, dokumentowania jakości robót przez wykonawcę oraz wymagań odbiorczych w zakresie:

- ochrony powierzchniowej obiektów betonowych,
- izolacji przeciwwodnych powierzchni betonowych i stalowych,
- izolacji powierzchni betonowych i stalowych nowych i remontowanych drogowych obiektów inżynierskich.

Ochronę powierzchniową, jak również wykonanie powłok, obiektów stalowych należy realizować zgodnie z „Zaleceniami do wykonywania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych, drogowych obiektów mostowych” [1], wprowadzonymi do stosowania Zarządzeniem Nr 12 Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych z dnia 8 grudnia 1998 roku.

Integralną częścią Katalogu jest jego II część pt. „Materiały”, opracowywana przez Instytut Badawczy Dróg i Mostów, a dotycząca przyporządkowania materiałów posiadających aktualne Aprobaty Techniczne IBDiM do poszczególnych grup i rodzajów zabezpieczeń powierzchniowych (zgodnie z podziałem zabezpieczeń powierzchniowych dokonany w niniejszej części Katalogu). Część II Katalogu będzie umożliwiała pełny i łatwy dostęp do informacji technicznych dotyczących oferowanych na rynku materiałów do zabezpieczeń powierzchniowych, co pomoże przede wszystkim w planowaniu i projektowaniu oraz realizacji robót.

W Części I Katalogu sklasyfikowano zagrożenia korozyjne oraz omówiono poszczególne sposoby ochrony przed korozją drogowych obiektów inżynierskich. Omówione zostało również zagadnienie prac związanych z przygotowaniem dokumentacyjnym zabezpieczenia powierzchniowego, jak również zostały podane zasady wykonywania, konserwacji, napraw i renowacji zabezpieczeń powierzchniowych, oraz kontroli jakości robót i oceny stanu zabezpieczeń powierzchniowych. W Załączniku do Katalogu umieszczono przykłady protokołów (kart) umożliwiających (wspomagających) dokumentowanie wykonanych prac i oceny stanu oraz kontroli jakości zabezpieczeń powierzchniowych.

Zgodnie z wytycznymi zapisanymi w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków

technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie [2] obiekt inżynierski powinien być zaprojektowany i wykonany w sposób odpowiadający wymaganiom wynikającym z jego usytuowania i przeznaczenia, tak aby była zapewniona jego trwałość oraz warunki prawidłowego użytkowania i utrzymania. W świetle zapisów Rozporządzenia [2] trwałość jest rozumiana jako zdolność użytkowania obiektu przy zachowaniu cech wytrzymałościowych i eksploatacyjnych. Materiały użyte do budowy powinny zapewnić trwałość odpowiednią do przyjętych okresów użytkowania poszczególnych elementów obiektów inżynierskich. W przypadkach gdy, nie mogą być spełnione wymagania trwałości materiałów, powinny być zastosowane odpowiednie rozwiązania ochronne ograniczające oddziaływanie środowiska, których skuteczność działania powinna odpowiadać przyjętym okresom użytkowania. Rozwiązania ochronne dla obiektów nowo wznoszonych polegają na odpowiednim:

- usytuowaniu obiektu inżynierskiego,
- ukształtowaniu konstrukcji (ochrona konstrukcyjna),
- doborze materiałów konstrukcyjnych, doborze składu oraz struktury materiałów (ochrona materiałowo-strukturalna),
- stosowaniu zabezpieczeń powierzchniowych konstrukcji lub jej elementów.

Wzrastająca agresywność środowiska spowodowana postępem technologicznym, stosowaniem chemicznych środków odładowych sprawia, że ochrona przed korozją w drogowych obiektach inżynierskich jest niezwykle istotnym czynnikiem wpływającym na trwałość tych obiektów.

Każda konstrukcja, nawet prawidłowo zaprojektowana i wykonana, będzie po pewnym czasie ulegała degradacji. Przyczyną są tu niszczące oddziaływania środowiska zewnętrznego, a także oddziaływania związane z pracą samej konstrukcji. Degradacja ta następuje przede wszystkim na skutek procesów korozji betonu, stali, w szczególności zbrojenia lub obydwu tych procesów zachodzących jednocześnie. Zastosowanie zabezpieczenia powierzchniowego ma na celu opóźnienie procesów degradacji materiałów konstrukcji.

Zadaniem materiałów do zabezpieczenia powierzchniowego jest:

- ograniczenie wnikania czynników korozyjnych do elementu konstrukcji (przede wszystkim wskutek szczelności, dobrego przylegania do podłoża i współpracy z nim),
- poprawa odporności konstrukcji na działanie zasad, kwasów, promieniowania UV, warunków atmosferycznych, przy jednoczesnym umożliwieniu dyfuzji pary wodnej w przypadku betonu (tzw. „oddychanie betonu”),
- zwiększenie bezpieczeństwa ruchu po obiekcie,
- wydłużenie trwałości (użytkowania) konstrukcji,
- poprawa wyglądu drogowych obiektów inżynierskich.

Skuteczność zabezpieczenia powierzchniowego jest uzależniona od zastosowanego materiału. Decydującą rolę odgrywają tu parametry techniczne i odporność chemiczna materiału oraz jego współpraca (kompatybilność) z zabezpieczanym elementem. Przede wszystkim, z punktu widzenia skuteczności, korzystne jest stosowanie systemów materiałów (jednego producenta) składających się z materiałów pozwalających na wykonanie wszystkich warstw zabezpieczenia (np. w przypadku izolacji przeciwwodnych stalowych pomostów są to: materiał do antykorozyjnego zabezpieczenia stali i materiał izolacyjny), których podstawową zaletą jest zgodność chemiczna i wzajemne prawidłowe współdziałanie.

W przypadku obiektów remontowanych wykonanie zabezpieczenia powierzchniowego powinno być poprzedzone określeniem przyczyn powstania uszkodzeń, oceną ich wielkości w wyniku wykonania badań diagnostycznych konstrukcji. Nie można wykonać skutecznej naprawy bez stwierdzenia przyczyn uszkodzeń i ich naprawy.

Effekt ekonomiczny zastosowania właściwie dobranych materiałów, o odpowiedniej jakości i właściwe ich wbudowanie zwiększa trwałość i bezpieczeństwo obiektów. Zastosowanie materiałów o dobrej jakości pozwala na wydłużenie czasu eksploatacji obiektów bez remontów i przebudów.

Postęp w dziedzinie zabezpieczeń powierzchniowych stworzył szansę poprawy trwałości obiektów inżynierskich. Mając świadomość wagi problemu ochrony przed korozją autorzy uważają, że tylko kompleksowe podejście do jego rozwiązania pozwoli na powstrzymanie degradacji polskich obiektów mostowych.

1.1 Przedmiot i cel opracowania

Niniejsze opracowanie dotyczy doboru i zakresu stosowania materiałów oraz technologii wykonania i wymagań odbiorczych wykonanego zabezpieczenia powierzchniowego drogowych obiektów inżynierskich.

Katalog ten należy stosować, w szczególności, przy opracowywaniu dokumentacji technicznej wykonania zabezpieczeń powierzchniowych, kontroli jakości i odbiorach zabezpieczenia powierzchniowego na nowych i remontowanych drogowych obiektach inżynierskich.

W przypadku stosowania zabezpieczeń powierzchniowych na obiektach użytkowanych decyzję o wykonaniu zabezpieczenia powierzchniowego należy poprzedzić ustaleniem przyczyn uszkodzeń oraz określeniem zakresu prac remontowych, naprawczych i/lub wzmocnień.

Celem opracowania Części I niniejszego Katalogu jest:

- przedstawienie metod zabezpieczeń powierzchniowych w drogowych obiektach inżynierskich,
- określenie zakresów stosowania zabezpieczeń powierzchniowych w zależności od ich rodzaju i czynników środowiskowych,
- ułatwienie doboru odpowiedniego materiału do warunków konstrukcyjnych i użytkowych,
- ujednolicenie wymagań dotyczących zarówno elementów, na których są wykonywane zabezpieczenia jak i wykonanych zabezpieczeń powierzchniowych.

1.2 Podstawowe określenia używane w Katalogu

Czas przydatności do stosowania – maksymalny czas, w którym wyrób powinien być zastosowany, po tym czasie wyrób może stracić (zmienić) swoje właściwości.

Czas schnięcia – czas potrzebny do uzyskania stałej powłoki o określonych właściwościach fizycznych, w określonej temperaturze.

Czas sezonowania powłok – czas między nałożeniem powłoki a uzyskaniem przez nią określonych, docelowych właściwości.

Destrukcja – zniszczenie elementu lub konstrukcji.

Degradacja obiektu – obniżenie właściwości użytkowych konstrukcji w stosunku do stanu wyjściowego.

Diagnostyka obiektu – określenie stanu technicznego obiektu na podstawie oględzin i badań i ustalenie przyczyn uszkodzeń.

Dokumentacja projektowa – ogół opracowań projektowych, specyfikacji technicznych i kosztorysów, wykonywanych w fazie przygotowania budowy, przebudowy lub remontu obiektu.

Drogowy obiekt inżynierski – obiekt budowlany wg definicji zawartej w Rozporządzeniu [2]. Do obiektów inżynierskich zalicza się:

- obiekty mostowe (most, wiadukt, estakadę, kładkę),
- tunele (tunel, przejście podziemne),
- przepusty,
- konstrukcje oporowe.

Gwarancja – prawne zapewnienie strony (np. producenta wobec wykonawcy, producenta wobec inwestora, wykonawcy wobec inwestora) o zachowaniu określonych w umowie właściwości zabezpieczenia powierzchniowego przez okres gwarancji; udzielanie gwarancji wymaga ustalenia między stronami dopuszczalnych zmian wyglądu zabezpieczenia powierzchniowego, występujących w danym procencie w określonym czasie.

Impregnacja – nasycanie betonu preparatami polimerowymi o niskiej lepkości, które po wnikięciu w głąb betonu i spolimeryzowaniu wpływają korzystnie na jego cechy fizyczne i chemiczne; wyróżnia się tu:

- hydrofobowe impregnaty porów (zwane dalej impregnatami hydrofobowymi)
 - wyroby ciekłe, penetrujące beton, tworzące powłoki na ściankach porów,
- impregnaty wypełniające pory – wyroby ciekłe penetrujące pory w betonie, tworzące materiał stały.

Isolacja przeciwwodna (hydroizolacja) – cienka warstwa odpowiednio wytrzymałego materiału, nienasiąkliwa, nieprzepuszczalna dla wody, układana na powierzchniach poziomych i pionowych drogowych obiektów inżynierskich.

Isolacjonawierzchnia – powłoka układana bezpośrednio na konstrukcji na powierzchni jezdni i chodników obiektów mostowych, pełniąc jednocześnie funkcje izolacji i nawierzchni.

Karbonatyzacja betonu - proces chemiczny powodujący obniżenie wartości pH.

Korozja betonu – nieodwracalna zmiana właściwości betonu w wyniku destrukcyjnego oddziaływania agresywnego środowiska zewnętrznego lub w wyniku destrukcyjnych procesów zachodzących między niektórymi składnikami betonu.

Korozja zbrojenia stalowego - proces elektrochemiczny zachodzący na powierzchni zbrojenia w środowisku korozyjnym, powodujący powstawanie produktów korozji o większej objętości niż stal i rozsadzanie betonu.

Mastyks – mieszanina asfaltu, mączki kamiennej i piasku, układana na gorąco, przeznaczona do wykonywania izolacji.

Pasywność – stan substancji, w którym jest ona odporna na działanie czynników chemicznych.

Pole referencyjne - wybrany i oznaczony, dostępny fragment powierzchni konstrukcji, służący za wzorzec do ustalenia minimalnego, możliwego do

przyjęcia poziomu wykonania prac powierzchniowego zabezpieczenia, sprawdzenia czy podane przez producenta lub wykonawcę dane są prawidłowe i zgodne z wymaganiami oraz umożliwienia oceny właściwości prawidłowo wykonanego zabezpieczenia w dowolnym czasie po zakończeniu prac.

Powłoka ochronna – powłoka malarska o grubości do 2 mm, zabezpieczająca podłoże przed oddziaływaniem czynników korozyjnych, наносzona technikami malarskimi.

Powłoka ochronno-dekoracyjna – powłoka ochronna jednocześnie nadająca powierzchni wymagany efekt dekoracyjny.

Przyczepność – przyleganie zabezpieczenia powierzchniowego do podłoża i/lub do innej powłoki.

Schnięcie – proces zestalania się (utwardzania) materiału malarskiego w powłokę, zachodzący wskutek odparowania rozpuszczalników.

System – co najmniej dwa współpracujące ze sobą wyroby, stosowane razem lub kolejno, tworzące zabezpieczenie powierzchniowe.

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

Trwałość zabezpieczenia powierzchniowego - przewidywany czas zachowania właściwości użytkowych zabezpieczenia powierzchniowego do pierwszej całkowitej renowacji.

Utrzymanie – zespół czynności podejmowanych w celu niedopuszczenia do pogorszenia się właściwości użytkowych drogowych obiektów inżynierskich.

Wykładziny – warstwa z elementów zespolonych ze sobą i z zabezpieczaną powierzchnią; wykonywana z elementów ceramicznych, węglowych, bazaltowych, kamiennych i innych; do łączenia elementów wykładzinowych i z zabezpieczaną powierzchnią stosuje się kleje, kity lub zaprawy żywiczne, mineralno-żywiczne lub mineralne.

Wyprawa – warstwa ochronna z materiałów o konsystencji plastycznej, o grubości powyżej 2 mm, nakładanych na podłoże techniką tynkarską lub malarską.

Zabezpieczenie powierzchniowe – system ochronny zwiększający odporność konstrukcji na działanie środowisk agresywnych, przez ograniczenie lub całkowitą eliminację dostępu środowiska agresywnego do powierzchni konstrukcji; w niniejszym Katalogu rozumie się przez to:

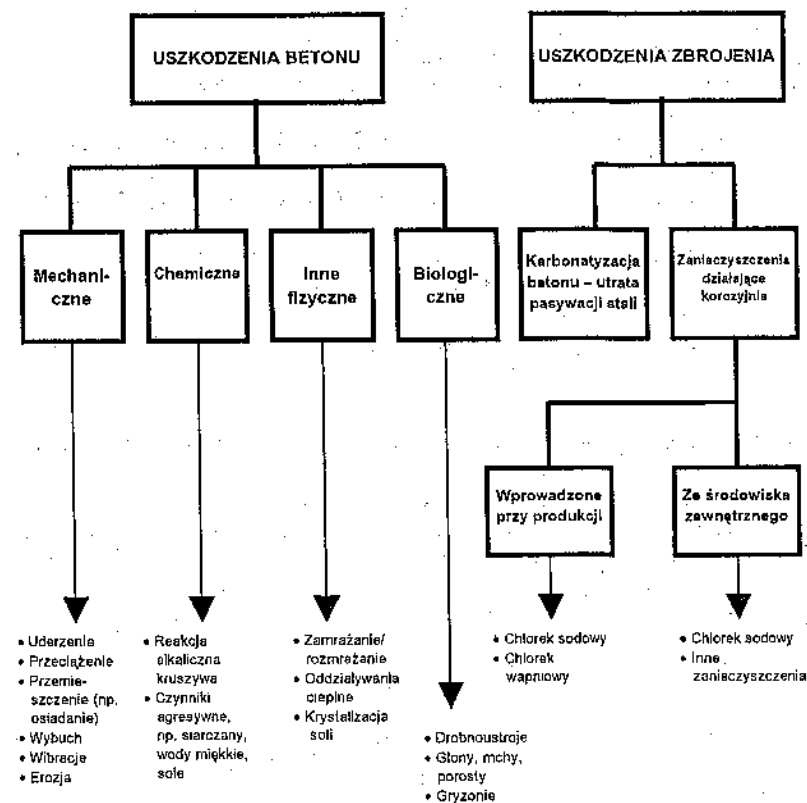
- ochronę powierzchniową (bez wykładzin) powierzchni betonowych;
- izolacje przeciwwodne powierzchni betonowych i stalowych;
- izolacionawierzchnie powierzchni betonowych i stalowych.

Zużycie materiału – ilość materiału potrzebna do wykonania zabezpieczenia powierzchniowego o określonej grubości na jednostkowej powierzchni; wyróżnia się **zużycie teoretyczne** – dotyczące powierzchni idealnie gładkiej oraz **zużycie praktyczne** – czyli uzyskane w praktyce przy malowaniu określonego podłoża w danych warunkach atmosferycznych i za pomocą określonej technologii.

2 Klasyfikacja zagrożeń korozyjnych

2.1 Rodzaje oddziaływań korozyjnych

Korozja polega na pogorszeniu właściwości użytkowych, w tym również betonu na skutek destrukcyjnego oddziaływania środowiska. Korozja betonu może być spowodowana czynnikami mechanicznymi, innymi fizycznymi, chemicznymi lub biologicznymi (rys. 2.1). Z reguły zachodzi kilka procesów równocześnie, powodując efekt synergistyczny – łączny, skutek oddziaływań jest większy niż wynikałoby to z sumy oddziaływań pojedynczych [3].



Rys. 2.1 Najczęstsze przyczyny uszkodzeń konstrukcji z betonu (wzorowane na EN 1504-9 [4]).

Głównym czynnikiem destrukcyjnym drogowych obiektów inżynierskich jest korozja chemiczna, zwłaszcza pod wpływem siarczanów pochodzących ze spalin („kwaśne deszcze”) [5], a także azotanów oraz chlorków, pochodzących najczęściej ze środków odładzających. Zobojętnienie betonu w wyniku karbonatyzacji prowadzi do utraty zdolności ochronnych otuliny betonowej wobec zbrojenia. W Polsce, ze względu na klimat – wielokrotne przejścia temperatury przez 0 C – często występuje korozja mrozowa, następująca w wyniku powtarzającego się zamrażania i odmrażania wody w porach betonu.

Rozwiązania konstrukcyjne obiektu inżynierskiego, rodzaj materiałów oraz zabezpieczenie powierzchniowe powinny być dostosowane do środowiska [2]: atmosferycznego, wodnego, gruntowo-wodnego, materiałowego, specjalnego.

- Jako oddziaływanie środowiska powinno się uwzględnić m.in.:
 - korozyjne działanie atmosfery, zwłaszcza wilgotnej i zanieczyszczonej agresywnymi gazami,
 - promieniowanie słoneczne powodujące przedwczesne starzenie niektórych materiałów,
 - cykliczne zmiany temperatury powodujące zamrażanie i odmrażanie wody,
 - opady atmosferyczne zawierające zanieczyszczenia chemiczne,
 - erozyjne działanie wód płynących i kry,
 - erozyjne działanie ścieków,
 - agresję biologiczną, a w szczególności grzybów, bakterii, roślin i owadów,
 - działanie wód gruntowych, zwłaszcza zanieczyszczonych środkami chemicznymi.
- Jako oddziaływanie środowiska materiałowego powinno się uwzględnić wzajemne reakcje składników wyrobu m.in.:
 - reaktywność alkaliczną kruszyw z cementem,
 - aktywność korozyjną w stosunku do stali niektórych składników kruszyw, zapraw używanych do napraw lub domieszek i dodatków do betonu,
 - jonizację metali lub ich stopów w obecności elektrolitów.
- Jako oddziaływanie środowiska specjalnego powinno się uwzględnić m.in.:
 - środki chemiczne stosowane do walki z gołoledzią,
 - prądy błądzące wywołane trakcją elektryczną.

Klasyfikacja i określenie środowisk w zależności od sposobu i stopnia oddziaływania korozyjnego (stopnia agresywności) na obiekty inżynierskie powinny być przeprowadzone w oparciu o normy.

W zależności od warunków użytkowania konstrukcji betonowych, rozróżnia się – według obowiązującej normy PN-B-03264:2002 [6] – pięć klas środowiska (tablica 2.1).

**Klasy środowiska wg PN-B-03264:2002 [6],
z przykładami występowania w obiektach inżynierskich**

Tablica 2.1

Klasa środowiska		Przykłady wg normy	Przykłady występowania w obiektach inżynierskich ¹⁾
1. Środowisko suche ²⁾		wnętrza budynków mieszkalnych lub biur	wnętrza konstrukcji skrzynkowych
2. Środowisko wilgotne	a) bez mrozu	wnętrza budynków o wysokiej wilgotności (np. pralnia), grunt nieagresywny i/lub woda nieagresywna	fundamenty poniżej poziomu zamrażania
	b) z mrozem	atmosfera zewnętrzna (z możliwością wystąpienia mrozu), grunt nieagresywny i/lub woda nieagresywna (z możliwością wystąpienia mrozu), wnętrza o wysokiej wilgotności (z możliwością wystąpienia mrozu)	spody obiektów, oczepy fundamentowe powyżej poziomu przemarzania
3. Środowisko wilgotne z mrozem i środkami odładzającymi		atmosfera wewnętrzna lub zewnętrzna z możliwością wystąpienia mrozu i działania środków odładzających	belki podporęczowe, podpory
4. Środowisko wody morskiej	a) bez mrozu	częściowe lub całkowite zanurzenie w wodzie morskiej lub działanie rozbryzgów wody morskiej, atmosfera zawierająca aerozole soli (strefa przybrzeżna)	–
	b) z mrozem	częściowe zanurzenie w wodzie morskiej lub działanie rozbryzgów wody morskiej, z możliwością wystąpienia mrozu, atmosfera nasycona solanką i narażona na działanie mrozu	obiekty nadmorskie

ciąg dalszy tablicy 2.1

1	2	3
Następujące klasy mogą występować samodzielnie lub w kombinacji z podanymi wyżej:		
5. Środowiska agresywnie chemicznie	(I _a) mało agresywne	środowisko chemicznie mało agresywne
	(M _a) średnio agresywne	środowisko chemicznie średnio agresywne
	(H _a) silnie agresywne	środowisko chemicznie silnie agresywne
objekty narażone na agresję chemiczną np. obiekty usytuowane w skażonym środowisku przemysłowym		
¹⁾ Przykłady wg autorów niniejszego Katalogu ²⁾ Ta klasa środowiska może być przyjmowana tylko w przypadku, gdy podczas wznoszenia obiektu konstrukcja lub pewne jej elementy nie są poddane przez dłuższy czas w bardziej niekorzystnym warunkom		

Od 1999 roku w krajach Unii Europejskiej obowiązuje nowa norma betonowa EN 206-1:1999 [7], która została również wprowadzona w Polsce PN-EN 206-1:2002 [8]. Wprowadza ona istotną modyfikację w stosunku do dotychczasowego sposobu określania środowiska. Zamiast uwzględniania występujących czynników agresywnych, klasę środowiska określa się, biorąc pod uwagę zagrożenia wobec betonu (tabl. 2.2). W każdej klasie wyróżnia się podklasy w zależności od stopnia zawilgocenia i cykliczności jego występowania. W odniesieniu do korozji mrozowej dodatkowo uwzględnia się stosowanie środków odladzających.

Klasy ekspozycji wg PN-EN 206-1:2002 [8]
z przykładami występowania w obiektach inżynierskich

Tablica 2.2

Klasa środowiska	Charakterystyka środowiska	Przykłady występowania wg normy	Przykłady występowania w drogowych obiektach inżynierskich ¹⁾
1	2	3	4
1. Zagrożenie korozyjne nie występuje			
X0	Dla betonu niezbrojonego i bez innych wstawek metalowych: we wszystkich warunkach z wyjątkiem korozji mrozowej i chemicznej Dla żelbetu i betonu z innymi wstawkami metalowymi: w warunkach bardzo suchych	Beton wewnątrz budowli przy bardzo niskiej wilgotności powietrza.	—

ciąg dalszy tablicy 2.2

1	2	3	4
2. Korozja spowodowana karbonatyzacją			
Żelbet lub beton z innymi wstawkami metalowymi, pod działaniem atmosfery i wilgoci			
XC1	W warunkach suchych lub przy stałym zawilgoceniu	Beton wewnątrz budowli przy niskiej wilgotności powietrza. Beton stale zanurzony w wodzie.	Wnętrza konstrukcji skrzynkowych, podpory poniżej zwierciadła wody
XC2	W warunkach wilgotnych, przy sporadycznym osuszaniu	Powierzchnie betonu podlegające działaniu wody przez długie okresy. Liczne fundamenty.	Podpory w strefach zmiennego poziomu zwierciadła wody
XC3	W warunkach umiarkowanej wilgotności	Beton wewnątrz budowli przy umiarkowanej lub wysokiej wilgotności. Beton na zewnątrz budowli, osłonięty przed deszczem.	Spody konstrukcji
XC4	W warunkach cyklicznego zawilgacania i osuszania	Powierzchnie betonu podlegające działaniu wody w warunkach innych niż dla klasy XC2.	Powierzchnie nasłonecznione, przewietrzane
3. Korozja spowodowana chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej			
Żelbet lub beton z innymi wstawkami metalowymi, podlegający działaniu wody zawierającej chlorki, w tym sole odladzające, ze źródeł innych niż woda morską			
XD1	W warunkach umiarkowanej wilgotności	Powierzchnie betonu podlegające działaniu chlorków z atmosfery.	Spody konstrukcji, podpory
XD2	W warunkach wilgotnych, przy sporadycznym osuszaniu	Betony podlegające działaniu wód przemysłowych zawierających chlorki.	Przepusty drogowe
XD3	W warunkach cyklicznego zawilgacania i osuszania	Elementy mostów podlegające działaniu chlorków. Nawierzchnie dróg. Nawierzchnie parkingów.	Belki podporęczowe, nawierzchnie, podpory
4. Korozja spowodowana chlorkami z wody morskiej			
Żelbet lub beton z innymi wstawkami metalowymi, podlegający działaniu chlorków pochodzących z wody morskiej			
XS1	W warunkach działania soli z powietrza, bez bezpośredniego kontaktu z wodą morską	Konstrukcje znajdujące się na brzegu lub w pobliżu brzegu morskiego.	Jak obok, obiekty inżynierskie
XS2	W warunkach stałego zanurzenia	Fragmenty konstrukcji morskich.	

ciąg dalszy tablicy 2.2

1	2	3	4
XS3	W strefach przypływu lub przyboju	Fragmenty konstrukcji morskich.	
5. Korozja mrozowa			
Beton podlegający zamrażaniu i rozmrażaniu w warunkach zawilgocenia			
XF1	W warunkach umiarkowanego nasycenia wodą nie zawierającą środków odladzających	Pionowe powierzchnie betonowe podlegające działaniu deszczu i mrozu.	Podpory
XF2	W warunkach umiarkowanego nasycenia wodą zawierającą środki odladzające	Pionowe powierzchnie betonowe konstrukcji drogowych podlegające działaniu mrozu i środków odladzających przenoszonych przez powietrze.	Podpory wiaduktów, części pionowe belek podporęczowych, wsporniki chodnikowe narażone na rozbrzgi
XF3	W warunkach dużego nasycenia wodą bez środków odladzających	Poziome powierzchnie betonowe podlegające działaniu deszczu i mrozu.	
XF4	W warunkach umiarkowanego nasycenia wodą zawierającą środki odladzające lub wodą morską	Nawierzchnie dróg i mostów podlegające działaniu środków odladzających. Powierzchnie betonowe podlegające działaniu mrozu i bezpośredniemu działaniu środków odladzających.	Nawierzchnie, belki podporęczowe - część pozioma
6. Korozja chemiczna			
Beton podlegający agresji chemicznej (por. tabl. 2.7)			
XA1	W warunkach działania środowiska o małym stopniu agresywności	(I _a)	Obiekty narażone na agresję chemiczną
XA2	W warunkach działania środowiska o średnim stopniu agresywności	(m _a)	
XA3	W warunkach działania środowiska o silnym stopniu agresywności	(h _a)	
Przykłady wg autorów niniejszego Katalogu			

Przy projektowaniu zabezpieczenia powierzchniowego należy, na podstawie badań i analizy środowiska pracy konstrukcji, określić klasę ekspozycji.

2.2 Oddziaływania mechaniczne

Mechaniczne czynniki korozyjne można podzielić na [9]:

- oddziaływania bezpośrednie, np. obciążenia eksploatacyjne, ciężar własny, śnieg, wiatr, erozja,
- oddziaływania pośrednie, np. następstwa skurczu, wybożenia, odkształcenia spowodowane osiadaniem.

W zależności od czasu trwania i sposobu działania rozróżnia się oddziaływania:

- **stałe:** spowodowane grawitacją, parciem gruntu lub wody, odkształcenia wymuszone w trakcie budowy, itp.,
- **zmiennie:** obciążenia użytkowe różnych części obiektu, np. obciążenia śniegiem, lodem, wiatrem (statyczne i dynamiczne), wodą i falami, obciążenia ruchem na powierzchniach jezdnych, itp.,
- **wyjatkowe:** uderzenia, wybuchy, oddziaływania sejsmiczne, itp.

Wśród typowych przyczyn mechanicznych uszkodzeń betonu można wymienić: uderzenia, przeciążenia, przemieszczenia (np. osiadanie), a także wibracje. Prowadzą one do korozji na skutek zmęczenia mechanicznego lub erozji (ścierania). Niszczenie mechaniczne betonu może także następować w wyniku wandalizmu człowieka.

Naprężenia wywołane obciążeniami mechanicznymi mają istotny wpływ na przebieg korozji betonu [10] i żelbetu [11]. Naprężenia rozciągające, powodujące początkowo rozwarście, a następnie propagację rys, przyspieszają procesy korozyjne. Natomiast niewielkie naprężenia ściskające (zamykanie rys) powodują opóźnienie procesów korozji [12].

2.3 Inne oddziaływania fizyczne

Do pozostałych fizycznych oddziaływań korozyjnych można zaliczyć:

- działanie mrozu; podczas zamarzania woda zwiększa swoją objętość, w wyniku czego powstają naprężenia, prowadzące do pęknięcia betonu. Szczególnie niebezpieczna sytuacja ma miejsce w obecności soli odladzających, najczęściej chlorku sodu,
- oddziaływania ciepło-wilgotnościowe, prowadzące zazwyczaj do uszkodzeń betonu na skutek zmiennych naprężeń wywołanych cyklicznym pęcznieniem i skurczem,
- oddziaływania spowodowane ogniem (np. w czasie pożaru samochodu).

2.4 Oddziaływania chemiczne

Substancje agresywne chemicznie mogą reagować ze składnikami betonu, powodując korozję lub pogorszenie właściwości ochronnych otuliny betonowej wobec zbrojenia w żelbecie [13]. Ze względu na mechanizm korozji i jej skutki można wyróżnić zgodnie z PN-86/B-01802 [14]:

- procesy rozpuszczania i wymywania rozpuszczonych składników (korozja I typu),
- reakcje chemiczne, których produktami są substancje łatwo rozpuszczalne lub nie wykazujące właściwości wiążących (korozja II typu),
- reakcje chemiczne, których produktami są trudno rozpuszczalne sole, zwiększające swoją objętość podczas krystalizacji (korozja III typu).

Według normy PN-80/B-01800 [15] środowiska agresywne chemicznie dzieli się na:

- gazowe (tabl. 2.3 i 2.4),
- ciekłe (tabl. 2.5),
- stałe (tabl. 2.6).

Intensywność agresywnego oddziaływania środowiska określają trzy stopnie agresywności:

- mały (l_n),
- średni (m_n),
- silny (h_n).

Podział środowisk gazowych na grupy wg PN-80/B-01800 [15]

Tablica 2.3

Rodzaj gazu	Zawartość gazu w środowisku, mg/m ³			
	A	B	C	D
CO ₂ ¹⁾	do 2000	> 2000	—	—
SO ₂ ¹⁾	do 0,5	0,5 – 10	10 – 200	ponad 200
HF	do 0,05	0,5 – 5	5 – 10	ponad 10
H ₂ S	do 0,01	0,01 – 5	5 – 100	ponad 100
NO ₂	do 0,1	0,1 – 5	5 – 25	ponad 25
Cl ₂	do 0,1	0,1 – 1	1 – 5	ponad 5
HCl	do 0,05	0,05 – 5	5 – 10	ponad 10

¹⁾ dla betonowych konstrukcji mostowych za korozjogenne uważa się stężenia [13]:
 CO₂ – powyżej 600 mg/m³
 SO₂ – powyżej 0,05 mg/m³

Stopnie agresywnego oddziaływania środowisk gazowych wg PN-80/B-01800 [15]

Tablica 2.4

Wilgotność względna powietrza, %	Grupa gazów wg tabl. 2.3	Stopień agresywnego oddziaływania na	
		beton	żelbet
< 60	C	l_n	l_n
	D	m_n	m_n
60 – 70	B	—	l_n
	C	m_n	m_n
	D	h_n	h_n
> 70	A	—	l_n
	B	l_n	m_n
	C	m_n	h_n
	D	h_n	h_n

Stopnie agresywnego oddziaływania środowisk ciekłych wg PN-80/B-01800 [15]

Tablica 2.5

Rodzaj agresywności środowiska	Wskaźnik agresywności	Jednostka	Stopień agresywności			
			l_{n1}	l_{n2}	m_n	h_n
Lugująca	twardość wody	°niem.	6 – 3	< 3	—	—
Kwasowa	zawartość jonów wodorowych (H ⁺)	pH	7–6,5	6,5–5	5–4,5	< 4,5
Węglanowa	zawartość agresywnego dwutlenku węgla (aCO ₂)	mg/dm ³	5–10	10–40	> 40	—
Magnezowa	zawartość jonów magnezowych (Mg ²⁺)	mg/dm ³	150 – 1000	1000–2000	> 2000	—
Amonowa	zawartość jonów amonowych (NH ₄ ⁺)	mg/dm ³	10 – 100	100 – 500	> 500	—
Siarczanowa	zawartość jonów siarczanowych (SO ₄ ²⁻)	mg/dm ³	250 – 350	350 – 500	500 – 1000	> 1000

Stopnie agresywnego oddziaływania gruntów wg PN-80/B-01800 [15]

Tablica 2.6

Rodzaj agresywności środowiska	Wskaźnik agresywności	Jednostka	Stopień agresywności		
			I_a	m_a	h_a
1	2	3	4	5	6
Kwasowa	kwasowość wymienna	—	> 20	—	—
Siarczanowa	zawartość jonów siarczanowych (SO_4^{2-})	mg/kg gruntu	250 – 600	600 – 1000	> 1000

W nowej normie PN-EN 206-1:2002 [8] wartości graniczne podano tylko dla gruntów naturalnych i wód gruntowych (tabl. 2.7):

Wartości graniczne klas ekspozycji dotyczących agresji chemicznej gruntów naturalnych i wody gruntowej wg PN-EN 206-1:2002 [8]

Tablica 2.7

Charakterystyka chemiczna	Stopnie agresywności (por. tabl. 2.2)		
	XA1	XA2	XA3
1	2	3	4
Woda gruntowa			
SO_4^{2-} , mg/dm ³	200 + 600	600 + 3000	3000 + 6000
pH	6,5 + 5,5	5,5 + 4,5	4,5 + 4,0
CO_2 agresywny, mg/dm ³	15 + 40	40 + 100	> 100
NH_4^+ , mg/dm ³	15 + 30	30 + 60	60 + 100
Mg^{2+} , mg/dm ³	300 + 1000	1000 + 3000	> 3000
Grunty			
SO_4^{2-} całkowite, mg/kg	2000 + 3000	3000 + 12000	12000 + 24000
Kwasowość, cm ³ /kg	> 200	niespotykane w praktyce	

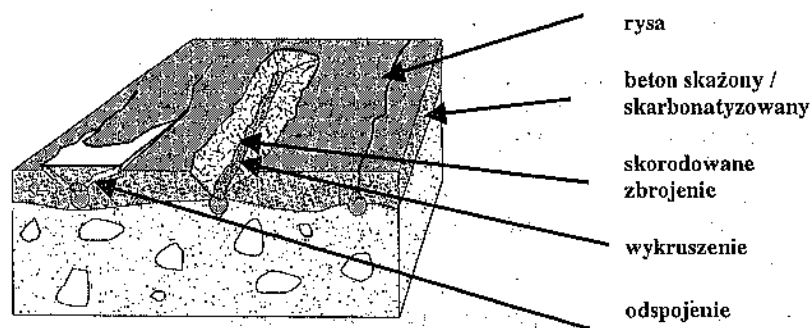
Ze względu na rodzaj środowiska będącego przyczyną korozji betonu rozróżnia się zgodnie z PN-86/B-01802 [14] następujące rodzaje korozji chemicznej (najczęściej występującej w obiektach mostowych) [3], [16]:

- **Korozję ługowania**, spowodowaną rozpuszczaniem i wynywaniem (ługowaniem) z betonu jego rozpuszczalnych składników, przede wszystkim wodorotlenku wapnia, na skutek czego następuje zwiększenie porowatości, a tym samym zmniejszenie szczelności i wytrzymałości mechanicznej betonu.

- **Korozję kwasową**, spowodowaną działaniem kwasów, które reagują z wodorotlenkiem wapniowym, a także z glinianami i krzemianami, w wyniku czego powstają łatwo rozpuszczalne sole. Proces ten powoduje stopniowe zwiększenie porowatości betonu i zmniejszenie jego wytrzymałości. Kwasy reagują również z węglanem wapniowym, powstającym w wyniku karbonatyzacji betonu; mogą także rozkładać niektóre kruszywa, zwłaszcza węglanowe.
- **Korozję węglanową**, spowodowaną działaniem wód (w szczególności wód opadowych, ścieków) zawierających znaczne ilości wolnego CO_2 . Najpierw powstaje węglan wapniowy $CaCO_3$, który następnie przechodzi w łatwo rozpuszczalny wodorowęglan $Ca(HCO_3)_2$, podlegający wyługowaniu z betonu.
- **Korozję magnezową**, polegającą na wymianie jonów wapniowych Ca^{2+} na magnezowe Mg^{2+} w strukturze betonu; powstający wodorotlenek magnezu jest nierozpuszczalny w wodzie i nie ma właściwości wiążących.
- **Korozję amonową**, o mechanizmie podobnym do korozji magnezowej (wymiana jonów Ca^{2+} na NH_4^+); ponadto wydzielający się amoniak zwiększa porowatość materiału.
- **Korozję siarczanową**, spowodowaną reakcją składników betonu z jonami siarczanowymi SO_4^{2-} , w wyniku czego powstają nierozpuszczalne produkty krystalizujące ze znacznym zwiększeniem swojej objętości (np. gips $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ lub etryngit „opóźniony” $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 32H_2O$, zwany też solą Candlota lub „bakylem cementowym”). W pierwszym stadium korozji siarczanowej następuje uszczelnienie betonu wskutek stopniowego wypełniania kapilar i porów materiału, czemu towarzyszy zwiększenie wytrzymałości. Przy dalszym wzroście kryształów powstają bardzo duże naprężenia wewnętrzne (np. ciśnienie krystalizacyjne przy przejściu $CaSO_4$ w $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ wynosi około 110 MPa), powodujące rysy i pęknięcia, a wreszcie całkowite zniszczenie betonu. Korozja siarczanowa jest szczególnie niebezpieczna, gdy występuje łącznie z korozją kwasową, co ma miejsce podczas opadów kwaśnych deszczy.
- **Korozję chlorkową**, spowodowaną działaniem roztworów o dużym stężeniu jonów chlorkowych. Niszczenie betonu następuje na skutek powstawania zasadowych chlorków, np. magnezu $Mg(OH)Cl \cdot nH_2O$ lub wapnia $Ca(OH)Cl \cdot nH_2O$, zwiększających swoją objętość w trakcie krystalizacji [17].

- **Korozję wewnętrzną**, związaną z niewłaściwym doбором składników betonu, które w szczególnych warunkach użytkowania lub dojrzewania betonu (duże zawilgocenie, podwyższona temperatura, użycie cementu o dużej zawartości alkaliów) i w długim okresie (często kilku lat) mogą wchodzić ze sobą w szkodliwe reakcje. Zwiększenie objętości produktów korozji (pęcznienie) jest powodem niszczenia betonu. Najczęstszą przyczyną korozji wewnętrznej są reakcje reaktywnych kruszyw, takich jak krzemionka (np. opal) bądź kruszyw węglanowych (dolomitowych) z alkaliami pochodzącymi z cementu (tzw. alkaliczna reakcja kruszywa).

Różnice w mechanizmach korozji przejawiają się w jej zewnętrznych objawach (rys. 2.2).



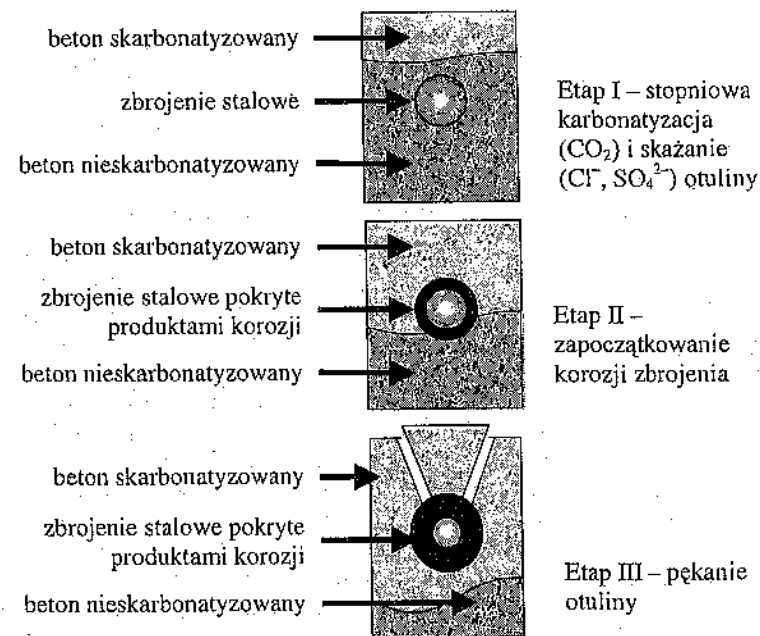
Rys. 2.2 Różne przejawy korozji (wg [18]).

2.5 Karbonatyzacja i skażenie betonu

W obecności wilgoci różne składniki zhydratyzowanego cementu, przede wszystkim wodorotlenek wapnia, mogą reagować z CO_2 zawartym w powietrzu [3]. Proces ten (karbonatyzacja) jest korzystny dla betonu jako takiego, ponieważ powstający węglan wapnia CaCO_3 ma objętość o około 11% większą od objętości kryształów wodorotlenku wapniowego Ca(OH)_2 , jest także około 100 razy mniej rozpuszczalny. W konsekwencji zwiększa się szczelność betonu, a także w pewnym stopniu jego wytrzymałość na ściskanie.

Zdecydowanie negatywnym skutkiem karbonatyzacji jest obniżenie alkaliczności (zobojętnienie) betonu, co powoduje pogorszenie zdolności ochronnych otuliny betonowej wobec zbrojenia, aż do jej całkowitej utraty (rys. 2.3). Otulina zapewnia ochronę zbrojenia przed korozją, dopóki roztwór występujący w porach betonu charakteryzuje się wysokim wskaźnikiem pH; przeciętnie w świeżym betonie pH wynosi od 12,5 do 13,5. Przy całkowitym

skarbonatyzowaniu wartość pH może się obniżyć do 8,3 lub niżej, ale utrata stanu pasywacji (rozpuszczenie warstwek ochronnych na powierzchni stali) i zapoczątkowanie procesów korozji stali rozpoczyna się już przy pH poniżej 11,8 w warunkach swobodnego dostępu powietrza. Przy ograniczonym dostępie powietrza za wartość graniczną przyjmuje się $\text{pH} = 11$.



Rys. 2.3 Przebieg degradacji elementu żelbetonowego (wg [19]).

Pomiaru głębokości karbonatyzacji dokonuje się przez natrysk wskaźnika uniwersalnego – kompozycji odczynników chemicznych, pozwalającej na określenie wartości pH na głębokości badanego przekroju betonowego. Metoda ta, zalecana do stosowania, pozwala na określenie przebiegu zmian wartości pH w przekroju badanego elementu na podstawie oceny rozkładu barw. Pomiar sprowadza się do natryśnięcia na badaną powierzchnię betonu wskaźnika uniwersalnego, identyfikującego wartości pH w zakresie od 5 do 13. Odczyn pH równy 11, przy którym obniża się naturalna zdolność betonu do pasywacji zbrojenia, odpowiada zabarwieniu betonu na fioletowo. Przejście palety barw

z koloru fioletowego na zielony ($\text{pH} = 9$) sygnalizuje utratę właściwości ochronnych betonu i potencjalne zagrożenie korozyjne zbrojenia [20].

Oprócz powyższej metody oceny pH betonu można stosować również natrysk fenoloftaleiny lub tymoloftaleiny. Fenoloftaleina zmienia barwę z bezbarwnej na czerwoną przy $\text{pH } 8,8 \div 9,5$; tymoloftaleina zmienia barwę z bezbarwnej na niebieską przy pH równym $9,3 \div 10,5$.

Szybkość karbonatyzacji zależy od:

- szczelności betonu (im większa nasiąkliwość tym łatwiejsze wnikanie CO_2), a także od jego składu chemicznego,
- zawilgocenia – proces przebiega najszybciej przy wilgotności względnej powietrza 40-70%,
- zawartości CO_2 w powietrzu,
- temperatury – wzrost temperatury przyspiesza proces karbonatyzacji.

W obecności chlorków korozja zbrojenia zaczyna się już przy wartościach pH wyższych od uznanych za wartości graniczne. Jony chlorkowe powodują lokalne uszkodzenia warstewki pasywnej chroniącej stal zbrojeniową, w wyniku czego rozpoczyna się korozja wżerowa stali. Oddziaływanie chlorków występuje zwłaszcza na skutek działania środków odładowych na drogowe konstrukcje inżynierskie. Przyjmuje się, że moment dotarcia przez migrujące w głąb betonu jony chlorkowe do powierzchni zbrojenia, wyznacza okres trwałości konstrukcji [19], jednakże dopuszczalna zawartość chlorków jest różnie definiowana w różnych krajach. Według zaleceń Amerykańskiego Instytutu Betonu (ACI) krytyczna zawartość jonów chlorkowych rozpuszczalnych w wodzie wynosi 0,15% masy cementu dla betonu sprężonego i 0,20% dla betonu zbrojonego. W normie PN-EN 206-1:2002 [8] oraz normie PN-80/B-1800 [15], podobnie jak w normach brytyjskich, niemieckich i norweskich, przyjęto – zgodnie z zaleceniami RILEM – jako krytyczną zawartość chlorków rozpuszczalnych w kwasie azotowym (a zatem w odniesieniu do całkowitej zawartości chlorków) 0,4% masy cementu (0,2% dla konstrukcji sprężonych). Wartości te przyjęto też w polskich wymaganiach [21].

2.6 Oddziaływania biologiczne

Korozja biologiczna spowodowana jest działaniem organizmów żywych [22]. Na betonach nieskarbonatyzowanych o odczynie silnie alkalicznym organizmy takie zasadniczo nie występują. Po skarbonatyzowaniu powierzchni zawilgocone mogą porastać roślinnością – glonami i grzybami; mogą również rozwijać się szczepy bakterii. Rozkład złoża biologicznego może prowadzić do powstawania siarkowodoru, powodującego korozję kwasową. Bakterie siarkowe powodują też (przy pH poniżej 9) utlenianie siarkowodoru do kwasu siarkowego i w konsekwencji korozję kwasowo – siarczanową [23, 24].

3 Zabezpieczenie przed korozją drogowych obiektów inżynierskich z betonu

3.1 Sposoby zabezpieczeń i ich dobór

Sposoby zabezpieczeń konstrukcji betonowych przed korozją i zasady ich doboru są przedmiotem zestawu Polskich Norm pod ogólnym tytułem „Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe”. Zbiór ten obejmuje:

PN-85/B-01800	Klasyfikacja i określenie środowisk (<i>norma zastąpiona przez normę PN-EN 206-1:2002 [7]</i>)
PN-82/B-01801	Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe - Podstawowe zasady projektowania
PN-86/B-01802	Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe - Nazwy i określenia
PN-85/B-01805	Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe - Ogólne zasady ochrony
PN-86/B-01806	Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe - Ogólne zasady użytkowania, konserwacji i napraw
PN-88/B-01807	Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe - Zasady diagnostyki konstrukcji
PN-88/B-01808	Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe - Zasady określania uszkodzeń powłok ochronnych
PN-86/B-01810	Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe - Własności ochronne betonu w stosunku do stali zbrojeniowej - Badania elektrochemiczne
PN-86/B-01811	Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe - Ochrona materiałowo-strukturalna: wymagania
PN-91/B-01813	Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe - Zabezpieczenia powierzchniowe - Zasady doboru
PN-92/B-01814	Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe - Metoda badania przyczepności powłok ochronnych

PN-92/B-01815 Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie – Konstrukcje betonowe i żelbetowe - Metody badania przepuszczalności pary wodnej przez powłoki ochronne.

Europejski Komitet Normalizacji – CEN jest w trakcie opracowywania serii 10 norm pod ogólnym tytułem „Products and systems for the protection and repair of concrete structure – Wyróby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji z betonu” [25, 26]. Program ten obejmuje następujące normy:

EN 1504-1	Definicje
EN 1504-2	Systemy ochrony powierzchniowej
EN 1504-3	Naprawy konstrukcyjne i niekonstrukcyjne
EN 1504-4	Łączenie konstrukcyjne
EN 1504-5	Iniekcje betonu
EN 1504-6	Zaczyny i zaprawy do mocowania zbrojenia oraz do wypełniania zewnętrznych ubytków
EN 1504-7	Zapobieganie korozji zbrojenia
EN 1504-8	Kontrola jakości i ocena zgodności
EN 1504-9	Ogólne zasady stosowania wyrobów i systemów
EN 1504-10	Stosowanie wyrobów i systemów na placu budowy oraz kontrola jakości prac.

Spśród w/w części ustanowiona w Polsce jest norma PN-EN 1504-1:2000 [4] Wyróby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych – Definicje, wymagania, kontrola jakości i ocena zgodności - Definicje, w której między innymi określono wyróby i systemy ochrony powierzchniowej jako „wyróby i systemy poprawiające trwałość konstrukcji betonowych i żelbetowych”. Od 1998 roku jest również dostępny projekt normy EN 1504-10 [4]. Pozostałe normy serii 1504-2 do 8 [4] znajdują się w różnym stadium opracowywania.

W celu przeciwdziałania niszczeniu konstrukcji budowlanych w wyniku korozji stosuje się:

- **ochronę konstrukcyjną** przez odpowiednie ukształtowanie konstrukcji (wg PN-85/B-01805 [22]), zmniejszające agresywne oddziaływanie środowiska,
- **ochronę materiałowo-strukturalną** (według PN-86/B-01811 [27]), czyli zwiększenie odporności materiału na działanie agresywnych środowisk przez odpowiedni dobór składu i struktury materiałów,
- **ochronę powierzchniową** (według PN-91/B-01813 [28]), czyli zwiększenie odporności konstrukcji przez ograniczenie (środowisko średnio agresywne) lub odcięcie (środowisko silnie agresywne) dostępu środowiska agresywnego; w niniejszym Katalogu określa się ją jako zabezpieczenie powierzchniowe.

Powyższe sposoby ochrony – łącznie z właściwym usytuowaniem obiektu – przewiduje dla drogowych obiektów inżynierskich także Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie

warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie [2].

Sposób zabezpieczenia przed korozją ustala się biorąc pod uwagę [22, 29]:

- rodzaj i stopień agresywności środowiska, a także częstotliwość i przewidywany okres jego oddziaływania,
- warunki użytkowania (warunki klimatyczne, obciążenia mechaniczne, itp.),
- przeznaczenie i czas użytkowania obiektu,
- masowość konstrukcji,
- dopuszczalność pojawienia się rys w konstrukcji,
- położenie konstrukcji w stosunku do poziomu wód gruntowych,
- szybkość przepływu agresywnych cieczy, a w szczególności wód opadowych lub ścieków omywających konstrukcję,
- możliwość renowacji zabezpieczeń w czasie użytkowania konstrukcji,
- możliwości materiałowe i wykonawcze.

W zależności od stopnia agresywności środowiska w stosunku do materiałów konstrukcyjnych należy stosować według PN-85/B-01801 [29]:

- w środowiskach **mало** agresywnych (I_a): ochronę konstrukcyjną i materiałowo-strukturalną,
- w środowiskach **średnio** agresywnych (m_a): ochronę konstrukcyjną, materiałowo-strukturalną i powierzchniową ograniczającą dostęp agresywnych czynników,
- w środowiskach **silnie** agresywnych (h_a): ochronę konstrukcyjną, materiałowo-strukturalną i powierzchniową odcinającą dostęp agresywnych czynników.

W Eurokodzie 2 (EN 1992-1-1) [30], dotyczącym projektowania konstrukcji z betonu [28], sformułowano zalecenie, aby w przypadku działania na konstrukcję środowisk o średnim i silnym stopniu agresywności chemicznej stosować ochronę powierzchniową. W uzupełniających Eurokod 2 „Postanowieniach krajowych” [31] zapisano natomiast, że należy wówczas uwzględnić wymagania podane w odpowiednich normach polskich, to jest PN-EN 206-1:2002 [8], PN-82/B-01801 [29] i PN-85/B-01805 [22].

3.2 Ochrona konstrukcyjna

Ochrona konstrukcyjna, polegająca na właściwym ukształtowaniu konstrukcji, powinna być stosowana zawsze, niezależnie od innych rodzajów zabezpieczeń [22]. Obejmuje ona projektowanie konstrukcji o najprostszych kształtach, tak aby powierzchnia betonu narażona na działanie czynników korozyjnych była jak najmniej, bez miejsc trudnodostępnych, w których mogłyby się zbierać agresywne pyły, ciecze lub opary.

Projektując konstrukcję należy ustalić i uwzględnić konieczność zabezpieczenia powierzchniowego oraz możliwość jego konserwacji i naprawy. Krawędzie powinny być ścięte lub zaokrąglone. W obiektach narażonych na działanie agresywnych środowisk schemat statyczny i układ konstrukcyjny powinny być dobrane w taki sposób, żeby ewentualne uszkodzenia korozyjne poszczególnych elementów nie powodowały zniszczenia obiektu. Należy również zapewnić możliwość wymiany elementów najbardziej narażonych na korozję.

Rozwiązania projektowe powinny uwzględniać odpowiednie usytuowanie obiektów, dostosowane do ukształtowania terenu i warunków gruntowo-wodnych oraz kierunków najczęstszych wiatrów i lokalizacji obiektów sąsiadujących, a także odpowiednie rozwiązania odwodnień. Odwodnienia powinny umożliwiać szybkie odprowadzanie wody z każdego fragmentu powierzchni; osiąga się to między innymi przez wykonywanie gładkich powierzchni, nadawanie odpowiednich spadków powierzchniom poziomym oraz stosowanie systemów drenów, sączków i wpustów.

W odniesieniu do drogowych obiektów inżynierskich ochrona konstrukcyjna może być realizowana w szczególności przez [2]:

- zastosowanie, w miarę możliwości, konstrukcji monolitycznych betonowanych na miejscu budowy lub prefabrykowanych przeseł jako jednolitych elementów,
- zastosowanie elementów prefabrykowanych w ustrojach nośnych, z wyjątkiem elementów prefabrykowanych w korpusach podpór, z uwzględnieniem zaleceń podanych niżej,
- dobór odpowiednich kształtów i wymiarów elementów konstrukcji, tak aby:
 - zapewnić co najmniej minimalne grubości otulin zewnętrznych prętów zbrojenia i cięgien sprężających, zgodnie z zapisami zawartymi w normie PN-91/S-10042 [32],
 - zapobiec pojawieniu się rys bądź ich propagacji powyżej dopuszczalnej rozwartości,
 - wyeliminować zamknięte przestrzenie niedostępne do kontroli stanu konstrukcji,
 - zapewnić możliwość odprowadzenia skroplin pary wodnej,
- dobór odpowiedniej ilości i jakości stali zbrojeniowej i sprężającej, z uwzględnieniem właściwego oszacowania strat, gwarantujący przenoszenie obciążeń podstawowych jak i dodatkowych oraz spełnienie wymogu minimalnego procentu zbrojenia przewidzianego w normie PN-91/S-10042 [32],

- zastosowanie rozwiązań zamykających dostęp wód opadowych do wnętrza elementów konstrukcji w wyniku:
 - zapewnienia odpowiednich pochyleń,
 - wykonania kapinósów,
 - osadzenia elementów wyposażenia przed betonowaniem konstrukcji, a w szczególności dolnych części wpustów, kotew, rur osłonowych,
 - zastosowanie szczelnych zabezpieczeń przerw dylatacyjnych,
 - zabezpieczenie cięgien sprężających przed korozją.
- Elementy prefabrykowane powinny być, w szczególności, stosowane jako:
- zespolone z betonem wykonanym na budowie – dla układów konstrukcyjnych gwarantujących współpracę łączonych części w przenoszeniu obciążeń,
 - uciągione – w przypadku wieloprzęstowych obiektów mostowych,
 - odpowiednio przygotowane do zespolenia,
 - współpracujące ze sobą w kierunku poprzecznym wskutek sprężania lub wypełnienia przerw między prefabrykatami betonem zbrojonym.

3.3 Ochrona materiałowo-strukturalna

Każda nowo wznoszona konstrukcja, przewidziana do użytkowania w środowisku agresywnym powinna być – zgodnie z normą PN-85/B-01805 [22] – zabezpieczona za pomocą ochrony materiałowo-strukturalnej [20]. Ochrona ta według [14, 27, 29] obejmuje:

- dobór materiałów i surowców o możliwie największej odporności na działanie agresywnego środowiska,
- kształtowanie struktury utrudniające wnikanie agresywnych substancji z otoczenia w głąb konstrukcji.

Ochrona materiałowo-strukturalna jest podstawowym środkiem zabezpieczającym i należy ją projektować uwzględniając [2, 14, 33]:

- stosowanie betonu odpowiedniej klasy do poszczególnych elementów konstrukcji,
- wykonywanie konstrukcji z betonu o nasiąkliwości nie przekraczającej 5%,
- zapewnienie wodoszczelności betonu, klasa nie mniejsza niż W8 wg PN-88/B-06250 [34],
- zapewnienie mrozoodporności betonu, klasa F150 wg PN-88/B-06250 [34],
- stosowanie cementu odpowiedniego rodzaju,
- stosowanie odpowiedniego rodzaju kruszywa i jego uziarnienia (np. kruszywa wykazującego odporność na dany rodzaj agresywnego oddziaływania),
- stosowanie odpowiednich dodatków i domieszek.

W normie PN-EN 206-1:2002 [8] zaproponowano konkretne rozwiązania, łączące zalecany skład mieszanki betonowej (współczynnik wodno-cementowy,

zawartość cementu) z klasą środowiska określoną według podanej w normie klasyfikacji (tabl. 3.1).

**Zalecenia dotyczące składu mieszanki
dla różnych klas środowiska wg PN-EN 206-1:2002 [8]**

Tablica 3.1

Klasy ekspozycji (por. tabl. 2.2)		Maksymalna wartość współczynnika wodno- cementowego, w/c	Minimalna zawartość cementu [kg/m ³]	Minimalna klasa wytrzyma- łości	Odpowia- dająca klasa betonu wg PN-88/B- 06250 [34] ⁴⁾
1	2	3	4	5	6
Brak zagrożenia korozyjnego	X0	–	–	C12/15	B15
Zagrożenie korozją spowodowaną przez karbonatyzację	XC1	0,65	260	C20/25	B20
	XC2	0,60	280	C25/30	B20
	XC3	0,55	280	C30/37	B30
	XC4	0,50	300	C30/37	B30
Zagrożenie korozją spowodowaną chlorkami nie pochodzącymi z wody morskiej	XD1	0,55	300	C30/37	B30
	XD2	0,55	300	C30/37	B30
	XD3	0,45	320	C35/45	B35
Zagrożenie korozją spowodowaną chlorkami z wody morskiej	XS1	0,50	300	C30/37	B30
	XS2	0,45	320	C35/45	B35
	XS3	0,45	340	C35/45	B35
Zagrożenie korozją mrozową ¹⁾	XF1	0,55	300	C30/37	B30
	XF2 ²⁾	0,55	300	C25/30	B25
	XF3 ²⁾	0,50	320	C30/37	B30
	XF4 ²⁾	0,45	340	C30/37	B30
Zagrożenie korozją chemiczną	XA1	0,55	300	C30/37	B30
	XA2 ³⁾	0,50	320	C30/37	B30
	XA3 ³⁾	0,45	360	C35/45	B35

¹⁾ Należy stosować kruszywo odporne na zamrażanie i rozmrażanie
²⁾ Minimalna zawartość powietrza powinna wynosić 4%
³⁾ Należy stosować cement siarczanoodporny
⁴⁾ Orientacyjna odpowiadająca klasa betonu wg autorów opracowania

Ochrona materiałowo-strukturalna obiektów remontowanych polega na przywróceniu lub poprawie cech użytkowych betonu w użytkowanych obiektach inżynierskich, w tym zwłaszcza jego właściwości ochronnych wobec stali zbrojeniowej. Cele te realizuje się przez naprawę powierzchni betonowej, w szczególności stosując:

- iniekcję rys i pęknięć otuliny betonowej,
- impregnację betonu,
- uzupełnienie ubytków betonu,
- zabezpieczenie zbrojenia.

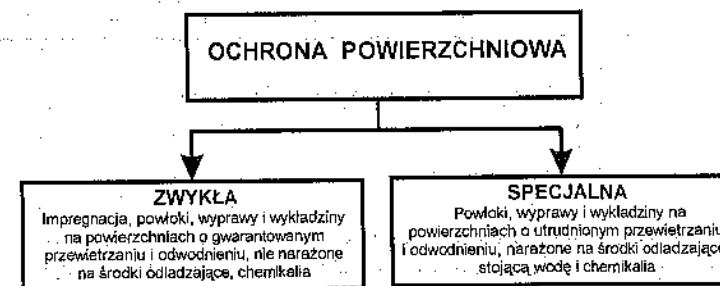
W naprawach obiektów inżynierskich często stosuje się materiały typu PCC. Należy zwrócić uwagę, że materiały te wymagają często dodatkowego zabezpieczenia powierzchniowego, ze względu na możliwość ich większej podatności na karbonatyzację.

3.4 Zabezpieczenia powierzchniowe

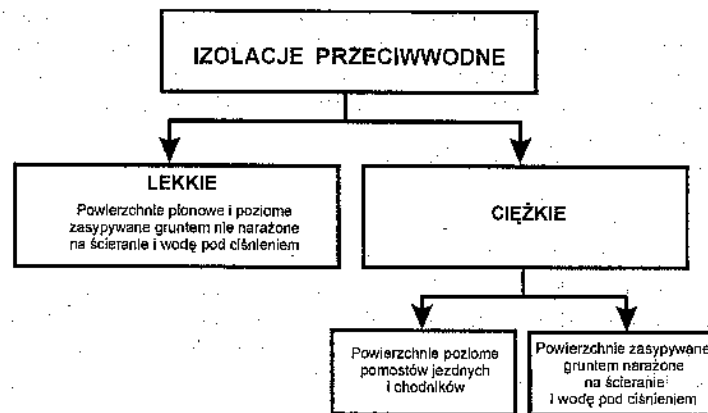
3.4.1 Podział zabezpieczeń powierzchniowych

Do zabezpieczeń powierzchniowych stosowanych w ochronie przed korozją drogowych obiektów inżynierskich należą różne rodzaje zabezpieczeń powierzchniowych (rys. 3.1 – 3.3) a w szczególności:

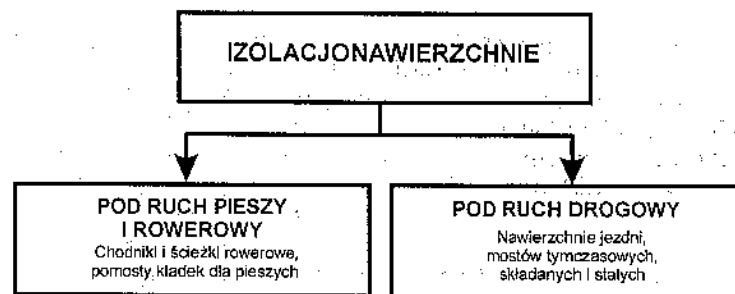
- ochrona powierzchniowa,
- izolacje przeciwwodne,
- izolacjonawierzchnie.



Rys. 3.1 Podział systemów ochrony powierzchniowej.



Rys. 3.2 Podział izolacji przeciwwodnych.



Rys. 3.3 Podział izolacjonawierzchni.

3.4.2 Ochrona powierzchniowa

Ochrona powierzchniowa stanowi dodatkowe zabezpieczenie konstrukcji, w której już wcześniej zastosowano ochronę konstrukcyjną i materiałowo-strukturalną; w żadnym przypadku nie może zastąpić prawidłowego zaprojektowania konstrukcji i doboru odpowiednich materiałów konstrukcyjnych.

Ochronę powierzchniową stosuje się w przypadku użytkowania konstrukcji w środowiskach o średnim i silnym stopniu agresywności, przy czym

w pierwszym przypadku (m_a) ochrona powinna ograniczać dostęp agresywnych substancji, a w drugim (h_a) – całkowicie go eliminować [27].

Do metod ochrony powierzchniowej zalicza się [24, 35, 36]:

- impregnację,
- powłoki,
- wyprawy,
- wykładziny ochronne.

Impregnacja polega na nasycaniu betonu preparatem poprawiającym niektóre jego właściwości, zwłaszcza odporność na wilgoć, szczelność i wytrzymałość mechaniczną w strefie przypowierzchniowej. Impregnację wykonuje się:

- stosując hydrofobowe impregnaty porów (impregnaty hydrofobowe),
- stosując impregnaty wypełniające pory.

Stosowanie **powłok** (o grubości do 2 mm), **wypraw** (o grubości powyżej 2 mm) i **wykładzin** (warstwy sztywnych płyt, zespolonych z podłożem, które nie są omawiane w niniejszym Katalogu) ma na celu ochronę konstrukcji betonowych przed niekorzystnym działaniem czynników zewnętrznych, a w szczególności: wody, zmiennego działania ujemnych i dodatnich temperatur, dwutlenku węgla. Systemy ochrony powierzchniowej o szczególnych właściwościach takich jak: odporność na agresywne czynniki chemiczne (np.: chlorki, siarczany), odporność na uderzenia, wysoki stopień wodoszczelności określa się jako **powłoki** lub **wyprawy specjalne**.

Ważną cechą powłok i wypraw ochronnych jest ich zdolność do mostkowania rys podłoża betonowego. Ze względu na to kryterium wyróżnia się powłoki i wyprawy:

- bez zdolności pokrywania zarysowań,
- z minimalną zdolnością do pokrywania zarysowań (rysy o szerokości rozwarcia do 0,15 mm),
- z podwyższoną zdolnością do pokrywania zarysowań (rysy o szerokości rozwarcia powyżej 0,15 mm).

Klasyfikacja i wymagane właściwości ochrony powierzchniowej drogowych obiektów inżynierskich z betonu sformułowane są między innymi w Zaleceniach GDDP [21], wytycznych IBDiM [37, 38] oraz Rozporządzeniu [2].

W normie europejskiej EN 1504-9 [4] (Ogólne zasady stosowania wyrobów i systemów) sformułowano 6 zasad dotyczących naprawy i ochrony betonu i 5 zasad ochrony zbrojenia [25]. Zasadom przyporządkowano odpowiednie metody technicznej realizacji. Ochronę przed wnikaniem szkodliwych substancji, kontrolę poziomu zawilgocenia oraz zwiększenie odporności na czynniki fizyczne i chemiczne realizuje się przez impregnację lub nałożenie na podłoże betonowe powłoki ochronnej. Ograniczenie zawartości wilgoci realizuje się

przez obróbkę powierzchniową. Powłoki ochronne lub okładziny stosuje się także w celu podwyższenia oporności elektrycznej otuliny betonowej. W projekcie normy europejskiej prEN 1504-2 [4] powyższe zasady powiązano z poszczególnymi metodami ochrony powierzchniowej, przypisując im określone wymagania.

3.4.3 Izolacje przeciwwodne

Izolacje przeciwwodne (hydroizolacje) stanowią formę ochrony powłokowej stosowaną na powierzchniach poziomych oraz powierzchniach stykających się z gruntem. Izolacje dzieli się na lekkie (nie narażone na ścieranie i działanie wody pod ciśnieniem) i ciężkie (odporne na ścieranie i działanie wody pod ciśnieniem). W przypadku izolacji ciężkich można dodatkowo wyróżnić systemy z warstwą ochronną i bez niej.

Do podstawowych rodzajów materiałów izolacyjnych zalicza się:

- materiały arkuszowe, a w szczególności:
 - papy grzewalne,
 - papy samoprzylepne,
- materiały powłokowe, a w szczególności:
 - poliuretanowe izolacje natryskowe,
 - izolacje z metakrylanu metylu,
 - izolacje z zapraw cementowo-polimerowych,
 - izolacje z asfaltowych mas stosowanych na zimno i na gorąco,
 - izolacje z masy asfaltowo-polimerowej,
 - izolacje ze zmiękczonej żywicy epoksydowej,
 - izolacje z mastyksu.

Dla każdej z powyższych grup materiałów określone są wymagania szczegółowe. Generalnie, od izolacji przeciwwodnych wymaga się:

- wodoszczelności,
- dobrej przyczepności do podłoża i do nawierzchni układanej na izolacji,
- odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej, zachowanej w szerokim zakresie temperatur,
- elastyczności,
- odporności cieplnej,
- trwałości,
- łatwości stosowania.

3.4.4 Izolacionawierzchnie

Izolacionawierzchnie to powłoki o grubości od 3 do 12 mm, układane na powierzchni jezdni i chodników mostowych, pełniące jednocześnie funkcję

izolacji i nawierzchni. Izolacionawierzchnie wykonywane są z materiałów o spoiwie:

- epoksydowym,
- epoksydowo-poliuretanowym,
- metakrylanowym,
- cementowo-polimerowym.

Podstawowe wymagania, jakie stawia się systemom izolacionawierzchni, to:

- wodoszczelność,
- dobra przyczepność powłoki do podłoża,
- mrozoodporność,
- odporność na ścieranie,
- odpowiednia szorstkość,
- odporność na wpływy atmosferyczne,
- odporność na działanie środków odładowych,
- trwałość.

4 Projekt zabezpieczenia powierzchniowego

Prawidłowe i dokładne przygotowanie dokumentacyjne robót związanych z zabezpieczeniem powierzchniowym obiektów inżynierskich jest jednym z ważniejszych czynników mających wpływ na jakość i trwałość zabezpieczenia przed korozją.

Z uwagi na specjalistyczny charakter zagadnienia, prace związane z przygotowaniem dokumentacyjnym zabezpieczenia powierzchniowego na drogowych obiektach inżynierskich powinny być rozwiązywane profesjonalnie, a w przypadkach bardziej skomplikowanych powinny być opiniowane przez przygotowanych do tego fachowców na każdym etapie projektowania i wykonywania.

Projektując izolację przeciwwodną, izolację nawierzchnię lub ochronę powierzchniową betonu, należy mieć na uwadze, że materiały, z których się je wykonuje, stosuje się w systemach składających się z kilku różnych materiałów współpracujących ze sobą przy ochronie betonu i stali przed korozją, a hydroizolacja na pomostach drogowych obiektów mostowych jest jednocześnie istotnym elementem nawierzchni drogowej [38, 39, 40].

W warunkach dobrego zaopatrzenia rynku w materiały ważnym zagadnieniem jest wybór systemu zabezpieczenia powierzchniowego, optymalnego dla określonych warunków wykonania i użytkowania na poszczególnych elementach obiektu. Wybór ten powinien być poprzedzony rzetelną analizą techniczną i ekonomiczną różnych wariantów materiałowych.

4.1 Aktualny stan prawny dotyczący dokumentacji projektowej dla potrzeb dróg i mostów w fazie przygotowania zadań

Projektowanie zabezpieczenia powierzchniowego betonu drogowych obiektów inżynierskich jest częścią szerszego zagadnienia, jakim jest zabezpieczenie drogowych obiektów inżynierskich przed korozją (zagadnienie to zostało szerzej opisane w rozdziałach 2 i 3 niniejszego Katalogu). Projektując zatem zabezpieczenie powierzchniowe należy je traktować jako uszczegółowienie planu zabezpieczenia przed korozją, uwzględniającego także ochronę konstrukcyjną i materiałowo-strukturalną.

Plan ten musi być wpisany w obowiązujące przepisy prawne dotyczące projektowania inwestycji budowlanych, gdyż jest integralną częścią tego procesu. Planowanie i projektowanie obiektów budowlanych z zakresu budownictwa drogowego łącznie z drogowymi obiektami inżynierskimi reguluje Zarządzenie nr 3 z dnia 25 stycznia 2000 r. Generalnego Dyrektora Dróg Publicznych w sprawie wprowadzenia jednolitych stadiów i składu dokumentacji projektowej dla dróg

i mostów, zawartych w załączniku do powyższego zarządzenia [41]. Dokument ten dostosowuje wymagania prawa budowlanego, ustaw o zagospodarowaniu przestrzennym, o zamówieniach publicznych, o gospodarce nieruchomościami, o ochronie i kształtowaniu środowiska, o prawie wodnym, o ochronie przyrody, o lasach, o ochronie gruntów rolnych i leśnych, o prawie geologicznym i górniczym, o drogach publicznych oraz prawa ruchu drogowym wraz z towarzyszącymi rozporządzeniami, do potrzeb i wymagań związanych z projektowaniem obiektów budownictwa drogowego i mostowego.

Zagadnienia związane z zabezpieczeniem przed korozją obiektów inżynierskich powinny być uwzględniane w każdym stadium projektowania. Stopień szczegółowości rozwiązania tego zagadnienia powinien być dostosowany do stadium projektowego zgodnie z [41], oraz spełniać wymagania podane w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie [2].

4.2 Ogólne zasady projektowania zabezpieczenia powierzchniowego drogowych obiektów inżynierskich

Projekt zabezpieczenia powierzchniowego drogowych obiektów inżynierskich jest elementem całościowego programu zabezpieczenia obiektu przed korozją. Program ten należy opracować w możliwie najwcześniejszym stadium dokumentacji: w stadium techniczno-ekonomicznym lub koncepcji programowej wg [41]. Jeżeli dokumentacja jest jednostadiowa, powinien on być wydzieloną częścią projektu budowlanego.

Program zabezpieczenia przed korozją powinien mieć formę opisową i uwzględniać wszystkie elementy projektowanej ochrony podane w p. 2 i 3 niniejszego Katalogu. Zaleca się opracowanie kilku wariantów tego programu. Dokumentacja projektowa na odpowiednim, zgodnym z [41] poziomie szczegółowości powinna zawierać co najmniej następujące elementy:

- podział obiektu na elementy o różnym narażeniu korozyjnym i programie użytkowania (np. określenie jakie elementy lub powierzchnie wymagać będą zastosowania izolacji przeciwwodnej, izolacji nawierzchni lub ochrony powierzchniowej),
- określenie klasy środowiska i innych oddziaływań korozyjnych, takich jak oddziaływania mechaniczne, fizyczne i chemiczne, wg p. 2 niniejszego Katalogu, dla poszczególnych elementów konstrukcji,
- założenia dotyczące ochrony konstrukcyjnej (ukształtowanie elementów, system odwodnienia, uszczelnienie szczelin dylatacyjnych itp.),

- założenia dotyczące ochrony materiałowo-strukturalnej (dobór materiałów konstrukcyjnych odpowiednich do agresywności środowiska i warunków eksploatacji, sposoby zabezpieczenia zbrojenia, planowane modyfikacje betonu i jego parametrów, a zwłaszcza nasiąkliwości i mrozoodporności, skurczu przy wiązaniu i dojrzewaniu oraz modułu sprężystości, założenia dotyczące technologii betonowania i pielęgnacji, a w przypadku remontów również sposobu naprawy ubytków i innych uszkodzeń betonu),
- rodzaje zabezpieczeń powierzchniowych na poszczególnych elementach konstrukcji wg p. 6, 7 i 8 niniejszego Katalogu (w przypadku izolacji przeciwwodnej na pomostach jezdnych, chodnikach, kładkach dla pieszych, ścieżkach rowerowych należy podać również rodzaj planowanej nawierzchni),
- analizę ekonomiczną zaprojektowanych wariantów ochrony przed korozją,
- ewentualną opinię specjalisty w zakresie ochrony przed korozją (opinia ta jest konieczna w przypadkach bardziej skomplikowanych rozwiązań i powinna być opracowana w każdym stadium dokumentacji projektowej, a jej szczegółowość należy dostosować do szczegółowości opracowania projektowego).

Projekt zabezpieczenia powierzchniowego drogowych obiektów inżynierskich opracowuje się zwykle w stadium projektu budowlanego, a uściśla go wykonawca w ramach programu zapewnienia jakości. Projekt ten powinien być oparty na opracowanym wcześniej programie zabezpieczenia przed korozją oraz zawierać rozwiązanie wszystkich szczegółów technicznych zabezpieczenia powierzchniowego, odwodnienia i uszczelnienia elementów konstrukcji, które tego wymagają.

Projektując zabezpieczenie powierzchniowe projektant powinien uwzględniać, oceniać i brać pod uwagę wszystkie procesy korozyjne wg p. 2 niniejszego Katalogu oraz stosować ogólne zasady ochrony antykorozyjnej obiektów inżynierskich podane w p. 3, a także uwzględniać aspekty ekonomiczne zagadnienia strat korozyjnych i ochrony przed tymi stratami.

Stosowane materiały i technologie powinny posiadać odpowiednie dokumenty dopuszczające do obrotu i stosowania w budownictwie komunikacyjnym, zgodnie z art. 10 Ustawy Prawo Budowlane [42].

4.3 Projekt zabezpieczenia powierzchniowego

Opracowanie danych wyjściowych do projektowania ma charakter roboczy i służy do prawidłowego zaprojektowania zabezpieczenia powierzchniowego obiektów inżynierskich. Materiały i dane wyjściowe do projektowania powinny być kompletne, rzetelne i odpowiadać wymaganiom, sformułowanym

w materiałach źródłowych, a w razie potrzeby (zwłaszcza w przypadkach remontów) w ekspertyzach i badaniach stanu naprawianego i zabezpieczanego elementu. Niepełne dane wyjściowe będą powodować powstanie wadliwego opracowania projektowego, do którego trzeba będzie wprowadzać zmiany i uzupełnienia, co wpłynie na pogorszenie efektów działalności inwestycyjnej oraz konieczność asygnowania poza przetargiem dodatkowych nakładów na realizację inwestycji lub remontu.

Zebranie danych wyjściowych i potrzebnych dokumentów należy do projektanta (np. jako jeden z rozdziałów inwentaryzacji obiektu), lecz ich kompletność i szczegółowość leży zarówno w interesie inwestora jak i projektanta, obie strony zatem powinny współpracować w kompletowaniu tych danych. Korzystne jest, jeżeli ta współpraca znajduje swój zapis w umowie o wykonanie dokumentacji technicznej. Dane te mogą być elementem istotnych warunków zamówienia na opracowanie dokumentacji technicznej lub być jej przedmiotem. W przypadku wielostadiowej dokumentacji technicznej podstawą do sporządzenia dokumentacji technicznej zabezpieczenia powierzchniowego jest program zabezpieczenia przed korozją, uzupełniony w przypadku remontu o diagnostykę konstrukcji wg p. 5.2 i inwentaryzację obiektu. W przypadku dokumentacji jednostadiowej dane wyjściowe i materiały do projektowania powinny posłużyć do opracowania takiego programu wg p. 4.2, jako oddzielnego rozdziału dokumentacji technicznej.

Zaleca się, aby w celu przygotowania danych wyjściowych do projektowania zabezpieczeń powierzchniowych obiektów remontowanych wykorzystywać wyniki przeglądów szczegółowych wykonywanych w ramach utrzymania obiektów.

Materiały wyjściowe do projektu zabezpieczenia powierzchniowego powinny zawierać co najmniej następujące dane:

- informacje o konstrukcji i stanie obiektu, o stanie zabezpieczanego podłoża, podział na elementy o zróżnicowanym zagrożeniu korozyjnym i informacje o konstrukcji tych elementów,
- informacje o lokalizacji obiektu, środowisku korozyjnym dla poszczególnych elementów konstrukcji, zebrane wg aktualnie obowiązujących norm charakteryzujących środowiska (p. 2 niniejszego Katalogu) i warunkach eksploatacji zabezpieczenia powierzchniowego,
- określenie rodzaju ochrony zabezpieczenia powierzchniowego,
- w przypadkach wymiany powłok hydroizolacyjnych na pomostach - informacje o stanie starych powłok, a w szczególności: o rodzaju powłoki, jej grubości i liczbie warstw, grubości nawierzchni, stanie podłoża, istniejącym systemie odwodnienia,
- w pozostałych przypadkach - określenie występowania starych powłok ich rodzaju i stopnia zniszczenia, określenie ich przyczepności do podłoża metodą odrywania („pull-off”), ewentualnie określenie ich grubości,

- wymagana trwałość nowego zabezpieczenia i ewentualnie wymagania odnośnie parametrów technicznych nowego systemu ochronnego lub wyrobów do wykonania nowego zabezpieczenia,
- inne informacje niezbędne do opracowania przedmiaru i wstępnej wyceny robót oraz sporządzenia projektu wykonawczego zawierającego technologię i organizację robót, np.: możliwości i warunki uzyskania wyłączeń (zamknięć) ruchu na obiekcie, warunki i wymagania dotyczące wykonania rusztowań, osłon i namiotów, wymagania i warunki dotyczące przygotowania podłoża, informacje na temat: warunków organizacji zaplecza techniczno - socjalnego, zaopatrzenia w energię elektryczną i wodę, miejsca wywozu odpadów po przygotowaniu powierzchni, wymaganych warunków ochrony środowiska, urządzeniach obcych na obiekcie i warunkach oraz wymaganiach ich zabezpieczenia na czas wykonywania robót antykorozyjnych itp.

Projekt zabezpieczenia powierzchniowego drogowego obiektu inżynierskiego powinien zawierać co najmniej następujące dane i informacje:

- podział konstrukcji na elementy o różnym oddziaływaniu czynników korozyjnych, uwzględniający charakter pracy poszczególnych elementów, możliwości ich zarysowania, obciążenia zewnętrzne, oddziaływania mechaniczne, wpływy zmian temperatury i wilgotności powietrza, warunki odwodnienia i wysychania, wymagające wykonania różnych powłok zabezpieczających, z podaniem powierzchni wymagającej zabezpieczenia poszczególnym rodzajem powłoki,
- określenie agresywności środowiska w jakim będą (sa) eksploatowane poszczególne elementy konstrukcji mostowej wg p.2 niniejszego Katalogu.
- określenie planowanego obciążenia ruchem drogowym, ilość i grubość warstw nawierzchni oraz rodzaj zastosowanej mieszanki mineralno-bitumicznej z wymaganiami dotyczącymi technologii jej ułożenia i zagęszczenia (w przypadku hydroizolacji na pomostach drogowych),
- określenie wymaganych parametrów technicznych zabezpieczenia powierzchniowego,
- wariantowy dobór odpowiednich materiałów na poszczególne elementy systemu zabezpieczającego, ilość i grubość warstw oraz analizę ekonomiczną i techniczną kilku wariantów materiałowych w aspekcie możliwości spełnienia określonych wcześniej warunków technicznych i technologicznych,
- zalecenia odnośnie wyboru systemu hydroizolacyjnego lub/i powierzchniowego zabezpieczenia z technicznym i ekonomicznym uzasadnieniem,
- wymagania dotyczące odwodnienia, uszczelnienia dylatacji konstrukcyjnych i pozornych oraz uszczelnienia nawierzchni na stykach z elementami wyposażenia, z podaniem ilości i rodzaju elementów systemu odwodnienia,

- długości dylatacji i styków do uszczelnienia oraz innych danych potrzebnych do sporządzenia wyceny tych robót,
- wymagania dotyczące przygotowania powierzchni pod powłoki, rodzaje i ilości potrzebnych materiałów, a w przypadkach remontów - również ilość robót rozbiórkowych,
- szczegółowe specyfikacje wymagań technicznych, technologicznych, organizacyjnych i kontrolnych, charakterystycznych dla zabezpieczenia danego obiektu mostowego (SSW),
- przedmiar robót.

4.4 Instrukcja robót utrzymaniowych

Integralną częścią projektu zabezpieczeń jest Instrukcja Robót Utrzymawczych zawierająca m.in.:

- opis zastosowanych materiałów,
- częstotliwość i sposób wykonania przeglądów zabezpieczeń powierzchniowych,
- częstotliwość wykonywania prac konserwacyjnych,
- przebieg wykonywania prac konserwacyjnych,
- technologię naprawy ewentualnych, lokalnych uszkodzeń.

Instrukcja utrzymaniowa istniejącego obiektu powinna być opracowana na takich samych zasadach, jak w przypadku obiektów nowych.

Podczas użytkowania obiektów należy przestrzegać wymagań i zaleceń dotyczących przeglądów i konserwacji zabezpieczeń powierzchniowych. Przeglądy należy wykonywać systematycznie, a w przypadku stwierdzenia konieczności naprawy wykonać ją nie dopuszczając do propagacji uszkodzeń chronionego elementu.

Nie należy dopuszczać do zwiększonych zagrożeń od oddziaływań mechanicznych spowodowanych nieodpowiednim transportem materiałów, sprzętów itp. (zwłaszcza podczas remontów), a więc do uderzeń, ścierania i innych podobnych oddziaływań powodujących spękania, zarysowanie, złuszczenie i inne uszkodzenia zabezpieczeń powierzchniowych. Przy planowaniu remontu należy przewidzieć także sposób ochrony zabezpieczeń antykorozyjnych przed uszkodzeniami podczas transportu i montażu.

Nie należy wprowadzać zmian szczegółów rozwiązań konstrukcyjnych oraz zabezpieczeń naruszających ciągłość istniejących zabezpieczeń powierzchniowych podczas wymiany urządzeń lub instalacji bez natychmiastowej naprawy tych miejsc w sposób zapewniający szczelność i pełną skuteczność zabezpieczenia.

4.5 Projekt wykonawczy

Projekt wykonawczy powierzchniowego zabezpieczenia powinien być tak opracowany, aby jednoznacznie określał szczegóły techniczne, technologiczne i organizacyjne wykonania lub odnowy zabezpieczenia powierzchniowego na danym obiekcie oraz sposób i zakres kontroli jakości robót, a tym samym zapewniał uzyskanie wymaganej trwałości wykonanego zabezpieczenia i założonych efektów ekonomicznych inwestycji. W odniesieniu do hydroizolacji na pomostach drogowych jest to dokument, na podstawie którego wykonuje się tę powłokę i pierwszą warstwę nawierzchni drogowej oraz kontroluje poprawność ich wykonania.

Projekt wykonawczy powinien zawierać następujące elementy:

- sposób przygotowania podłoża:
 - a) w przypadku betonowych elementów obiektów nowobudowanych:
 - sposób zagęszczenia betonu i wyrównania zabezpieczanej powierzchni z zachowaniem odpowiednich spadków powierzchni poziomych,
 - sposób usunięcia mleczka cementowego oraz ewentualnego uszorstnienia powierzchni,
 - sposób wyrównania ewentualnych „raków” i nierówności,
 - sposób odłuszczenia i odpylenia powierzchni przed jej zagruntowaniem,
 - b) w przypadku betonowych elementów obiektów eksploatowanych:
 - sposób usunięcia starego zabezpieczenia powierzchniowego,
 - sposób usunięcia uszkodzonego betonu,
 - sposób uszczelnienia pęknięć i rys,
 - sposób naprawy lub wzmocnienia podłoża z podaniem środków zapewniających współpracę pomiędzy starym i nowym betonem lub odwodnienia strefy styku poziomego (w przypadku, gdy takie odwodnienie jest potrzebne),
 - sposoby przygotowania powierzchni jak w przypadku a),
 - c) w przypadku stalowych płyt ortotropowych:
 - sposób wstępnego oczyszczenia i odłuszczenia powierzchni,
 - sposób stopienia krawędzi,
 - stopień czystości i chropowatość powierzchni oraz sposób ich uzyskania,
 - sposób wstępnego zabezpieczenia oczyszczonej powierzchni,
 - d) w przypadku blach nieckowych wypełnionych betonem:
 - sposób przygotowania powierzchni, taki jak w przypadku elementów betonowych eksploatowanych obiektów mostowych,

- sposób wykonania zabezpieczenia wraz z pierwszą warstwą nawierzchni lub warstwą ochronną (w przypadku izolacji i izolacionawierzchni) ze szczególnym zwróceniem uwagi na rozwiązania szczegółów technicznych i technologicznych, charakterystycznych dla danego obiektu oraz problemów odwodnienia, urządzeń dylatacyjnych lub innego uszczelnienia przerw dylatacyjnych i pozostawionych rys w podłożu oraz ochrony środowiska.

4.6 Program Zapewnienia Jakości (PZJ)

Celem zapewnienia prawidłowego wykonania prac, przed przystąpieniem do robót, wykonawca przygotowuje Program Zapewnienia Jakości, przedstawiając go do akceptacji inwestorowi. PZJ jest jednym z podstawowych dokumentów przygotowania inwestycji, sporządzanym przez wykonawcę po podpisaniu umowy o wykonanie robót. W zakresie powierzchniowego zabezpieczenia powinien on zawierać:

- projekt organizacji robót związanych z wykonaniem zabezpieczenia, wykonaniem odwodnienia oraz nawierzchni w zakresie pierwszej jej warstwy oraz uszczelnienia całej nawierzchni przy elementach i urządzeniach wyposażenia pomostu, wraz ze wszystkimi harmonogramami robót wymaganymi przez inwestora,
- organizację ruchu na budowie wraz z oznakowaniem robót,
- program szkolenia i zapewnienia bhp na budowie, z wykazem niezbędnego sprzętu, miejsca jego przechowywania i procedurami użycia, adresem najbliższego lekarza wraz z telefonem kontaktowym,
- wykazy zespołów roboczych, z podaniem posiadanych kwalifikacji zatrudnionych osób i ich przygotowania praktycznego, ze szczególnym uwzględnieniem osób spełniających funkcje kierownicze (kierownik budowy, obiektu, majster, brygadzysta),
- wykaz osób odpowiedzialnych za jakość i terminowość wykonania poszczególnych elementów robót powierzchniowego zabezpieczenia,
- wykaz sprzętu podstawowego i zapasowego (wraz z potwierdzeniami dokonanych przeglądów technicznych), niezbędnego do wykonania robót powierzchniowego zabezpieczenia przewidzianych w dokumentacji technicznej,
- system (sposób i procedurę) proponowanej kontroli i sterowania jakością wykonywanych robót,
- przedstawienie materiałów odpowiadających wymaganiom zapisanym w projekcie technicznym; kart technicznych i aprobat technicznych tych materiałów oraz dokumentów stwierdzających ich wymaganą jakość i przydatność do przewidywanego zastosowania,

- wyposażenie w sprzęt i urządzenia do pomiarów i kontroli wraz z dokumentami stwierdzającymi ich legalizację, opis laboratorium własnego lub laboratorium obcego wraz z umową dotyczącą obsługi laboratoryjnej wykonawcy robót, procedury badawcze w laboratorium, kwalifikacje i doświadczenie personelu badawczego laboratorium,
- sposób oraz formę pobierania próbek, sposób zapisu pomiarów, gromadzenia wyników badań laboratoryjnych, wniosków i zastosowanych korekt w procesie technologicznym, oraz proponowany sposób i formę przekazywania tych informacji inwestorowi.

Materiały przewidziane do wykonania zabezpieczenia powierzchniowego wymagają akceptacji inwestora. Przykład protokołu ustaleń technologicznych pomiędzy inwestorem a wykonawcą przedstawiono w załączniku nr 1.

5 Kryteria doboru materiałów

5.1 Założenia ogólne

Zgodnie z wymaganiami normy PN-85/B-01801 [29] w zależności od stopnia agresywności środowiska stosuje się:

- ochronę konstrukcyjną i materiałowo-strukturalną – w środowisku o słabym stopniu agresywności (I_a),
- ochronę konstrukcyjną, materiałowo-strukturalną i powierzchniową ograniczającą dostęp agresywnych czynników – w środowiskach o średnim stopniu agresywności (m_a),
- ochronę konstrukcyjną, materiałowo-strukturalną i powierzchniową odcinającą dostęp agresywnych czynników – w środowiskach o silnym stopniu agresywności (h_a).

Izolacje przeciwwodne są stosowane niezależnie od stopnia agresywności środowiska.

Zasady doboru rodzaju materiałów dotyczą tych elementów obiektów inżynierskich, dla których:

- analiza oddziaływań środowiska wg p. 2 niniejszego Katalogu,
- stwierdzone lub przewidywane przyczyny uszkodzeń korozyjnych wg p. 2 i 5.2,
- stan podłoża oceniony wg p. 3.2, 3.3 i 5.2 (np. ochrona elektrochemiczna zbrojenia, ochrona katodowa),
- możliwość wystąpienia zarysowań podłoża, nasiąkliwość i mrozoodporność betonu podłoża, grubość i jakość otuliny zbrojenia itp.,
- warunki eksploatacji danego elementu konstrukcji, ocenione wg p. 2,

uzasadniają potrzebę wykonania powłoki hydroizolacyjnej, ochrony powierzchniowej betonu lub izolacionawierzchni.

Ze względów technicznych dobór odpowiedniego materiału ma wpływ na:

- skuteczność i trwałość zabezpieczenia konstrukcji obiektu przed uszkodzeniami korozyjnymi,
- trwałość nawierzchni i konstrukcji w przypadku hydroizolacji na pomoście drogowym,
- rozwiązanie szczegółów technicznych konstrukcji obiektu, a zwłaszcza kształtowania jego elementów,
- technologię i organizację prac związanych z wykonaniem elementów konstrukcji, poszczególnych rodzajów zabezpieczenia powierzchniowego i nawierzchni.

Dobór materiałów do ochrony konstrukcji przed korozją powinien być przeprowadzony w sposób zapewniający dobrą współpracę materiału ochronnego z zabezpieczanym podłożem. Podstawę stanowi zasada kompatybilności, którą można sformułować, jako taki dobór elementów układu, aby zapewniał on nie przekraczanie dopuszczalnych naprężeń i/lub odkształceń w żadnej jego części, w przewidywanym czasie i warunkach użytkowania [43, 44, 45].

Ze względów ekonomicznych duże znaczenie ma optymalizacja doboru odpowiedniego systemu zabezpieczenia. Za kryteria optymalizacji przyjmuje się w tym przypadku trwałość i skuteczność zabezpieczenia konstrukcji przed uszkodzeniami korozyjnymi, a w przypadku izolacji przeciwwodnych na pomostach drogowych, także trwałość i stabilność nawierzchni drogowej.

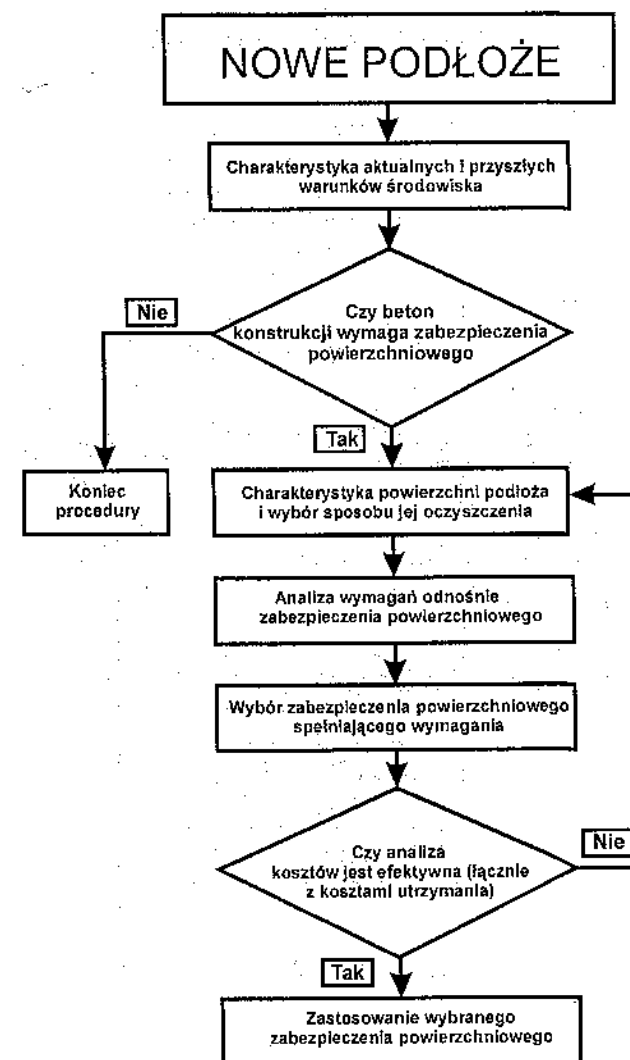
Ze względów estetycznych dobór odpowiedniego systemu ochronnego, skutecznego w konkretnych warunkach eksploatacji zabezpieczanego elementu, ma decydujący wpływ na poprawę samopoczucia kierowców i pieszych oraz estetykę środowiska.

Ponadto przyjmuje się zasadę, że powierzchniowe zabezpieczenia elementów betonowych obiektów inżynierskich, narażone na bezpośrednie oddziaływanie promieni słonecznych, powinny mieć jasny, pastelowy kolor, z uwagi na potrzebę ograniczenia termicznych efektów energii promieniowania słonecznego pochłanianej przez powierzchnie tych elementów i wpływ tych efektów na pracę konstrukcji.

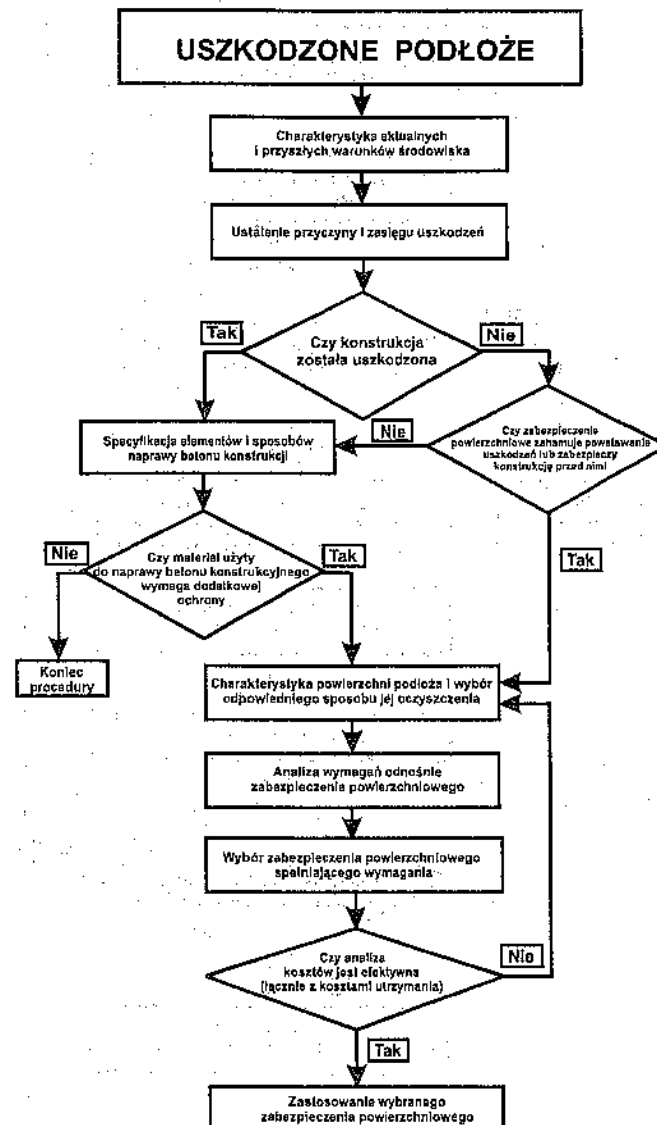
Aby podczas projektowania nowego obiektu mostowego, a także remontu lub przebudowy starego, skutecznie rozwiązać zadanie doboru odpowiedniego rodzaju materiału, należy w możliwie dużym stopniu uwzględnić, podane w innych punktach tego Katalogu, funkcje spełniane przez poszczególne rodzaje zabezpieczeń powierzchniowych na określonych elementach tego obiektu, warunki ich pracy oraz wymagania technologiczne, organizacyjne i estetyczne, związane z miejscowymi warunkami wykonawczymi, ruchowymi, środowiskowymi i eksploatacyjnymi. Pozwoli to dobrać taki system zabezpieczenia powierzchniowego, który:

- możliwie najpełniej uwzględni postawione mu wymagania,
- zapewni, że właściwości materiałów wchodzących w skład tego systemu zostaną wykorzystane w możliwie pełnym zakresie.
- zostanie on dostosowany do warunków występujących na tym obiekcie.

Na rysunkach 5.1 i 5.2 pokazano schematy procedur związanych z doбором zabezpieczenia powierzchniowego nowego i uszkodzonego podłoża betonowego. Procedury te uwzględniają najnowsze zalecenia w tym zakresie, obowiązujące w większości krajów Unii Europejskiej [46].



Rys. 5.1 Schemat procedury doboru zabezpieczenia powierzchniowego – nowe obiekty.



Rys. 5.2 Schemat procedury doboru zabezpieczenia powierzchniowego – obiekty remontowane.

5.2 Diagnostyka drogowych obiektów inżynierskich

Diagnostyka użytkowanych obiektów inżynierskich jest podstawą prawidłowego doboru materiałów do naprawy i zabezpieczenia powierzchniowego remontowanych drogowych obiektów inżynierskich, gdyż pozwala poznać i usunąć przyczyny powstałych uszkodzeń, a nie tylko ich skutki. Określenie stanu technicznego obiektu jest niezbędne do oceny konieczności napraw na obiekcie i ich zakresu przed zastosowaniem zabezpieczenia powierzchniowego. Z oceny tej może wynikać, że w danym przypadku samo zabezpieczenie powierzchniowe jest niewystarczające i konieczna jest naprawa i/lub wzmocnienie obiektu.

Wyniki diagnostyki powinny służyć jako dane wyjściowe do projektowania zabezpieczenia. Diagnostykę konstrukcji mogą wykonywać inżynierowie mający doświadczenie w tym zakresie, stosowne uprawnienia w zakresie budownictwa mostowego, oraz mający dostęp do niezbędnego sprzętu i zaplecza laboratoryjnego (własnego lub obcego, współpracującego na zasadzie umowy).

Diagnostyka powinna obejmować:

- **Studium wstępne** (oszacowanie rozmiaru uszkodzeń):

- analizę istniejącej dokumentacji obiektu (rysunki, opisy techniczne, obliczenia statyczne itp.),
- określenie rozmiaru uszkodzeń wg rodzaju, zakresów i położenia miejsc uszkodzonych,
- analizę czynników zewnętrznych wg p. 2 niniejszego Katalogu,
- ustalenie przyczyn powstania uszkodzeń,
- analizę wpływu ewentualnych błędów projektowych i odstępstw od projektu na etapie wykonania i eksploatacji obiektu na jego aktualny stan,
- wykonanie inwentaryzacji uszkodzeń (dokumentacja fotograficzna i rysunkowa),
- ilościowe określenie zakresu uszkodzeń.

- **Studium szczegółowe:**

- oględziny i badania poszczególnych zniszczeń i uszkodzeń, a w szczególności: zwiędzin, wykwitów, odbarwień (położenie, kształt, powierzchnia, głębokość, kolor, cechy szczegółowe), odprysków otuliny, zarysowań i pęknięć (powierzchnia, położenie, długość i głębokość, rozwartość w powiązaniu z uwagami co do występowania korozji zbrojenia), zanieczyszczeń powierzchni (np.: mchy, porosty, algi, ślady olejów, soli, chemikaliów itp.), wyglądu ogólnego,

- badania betonu „in situ”, wykonywane zarówno w miejscach uszkodzonych jak i nie wykazujących uszkodzeń, a w szczególności: głębokość i profil karbonatyzacji (zmiana karbonatyzacji w zależności od odległości od powierzchni), wytrzymałość betonu na ściskanie, wytrzymałość betonu na odrywanie (metoda „pull-off”), grubość i stan otuliny zbrojenia oraz ocena stanu skorodowania zbrojenia (przygotowanie mapy potencjałów stacjonarnych na powierzchni badanego elementu betonowego [47, 48] określającej miejsca występowania korozji zbrojenia), pomiary stopnia skażenia, i jego profil w tym: ocenę zawartości agresywnych jonów chlorkowych i siarczanowych wraz z ich rozkładem w przekroju betonowym i na powierzchni, pomiar wilgotności betonu, a zwłaszcza w miejscach dotkniętych korozją, pomiar szerokości i głębokości rozwarcia rys i pęknięć, badanie obecności zanieczyszczeń i skażeń w rysach i pęknięciach,
- szczegółowe badania laboratoryjne próbek betonu pobranych na obiekcie, a w szczególności: strukturę kompozytu betonowego, w tym: zawartość cementu, rodzaj użytego kruszywa (ze zwróceniem szczególnej uwagi na kruszywo węglanowe i zawierające wolną krzemionkę z uwagi na jego reaktywność w stosunku do alkaliów zawartych w cemencie), nasiąkliwość i ewentualnie mrozoodporność, wytrzymałość betonu na ściskanie i rozciąganie przy zginaniu, moduł sprężystości, odkształcalność termiczną, skurcz, wytrzymałość na ścieranie, itp.

Diagnostykę konstrukcji należy wykonywać wg aktualnie obowiązujących norm przedmiotowych, wytycznych, niniejszego Katalogu oraz dostępnej literatury naukowo - technicznej z każdorazowym podaniem przyjętej metody i podstawy badania. Badania te można wykonać wg normy PN-B-01807:1988 [13] oraz opracowań [1, 46+53].

• Ocena uszkodzeń:

Oceny uszkodzeń dokonuje się na podstawie normy [13], wytycznych [50] oraz p. 2 i 5.3 niniejszego Katalogu, przyjmując, że do podstawowych przyczyn uszkodzeń zalicza się następujące czynniki korozyjne:

- destrukcyjny wpływ środowiska zewnętrznego w postaci oddziaływań atmosferycznych,
- wnikanie do betonu szkodliwych substancji w postaci gazów i cieczy,
- reaktywność kruszywa i nieodpowiednią zawartość poszczególnych składników cementu oraz dodatków i domieszek,
- oddziaływania fizyczne na strukturę betonu, np.: oddziaływanie mrozu, dobowych różnic temperatury, przepływającej wody, krystalizacji soli,

- skurcz, pęcznienie produktów korozji zbrojenia i betonu, uderzenia pojazdów itp.,
- karbonatyzację betonu, zwłaszcza na głębokości usytuowania prętów zbrojenia,
- zarysowania spowodowane przeciążeniami konstrukcji, np. przejazdami ponadnormatywnymi,
- stosowanie agresywnych środków odładzających,
- błędy w projektowaniu, wykonywaniu i utrzymaniu obiektów,
- prądy błądzące.

5.3 Ocena stanu zabezpieczeń powierzchniowych

5.3.1 Uwagi ogólne

W miarę upływu czasu eksploatacji obiektu wykonane zabezpieczenie powierzchniowe wykazuje coraz mniejszą zdolność do skutecznej ochrony, aż w pewnym momencie przestaje chronić obiekt. Zjawisko to spowodowane jest procesami naturalnego starzenia i niszczenia materiałów, z których wykonane było zabezpieczenie i jest wynikiem działania agresywnych czynników zewnętrznych. Właściwości ochronne zabezpieczeń ulegają pogorszeniu z powodu zachodzących zmian chemicznych i fizycznych.

Ocenę zniszczenia zabezpieczeń powierzchniowych należy przeprowadzać w charakterystycznych miejscach najbardziej narażonych na możliwość uszkodzenia oraz newralgicznych dla chronionej konstrukcji. Ocenę należy przeprowadzać po oczyszczeniu powłoki z wszelkich zanieczyszczeń. W wyniku oględzin określa się: rodzaj uszkodzenia, miejsce uszkodzenia i orientacyjną powierzchnię jego wystąpienia.

5.3.2 Ocena stanu ochrony powierzchniowej

Obserwacje i badania ochrony powierzchniowej należy przeprowadzać w miejscach występowania widocznych zniszczeń, a także w miejscach najintensywniej użytkowanych. Wybrane do obserwacji i badań miejsca należy oczyścić, przemywając je gąbką zmoczoną w ciepłej wodzie o temperaturze nie przekraczającej 30°C, a następnie wysuszyć na powietrzu.

W ocenie uszkodzeń należy zaznaczyć, o ile to możliwe, której warstwy systemu one dotyczą.

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

Ocena stanu technicznego ochrony powierzchniowej powinna zawierać:

Etap 1: wizualną ocenę stanu ochrony powierzchniowej.

Ocenę przeprowadza się dokonując szczegółowych oględzin powłoki okiem nieuzbrojonym z odległości 0,5 – 1,0 m oraz okiem uzbrojonym (powiększenie 10 i 20-krotne). Celem oględzin jest opisanie wszystkich uszkodzeń, a w szczególności:

- zmianę barwy,
- utratę połysku,
- przebarwienia, zmatowienie,
- zmianę tekstury (pęcherzyki, szorstkość powierzchni),
- wykwity, osady,
- przecieki, zawilgocenia,
- spękania,
- łuszczenie,
- deformacje,
- ubytki materiału,
- zanieczyszczenia, zanieczyszczenia wmalowane w powłokę,
- wegetację roślin,
- obecność rys.

Etap 2: określenie klasy zniszczenia ochrony powierzchniowej.

Należy określić charakter uszkodzeń opisanych w etapie 1, wielkości uszkodzonych powierzchni oraz przyczyn powstawania stwierdzonych uszkodzeń.

Klasę zniszczenia ochrony powierzchniowej należy oceniać wg normy PN-ISO 4628-1 [51]. W tablicach 5.1, 5.2 i 5.3 podano kryteria oceny zniszczeń powłok ochronnych.

**Klasyfikacja zniszczeń jednolitych¹⁾ powłok ochronnych,
do określenia intensywności zniszczenia powłoki wg PN-ISO 4628-1 [51]**

Tablica 5.1

Klasa	Intensywność zmiany
0	bez zmiany, tj. niedostrzegalna zmiana
1	bardzo słaba, tj. ledwo dostrzegalna zmiana
2	słaba, tj. dostrzegalna zmiana
3	umiarkowana, tj. wyraźnie dostrzegalna zmiana
4	znaczna, tj. zdecydowana zmiana
5	silna, tj. intensywna zmiana

¹⁾ – zniszczenie jednolite – zniszczenie występujące na całej powierzchni badanej powłoki

**Klasyfikacja zniszczeń rozproszonych¹⁾ powłok ochronnych,
do określenia intensywności zniszczenia powłoki wg PN-ISO 4628-1 [51]**

Tablica 5.2

Klasa	Ilość uszkodzeń (w odniesieniu do badanej powierzchni wielkości 1 do 2 dm ²)
0	brak, tj. uszkodzenia nie do wykrycia
1	bardzo nieliczne, tj. kilka ledwo zaznaczających się uszkodzeń
2	nieliczne, tj. mała lecz zaznaczająca się ilość uszkodzeń
3	umiarkowane, tj. średnia ilość uszkodzeń
4	znaczne, tj. poważna ilość uszkodzeń
5	gęste, tj. gęsty rozkład uszkodzeń

¹⁾ – zniszczenie rozproszone – zniszczenie występujące na powłoce w formie niejednorodnej, polegającej na uszkodzeniach miejscowych

**Schemat klasyfikacji do określenia rozmiaru (rzędu wielkości) uszkodzeń
wg PN-ISO 4628-1 [51]**

Tablica 5.3

Klasa	Rozmiar uszkodzeń
0	niewidoczne przy 10-krotnym powiększeniu
1	widoczne tylko przy powiększeniu powyżej 10-krotnym
2	ledwo widoczne przy skorygowanej zdolności normalnego widzenia
3	wyraźnie widoczne przy skorygowanej zdolności normalnego widzenia (najwyżej do 0,5 mm)
4	zakres 0,5 do 5 mm
5	większe niż 5 mm

W ocenie kolorów należy posługiwać się kartą barw RAL.

W przypadku stwierdzonych zarysowań należy określić położenie rys, ich kierunek, przeprowadzić pomiar rozwartości, długości i głębokości rys, lokalnie usunąć ochronę powierzchniową – ocenić stan podłoża pod powłoką.

Etap 3: szczegółowe badania skuteczności ochrony powierzchniowej.

Dobór szczegółowych badań diagnostycznych ochrony powierzchniowej jest uzależniony od rodzaju zabezpieczenia powierzchniowego. Do podstawowych badań zalicza się:

- określenie skuteczności hydrofobizacji wg punktu 6,
- określenie przyczepności powłoki ochronnej do podłoża wg normy PN-EN 1542:2000 [54]; na stemplach pomiarowych o średnicy 50 mm, należy wykonać, co najmniej 1 pomiar na każde 25 m² badanej powłoki, przy czym nie mniej niż 5 dla elementu,
- określenie ograniczenia chłonności wody przez podłoże, badane na pobranych z konstrukcji próbkach z ochroną powierzchniową i po jej usunięciu,
- cechy barierowe: określenie szczelności dla dyfuzji cieczy, zmniejszenie oporu dyfuzyjnego pary wodnej, zmniejszenie oporu dyfuzyjnego dwutlenku węgla, badane na pobranych z konstrukcji próbkach z ochroną powierzchniową i po jej usunięciu.

5.3.3 Ocena stanu izolacji przeciwwodnej

Ocena stanu technicznego izolacji wg [55] powinna być dokonywana w następującej kolejności:

Etap 1: wstępne określenie stanu izolacji na podstawie wizualnej kontroli efektów jej działania z podaniem: miejsc i intensywności występowania przecieków wody, rodzaju stwierdzonych zacieków na powierzchni konstrukcji oraz stopnia stwierdzonych uszkodzeń betonu powstałych wskutek tych przecieków.

Etap 2: szczegółowe określenie stanu izolacji na podstawie:

- wyników badań rozwoju przecieków w czasie,
- analizy warunków pracy izolacji z określeniem stopnia agresywnego oddziaływania środowiska,
- wyników badań odkrywek izolacji w celu sprawdzenia: obecności wilgoci na izolacji, pod nawierzchnią lub gruntem, wyglądu odkrytej izolacji, jej przyczepności do podłoża, liczby warstw, jakości materiałów i jakości ich sklejenia między sobą, obecności wilgoci pod izolacją i między jej warstwami,
- oględzin stanu elementów odwodnieniowych,
- laboratoryjnych badań próbek izolacji pobranych w odkrywkach na obiekcie (w przypadku stwierdzenia celowości takich badań).

Etap 3: sprawdzenie stanu podłoża betonowego pod izolacją, oceniając:

- równość podłoża,
- gładkość podłoża,

- jego wilgotność,
- obecność rys lub pęknięć,
- występowanie oznak korozji betonu,
- inne parametry betonu, takie jak porowatość, wodoprzepuszczalność, zawartość jonów chlorkowych, stopień skarbonatyzowania i wytrzymałość na ściskanie.

5.3.4 Ocena stanu izolacionawierzchni

Ocena stanu technicznego izolacionawierzchni powinna być dokonywana w następującej kolejności:

Etap 1: wstępne określenie stanu izolacionawierzchni i jej uszkodzeń oraz wizualna kontrola efektów jej działania z podaniem: miejsc i intensywności występowania przecieków wody, rodzaju stwierdzonych zacieków na powierzchni oraz stopnia stwierdzonych uszkodzeń betonu powstałych na skutek tych przecieków.

Etap 2: szczegółowe określenie stanu izolacionawierzchni na podstawie:

- rys, pęknięć i innych uszkodzeń powierzchni ściennej izolacionawierzchni,
- wyników badań rozwoju przecieków w czasie,
- analizy warunków pracy izolacionawierzchni z określeniem stopnia agresywnego oddziaływania środowiska,
- sprawdzenia obecności wilgoci pod nawierzchnią,
- przyczepności izolacionawierzchni do podłoża, liczby warstw, stanu materiałów i jakości ich połączenia między sobą,
- laboratoryjnych badań próbek izolacionawierzchni pobranych na obiekcie (w przypadku stwierdzenia celowości takich badań).

Etap 3: sprawdzenie stanu podłoża betonowego pod izolacionawierzchnią, oceniając:

- równość podłoża,
- gładkość podłoża
- jego wilgotność,
- obecność rys lub pęknięć,
- występowanie oznak korozji betonu,
- inne parametry betonu, takie jak porowatość, wodoprzepuszczalność, zawartość jonów chlorkowych, stopień skarbonatyzowania i wytrzymałość na ściskanie.

5.4 Kryteria doboru materiałów

5.4.1 Kryteria doboru ochrony powierzchniowej

Dobór materiałów do ochrony powierzchniowej powinna poprzedzać ocena konieczności jej stosowania wg p. 2 i 3 niniejszego Katalogu.

Ogólna klasyfikacja systemów ochrony powierzchniowej betonu wraz z właściwościami charakteryzującymi te systemy, ułatwiająca dobór odpowiedniego materiału, podana jest w p. 3 i 6 niniejszego Katalogu. Dobór odpowiedniego zabezpieczenia powierzchniowego betonowych elementów drogowych obiektów inżynierskich ułatwić może także norma PN-91/B-01813 [28].

Poniżej podane są ogólne zasady doboru ochrony powierzchniowej betonu na powierzchniach elementów drogowych obiektów inżynierskich.

Jak podano wcześniej, aby można było określić potrzebne właściwości ochrony powierzchniowej na określonym obiekcie inżynierskim, należy zebrać, a następnie dokonać analizy danych i informacji na temat konstrukcji i jakości materiału konstrukcyjnego zabezpieczanego elementu, agresywności środowiska i warunków eksploatacji określonych wg p. 2 niniejszego Katalogu oraz uwzględnić ogólne założenia podane w p. 5.1 niniejszego Katalogu. Dane te będą stanowić podstawę do przyjęcia wymaganych parametrów technicznych ochrony powierzchniowej konkretnego elementu obiektu. Jednocześnie mogą one stanowić dane wyjściowe do wykonania dokumentacji technicznej w zakresie zabezpieczenia przed korozją, którego są integralną częścią.

Parametry, jakie należy uwzględnić w procesie doboru ochrony powierzchniowej betonu na drogowych obiektach inżynierskich zestawiono w tablicy 5.4.

Kryteria doboru powłoki ochronnej

Tablica 5.4

Aspekty analizy	Analizowane parametry
Rodzaj elementu i zakres prac ochrony powierzchniowej	<ul style="list-style-type: none"> - rodzaj i konstrukcja obiektu (nowobudowany, przebudowywany, remontowany, rodzaj konstrukcji, liczba, długość przeseł) - usytuowanie i wielkość powierzchni (poziome, pionowe, sufitowe, długość, wysokość, szerokość), - elementy wyposażenia i urządzenia obce związane z zabezpieczaną powierzchnią lub utrudniające wykonanie zabezpieczenia,

ciąg dalszy tablicy 5.4

1	2
	<ul style="list-style-type: none"> - inne parametry charakteryzujące zabezpieczaną powierzchnię elementu, - planowany zakres prac zabezpieczeniowych oraz rodzaj i stan wymienianego lub naprawianego zabezpieczenia.
Podłoże	<ul style="list-style-type: none"> - podłoże stare lub nowo wykonane i jego parametry wg p. 5.2, - wiek betonu (nowy beton), - wytrzymałość na ściskanie, moduł sprężystości i nasiąkliwość (stary beton), - występowanie pęknięć, zarysowań, - obecność starej powłoki, - występowanie w podłożu elementów stalowych, - zanieczyszczenia podłoża, - profil powierzchni i jej stan (równość, gładkość, wykończenie krawędzi zmian przekroju itp.).
Środowisko eksploatacji	<ul style="list-style-type: none"> - klasa środowiska i warunki eksploatacji wg p. 2 niniejszego Katalogu, - warunki odwodnienia i przewietrzania, nasłonecznienie, spływanie, zanurzenie lub spryskiwanie, - oddziaływanie agresywnych chemikaliów, - stężenie chlorków i siarczanów w środowisku.
Wymagania stawiane powłoce	<ul style="list-style-type: none"> - przyczepność do podłoża, - odporność na promieniowanie UV, - mrozoodporność, - odporność na dobowe różnice temperatury występujące w środowisku eksploatacji powłoki, - odporność na miękką wodę (opadową), - ograniczenie zwilżania i nasiąkliwości wodą opadową, - przenikalność pary wodnej, - odporność na przenikanie dwutlenku węgla, - odporność na chemikalia i środki ołdżające, - odporność na uderzenia, - odporność na ścieranie, - elastyczność (możliwość przenoszenia zarysowań podłoża),

ciąg dalszy tablicy 5.4

1	2
	<ul style="list-style-type: none"> - czas utwardzania powłoki, - toksyczność (przed i w trakcie nanoszenia oraz po utwardzeniu), - odporność na zabrudzenia, - trwałość barwy.
Estetyka Barwa	<ul style="list-style-type: none"> - optyczne wyróżnianie z konstrukcji poszczególnych elementów o zróżnicowanej pracy i funkcji, - zwiększenie ekspresji całego obiektu lub poszczególnych jego części, - harmonijny dobór barw różnych elementów (bez łączenia barw „ciepłych” i „zimnych” w ramach jednego obiektu), - wzrost naprężeń termicznych w elementach pomalowanych na kolory ciemne.
Technologia nanoszenia	<ul style="list-style-type: none"> - wymagania dotyczące przygotowania podłoża, - wymagania odnośnie warunków nanoszenia (malowania lub natrysku), - wrażliwość na wilgotne podłoże, - temperatura nanoszenia i utwardzania, - dostęp do zabezpieczanej powierzchni, - warunki techniczne, technologiczne i organizacyjne wykonania, - warunki atmosferyczne w jakich planuje się wykonanie powłoki, - wymagania ochrony środowiska naturalnego.
Koszty	<ul style="list-style-type: none"> - jednostkowy koszt materiału, - wymagana liczba warstw w powłoce, - wymagana grubość powłoki i poszczególnych warstw, - koszty wykonania (robocizna + sprzęt), - koszty utrzymania.

Celowość wykonania i rodzaj ochrony powierzchniowej określonych elementów konstrukcji należy podać w projekcie.

Podstawowe parametry techniczne ochrony powierzchniowej betonu, konieczne do określenia w projekcie budowlanym to:

- rodzaj ochrony powierzchniowej i jej zróżnicowanie w zależności od lokalizacji zabezpieczanego elementu w obiekcie oraz wpływu czynników zewnętrznych,

- średnia grubość całego zabezpieczenia oraz grubość minimalna i maksymalna, wynikająca z agresywności środowiska, i warunków użytkowania, na każdym określonym elemencie obiektu inżynierskiego;
- należy przy tym pamiętać, że prawidłowy dobór grubości zastosowanej ochrony powierzchniowej ma wpływ na jej cechy barierowe (przepuszczalność pary wodnej i dwutlenku węgla),
- elastyczność zabezpieczenia (zdolność do przenoszenia zarysowań podłoża) w normalnej i ujemnej temperaturze, na każdym określonym elemencie obiektu,
- przyczepność do podłoża,
- warunki techniczne, technologiczne, organizacyjne i atmosferyczne dotyczące wykonania ochrony powierzchniowej na danym obiekcie.

W projekcie budowy, przebudowy czy remontu należy także określić miejsca, w których wymagane jest wzmocnienie ochrony powierzchniowej i podać sposób tego wzmocnienia (np.: pęknięcia podłoża, połączenia z innymi elementami wyposażenia i zabezpieczenia powierzchni itp.).

Uwaga: Powłoki ochronne lub wyprawy z możliwością pokrywania zarysowań nie powinny być stosowane jako zabezpieczenie powierzchniowe konstrukcji sprężonych, ze względu na brak możliwości kontroli stanu konstrukcji (ewentualnych zarysowań). Ponadto tymi powłokami (lub wyprawami) nie należy pokrywać podłoży o propagujących zarysowaniach wymagających obserwacji.

W przypadkach, gdy dobór rodzaju ochrony powierzchniowej należy do wykonawcy, powinien on przedstawić 3 rodzaje ochrony powierzchniowej, spełniającej wymagania szczegółowych specyfikacji technicznych (SST), do wyboru i akceptacji przez inwestora.

5.4.2 Kryteria doboru izolacji przeciwwodnej

Izolacja przeciwwodna jest systemem składającym się z wielu współpracujących ze sobą materiałów [38+40]. Budowa tego systemu, rodzaje stosowanych materiałów i wymagane ich właściwości podane są w p. 7 niniejszego Katalogu. W tym miejscu podane są ogólne zasady doboru izolacji przeciwwodnej na drogowych obiektach inżynierskich.

Dobierając odpowiedni system hydroizolacji na konkretnym obiekcie inżynierskim należy uwzględniać informacje i zalecenia podane w p. 2, 3 i 7 niniejszego Katalogu oraz rodzaj nawierzchni drogowej, która zostanie ułożona na izolacji.

Jak podano wcześniej, aby można było określić potrzebne właściwości izolacji przeciwwodnej na określonym obiekcie inżynierskim należy zebrać,

a następnie dokonać analizy danych i informacji na temat izolowanego obiektu. Dane te będą podstawą do określenia warunków pracy izolacji przeciwwodnej na tym obiekcie, a w konsekwencji - wymaganych jej parametrów technicznych. Jednocześnie mogą one stanowić dane wyjściowe do wykonania projektu technicznego i technologicznego w zakresie zabezpieczenia przed korozją, którego częścią jest izolacja przeciwwodna. Parametry, jakie należy uwzględnić w procesie doboru izolacji przeciwwodnej na drogowych obiektach inżynierskich zestawiono w tablicy 5.5.

Kryteria doboru izolacji przeciwwodnej

Tablica 5.5

Aspekty analizy	Analizowane parametry
Rodzaj elementu i zakres prac izolacyjnych	<ul style="list-style-type: none"> - rodzaj i konstrukcja obiektu (nowobudowany, przebudowywany, remontowany, rodzaj konstrukcji, liczba i długość przęseł, układ łożysk, rodzaj, układ i sposób uszczelnienia dylatacji, charakterystyczne przekroje poprzeczne, przekrój podłużny i inne elementy charakteryzujące pomost, a zwłaszcza jego zakończenia na krawędziach i inne szczegóły techniczne), - usytuowanie i wielkość powierzchni (pozioma, pionowa, długość lub wysokość i szerokość), - elementy wyposażenia i urządzenia obce związane z izolowaną powierzchnią lub utrudniające wykonanie izolacji, - inne parametry charakteryzujące izolowaną powierzchnię elementu, - planowany zakres prac izolacyjnych oraz rodzaj i stan wymienianej lub naprawianej izolacji.
Podłoże: a) betonowe	<ul style="list-style-type: none"> - rodzaj materiału podłoża (beton, polimerobeton), - podłoże stare lub nowo wykonane i jego parametry wg p. 5.2, - wiek betonu (nowy beton), - wytrzymałość na ściskanie, moduł sprężystości i nasiąkliwość (stary beton), - występowanie pęknięć, zarysowań, - występowanie dylatacji, - obecność starej powłoki, - występowanie w podłożu betonowym elementów stalowych, - zanieczyszczenia podłoża,

ciąg dalszy tablicy 5.5

b) stalowe	<ul style="list-style-type: none"> - profil powierzchni i jej stan (równość i gładkość, wykończenie krawędzi zmian przekroju itp.), - podłoże stare (obiekty użytkowane, z użytkowaną powłoką antykorozyjną) lub nowe (nowy obiekt), - stan skorodowania w przypadku podłoża starego, - obecność starej powłoki, - informacje dotyczące mycia powierzchni (ciśnienie, rodzaj detergentu, jego stężenie itp.), - stopień przygotowania powierzchni wg PN-ISO 8501-1:1996 [56], - stopień odpylenia, - profil powierzchni (chropowatość), - zanieczyszczenia jonowe.
Środowisko eksploatacji	<ul style="list-style-type: none"> - klasa środowiska i warunki eksploatacji wg p. 2 niniejszego Katalogu, - warunki odwodnienia (spadki: podłużny i poprzeczny płyt pomostowych i chodników, rodzaj, liczba i rozmieszczenie sączków i wpustów, występowanie, rozmieszczenie i rodzaj drenów, przewidywane uszczelnienie nawierzchni drogowej, drenaż za elementami zasypywanymi, sposób odprowadzenia wody z drenażu, itp.), - występowanie wody pod ciśnieniem, - charakterystyka agresywnego oddziaływania wody gruntowej i zasypki wg p. 2, - rodzaj, konstrukcja i przewidywana technologia układania nawierzchni drogowej oraz przewidywane natężenie i skanalizowanie ruchu, obciążenia nawierzchni, a zwłaszcza planowane naciski na oś i obliczeniowe wartości sił poziomych (np. od siły hamowania pojazdów, od pełzania materiału nawierzchni, od różnicy odkształceń termicznych nawierzchni i podłoża, od składowych sił pionowych (nacisków) wynikających z nachylenia podłoża, itp.), - oddziaływanie agresywnych chemikaliów, - stężenie chlorków i siarczanów w środowisku.
Wymagania stawiane powłoce	<ul style="list-style-type: none"> - przyczepność do podłoża, - przyczepność pierwszej warstwy nawierzchni do hydroizolacji,

ciąg dalszy tablicy 5.5

	<ul style="list-style-type: none"> - odporność na miękką wodę (opadową), - odporność na określone chemikalia i środki odładzające, - odporność na wciskanie grysów z nawierzchni, - elastyczność w całym przedziale temperatury eksploatacji (wymaganie przenoszenia zarysowań podłoża, relaksacji naprężeń od poziomych sił z nawierzchni), - szczelność w wypadku działania wody pod ciśnieniem, - układanie nawierzchni lub warstwy ochronnej na izolacji bez utraty jej szczelności dla wody, - konieczność wykonania warstwy ochronnej, - czas utwardzania powłoki (w przypadku materiałów chemoutwardzalnych), - toksyczność (przed i w trakcie nanoszenia oraz po utwardzeniu), - mrozoodporność.
Technologia nanoszenia	<ul style="list-style-type: none"> - wymagania dotyczące przygotowania podłoża, - wymagania odnośnie warunków wykonania (zgrzewanie arkuszy, przyklejanie arkuszy na zimno, utwardzanie chemiczne powłok bezspoinowych), - temperatura nanoszenia i utwardzania, - kształt podłoża warunkujący technologię nanoszenia, dostęp do zabezpieczanej powierzchni, - warunki techniczne, technologiczne i organizacyjne wykonania (np. podział na etapy wynikające z konieczności utrzymania ruchu na obiekcie podczas wymiany izolacji, konieczność wcześniejszego wykonania izolacji pod konstrukcją chodnika lub na płycie dennej, konieczność wykonania izolacji na wilgotnym i/lub młodym betonie, itp.) - warunki atmosferyczne, w jakich planuje się wykonanie izolacji, - wymagania ochrony środowiska naturalnego.
Koszty	<ul style="list-style-type: none"> - jednostkowy koszt materiału, - wymagana liczba warstw izolacji łącznie z warstwą ochronną, - wymagana grubość powłoki i poszczególnych warstw, - koszty wykonania (robocizna + sprzęt).

Podstawowe parametry techniczne izolacji przeciwwodnej konieczne do określenia w projekcie:

- grubość minimalna i maksymalna (bez warstwy gruntującej i ochronnej), wynikająca z agresywności środowiska i warunków użytkowania izolacji na poszczególnych elementach konstrukcji obiektu inżynierskiego,
- elastyczność warstwy izolacyjnej w normalnej i ujemnej temperaturze, uwarunkowana koniecznością przeniesienia różnicy odkształceń termicznych podłoża i nawierzchni, relaksacją naprężeń od sił poziomych w nawierzchni drogowej i innymi względami,
- wytrzymałość na rozciąganie i ścinanie pod nawierzchnią drogową (zwłaszcza podczas układania gorącej nawierzchni mineralno-bitumicznej),
- przyczepność do podłoża i przyczepność nawierzchni do izolacji,
- warunki techniczne, technologiczne, organizacyjne i atmosferyczne dotyczące wykonania izolacji na danym obiekcie oraz nawierzchni drogowej na izolacji.

W projekcie budowy, przebudowy czy remontu należy także określić miejsca, w których wymagana jest ochrona lub wzmocnienie izolacji i podać sposób ochrony i/lub wzmocnienia (np.: nad pęknięciami podłoża, przekrywaniem szczelinami dylatacyjnymi, zakończeniami izolacji na krawędziach płyt pomostowych, przy mostowych urządzeniach dylatacyjnych i wpustach odwodnienia, pod krawężnikami).

W przypadkach gdy dobór rodzaju izolacji przeciwwodnej należy do wykonawcy przedstawia on 3 rodzaje izolacji, spełniające wymagania szczegółowych specyfikacji technicznych (SST) do wyboru i akceptacji przez inwestora.

5.4.3 Kryteria doboru izolacionawierzchni

Izolacionawierzchnia jest specyficznym rodzajem zabezpieczenia powierzchniowego obiektów inżynierskich, pełniącym jednocześnie funkcję izolacji wodoszczelnej i nawierzchni. W doborze tego zabezpieczenia obowiązują te same zasady co w doborze innych zabezpieczeń powierzchniowych, podane w p. 5.4.1 i 5.4.2.

Izolacionawierzchnie wykonywane są na takich elementach drogowych obiektów inżynierskich jak:

- pomosty kładek dla pieszych,
- chodniki i ścieżki rowerowe,
- pomosty jezdne tymczasowych i składanych obiektów mostowych,
- pomosty jezdne stałych i zwodzonych obiektów mostowych, na których istotnym parametrem jest grubość i ciężar nawierzchni.

Rodzaje stosowanych materiałów i wymagane ich właściwości podane są w p. 8 niniejszego Katalogu. W tym rozdziale omówione zostaną ogólne zasady doboru izolacionawierzchni.

Dobierając odpowiedni system izolacionawierzchni na konkretnym obiekcie inżynierskim należy uwzględniać informacje i zalecenia podane w punktach 2, 3 i 8 niniejszego Katalogu oraz dokonać analizy parametrów zestawionych w tablicy 5.6.

Kryteria doboru izolacionawierzchni

Tablica 5.6

Aspekty analizy	Analizowane parametry
Rodzaj elementu i zakres prac	<ul style="list-style-type: none"> - rodzaj i konstrukcja obiektu (nowobudowany, przebudowywany, remontowany, rodzaj konstrukcji, liczba i długość przęseł, układ łożysk, rodzaj, układ i sposób uszczelnienia dylatacji, charakterystyczne przekroje poprzeczne, przekrój podłużny i inne elementy charakteryzujące pomost, a zwłaszcza jego zakończenia na krawędziach i inne szczegóły techniczne), - usytuowanie i rodzaj powierzchni, - elementy wyposażenia i urządzenia obce związane z izolowaną powierzchnią lub utrudniające wykonanie izolacionawierzchni, - inne parametry charakteryzujące izolowaną powierzchnię elementu, - planowany zakres prac oraz rodzaj i stan wymienianej lub naprawianej nawierzchni i izolacji.
Podłoże: a) betonowe	<ul style="list-style-type: none"> - rodzaj materiału podłoża (beton, polimerobeton), - podłoże stare lub nowo wykonane i jego parametry wg p. 5.2, - wiek betonu (nowy beton), - wytrzymałość na ściskanie, moduł sprężystości i nasiąkliwość (stary beton), - występowanie pęknięć, zarysowań i dylatacji, - obecność starej powłoki,

ciąg dalszy tablicy 5.6

	<ul style="list-style-type: none"> - występowanie w podłożu betonowym elementów stalowych, - zanieczyszczenia podłoża, - profil powierzchni i jej stan (równość, gładkość, wykończenie krawędzi zmian przekroju itp.),
b) stalowe	<ul style="list-style-type: none"> - podłoże stare (obiekt użytkowany z użytkowaną powłoką antykorozyjną) lub nowe (nowy obiekt), - stan skorodowania w przypadku podłoża starego, - obecność starej powłoki, - informacje dotyczące mycia powierzchni (ciśnienie, rodzaj detergentu, jego stężenie itp.), - stopień przygotowania powierzchni wg PN-ISO 8501-1:1996 [56], - stopień odpylenia, - profil powierzchni (chropowatość), - zanieczyszczenia jonowe.
Środowisko eksploatacji	<ul style="list-style-type: none"> - klasa środowiska i warunki eksploatacji wg p. 2 Katalogu, - warunki odwodnienia, - rodzaj i natężenie ruchu, - oddziaływanie agresywnych chemikaliów, - poziom chlorków i siarczanów w środowisku.
Wymagania stawiane izolacionawierzchni	<ul style="list-style-type: none"> - przyczepność do podłoża, - odporność na ścieranie, - odporność na uderzenia, - odporność na koleinowanie pod ruchem, - szorstkość (odporność na poślizg), - odporność na promieniowanie UV, - odporność na miękką wodę (opadową), - niezwilżalność i szczelność dla wody, - mrozoodporność, - wodoszczelność, - odporność na dobowe różnice temperatury, - odporność na chemikalia i środki odladzające, - odporność na przenikanie jonów chlorkowych i siarczanowych, - odporność na przenikanie dwutlenku węgla,

ciąg dalszy tablicy 5.6

1	2
	<ul style="list-style-type: none"> - elastyczność (wymaganie przenoszenia zarysowań podłoża), - czas utwardzania powłoki umożliwiający planowane obciążenie ruchem, - toksyczność (przed i w trakcie nanoszenia oraz po utwardzeniu), - odporność na zabrudzenia, - trwałość barwy.
Technologia nanoszenia	<ul style="list-style-type: none"> - wymagania dotyczące przygotowania podłoża, - wymagania odnośnie warunków wykonania, - wrażliwość na wilgotne podłoże, - temperatura nanoszenia i utwardzania, - warunki techniczne, technologiczne i organizacyjne wykonania prac (np.: podział na etapy wynikające z konieczności utrzymania ruchu na obiekcie), - warunki atmosferyczne w jakich planuje się wykonanie izolacionawierzchni, - wymagania ochrony środowiska naturalnego.
Koszty	<ul style="list-style-type: none"> - jednostkowy koszt materiału, - wymagana grubość powłoki i liczba warstw, - koszty wykonania (robocizna + sprzęt), - koszty utrzymania.

Podstawowe parametry techniczne izolacionawierzchni, konieczne do określenia w projekcie budowlanym to:

- średnia grubość całej powłoki oraz grubość minimalna i maksymalna (bez wyszczególniania poszczególnych warstw), wynikająca z agresywności środowiska, planowanego natężenia ruchu i innych warunków użytkowania,
- elastyczność izolacionawierzchni w normalnej i ujemnej temperaturze, uwarunkowana warunkami użytkowania i przenoszenie zarysowań podłoża,
- wytrzymałość na ścieranie,
- przyczepność do podłoża,
- warunki techniczne, technologiczne, organizacyjne i atmosferyczne dotyczące wykonania izolacionawierzchni na danym obiekcie.

W projekcie budowy, przebudowy czy remontu należy także określić miejsca, w których wymagane jest wzmocnienie izolacionawierzchni i podać sposób tego wzmocnienia (np.: nad pęknięciami podłoża, przekrywanymi

szczelinami dylatacyjnymi, połączeniami izolacionawierzchni z innymi elementami wyposażenia pomostu, itp).

W przypadkach gdy dobór rodzaju izolacionawierzchni należy do wykonawcy przedstawia on 3 rodzaje izolacionawierzchni, spełniające wymagania szczegółowych specyfikacji technicznych (SST) do wyboru i akceptacji przez inwestora.

6 Ochrona powierzchniowa betonu

6.1 Ogólna charakterystyka ochrony powierzchniowej betonu

Ochrona powierzchniowa betonu polega na uszczelnieniu lub pokryciu powierzchni betonowej powłoką lub wyprawą ze specjalnie dobranej materiału. Powierzchniową ochronę konstrukcji betonowych stosuje się w celu zabezpieczenia betonowych konstrukcji mostowych przed korozją przez ograniczenie lub wyeliminowanie wpływu czynników agresywnych, takich jak:

- woda opadowa,
- dwutlenek węgla,
- zmienne działanie ujemnych i dodatnich temperatur,
- chlorki,
- siarczany,
- mikroorganizmy.

Właściwy dobór materiału i prawidłowo wykonana ochrona powierzchni betonu hamuje jego degradację, zapewniając zwiększenie trwałości konstrukcji, a tym samym przedłużenie czasu jej eksploatacji.

Trwała i prawidłowo spełniająca swoje funkcje ochrona powierzchniowa (niezależnie od rodzaju) powinna charakteryzować się następującymi podstawowymi właściwościami [57]:

- dobrą przyczepnością do podłoża betonowego,
- wodoszczelnością,
- przepuszczalnością pary wodnej,
- odpornością na przenikanie CO_2 ,
- odpornością na mróz i wahania temperatury,
- odpornością na starzenie.

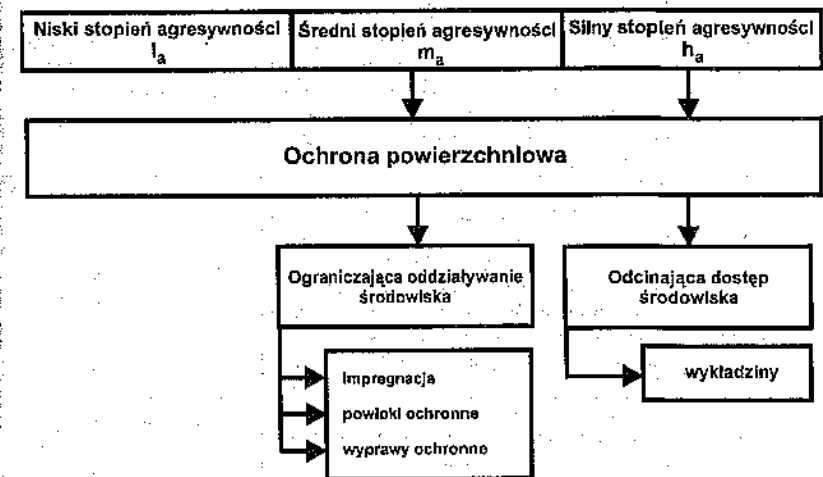
Ochronę powierzchniową konstrukcji betonowych stosuje się w następujących przypadkach [2, 21]:

- dla nowo budowanych obiektów:
 - gdy ochrona konstrukcyjna i materiałowo-strukturalna nie zapewnia wymaganej trwałości konstrukcji,
 - gdy obiekt jest zlokalizowany w środowisku agresywnym wg p. 2 i 3 niniejszego Katalogu,
- dla obiektów poddawanych odbudowie, rozbudowie i przebudowie:
 - po naprawie powierzchni betonu materiałami typu PCC lub PC,

- gdy grubość otuliny zbrojenia elementów betonowych nie spełnia wymagań normy PN-91/S-10042 [32],
- obiekt zlokalizowany jest w środowisku agresywnym wg p. 2 i 3 niniejszego Katalogu.

Ochronę powierzchniową stosuje się w przypadku użytkowania obiektów inżynierskich w środowiskach o średnim i silnym stopniu agresywności, przy czym:

- w przypadku środowiska o średnim stopniu agresywności (m_a) ochrona powinna ograniczać dostęp agresywnych substancji,
- w przypadku środowiska o silnym stopniu agresywności (h_a) ochrona powierzchniowa powinna całkowicie je eliminować.



Rys. 6.1 Rodzaj ochrony powierzchniowej betonu w zależności od stopnia agresywności środowiska.

W przypadku nowych konstrukcji betonowych zlokalizowanych w środowisku agresywnym, wg p. 2 i 3 niniejszego Katalogu, oprócz ochrony konstrukcyjnej i materiałowo-strukturalnej stosuje się zabezpieczenie konstrukcji betonowej (lub jej wybranych elementów) za pomocą ochrony powierzchniowej. Ochrona powierzchniowa w żadnym przypadku nie może zastąpić prawidłowego zaprojektowania konstrukcji i doboru odpowiednich materiałów konstrukcyjnych, czyli zastosowania ochrony konstrukcyjnej i materiałowo-strukturalnej.

W przypadku remontowanych konstrukcji betonowych ochrona powierzchniowa powinna być stosowana w przypadkach określonych w p. 6.1, stosując metody podane w tablicach 6.1 i 6.2.

**Zakres naprawy i ochrony powierzchniowej konstrukcji betonowych
wg PN-B-01807:1988 [13]**

Tablica 6.1

Stopień zniszczenia konstrukcji	Wyniki badań i obserwacji konstrukcji	Zakres naprawy konstrukcji
I (stan użytkowania)	Nie występuje korozja konstrukcji betonowej lub żelbetowej. Występuje skażenie substancjami agresywnymi lub zubożenie betonu w warstwie powierzchniowej - warstwa skażenia lub zubożenia nie osiąga powierzchni zbrojenia, ani nie spowoduje wystąpienia stanu granicznego elementu lub konstrukcji w przewidywanym okresie użytkowania.	Konstrukcja nie wymaga naprawy i zastosowania specjalnej ochrony.
II (stan zagrożenia awarią)	Nie występuje korozja konstrukcji żelbetowej. Występuje skażenie substancjami agresywnymi lub zubożenie betonu w warstwie powierzchniowej. Warstwa skażona lub zubożona może osiągnąć w przewidywanym okresie użytkowania powierzchnię zbrojenia lub spowodować wystąpienie stanu granicznego elementu lub konstrukcji.	Zastosowanie ochrony powierzchniowej.
III (stan awaryjny)	Występuje korozja betonu w warstwach powierzchniowych, tj. w otulinie zbrojenia konstrukcji żelbetowych lub w warstwie o grubości nie powodującej wystąpienia stanu granicznego w konstrukcji żelbetowej lub betonowej.	Usunięcie warstwy skorodowanej lub skażonej. Oczyszczenie powierzchni i naprawa oraz ochrona powierzchniowa.
IV (stan zagrożenia katastrofą)	Występuje skażenie, zubożenie lub skorodowanie otuliny na całej grubości, skorodowanie < 10% przekroju zbrojenia lub skorodowanie betonu w strefie ściskanej w warstwie o grubości nie powodującej wystąpienia stanu granicznego elementu lub konstrukcji żelbetowej.	Usunięcie warstwy skorodowanej, skażonej lub zubożonej, oczyszczenie powierzchni zbrojenia, uzupełnienie betonu i zastosowanie ochrony powierzchniowej w zależności od przewidywanych warunków użytkowania.

**Metody ochrony konstrukcji betonowych na podstawie normy
EN 1504-9 [4]**

Tablica 6.2

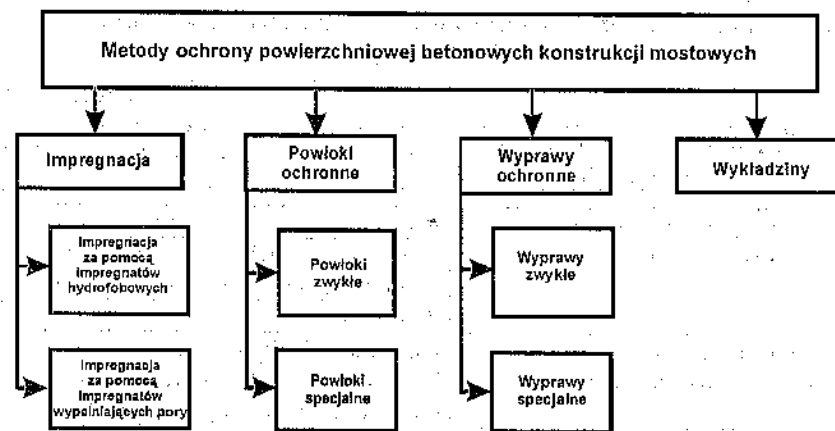
Zabezpieczenie konstrukcji betonowych	Stosowane metody
Ochrona przed wnikaniem szkodliwych substancji	Impregnacja Nakładanie powłok – ochrona betonu przed wnikaniem szkodliwych substancji Wypełnianie rys
Utrzymanie zawilgocenia betonu na dopuszczalnym poziomie	Impregnacja hydrofobizująca Nakładanie powłok – ochrona betonu przed wnikaniem wody i pary wodnej
Odporność na czynniki fizyczne	Nakładanie powłok ochronnych Impregnacja
Odporność na czynniki chemiczne	Nakładanie powłok ochronnych Impregnacja
Podwyższenie oporności elektrycznej otuliny betonowej	Ograniczenie zawartości wilgoci za pomocą impregnacji lub nałożenia powłoki

6.2 Podział metod ochrony powierzchniowej

Obecnie stosuje się następujące metody ochrony powierzchniowej betonu:

- impregnację,
 - stosując hydrofobowe impregnaty porów (zdefiniowane wg PN-EN 1504-1 [4]) zwane dalej impregnatami (preparatami) hydrofobowymi,
 - stosując impregnaty (preparaty) wypełniające pory (zdefiniowane wg PN-EN 1504-1 [4]),
- powłoki ochronne,
- wyprawy ochronne,
- wykładziny ochronne.

Szczegółowy podział metod ochrony powierzchniowej konstrukcji betonowych wg IBDiM przedstawiono na rys. 6.2.



Rys. 6.2 Metody ochrony powierzchniowej betonowych konstrukcji mostowych na podstawie PN-86/B-01802 [14].

Do podstawowego zabezpieczania powierzchniowego betonu konstrukcji mostowych stosuje się impregnację, powłoki ochronne zwykłe oraz wyprawy ochronne zwykłe. Poszczególne rodzaje ochrony zabezpieczają konstrukcję przed czynnikami agresywnymi. I tak:

- impregnacja za pomocą preparatów hydrofobowych jest zabezpieczeniem chroniącym beton przed wodą oraz zmiennym działaniem ujemnych i dodatnich temperatur,
- impregnacja za pomocą preparatów wypełniających pory jest zabezpieczeniem chroniącym beton przed wyżej wymienionymi czynnikami i wnikaniem dwutlenkiem węgla,
- powłoki ochronne zwykłe oraz wyprawy ochronne zwykłe są powierzchniowymi zabezpieczeniami betonowych konstrukcji chroniącymi przed niekorzystnym działaniem takich czynników jak: woda, dwutlenek węgla oraz zmiennie działanie ujemnych i dodatnich temperatur,
- powłoki ochronne specjalne oraz wyprawy ochronne specjalne są powierzchniowymi zabezpieczeniami betonowych konstrukcji, chroniącymi przed niekorzystnym działaniem tych samych czynników, jak w przypadku powłok ochronnych zwykłych (lub wypraw ochronnych zwykłych) oraz dodatkowo przed wpływem innych czynników agresywnych, takich jak np.: chlorki, siarczany, woda pod ciśnieniem. W grupie tej można wyróżnić materiały stosowane do ochrony powierzchniowej, a zarazem do ochrony antykorozyjnej zbrojenia, zawierające migrujące inhibitory korozji –

substancje, które posiadają właściwości hamujące korozję stali zbrojeniowej. Inhibitory korozji wypełniają otaczającą atmosferę lotnymi cząsteczkami o właściwościach ochronnych, dyfundują w fazie gazowej do sąsiednich wolnych przestrzeni, skraplają się na wszelkich powierzchniach metalowych. Napotykać na wilgoć, cząsteczki inhibitora dysocjują w filmie wodnym, a powstałe w ten sposób jony są przyciągane do powierzchni metalu i tworzą film ochronny stanowiący barierę przed dostępem wody, tlenu i innych agresywnych czynników. Materiały zawierające inhibitory korozji występują w systemach materiałowych, tzn.: jest to albo dyspersja wodna migrujących inhibitorów korozji nakładana bezpośrednio na beton albo wyprawa cementowo-polimerowa zawierająca migrujące inhibitory korozji, w powiązaniu z powłoką ochronną stanowiącą barierę dla ułatwiania się inhibitorów z betonu do środowiska.

6.3 Sposób oddziaływania na beton różnych metod ochrony powierzchniowej

Poszczególne metody ochrony powierzchniowej w różny sposób oddziałują na beton. W tablicy 6.3 przedstawiono korzyści wynikające ze stosowania poszczególnych metod ochrony powierzchniowej betonu.

Wpływ poszczególnych rodzajów ochrony powierzchniowej na poprawę cech fizycznych i odporności chemicznej betonu

Tablica 6.3

Sposób oddziaływania na beton	Impregnacja za pomocą impregnatów hydrofobowych	Impregnacja za pomocą impregnatów wypełniających pory	Powłoki ochronne, wyprawy ochronne			
			bez zdolności pokrywania zarysowań	z min. zdolnością pokrywania zarysowań	z podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań	specjalne
1	2	3	4	5	6	7
Wzmocnienie warstwy przypowierzchniowej betonu		X				
Ograniczenie chłonności wody	X	X	X	X	X	X
Zapewnienie przepuszczalności pary wodnej ¹⁾	X	X	X	X	X	X

ciąg dalszy tablicy 6.3

1	2	3	4	5	6	7
Ograniczenie wnikania CO ₂		x	x	x	x	x
Zwiększenie odporności na mróz	x	x	x	x	x	x
Pokrywanie zarysowań do 0,15 mm				x		
Pokrywanie zarysowań powyżej 0,15 mm					x	
Zwiększenie odporności na przenikanie jonów chlorkowych ²⁾						x
Odporność chemiczna na stałe działanie środowisk agresywnych ³⁾						x
Odporność chemiczna na okresowe działanie środowisk agresywnych ³⁾						x
Utrudnienie lub powstrzymanie procesu korozji stali zbrojeniowej w betonie						x
¹⁾ część stosowanych materiałów uniemożliwia dyfuzję pary wodnej ²⁾ wymaganie dotyczy tylko powłok specjalnych zabezpieczających beton przed przenikaniem jonów chlorkowych; powłoki te mogą mieć różną zdolność pokrywania zarysowań ³⁾ wymaganie dotyczy tylko powłok specjalnych odpornych chemicznie na okresowe lub stałe działanie środowiska agresywnego						

6.4 Impregnacja betonu

6.4.1 Stosowanie impregnatów hydrofobowych

Ten rodzaj impregnacji jest metodą powierzchniowej ochrony betonu, polegającą na:

- pokrywaniu stwardniałego betonu preparatami chemicznymi powodującymi niezwilżalność zabezpieczanych powierzchni przez wodę,
- dodawaniu preparatów chemicznych do świeżego betonu lub zaprawy w celu zwiększenia ich odporności na wodę.

Środki hydrofobowe oddziałują na beton w następujący sposób:

- redukują nasiąkliwość powierzchniową betonu,
- ograniczają przenikanie substancji szkodliwych,
- zwiększają odporność na mróz,
- nie hamują dyfuzji pary wodnej,
- nie ograniczają wnikania CO₂ w głąb betonu.

Podział hydrofobizacji

Hydrofobizacja dzieli się na:

- **hydrofobizację objętościową** – proces polegający na wprowadzeniu preparatu chemicznego w skład zaprawy lub betonu,
- **hydrofobizację powierzchniową** – proces polegający na nanoszeniu pędzlem lub za pomocą natrysku preparatu chemicznego na powierzchnię betonu.

Impregnaty hydrofobowe

Do najczęściej stosowanych impregnatów tego typu można zaliczyć:

- roztwory żywicy silikonowej w rozpuszczalniku organicznym bez dodatków lub z dodatkiem np. środka grzybobójczego,
- roztwory żywicy metylosilikonowych w rozpuszczalniku organicznym,
- emulsje wodne olejów silikonowych.

Właściwości impregnatów hydrofobowych i ich sposób oddziaływania na beton

Ta grupa materiałów charakteryzuje się następującymi właściwościami:

- niską lepkością i niewielkim napięciem powierzchniowym, dzięki czemu preparaty mogą głęboko przenikać w pory betonu,
- nie tworzą na zabezpieczanej powierzchni betonu powłoki (w związku z tym

- nie posiadają negatywnych cech powłok),
- nie zmieniają wyglądu betonu (ewentualnie nieznacznie zmieniają odcień),
- zabezpieczenia te umożliwiają przenikanie powietrza i pary wodnej,
- tworzą skuteczne zabezpieczenie betonu w warunkach działania wilgoci i środowisk gazowych o średnim stopniu agresywności.

Zakres stosowania impregnatów hydrofobowych

Tego rodzaju impregnaty stosuje się do zabezpieczania elementów betonowych obiektów inżynierskich znajdujących się w środowisku o niskiej lub średniej agresywności. Taka ochrona zabezpiecza beton głównie przed agresywnym działaniem wody, mrozu i zmiennych temperatur. Nie należy stosować tej metody na elementach zarysowanych.

6.4.2 Stosowanie impregnatów wypełniających pory

Ten rodzaj impregnacji betonu jest procesem polegającym na nasycaniu betonu preparatami o niskiej lepkości. Impregnaty te po wnikięciu w głąb podłoża betonowego – wypełniają jego pory – co wpływa korzystnie na cechy fizyczne i chemiczne zabezpieczanego materiału.

Prawidłowo wykonana impregnacja za pomocą preparatów wypełniających pory betonu powoduje:

- zwiększenie wodoodporności (przez zwiększenie szczelności betonu),
- zwiększenie mrozoodporności,
- zwiększenie wytrzymałości warstwy przypowierzchniowej,
- zmniejszenie ścieralności,
- zwiększenie odporności na uderzenia,
- zmniejszenie pylenia,
- przy zastosowaniu materiałów zawierających migrujące inhibitory korozji – utrudnienie lub powstrzymanie procesu korozji stali zbrojeniowej w betonie.

Skuteczność tego rodzaju impregnacji zależy m.in. od:

- właściwości preparatów impregnacyjnych (niska lepkość, zdolność zwilżania powierzchni betonu),
- porowatości betonu,
- odpowiedniego przygotowania podłoża betonowego (otwarcie porów i wysuszenie betonu).

Najczęściej stosowanym impregnatem wypełniającym pory betonu jest metakrylan metylu [58].

6.5 Powłoki i wyprawy ochronne

Powłoki ochronne stosowane do zabezpieczania powierzchniowego betonu są powłokami malarskimi o grubości do 2 mm, nanoszonymi za pomocą technik malarskich na odpowiednio przygotowane podłoże betonowe.

Wyprawy ochronne są warstwami ochronnymi o grubości powyżej 2 mm nakładanymi na podłoże betonowe techniką malarską, tynkarską lub natryskową.

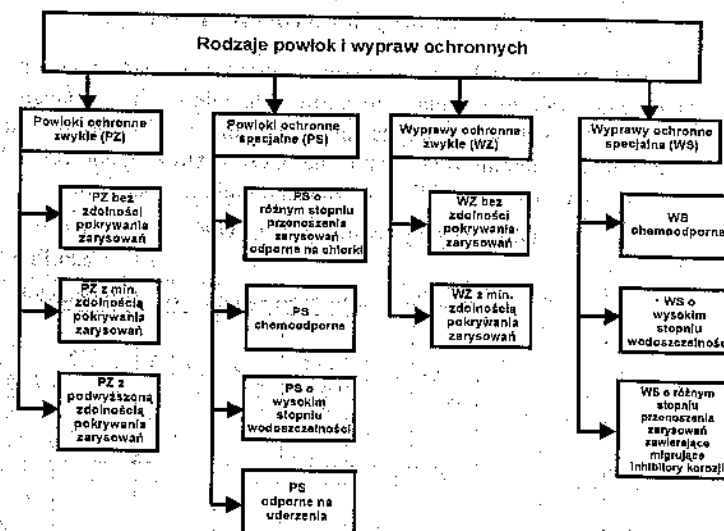
Stosowanie powłok i wypraw ochronnych ma na celu ochronę konstrukcji betonowych przed niekorzystnym działaniem czynników zewnętrznych, takich jak: woda, zmienne działanie dodatków i ujemnych temperatur, dwutlenek węgla, chlorki, niektóre związki chemiczne.

6.5.1 Podział powłok i wypraw ochronnych

Do powierzchniowego zabezpieczania betonowych obiektów inżynierskich stosuje się:

- powłoki ochronne lub wyprawy ochronne zwykłe,
- powłoki ochronne lub wyprawy ochronne specjalne.

Szczegółowy podział tych zabezpieczeń przedstawiono na rys. 6.3.



Rys. 6.3 Podział powłok i wypraw ochronnych.

6.5.2 Materiały stosowane do wykonywania powłok i wypraw ochronnych

Do wykonywania powłok ochronnych stosowane są następujące rodzaje materiałów [23, 59+63]:

- wyroby malarskie, takie jak farby (silikonowe, akrylowe, poliuretanowe),
- kompozycje z żywic syntetycznych (żywice epoksydowe, poliestrowe),
- kompozycje żywiczno-bitumiczne, żywiczno-poliuretanowe,
- zaprawy cementowo-polimerowe.

Powłoki z tych materiałów powstają w wyniku:

- odparowania rozpuszczalnika,
- utwardzania wilgocią z powietrza,
- utwardzania chemicznego.

Do wykonywania wypraw ochronnych stosuje się:

- zaprawy cementowe z dodatkami uszczelniającymi,
- zaprawy cementowo-polimerowe,
- zaprawy żywiczne (otrzymywane z żywic stanowiących spoiwo i odpowiednio dobranych wypełniaczy, takich jak: mączki i piaski mineralne).

6.5.3 Właściwości powłok ochronnych i wypraw ochronnych

Od wszystkich powłok i wypraw ochronnych stosowanych do powierzchniowego zabezpieczenia obiektów inżynierskich wymaga się spełnienia w każdym przypadku warunku: wodoodporności, paroprzepuszczalności, ograniczenia wnikania CO₂ i mrozoodporności. Inne cechy powłoki przedstawione w tabelicy 6.4 zależą od jej przeznaczenia.

Właściwości powłok ochronnych

Tabela 6.4

Cecha powłoki	Rodzaj materiału zastosowanego do wykonania powłoki								
	Wyroby silikonowe	Wyroby akrylowe	Wyroby alkidowe	Wyroby poliuretanowe	Wyroby poliestrowe	Wyroby epoksydowe	Wyroby epoksydowo-poliuretanowe	Wyroby akrylowo-poliuretanowe	Wyroby cementowo-modyfikowane polimerami
Dobra przyczepność do betonu	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Wodoodporność	x	x	x	x	x	x	x	x	x

ciąg dalszy tabelicy 6.4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Paroprzepuszczalność		x	x	x	x	x				x
Ograniczenie wnikania CO ₂		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mrozoodporność		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Elastyczność					x			x	x	
Odporność na promienie UV		x	x	x	x	x		x	x	x
Odporność na średnio agresywne środowisko:										
- gazowe,			x	x						
- ciekłe,		x								
- gazowe i ciekłe					x	x	x	x	x	

W tabelicy 6.5 przedstawiono właściwości wypraw stosowanych do ochrony powierzchniowej.

Właściwości wypraw ochronnych

Tabela 6.5

Cecha wyprawy	Rodzaj materiału zastosowanego do wykonania wyprawy				
	cementowe z dodatkami uszczelniającymi	cementowe modyfikowane polimerem	z żywic alkidowych z dodatkami wypełniacza	z żywic poliuretanowych z dodatkami wypełniacza	z żywic epoksydowych z dodatkami wypełniacza
	1	2	3	4	5
Dobra przyczepność do betonu	x	x	x	x	x
Wodoodporność	x	x	x	x	x
Paroprzepuszczalność	x	x	x	x	x
Ograniczenie wnikania CO ₂	x	x	x	x	x
Mrozoodporność	x	x	x	x	x
Elastyczność				x	
Odporność na promienie UV	x	x	x	x	
Odporność na średnio-agresywne środowisko:					
- gazowe i ciekłe				x	x

6.5.4 Zakres stosowania powłok i wypraw ochronnych

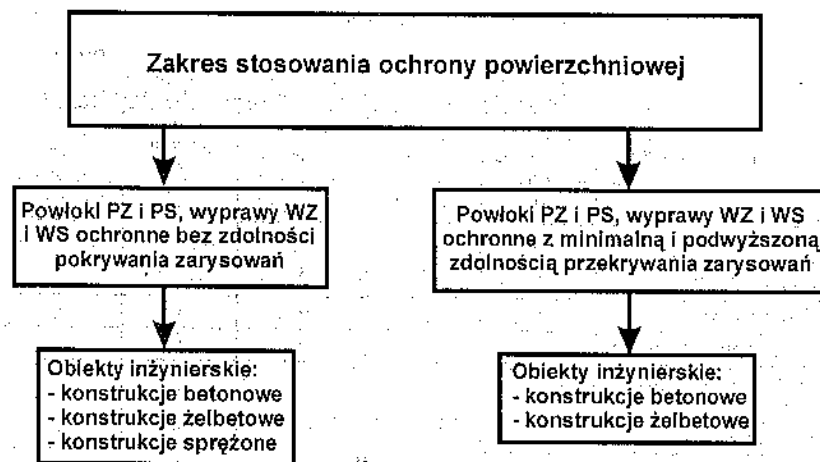
Zakres stosowania powłok lub wypraw ochronnych zależy m.in. od:

- możliwości ochronnych stosowanych materiałów,
- grubości powłoki lub wyprawy, ilości stosowanych warstw,
- rodzaju zabezpieczanej konstrukcji.

Stosowanie powłok i/lub wypraw ochronnych (na całym obiekcie) zalecane jest przy wykonywaniu miejscowych napraw ubytków obiektu.

Na rysunku 6.4 przedstawiono zakres stosowania ochrony powierzchniowej w zależności od rodzaju obiektu.

Powłok ochronnych lub wypraw z możliwością pokrywania zarysowań nie należy stosować jako zabezpieczenie powierzchniowe konstrukcji sprężonych, ze względu na brak możliwości kontroli ewentualnych zarysowań. Ponadto tymi powłokami (lub wyprawami) nie należy pokrywać podłoży o propagujących zarysowaniach wymagających obserwacji.



Rys. 6.4 Zakres stosowania ochrony powierzchniowej betonu w zależności od rodzaju obiektu.

W tabelicy 6.6 przedstawiono zakres stosowania powłok lub wypraw ochronnych w zależności od ich rodzaju i grubości.

Zakres stosowania powłok lub wypraw ochronnych w zależności od ich rodzaju i grubości

Tablica 6.6

Rodzaj powłoki lub wyprawy	Grubość powłoki lub wyprawy	Zakres stosowania
<ul style="list-style-type: none"> • powłoki ochronne zwykle bez zdolności pokrywania zarysowań, • wyprawy ochronne zwykle bez zdolności pokrywania zarysowań, 	<ul style="list-style-type: none"> • powłoki o grubości do 0,3 mm, • wyprawy o grubości powyżej 2 mm, 	zewnątrzne powierzchnie konstrukcji betonowych z pominięciem stref stosowania środków odładowczych - nie narażone na zarysowanie,
<ul style="list-style-type: none"> • powłoki ochronne zwykle z minimalną zdolnością pokrywania zarysowań, • wyprawy ochronne zwykle z minimalną zdolnością pokrywania zarysowań, 	<ul style="list-style-type: none"> • powłoki o grubości powyżej 0,3 mm, • wyprawy o grubości powyżej 2 mm, 	zewnątrzne powierzchnie konstrukcji betonowych z pominięciem stref stosowania środków odładowczych, o zapewnionym odpływie wody, zagrożone powierzchniowym zarysowaniem do 0,15 mm (mikrorysy),
<ul style="list-style-type: none"> • powłoki ochronne zwykle z podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań, • wyprawy ochronne zwykle z podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań, 	<ul style="list-style-type: none"> • powłoki o grubości min. 1,0 mm, • wyprawy o grubości powyżej 2 mm, 	zewnątrzne powierzchnie konstrukcji betonowych z pominięciem stref stosowania środków odładowczych, o zapewnionym odpływie wody i w elementach zagrożonych powierzchniowym oraz głębokim zarysowaniem do 0,3 mm,
<ul style="list-style-type: none"> • powłoki specjalne odporne na chlorki bez zdolności pokrywania zarysowań, • wyprawy specjalne odporne na chlorki bez zdolności pokrywania zarysowań, 	<ul style="list-style-type: none"> • powłoki o grubości do 0,3 mm, • wyprawy o grubości powyżej 2 mm, 	zewnątrzne powierzchnie konstrukcji betonowych w strefie stosowania środków odładowczych, o gwarantowanym odpływie wody, nie narażone na zarysowanie,

ciąg dalszy tablicy 6.6

1	2	3
<ul style="list-style-type: none"> • powłoki specjalne odporne na chlorki z minimalną zdolnością pokrywania zarysowań, • wyprawy specjalne odporne na chlorki z minimalną zdolnością pokrywania zarysowań, 	<ul style="list-style-type: none"> • powłoki o grubości powyżej 0,3 mm, • wyprawy o grubości powyżej 2 mm, 	zewnętrzne powierzchnie konstrukcji betonowych w strefie stosowania środków odladzających, o gwarantowanym odpływie wody, zagrożone zarysowaniem do 0,15 mm (mikrorysy),
<ul style="list-style-type: none"> • powłoki specjalne odporne na chlorki z podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań, • wyprawy specjalne odporne na chlorki z podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań, 	<ul style="list-style-type: none"> • powłoki o grubości powyżej 1 mm, • wyprawy o grubości powyżej 2 mm, 	zewnętrzne powierzchnie konstrukcji betonowych w strefie stosowania środków odladzających, o gwarantowanym odpływie wody, zagrożone zarysowaniem do 0,3 mm,
<ul style="list-style-type: none"> • powłoki specjalne chemoodporne oraz odporne na uderzenia, • wyprawy specjalne chemoodporne oraz odporne na uderzenia, 	<ul style="list-style-type: none"> • powłoki o grubości powyżej 1 mm, • wyprawy o grubości powyżej 2 mm, 	zewnętrzne powierzchnie betonowych przyczółków i podpór mostowych usytuowanych w korytach rzek (o wysokim stopniu zanieczyszczenia) oraz narażonych na uszkodzenia mechaniczne kry lodowej,
<ul style="list-style-type: none"> • powłoki o wysokim stopniu wodoszczelności, • wyprawy specjalne o wysokim stopniu wodoszczelności. 	<ul style="list-style-type: none"> • powłoki o grubości powyżej 1 mm, • wyprawy o grubości powyżej 2 mm. 	wewnętrzne lub zewnętrzne powierzchnie betonowych przyczółków lub ścian tuneli.

Przy wyborze rodzaju ochrony powierzchniowej do konkretnych zastosowań należy wziąć pod uwagę kryteria zestawione w tablicy 5.4, p. 5.4.1 niniejszego Katalogu.

6.6 Wymagania wobec ochrony powierzchniowej

Wymagania wobec materiałów do ochrony powierzchniowej przedstawiono w tablicy 6.7.

Wymagania wobec materiałów do ochrony powierzchniowej

Tablica 6.7

Właściwości	Stosowanie hydrofobowych impregnatów porów	Stosowanie impregnatów wypełniających pory	Powłoki, wyprawy			
			bez zdolności pokrywania zarysowań	z min. zdolnością pokrywania zarysowań	z podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań	specjalne
1	2	3	4	5	6	7
Przyczepność do podłoża betonowego (pull-off) ¹⁾ wg procedury IBDiM PB-TM-X3 [64]	X	X	X	X	X	X
Wskaźnik ograniczenia chłonności wody ²⁾ wg procedury IBDiM PB-TM-X5 [65]	X	X	X	X	X	X
Przepuszczalność pary wodnej ³⁾ wg procedury ITB LO-4 [66]	X	X	X	X	X	X
Ograniczenie wnikania CO ₂ ⁴⁾ wg procedury ITB LO-6 [67]			X	X	X	X
Stan zabezpieczenia powierzchniowego po badaniu mrozoodporności (F 150) ⁵⁾ wg procedury IBDiM PO-2 [68]	X	X	X	X	X	X
Przyczepność do betonu po badaniu mrozoodporności (F 150) ⁶⁾ wg procedury IBDiM PB-TM-X3 [64]	X	X	X	X	X	X
Pokrywanie zarysowań do 0,15 mm wg procedury ITB nr 211 [69]				X		

ciąg dalszy tablicy 6.7

	1	2	3	4	5	6	7
Pokrywanie zarysowań powyżej 0,15 mm do 0,3 mm ⁷⁾ wg procedury ITB nr 211 [69]						X	
Odporność chemiczna ⁸⁾ wg [70]							X

- dla impregnacji za pomocą impregnatów wypełniających pory – po jej zastosowaniu wzrost wytrzymałości na odrywanie o 20%
dla powłok bez zdolności pokrywania zarysowań - wartość średnia $\geq 0,8$ MPa,
- wartość pojedynczego odczytu $\geq 0,5$ MPa,
dla powłok z minimalną zdolnością pokrywania zarysowań - wartość średnia $\geq 1,0$ MPa,
- wartość pojedynczego odczytu $\geq 0,6$ MPa,
dla powłok z podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań - wartość średnia $\geq 1,3$ MPa,
- wartość pojedynczego odczytu $\geq 0,8$ MPa,
dla wypraw bez zdolności pokrywania zarysowań - wartość średnia $\geq 1,2$ MPa,
- wartość pojedynczego odczytu $\geq 1,0$ MPa,
dla wypraw z minimalną i podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań - wartość średnia $\geq 1,5$ MPa,
- wartość pojedynczego odczytu $\geq 1,0$ MPa,
- wskaźnik ograniczenia chłonności wody $\geq 30\%$,
- opór dyfuzyjny dla pary wodnej ≤ 4 m – ten warunek zapewnia paroprzepuszczalność powłoki,
- opór dyfuzyjny dla $\text{CO}_2 \geq 50$ m – powłoka spełniająca to wymaganie zabezpiecza beton przed szybką karbonatyzacją,
- powłoka lub wyprawa bez zmian – nie stwierdza się wizualnie żadnych uszkodzeń – brak rys, pęcherzy, pęknięć, złuszczeń czy odspojenia,
- dla powłok i wypraw bez zdolności pokrywania zarysowań - wartość średnia $\geq 0,6$ MPa,
dla powłok i wypraw z min. zdolnością pokrywania zarysowań - wartość średnia $\geq 0,8$ MPa,
dla powłok z podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań - wartość średnia $\geq 1,0$ MPa,
- wydłużenie względne powłoki przy rozciąganiu w temp. – 20°C – min. 25%,
- zmiany masy próbek po wyjęciu ze środowisk agresywnych po 8 tygodniach badania – ubytek nie więcej niż 5%, przyrost nie więcej niż 5%.

W typowych warunkach użytkowania mostowych konstrukcji żelbetowych zakłada się, że powłoka ochronna powinna:

- być szczelna na wnikanie dwutlenku węgla, aby nie dopuszczać do karbonatyzacji betonu,
- oddychać – tzn. przepuszczać parę wodną z wnętrza betonu. Powłoka zbyt paroszczelna może być przyczyną niszczenia betonu [71]. W skutek prężności pary wodnej na styku powłoka/beton może dochodzić do odspojenia zabezpieczenia powierzchniowego.

• Każda powłoka ochronna stosowana do zabezpieczania powierzchni betonowych konstrukcji mostowych musi spełniać wymagania odnośnie:

- przepuszczalności pary wodnej - $S_d \text{ H}_2\text{O} \leq 4 \text{ m}$,
- nieprzepuszczalności dla dwutlenku węgla - $S_d \text{ CO}_2 \geq 50 \text{ m}$.

Opór dyfuzji dla pary wodnej lub dwutlenku węgla przedstawia się przez ekwiwalentną grubość powietrza S_0 [m]. S_0 oblicza się jako iloczyn grubości powłoki s [m] i współczynnika materiałowego μ (współczynnik oporu dyfuzyjnego).

Współczynniki dyfuzji zmieniają się w czasie użytkowania powłok [24]. Szybkość i charakter zmian powłok jest trudny do przewidzenia. Wiadomo, że wpływ na ten stan ma odporność powłok na działanie promieni UV. Duża odporność powłoki na promieniowanie ultrafioletowe może wskazywać na nieznaczną zmianę jej szczelności w czasie. Również grubość powłoki wskutek długotrwałego wietrzenia ulega zmniejszeniu np.: dla systemu żywic akrylowych można liczyć się ze zwietrzeliną do 5- μm w ciągu roku. Z tego względu przy projektowaniu powłok ochronnych należy przyjmować warstwy o grubości większej od 100 μm [72].

Przykład [72]: Określić opory dyfuzji pary wodnej i CO_2 dla farby akrylowej zawierającej rozpuszczalnik, mając następujące dane:

- współczynnik oporu dyfuzyjnego dla pary wodnej: $\mu_{H_2O} = 9\,500$,
- współczynnik oporu dyfuzyjnego dla dwutlenku węgla: $\mu_{CO_2} = 2\,100\,000$,
- grubość powłoki: $s = 0,0002\text{ m}$.

Z czego wynika, że opór dyfuzyjny dla:

- pary wodnej wynosi: $S_d \text{ H}_2\text{O} = 9\,500 * 0,0002 = 1,9 \text{ m} < 4 \text{ m}$,
- dwutlenku węgla wynosi: $S_d \text{ CO}_2 = 2\,100\,000 * 0,0002 = 420 \text{ m} > 50 \text{ m}$.

6.7 Technologia wykonania prac

6.7.1 Warunki atmosferyczne

Podczas wykonywania ochrony powierzchniowej powinny być spełnione następujące warunki:

- jeżeli producent materiałów nie podaje inaczej, to prace malarskie powinny być prowadzone w temperaturze nie niższej niż $+5^{\circ}\text{C}$ (dla wyrobów epoksydowych $+8^{\circ}\text{C}$) i wyższej o min. 3°C od temperatury punktu rosy oraz

przy wilgotności względnej nie wyższej niż 80%. Wyjątek stanowią niektóre wyroby silikonowe i alkidowe, które można stosować przy temperaturze powietrza nie niższej niż -5°C . Nie wolno malować powierzchni konstrukcji betonowych pokrytych miejscowo szronem (dotyczy materiałów stosowanych w ujemnych temperaturach),

- nie należy malować powierzchni konstrukcji betonowych ogrzanych do temperatury powyżej $+35^{\circ}\text{C}$,
- niedopuszczalne jest wykonywanie prac malarskich podczas złej pogody – silnego wiatru, deszczu, we mgle oraz przy pojawiającej się na powierzchni betonu rosie.

Podczas wykonywania prac wykonawca zobowiązany jest kontrolować wilgotność podłoża oraz temperaturę powietrza i podłoża. Parametry te muszą odpowiadać wymaganiom podanym w Kartach Technicznych, warunkach technicznych, Polskich Normach lub odpowiednich aprobaty technicznych. Pomiary warunków atmosferycznych należy wykonywać co 3-4 godziny i przy każdej odczuwalnej zmianie pogody.

6.7.2 Przygotowanie podłoża

Właściwe przygotowanie podłoża betonowego ma ogromny wpływ na skuteczność przeprowadzanych napraw lub zabezpieczeń powierzchniowych betonu. W normie EN 1504-10 [4] dokładnie opisano zasady, jakimi należy się kierować przy przygotowywaniu powierzchni betonowej. Prace te, uzależnione od zakresu prowadzonych robót, mogą obejmować:

- oczyszczenie powierzchni betonowej,
- ewentualne uszorstnienie podłoża,
- w przypadku zniszczonego korozyjnie podłoża – usunięcie uszkodzonych lub skażonych (np. chlorkami) fragmentów betonu.

Szczególnie w przypadku przygotowania zniszczonego korozyjnie betonu, norma EN 1504-10 [4] wskazuje na zasady jakich należy przestrzegać przy usuwaniu betonu:

- zakres usunięcia betonu powinien być ograniczony do niezbędnego minimum,
- usunięcie fragmentów betonu nie powinno wpływać negatywnie na pracę naprawianej konstrukcji,
- grubość usuwanej warstwy betonu powinna być dostosowana do rodzaju metody naprawy, czy ochrony powierzchniowej i stanu podłoża. Należy przy tym uwzględnić:
 - odporność betonu na wnikanie szkodliwych czynników (gazów i cieczy),

- rodzaj i stężenie szkodliwych substancji znajdujących się w betonie przed naprawą oraz głębokość skażenia,
- głębokość karbonatyzacji,
- procesy korozyjne zachodzące na powierzchni zbrojenia,
- grubość otuliny zbrojenia,
- możliwość (lub konieczność) zagęszczenia materiału stosowanego do naprawy,
- konieczność zapewnienia odpowiedniej przyczepności do podłoża,
- konieczność zabezpieczenia stali zbrojeniowej.

Bez względu na rodzaj stosowanej ochrony powierzchniowej podłoża betonowe wymaga specjalnych przygotowań. Właściwe oczyszczenie betonu ma decydujące znaczenie dla trwałości i jakości stosowanych zabezpieczeń. Przygotowanie podłoża ma na celu zapewnienie warunków do właściwego zastosowania materiału lub ochrony powierzchniowej.

Podłoża betonowe, na którym stosuje się ochronę powierzchniową, powinno być jednorodne, czyste, wolne od mleczka cementowego, piasku, pyłów, olejów i tłuszczów, a także oczyszczone z odstających grudek związanego betonu, skorodowanych, luźnych części betonu, starych powłok ochronnych i innych elementów pogarszających przyczepność. W przypadku impregnacji betonu preparatami zwiększającymi wytrzymałość podłoża należy zwrócić uwagę na stan podłoża (bez rys, spękań). Przygotowane podłoża betonowe powinno mieć odpowiednią szorstkość.

Zgodnie z zapisami Rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. [2] podłoża betonowe przewidziane do ochrony powierzchniowej powinno mieć wytrzymałość:

- na ściskanie nie mniejszą niż:
 - w konstrukcjach nowo zbudowanych obiektów – wynikającą z przyjętej klasy betonu,
 - w konstrukcjach odbudowywanych, rozbudowywanych i przebudowywanych, remontowanych $\geq 25\text{ MPa}$,
- na odrywanie wg normy PN-EN 1542:2000 [54] średnio nie mniej niż $1,5\text{ MPa}$, minimalne wartości powyżej $1,0\text{ MPa}$.

Jeżeli producent materiałów nie podaje inaczej to ochronę powierzchniową należy stosować na suchym podłożu – beton w stanie powietrzno-suchym, bez widocznych śladów wilgoci. W przypadku impregnacji podłoża betonowe wymaga dokładnego wysuszenia, tak aby usunąć wodę z porów i zwiększyć skuteczność takiego zabezpieczenia.

W przypadku drobnych nierówności (o głębokości do 0,5 cm) podłoże betonowe należy wyrównać szpachlówką typu PCC kompatybilną do stosowanej powłoki, zgodnie z zasadami podanymi w [21]. Rysy występujące w podłożu betonowym powinny być zainiektowane. Natomiast w przypadku, gdy beton jest uszkodzony, skarbonatyzowany na głębokości równej lub większej niż grubość otuliny zbrojenia, albo zawiera substancje chemiczne o stężeniu przekraczającym dopuszczalne normy, należy go usunąć lub zneutralizować substancje szkodliwe, a następnie naprawić, np. zaprawami typu PCC.

Prace przygotowawcze polegające na oczyszczeniu betonu można wykonywać metodami, które nie naruszają materiału konstrukcyjnego. Zaleca się ostateczne oczyszczenie betonu przez hydropiaskowanie lub piaskowanie a następnie usunięcie wszelkich pyłów za pomocą odkurzacza przemysłowego (usunięcie zanieczyszczeń i ładunków elektrycznych) i odpylenie sprężonym powietrzem (sprężarki śrubowe). Przy czyszczeniu podłoża należy zwrócić uwagę, aby rozpoczęcie prac związanych z nakładaniem materiałów ochrony powierzchniowej rozpoczęło się po osiągnięciu przez podłoże parametrów wilgotnościowych zgodnych z zaleceniami producenta stosowanych materiałów.

Czas oczekiwania pomiędzy wykonaniem elementu betonowego lub jego naprawieniem a wykonaniem powłoki ochronnej jest zależny od wykonywanych prac na elemencie (np.: betonowanie, naprawa zaprawami PCC) i stosowanych materiałów. Czas ten należy przyjmować wg danych podawanych w Kartach Technicznych stosowanych materiałów.

Tablica 6.8 informacyjnie przedstawia zakres badań sprawdzających przygotowania podłoża betonowego, w zależności od rodzaju metody zabezpieczenia powierzchniowego. Tablica ta została przygotowana w oparciu o normę EN 1504-9 [4] wprowadzaną do stosowania w Unii Europejskiej.

Zakres badań sprawdzających przygotowanie podłoża betonowego, w zależności od rodzaju metody zabezpieczenia powierzchniowego

Tablica 6.8

Sprawdzana cecha podłoża	Metoda sprawdza- nia	Zabezpieczenie konstrukcji betonowych wg normy EN 1504-9 [4] (tablica 6.2)				
		Ochrona przed wtrącaniem szkodliwych substancji	Utrzymanie zawilgocenia betonu na dopuszczalnym poziomie	Odporność na czynniki fizyczne	Odporność na czynniki chemiczne	Podwyższenie oporności elektrycznej otuliny betonowej
1	2	3	4	5	6	7
Odsparianie podłoża	uderzenie miotkiem	W	W	W	W	W
Czystość podłoża	wizualnie	W	W	W	W	W
Porowatość podłoża	wizualnie	W	W	W	W	W
Szorstkość	wizualnie lub czujnikiem	-	-	N	N	-
Powierzchniowa wytrzymałość betonu na rozciąganie	pull-off	N	N	N	N	N
Wytrzymałość na ściskanie	badanie laboratoryjne lub metody nieniszczące	-	-	N	N	-
Zakres drgań	akcelerometr	-	-	S	S	-
Karbonatyzacja	analiza chemiczna	N	N	N	N	N
Zawartość chlorków	analiza chemiczna	N	N	N	N	N
Inne zanieczyszczenia	analiza chemiczna	N	N	N	N	N
Temperatura podłoża	termometr	W	W	W	W	W
Wilgotność podłoża	badanie lub wizualnie	N	N	N	N	N
Oporność elektryczna	test Wennera	-	-	S	S	-

ciąg dalszy tablicy 6.8

1	2	3	4	5	6	7
Rozmiar rys	wizualnie lub ultradźwiękami	N	-	-	-	-
Zmienność szerokości rozwarcia rys	czujnikiem mechanicznym lub elektrycznym	S	S	S	S	S
Obecność skażenia w rysie	analiza chemiczna	N	-	-	-	-
* W – do wszystkich przewidywanych zastosowań ** N – do niektórych spośród planowanych zastosowań *** S – do specjalnych zastosowań						

6.7.3 Przygotowanie materiałów

Przed przystąpieniem do przygotowania materiałów należy sprawdzić zgodność materiału z dokumentacją, stan opakowań i termin przydatności do stosowania. W przypadku wystąpienia kożucha należy go usunąć, miękki osad wymieszać, natomiast materiały z twardym osadem oraz o zżelowanej konsystencji nie nadają się do użycia.

• Materiały jednoskładnikowe

Materiały jednoskładnikowe (takie jak: farby i większość impregnatów) dostarczane są w formie gotowej do użycia. W przypadku stosowania farb należy:

- otworzyć pojemnik, sprawdzić obecność kożucha na powierzchni farby a następnie ocenić jego rodzaj; w przypadku stwierdzenia obecności kożucha należy go możliwie dokładnie odłączyć od ścianek opakowania i usunąć – w razie potrzeby przez osączenie na sicie o nominalnej średnicy otworów 125 µm,
- sprawdzić obecność osadu i jego rodzaj (np. lekki, twardy) – materiał zawierający twardy osad nie nadaje się do stosowania,
- gdy występuje miękki osad zawartość pojemnika należy dobrze wymieszać, aby ujednolicić farbę stosując mieszadło wolnoobrotowe; podczas przygotowywania farby należy w miarę możliwości unikać jej napowietrzenia; przed użyciem farba powinna być pozbawiona pęcherzyków powietrza.

W przypadku stosowania impregnatów jednoskładnikowych wskazane jest wymieszanie ich bezpośrednio przed zastosowaniem. Przed użyciem materiał powinien być pozbawiony pęcherzyków powietrza.

• Materiały dwuskładnikowe

- materiały dwuskładnikowe (składnik A i składnik B) konfekcjonowane są w odpowiednich proporcjach fabrycznie; gotowy do użycia produkt uzyskuje się przez dokładne wymieszanie składników A i B; mieszać należy mieszadłem wolnoobrotowym około 3-4 min.; po wymieszaniu – bezpośrednio przed zastosowaniem – materiał powinien stanowić jednorodną mieszaninę, bez widocznych smug i pęcherzyków powietrza,
- materiały dwuskładnikowe typu sucha zaprawa i płyn zarobowy (np.: w przypadku niektórych materiałów do wykonywania wypraw ochronnych) należy przygotowywać zgodnie z zaleceniami producenta – dotyczy to przede wszystkim przyjęcia właściwych proporcji mieszania suchej zaprawy i płynu zarobowego; po połączeniu składników należy je mieszać mieszadłem wolnoobrotowym około 3 - 4 min, aż do uzyskania jednorodnej konsystencji.

6.7.4 Wykonawstwo robót

W zależności od rodzaju materiału i wielkości zabezpieczanej powierzchni stosuje się różne metody nakładania:

- metodę polewania powierzchni,
- malowanie pędzlem,
- malowanie wałkiem,
- malowanie natryskiem pneumatycznym,
- natryskiem hydrodynamicznym,
- metodę tynkarską.

Przy nanoszeniu materiałów do zabezpieczeń powierzchniowych betonu należy zwrócić uwagę na grubość nanoszonej powłoki lub wyprawy. Można skorzystać z rozwiązań niemieckich, wg których powłoka powinna mieć wymaganą grubość d_{min} (mierzoną w najcieńszym przekroju – nad wypukłościami podłoża). Problemy w obliczeniu właściwej grubości powłoki pojawiają się w przypadku szorstkości podłoża.

W przepisach niemieckich przy uwzględnieniu szorstkości podłoża wprowadza się tzw. sprowadzoną grubość powłoki – ds [73], gdzie:

$$ds = d_{min} + d_z$$

Dodatkowa grubość d_z przyjmowana jest w zależności od szorstkości podłoża R_i (załącznik nr 4) i rodzaju stosowanej ochrony powierzchni wg tablicy 6.9.

Minimalna i dodatkowa grubość powłoki lub wyprawy ochronnej wg przepisów niemieckich [73]

Tablica 6.9

Rodzaj ochrony powierzchni	Minimalna grubość powłoki d_{min} [μm]	Szorstkość podłoża ¹⁾ R_i [mm]	Dodatkowa grubość d_z [μm]
OS B i OS C – powłoki ochronne zwykłe i specjalne bez zdolności pokrywania zarysowań	80	0,2	50
		0,5	70
OS DII – powłoki ochronne zwykłe i specjalne z minimalną zdolnością pokrywania zarysowań	300	0,2	70
		0,5	100
OS DI – wyprawy ochronne zwykłe i specjalne z minimalną zdolnością pokrywania zarysowań	2000	0,2	250
		0,5	400
		1,0	600
OS E – powłoki ochronne zwykłe i specjalne z podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań	1000	0,2	250
		0,5	400
OS F – wyprawy ochronne zwykłe i specjalne z podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań	3000	0,2	300

¹⁾ – dla pośrednich wartości R_i można stosować interpolację liniową

Metoda polewania powierzchni betonowej

Metodę tę stosuje się tylko do impregnacji betonowych powierzchni poziomych. Przeznaczoną do zabezpieczenia powierzchnię betonową należy obficie poleć impregnatem. Przy szybkim wnikaniu materiału w głąb betonu czynność tę należy powtórzyć aż do całkowitego nasycenia podłoża.

Malowanie powierzchni betonowych pędzlem

Malowanie pędzlem jest najstarszą i najczęściej stosowaną metodą nanoszenia wyrobów malarskich. Metodę tę stosuje się do wykonywania: impregnacji, powłok ochronnych i niektórych rodzajów wypraw. Materiały malarskie nanoszone pędzlem powinny spełniać następujące wymagania:

- stosunkowo wolno schnąć na powietrzu,
- ze względu na bezpośredni kontakt malującego z materiałem malarskim zalecane jest stosowanie farb bez rozpuszczalników - dyspersji wodnych.

Powierzchnie należy malować cienką, równomierną warstwą wyrobu, krzyżowo, bez przerw i zacieków. Należy dążyć do otrzymania powłoki o możliwie jednakowej grubości na całej malowanej powierzchni.

Szczególny problem przy malowaniu pędzlem stanowią powierzchnie pionowe - wiąże się to z możliwością powstania zacieków [74]. Aby do tego nie dopuścić należy:

- prowadzić pędzel z materiałem malarskim w kierunku pionowym, stopniowo zwiększając nacisk,
- nanosić pędzlem materiał malarski w ten sposób, aby sąsiednie pasma nieznacznie zachodziły na siebie; w miejscu styku obu pasm wskazany jest lekko falisty ruch pędzla,
- po pomalowaniu powierzchni betonowej w kierunku pionowym należy wykonać drugą warstwę malując powierzchnię betonową pędzlem w kierunku poziomym; prace te należy rozpoczynać od lewej strony naciskając dość mocno pędzel, aby nanoszony materiał mógł się dobrze rozprowadzić,
- po tych zabiegach należy ponownie malowaną powierzchnię przeciągnąć pędzlem (przy lekkim jego docisku) - od góry do dołu,
- ostatnim etapem jest malowanie powierzchni betonu pędzlem prowadzonym od dołu do góry.

Zalety malowania pędzlem:

- dobre wtarcie materiału malarskiego w pory i nierówności podłoża betonowego, dzięki czemu uzyskuje się dobre zwilżanie pokrywanej powierzchni - ten sposób malowania wskazany jest szczególnie przy gruntowaniu podłoża,
- zdyspergowanie trudnych do całkowitego usunięcia zanieczyszczeń mechanicznych, takich jak kurz, resztki produktów korozji słabo związanych z podłożem,
- niewielkie straty materiału malarskiego.

Wady malowania pędzlem:

- mniejsza wydajność malowania, niż w przypadku stosowania innych technik malowania,
- gorsze walory estetyczne uzyskiwanych powłok, niż w przypadku stosowania innych technik malowania.

Malowanie powierzchni betonowych wałkiem

Ta metoda malowania ma zakres stosowania podobny do malowania pędzlem. Stosuje się ją przede wszystkim do wykonywania powłok ochronnych i niektórych rodzajów wypraw. Metoda ta nie powinna być stosowana do gruntowania podłoża, dlatego że (w przeciwieństwie do pędzla) nie pozwala na dokładne wtarcie materiału malarskiego w pory i drobne nierówności podłoża betonowego. Może to wpływać niekorzystnie na przyczepność gruntu do podłoża betonowego, a tym samym na zmniejszenie przyczepności całej powłoki do betonu. Materiały наносzone wałkiem mogą mieć lepkość roboczą podobną, jak w przypadku malowania pędzlem lub nieco niższą.

Malowanie powierzchni betonowej wałkiem (nanoszenie drugiej lub trzeciej warstwy) wymaga zastosowania specjalnego pojemnika z zamocowaną w nim siatką, która pozwala odcisnąć nadmiar materiału malarskiego. Malowanie wałkiem polega na nanoszeniu równoległych – nieznacznie zachodzących na siebie pasm farby. Po pomalowaniu powierzchni betonowej w jednym kierunku, należy malować w kierunku do niego prostopadłym – malowanie krzyżowe. Nanoszenie pasm farby za pomocą wałka nie musi odbywać się w kierunku pionowym i poziomym. W praktyce dobre rezultaty można uzyskać przy prowadzeniu wałka w kierunkach ukośnych np. pod kątem 45° do pionu i w prostopadłym do niego [74].

Zalety malowania wałkiem:

- większa szybkość malowania (dużych, płaskich powierzchni) w porównaniu z metodą malowania pędzlem,
- niewielkie straty materiału malarskiego.

Ograniczenia stosowania malowania wałkiem:

- nie wskazane jest stosowanie tej metody do gruntowania podłoża betonowego.

Malowanie powierzchni betonowych natryskiem pneumatycznym

Malowanie natryskiem pneumatycznym polega na rozpyleniu materiału malarskiego pod wpływem strumienia sprężonego powietrza. Metodę tę stosuje się do wykonywania: impregnacji, powłok ochronnych i niektórych wypraw.

Przed przystąpieniem do malowania podłoża betonowego natryskiem pneumatycznym należy spełnić następujące warunki wstępne:

- właściwie dobrać pistolet natryskowy – uwzględniając wymaganą w danych warunkach wydajność malowania oraz rodzaj stosowanego materiału do powierzchniowej ochrony betonu,
- dokładnie sprawdzić podłączenie pistoletów natryskowych, regulatora ciśnienia i sprężarki,
- przygotować materiał malarski – przez rozcieńczenie do właściwej lepkości roboczej, jeżeli stosowany materiał tego wymaga i dobre wymieszanie,
- ustalić dla danych warunków parametry malowania, takie jak - wydajność wypływu materiału malarskiego przez dyszę, wartość ciśnienia powietrza rozpylającego oraz szerokość strumienia natrysku.

Podczas malowania metodą natrysku pneumatycznego należy przestrzegać następujących zasad [74]:

- odległość pistoletu od malowanej powierzchni betonu powinna być stała i wynosić 0,15 – 0,2 m (chyba, że producent materiału zaleca inaczej),
- pistolet podczas natrysku (o ile to możliwe) powinien być ustawiony prostopadle do malowanej powierzchni,
- malowanie należy rozpoczynać od miejsc trudno dostępnych (naroży, wnęk itp.),
- pistolet należy przesuwac z taką prędkością, aby uzyskiwać równo pokrytą materiałem malarskim powierzchnię betonu,
- duże powierzchnie pionowe należy zamalowywać pasmami w kierunku od góry do dołu,
- natrysk należy prowadzić równoległymi pasmami zachodzącymi na siebie w ok. 50%.

Zalety malowania natryskiem pneumatycznym:

- duża wydajność malowania powierzchni,
- możliwość stosowania farb o niskiej lepkości roboczej.

Wady i ograniczenia malowania natryskiem pneumatycznym:

- większe straty materiału malarskiego (znaczne pylenie), niż w przypadku stosowania np. natrysku hydrodynamicznego,

- metoda niewskazana przy gruntowaniu podłoża betonowego – nie zapewnia możliwości dokładnego wtarcia materiału malarskiego w pory i nierówności podłoża betonowego.

Malowanie powierzchni betonowych natryskiem hydrodynamicznym

W malowaniu hydrodynamicznym (bezpowietrznym) rozpylenie materiału malarskiego następuje w wyniku jego bardzo szybkiego przepływu przez specjalną dyszę rozpylającą. Metodę tę stosuje się przede wszystkim do wykonywania powłok ochronnych.

Metodą natrysku hydrodynamicznego można nanosić większość materiałów malarskich, które są przeznaczone do natrysku pneumatycznego. Nie można tą metodą nanosić materiałów malarskich z wypełniaczami włóknistymi. Również metoda ta jest ograniczona w przypadku materiałów chemoutwardzalnych, o krótkim czasie zachowania właściwości roboczych.

Zalety malowania hydrodynamicznego:

- wysoka wydajność malowania,
- możliwość malowania materiałami o wysokiej lepkości,
- minimalne pylenie.

Ograniczenia stosowania malowania hydrodynamicznego:

- metoda niewskazana do gruntowania podłoża betonowego – nie zapewnia możliwości dokładnego wtarcia materiału malarskiego w pory i nierówności podłoża betonowego.

6.8 Pielęgnacja ochrony powierzchniowej

Wykonane zabezpieczenia powierzchniowe należy chronić przed deszczem, intensywnym wiatrem oraz nasłonecznieniem przez czas określony przez producenta w Kartach Technicznych stosowanych materiałów.

6.9 Kontrola jakości - wykonawca

Wykonawca podczas prac związanych z wykonywaniem zabezpieczeń powierzchniowych prowadzi wewnętrzną kontrolę jakości prac, dokumentuje zrealizowane roboty poprzez wykonane badania kontrolne.

- Wewnętrzna kontrola jakości uwzględnia:
- kontrolę wykonywania prac zgodnie z projektem,
- kontrolę jakości materiałów,
- kontrolę wykonywania robót przeprowadzaną przez wykonawcę,
- kontrolę zużycia materiałów.

6.9.1 Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania, odpowiada wykonawca robót.

Przed przystąpieniem do prac, związanych z ochroną powierzchniową betonu, wykonawca zobowiązany jest przedstawić nadzorowi inwestorskiemu:

- aktualną aprobatę techniczną stosowanego materiału,
- certyfikat zgodności lub deklarację zgodności danej partii materiału z Polską Normą lub w przypadku jej braku z aprobatą techniczną,
- Karty Techniczne stosowanych materiałów.

Na ządanie inwestora wykonawca powinien przedstawić aktualne wyniki badań materiałów wykonanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

Przed zastosowaniem materiałów wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:

- nr produktu,
- stan opakowań materiału,
- warunki przechowywania materiału,
- datę produkcji i datę przydatności do stosowania.

Dodatkowo po otwarciu pojemnika z materiałem wykonawca powinien ocenić jego wygląd i klarowność, a w przypadku farb sprawdzić obecność kożucha lub osadu (zgodnie z normą PN-EN 21513 [75]). Załącznik nr 2 zawiera protokół kontroli jakości materiałów do ochrony powierzchniowej.

6.9.2 Kontrola wykonania robót

Podczas robót wykonawca zobowiązany jest prowadzić oddzielnie protokół wykonania ochrony powierzchniowej (przykład protokołu w załączniku nr 2), w którym w formie tabelarycznej podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, stanie używanych materiałów, parametrach

technologicznych wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów oraz wyniki badań wykonanych powłok ochrony powierzchniowej.

Przed przystąpieniem do prac niezbędny jest odbiór podłoża. Podłoże powinno spełniać wymagania wg p. 6.7.2.

Kontrola wykonania robót obejmuje:

- badanie przygotowania podłoża,
- sprawdzenie wyglądu zewnętrznego,
- sprawdzenie skuteczności impregnacji za pomocą hydrofobowych impregnatów porów,
- sprawdzenie szczelności, zabezpieczonego za pomocą impregnatów wypełniających pory, podłoża i jego nasiąkliwości,
- pomiar grubości powłoki, wyprawy,
- pomiar przyczepności do podłoża powłok i wypraw.

Sprawdzenie wyglądu zewnętrznego obejmuje wzrokową ocenę stanu całej powłoki lub wyprawy wg wymagań zawartych w tablicy 6.10.

Ocena wizualna jakości powłok i wypraw ochronnych

Tablica 6.10

Cecha powłoki	Wymagania
Polysk	jednolity na całej powierzchni
Barwa	jednolita na całej powierzchni, zgodna ze wzorcem
Zmęknienie powłoki	niedopuszczalne
Ubytki	niedopuszczalne
Chropowatość	niedopuszczalna – w przypadku gładkich powłok
Kratery	dopuszczalne o charakterze ułuć szpilki
Zacieki	niedopuszczalne
Marszczenie się wymalowania	niedopuszczalne
Rysy i pęknięcia	niedopuszczalne
Pęcherze	niedopuszczalne
Odsparanie się powłoki lub wyprawy	niedopuszczalne

Cała powierzchnia betonu powinna być dokładnie pokryta materiałem ochronnym.

Sprawdzenie skuteczności impregnacji za pomocą impregnatów hydrofobowych należy przeprowadzać przez oględziny wizualne stanu

wykonanej powłoki oraz zachowania się wody na jej powierzchni poziomej (narażonej w o wiele większym stopniu na niekorzystne działanie wody w porównaniu z pionową).

Na każdych 10 m² zabezpieczanej poziomej powierzchni należy wykonać test sprawdzający skuteczność wykonania impregnacji. Test sprawdzający polega rozlaniu na wybranej powierzchni niewielkiej ilości wody. Miejsce to należy zabezpieczyć przed parowaniem wody np. za pomocą naczynia szklanego. Ocenę skuteczności tego rodzaju impregnacji przedstawiono w tablicy 6.11.

Ocena skuteczności impregnacji za pomocą impregnatów

Tablica 6.11

Ocena skuteczności impregnacji	Sposób kontroli
Bardzo dobra	krople wody* nie wsiąkają w podłoże betonowe ponad dobę
Dobra	krople wody* nie wsiąkają w podłoże betonowe co najmniej 2 h
Słaba	krople wsiąkają* w podłoże betonowe po 1 h
*zabezpieczone przed parowaniem naczyniem szklanym	

Kontrola jakości wykonania impregnacji za pomocą impregnatów wypełniających pory obejmuje sprawdzenie:

- szczelności impregnowanego podłoża,
- wzmocnienia warstwy przypowierzchniowej impregnowanego betonu.

Na każdych 50 m² zabezpieczanej powierzchni należy wykonać test sprawdzający szczelność impregnowanej powierzchni. W wybranych punktach zabezpieczonej powierzchni należy przykleić szklane rurki o średnicy 70 ± 10 mm i wysokości 60 ± 5 mm. Rurki należy przykleić klejem epoksydowym (np. Poxipolem). Połączenie rurki z powierzchnią betonową powinno być szczelne. Następnie rurki napełnia się wodą do wysokości 5 cm i przykrywa płytkami szklanymi. Badanie to prowadzi się przez 24 h. Oceną skuteczności impregnacji jest porównanie nasiąkliwości powierzchniowej betonu (w tych samych miejscach) przed i po impregnacji. Nasiąkliwość ta powinna zmniejszyć się o min. 30%.

Sprawdzenie grubości powłoki lub wyprawy należy wykonywać metodami niszczącymi lub nieniszczącymi wg norm przedmiotowych z dokładnością do 0,1 mm wykonując co najmniej 1 pomiar na 25 m² wykonanej powłoki, lecz nie

mniej niż 5 dla elementu. Miejsca pomiarowe wskazuje nadzór inwestorski. Uzyskane wyniki należy ocenić wg wymagań zawartych w tabelicy 6.12.

Ocena grubości powłok, wypraw

Tabela 6.12

Grubość powłoki lub wyprawy	Wymaganie
Grubość powłoki lub wyprawy*	powinna być zgodna z grubością projektowaną z dopuszczalnymi odchyleniami $\pm 20\%$
* grubość powłok lub wypraw można mierzyć np.: na próbkach pobranych przy badaniach ich przyczepności do podłoża betonowego	

Jeżeli jeden z pomiarów jest mniejszy niż grubość minimalna (poniżej 80 % grubości projektowanej) lub większy niż grubość maksymalna (3 - krotna minimalna grubość powłoki zalecana przez producenta), to należy wykonać pomiar dodatkowy w miejscu wskazanym przez nadzór. Jeżeli ten drugi pomiar będzie mieścił się w określonych granicach grubości, to należy uznać, że ogólna grubość powłoki spełnia wymagania.

Na każdych 50 m² impregnowanej powierzchni należy wykonać badanie betonu na odrywanie metodą „pull-off” w warstwie przypowierzchniowej (nacięcie betonu na głębokość 3 mm). Ocena skuteczności impregnacji jest porównanie wytrzymałości na odrywanie betonu przed impregnacją i po impregnacji (przy tej samej głębokości nacięcia). Próby na odrywanie (przed i po impregnacji) powinny być przeprowadzane w miejscach oddalonych od siebie nie więcej niż 30 cm. Wzmocnienie podłoża betonowego określone wytrzymałością na odrywanie powinno wynosić nie mniej niż 20 %.

Badanie przyczepności powłok lub wypraw ochronnych na podłożu betonowym należy przeprowadzić na obiekcie wg następujących zasad:

- metodą jakościową polegającą na ostukiwaniu powłoki stalowym młotkiem o masie 250 g w wybranych miejscach. W przypadku złej przyczepności powłoki do podłoża betonowego przy ostukiwaniu występuje specyficzny głuchy dźwięk,
- metodą ilościową polegającą na określeniu siły potrzebnej do oderwania naciętego wycinka powłoki lub wyprawy od podłoża za pomocą przyklejonego stempla metalowego o średnicy ϕ 50 mm zgodnie z normą PN-EN 1542:2000 [54].

Do przyklejania stempla metalowego do powłoki należy dobrać klej spełniający następujące wymagania:

- świeżo nałożony klej nie może oddziaływać niszcząco na powłokę,
- po stwardnieniu kleju, naprężenia zrywające połączenia: klej-stempel metalowy i klej-powłoka powinny być większe niż naprężenia zrywające połączenie: beton-powłoka.

Należy wykonać co najmniej 1 pomiar na każde 25 m² wykonanej powłoki lub wyprawy, przy czym nie mniej niż 5 dla elementu. Miejsca pomiarowe wskazuje nadzór inwestorski. Wartość średnia wszystkich pomiarów nie powinna być niższa niż wartości podane w tabelicach 6.13 i 6.14 dla danego rodzaju powłoki lub wyprawy, minimalna wartość pojedynczego pomiaru również podana jest w poniższych tabelicach.

Ocena przyczepności powłok ochronnych do podłoża betonowego badanych metodą „pull-off” wg PN-EN 1542:2000 [54]

Tabela 6.13

Rodzaj ochrony	Wymaganie
Powłoka bez zdolności pokrywania zarysowań	wartość średnia $\geq 0,8$ MPa wartość pojedynczego odczytu $\geq 0,5$ MPa
Powłoka z minimalną zdolnością pokrywania zarysowań	wartość średnia $\geq 1,0$ MPa wartość pojedynczego odczytu $\geq 0,6$ MPa
Powłoka z podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań	wartość średnia $\geq 1,3$ MPa wartość pojedynczego odczytu $\geq 0,8$ MPa

Ocena przyczepności wypraw ochronnych do podłoża betonowego badanych metodą „pull-off” wg PN-EN 1542:2000 [54]

Tabela 6.14

Rodzaj ochrony	Wymaganie
Wyprawa bez zdolności pokrywania zarysowań	wartość średnia $\geq 1,2$ MPa wartość pojedynczego odczytu $\geq 1,0$ MPa
Wyprawa z minimalną i podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań	wartość średnia $\geq 1,5$ MPa wartość pojedynczego odczytu $\geq 1,0$ MPa

Jeżeli wartość pojedynczego pomiaru jest niższa od wartości podanych w tabelicach 6.13 i 6.14 wówczas należy wykonać dodatkowy pomiar obok,

w miejscu również wskazanym przez nadzór. W przypadku, gdy dodatkowy pomiar spełni warunek minimalnej wytrzymałości na odrywanie i równocześnie wartość średnia ze wszystkich pomiarów nie będzie niższa od wartości średniej określonej w tablicach 6.13 i 6.14 dla danego rodzaju powłoki lub wyprawy, to można uznać, że warunek wytrzymałości na odrywanie został spełniony.

Istotny jest również sposób zniszczenia w miejscu badania przyczepności. Za poprawny należy przyjąć każdy sposób zniszczenia typu adhezyjnego, kohezyjnego lub adhezyjno-kohezyjnego oprócz zniszczenia w warstwie kleju (lub na styku kleju ze stemplem lub na styku kleju z powłoką).

Miejsca uszkodzone podczas badań należy naprawić przy użyciu tych samych materiałów, które były stosowane do wykonania zabezpieczenia powierzchniowego, zachowując wymagania technologiczne odnośnie ich stosowania.

W przypadkach szczególnych, na żądanie inwestora, kontrola może objąć również badania innych właściwości materiałów wg wymagań aprobat technicznych.

Wszystkie wyżej wymienione badania wykonawca wykonuje w obecności nadzoru inwestorskiego, a wyniki załącza do dokumentacji powykonawczej budowy.

6.10 Wymagania odbiorcze - nadzór

Podczas wykonywania prac zabezpieczających nadzór prowadzi kontrolę jakości wykonywanych prac.

6.10.1 Zgodność wykonanego zabezpieczenia z dokumentacją

Prace zabezpieczające powierzchnię betonu powinny być wykonane zgodnie z dokumentacją techniczną określającą rodzaj podłoża, rodzaj materiałów, wymaganą jakość wykonania oraz wzorzec barwy.

6.10.2 Kontrola robót

Kontrola jakości robót musi być prowadzona w formie nadzoru na każdym etapie wykonania ochrony powierzchniowej. Obejmuje ona:

- odbiór przygotowania podłoża betonowego (wg p. 6.7.2), potwierdzony wpisem do dziennika budowy,

- kontrolę proporcji mieszania składników stosowanych materiałów (dotyczy to materiałów dwu- lub kilkuskładnikowych),
- kontrolę czasu i sposobu mieszania składników,
- odbiór zagruntowanej powierzchni (w przypadku farb),
- kontrolę czasu pomiędzy układaniem kolejnych warstw (w przypadku powłok lub wypraw kilkuwarstwowych).

6.10.3 Badania kontrolne

Badania kontrolne obejmują cały proces zabezpieczenia powierzchniowego od robót przygotowawczych, przez etapy realizacji robót, aż do badań końcowych. Zakres badań kontrolnych ustala inwestor.

Powyższe badania realizuje nadzór inwestora. Koszty tych badań ponosi nadzór. W przypadkach spornych, inwestor może zlecić wykonanie dodatkowych badań kontrolnych niezależnemu laboratorium, a koszty tych badań, w przypadku stwierdzenia usterek, ponosi wykonawca.

7 Izolacje przeciwwodne

7.1 Ogólna charakterystyka systemu izolacji przeciwwodnej

Izolacje stanowią jeden z rodzajów zabezpieczenia powierzchniowego, stosowanego na obiektach mostowych. Izolacje są rodzajem wykładzin, których zadaniem jest odcięcie konstrukcji od korozyjnego działania wilgoci ze środowiska. Wśród izolacji mostowych wydzielić należy dwie grupy wyraźnie różniące się właściwościami. Są to:

- izolacje pomostów, przeznaczone do układania pod nawierzchnie mostowe,
- izolacje przeznaczone do układania na pionowych i poziomych powierzchniach budowli stykających się z gruntem.

Izolacja przeciwwodna, aby prawidłowo spełniać swoje funkcje, musi charakteryzować się określonymi właściwościami [55], takimi jak:

- wodoszczelność oraz odporność na działanie wody pod ciśnieniem,
- dobra przyczepność do podłoża,
- odpowiednia wytrzymałość mechaniczna,
- odpowiednia elastyczność,
- zdolność zachowania właściwości mechanicznych w szerokim zakresie temperatur (od ok. - 30°C do + 70°C),
- wysoka trwałość i odporność na starzenie (odporność na zmiany właściwości fizycznych i mechanicznych w czasie),
- łatwość aplikacji.

Izolacja przeciwwodna, przeznaczona do układania na powierzchniach pomostów, musi wykazywać następujące dodatkowe właściwości:

- dobrą przyczepność do ułożonej na izolacji nawierzchni,
- możliwość ułożenia nawierzchni bezpośrednio na izolacji,
- odporność na chwilowe (trwające do 1 h) nagrzanie do temperatury ok. + 250°C.

Zgodnie z zapisami w Rozporządzeniu [2] pomosty powinny być zabezpieczone przed oddziaływaniem wód opadowych i zawartych w nich środków chemicznych, przenikających przez nieszczelności nawierzchni przez:

- zastosowanie szczelnych, trwałych, gładkich i jednolitych izolacji, na całej szerokości pomostu, który nie powinien mieć odcinków o pochyleniu większym niż 45°,
- zastosowanie pochyłeń nie mniejszych niż pochylenia nawierzchni,
- zastosowanie drenaży ułatwiających spływ wody – w przypadku małych pochyłeń wzdłużnych poniżej 2% na izolowanych płaszczyznach oraz zawsze przed dylatacją od strony dopływu wody,
- uszczelnienie styków technologicznych nawierzchni (w przypadku braku możliwości układania nawierzchni na całej szerokości) oraz styków

w nawierzchni, w szczególności z krawężnikami, wpustami odwadniającymi, urządzeniami dylatacyjnymi.

W przypadku obiektów odbudowywanych, rozbudowywanych i przebudowywanych, w których konstrukcja chodnika uformowana jest wzdłuż krawężnika jako podwyższenie płyty pomostu, dopuszcza się zastosowanie izolacji tylko w obrębie jezdni, pod warunkiem:

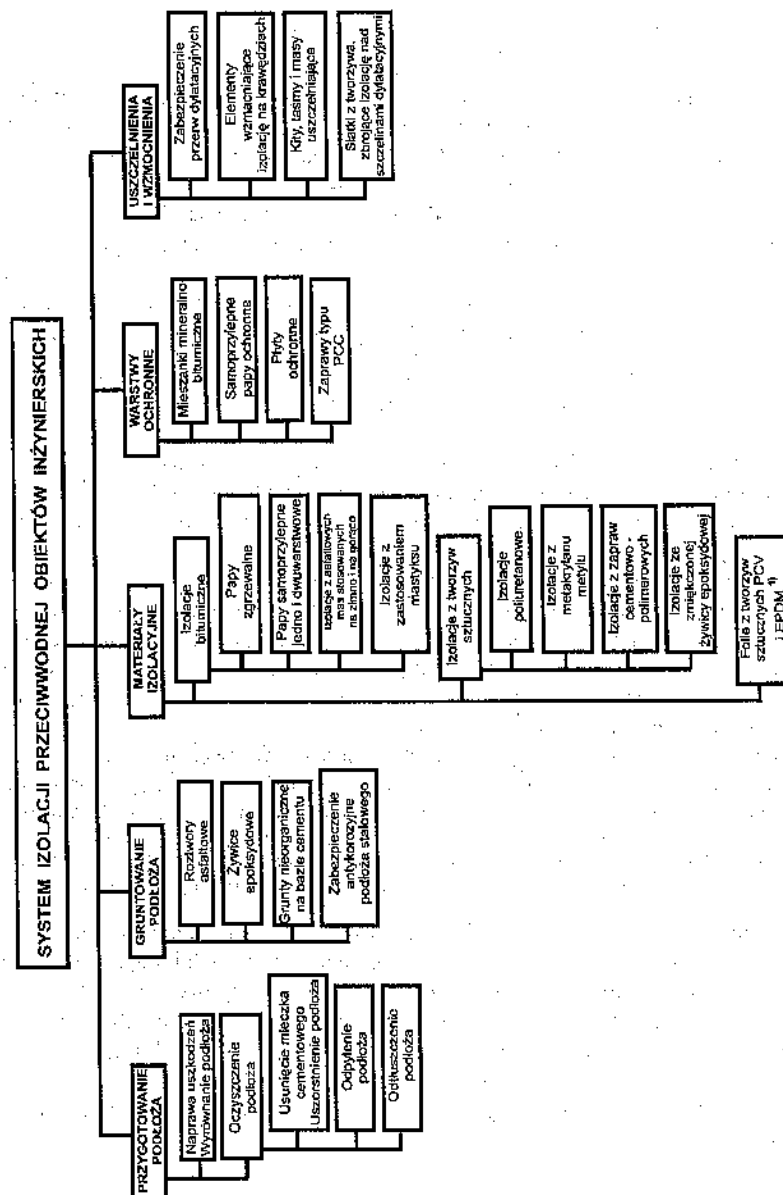
- wprowadzenia izolacji pod krawężnik i w specjalnie przygotowane wgłębienie w pionowej ścianie podwyższenia płyty pomostu za krawężnikiem,
- wykonania izolacji na chodniku – z odpowiednim przykryciem oraz zabezpieczeniem szczeliny między podwyższeniem płyty a krawężnikiem.

Izolacje pomostów (które są układane na poziomych lub zbliżonych do poziomu powierzchniach) są użytkowane w bardzo trudnych warunkach, a w szczególności:

- są ułożone na płaskich powierzchniach o bardzo małych spadkach, często minimalnych, które pozwalają jeszcze na odprowadzenie wody,
- są stale przykryte nawierzchnią, która jest dość porowata i magazynująca w sobie spore ilości wody,
- są obciążone dynamicznie dużymi, szybko zmiennymi siłami od kół pojazdów: pionowymi od ciężaru pojazdów i poziomymi od hamowania pojazdów oraz siłami wywołanymi reologicznym płynięciem nawierzchni na mostach pod wpływem działania sił pionowych; drgania i wibracje wywołane ruchem pojazdów są niebezpieczne dla izolacji w zimie, gdy asfalt w niej zawarty staje się kruchy,
- na współczesnych mostach drogowych jako zasadę przyjmuje się układanie nawierzchni bezpośrednio na izolacji; izolacja musi więc wytrzymać obciążenie występujące w czasie układania nawierzchni asfaltowej na gorąco.

Aprobaty techniczne podają, czy na danej izolacji można układać nawierzchnie zarówno z betonu asfaltowego jak i z asfaltu twardolanego.

Izolacje podziemnych części budowli takich jak fundamenty, ściany oporowe (murki czołowe) na obudowach tuneli, przyczółki mogą się stykać bezpośrednio z gruntem. Natomiast izolacje układane na tunelach i przepustach wymagają zabezpieczenia warstwami ochronnymi. Zadaniem takich warstw jest nie dopuszczenie do uszkodzenia izolacji podczas zasypywania budowli gruntem oraz podczas wykonywania wykopów w rejonie zasypywanej budowli. O tym czy na powierzchni izolacji należy wykonać warstwę ochronną decyduje projekt techniczny.



Rys. 7.1 Schemat budowy systemu izolacyjnego [39]. ¹⁾ EPDM (Ethylen, Propylen, Diem, Monomer) – kauczuk syntetyczny etylenowo – propylenowy.

7.2 Zakres stosowania

Izolacje można podzielić na izolacje wykonywane na bazie materiałów bitumicznych oraz na izolacje z tworzyw sztucznych.

Do wykonywania izolacji poziomych na pomostach obiektów mostowych (pod nawierzchnie) stosowane są następujące rodzaje materiałów izolacyjnych:

- z grupy materiałów bitumicznych:
 - papy zgrzewalne,
 - papy samoprzylepne,
 - izolacje z masy asfaltowo - polimerowej,
 - izolacje z zastosowaniem mastyksu,
- z tworzyw sztucznych:
 - poliuretanowe izolacje natryskowe,
 - izolacje z metakrylanu metylu,
 - izolacje z zapraw cementowo - polimerowych,
 - izolacje ze zmieszanej żywicy epoksydowej.

Do wykonywania izolacji elementów drogowych obiektów inżynierskich nie będących pomostami (tzn. stykających się bezpośrednio z nawierzchnią) stosowane są następujące rodzaje materiałów izolacyjnych:

- z grupy materiałów bitumicznych:
 - asfaltowe masy izolacyjne stosowane na zimno lub na gorąco,
 - papy samoprzylepne,
- z tworzyw sztucznych:
 - poliuretanowe izolacje natryskowe,
 - izolacje z metakrylanu metylu,
 - izolacje z zapraw cementowo - polimerowych,
 - izolacje ze zmieszanej żywicy epoksydowej.

W grupie materiałów bitumicznych wyróżnić należy izolacje arkusze (rolowe), dostarczane na budowę w postaci arkuszy materiału zwiniętego w rolkę, które następnie są przyklejane do podłoża. Są to papy asfaltowe zgrzewalne i samoprzylepne. Pozostałe materiały służą do wykonywania powłok ciągłych wylewanych, natrykiwanych lub rozścielanych na izolowanej powierzchni.

Izolacje są wykonywane z materiałów bardzo różniących się właściwościami i nie jest możliwe ustalenie jednolitych kryteriów oceny jakości tych materiałów. Można to zrobić jedynie w obrębie każdej z wymienionych wyżej grup materiałowych oddzielnie. Należy przy tym mieć świadomość, że materiały izolacyjne należące do jednej grupy materiałowej nie mogą spełniać wymagań, które są często decydujące dla oceny przydatności innej grupy

materiałów do wykonywania izolacji. Nie jest możliwe określenie jednolitych kryteriów oceny np. izolacji z pap samoprzylepnych i mastyksów, pomimo, że z obu tych materiałów można wykonać bardzo dobre i trwałe izolacje. Wybór rodzaju izolacji powinien nastąpić na etapie projektowania obiektu mostowego.

Przy wyborze rodzaju izolacji przeciwwodnej do konkretnych zastosowań należy wziąć pod uwagę kryteria zestawione w tablicy 5.5, p. 5.4.2 niniejszego Katalogu.

7.3 Technologia wykonania prac

7.3.1 Warunki atmosferyczne

Przy wykonywaniu prac izolacyjnych należy bezwzględnie przestrzegać zaleceń producenta materiału dotyczących wymaganych warunków atmosferycznych: temperatury i wilgotności powietrza. Podczas wykonywania prac wykonawca zobowiązany jest monitorować wilgotność i temperaturę powietrza. Parametry te muszą odpowiadać wymaganiom podanym w Kartach Technicznych, Polskich Normach lub aprobaty technicznych. Jeżeli warunki pogodowe odbiegają od wymagań Kart Technicznych roboty należy przerwać i wznowić je dopiero po poprawie pogody. Pomiarów warunków atmosferycznych należy wykonywać co 3-4 godziny i przy każdej odczuwalnej zmianie pogody.

Jeżeli producent materiałów nie podaje inaczej, to prace izolacyjne należy wykonywać w sprzyjających warunkach atmosferycznych, przy dobrej i suchej pogodzie, przy temperaturze podłoża i powietrza powyżej $+5^{\circ}\text{C}$ dla materiałów bitumicznych i $+8^{\circ}\text{C}$ dla materiałów z tworzyw sztucznych. Nie należy wykonywać prac izolacyjnych podczas silnego wiatru ze względu na możliwość zapylenia podłoża. Nie wolno także prowadzić robót podczas opadów deszczu lub śniegu oraz bezpośrednio przed opadami. Temperatura podłoża powinna być wyższa o 3°C od temperatury punktu rosy.

Materiały chemoutwardzalne można stosować przy temperaturze otoczenia nie przekraczającej $+30^{\circ}\text{C}$. Czas przydatności do użycia większości żywic chemoutwardzalnych ulega powyżej tej temperatury znacznemu skróceniu, co może mieć negatywny wpływ na jakość powłoki izolacyjnej, a nawet może uniemożliwić jej wykonanie.

W przypadku konieczności wykonywania robót w niesprzyjających warunkach pogodowych (opady, niskie temperatury otoczenia) należy je wykonywać pod namiotem. W takim przypadku należy zastosować urządzenia klimatyzacyjne o odpowiedniej wydajności pozwalające na uzyskanie i utrzymanie pod namiotem odpowiedniej temperatury powietrza i podłoża, wilgotności oraz wentylacji.

UWAGA: Wszystkie środki gruntujące oraz niektóre żywice zawierają rozpuszczalniki lub części lotne, które są nieszkodliwe przy pracy na otwartym powietrzu, ale przy pracy pod namiotem mogą gromadzić się w większych stężeniach, powodując zatrucie pracujących robotników, dlatego roboty wykonywane pod namiotem z użyciem palników gazowych oraz aparatów natryskowych wymagają bardzo sprawnej wentylacji.

7.3.2 Przygotowanie podłoża

Właściwe przygotowanie (oczyszczenie) podłoża, zgodne z zaleceniami producenta izolacji, przed jej ułożeniem ma decydujące znaczenie dla trwałości i jakości wykonanych robót. Izolację układa się na odpowiednio wytrzymałym mechanicznie, suchym, czystym, równym i gładkim podłożu. Jeżeli producent w Kartach Technicznych nie podaje inaczej to izolację można układać na betonie po co najmniej 14 dniach od jego ułożenia, gdy dojrzewanie betonu następowało w temperaturze co najmniej 15°C . W przypadku gdy dojrzewanie betonu następowało w temperaturze niższej okres oczekiwania przed rozpoczęciem robót izolacyjnych należy odpowiednio wydłużyć. Stopień dojrzałości betonu można oceniać zgodnie z Zaleceniami [76].

Czyszczenie podłoża (zarówno betonowego jak i stalowego) najlepiej wykonać przez śrutowanie lub piaskowanie. Podłoże betonowe (z betonu wysokiej wytrzymałości i szczelności) można też czyścić hydromonitorem, czyli wodą pod ciśnieniem powyżej 50 MPa. Wadami tej metody, ograniczającymi jej stosowanie są: konieczność dokładnego wysuszenia podłoża po oczyszczeniu oraz niebezpieczeństwo usunięcia zbyt grubej warstwy powierzchniowej.

Podłoże betonowe należy dokładnie oczyścić z mleczka cementowego. Następnie oczyszczoną powierzchnię należy odpylić odkurzaczem przemysłowym lub przez zdmuchnięcie pyłu sprężonym powietrzem (sprężarka śrubowa).

Kryteria oceny jakości podłoża z betonu cementowego, na którym dopuszcza się układanie izolacji są następujące [2, 21]:

- wytrzymałość na ściskanie nie mniejsza niż:
 - w konstrukcjach nowo zbudowanych obiektów – wytrzymałość gwarantowana wynikająca z przyjętej klasy betonu,
 - w konstrukcjach odbudowywanych, rozbudowywanych i przebudowywanych, remontowanych $\geq 25 \text{ MPa}$,
- wytrzymałość na odrywanie wg normy PN-EN 1542:2000 [54] średnio nie mniej niż 1,5 MPa, minimalne wartości powyżej 1,0 MPa,
- podłoże suche - beton w stanie powietrzno suchym, bez widocznych śladów wilgoci i spowodowanych wilgocią zacieмień; przy pomiarze wilgotności

wilgotnościomierzem elektronicznym za podłoże suche należy przyjąć beton o wilgotności mniejszej od 4%; pomiarów wilgotności betonu konstrukcyjnego (płyty pomostowej) należy dokonywać przyrządem wycechowanym do pomiaru wilgotności materiałów o porowatości nie przekraczającej 10 %,

- podłoże czyste - powierzchnia betonu wolna od luźnych frakcji, pyłów, plam oleju, smarów i innych zanieczyszczeń; ocenę czystości podłoża wykonuje się wizualnie,
- podłoże gładkie – za podłoże gładkie uznaje się powierzchnię nie wykazującą lokalnych nierówności:
 - w przypadku wybrzuszeń – większych niż 3 mm,
 - w przypadku zagłębień – większych niż 2 mm,
 przy czym nierówności te nie mogą mieć ostrych krawędzi,
- szorstkość podłoża badana metodą wypełnienia piaskiem (załącznik nr 4) nie powinna przekraczać 1,0 mm,
- podłoże równe – za podłoże równe uznaje się powierzchnię pomostu, o stałym pochyleniu, na której nie ma zastoisk wody, która na dowolnie wybranych odcinkach o długości 4 m nie wykazuje zagłębień:
 - gdy pochylenie pomostu jest większe niż 1,5 % – większych niż 10 mm,
 - gdy pochylenie pomostu jest nie większe niż 1,5 % – większych niż 5 mm,
 pomiar równości podłoża wykonuje się mierząc cechowanym klinem prześwity pod aluminiową łatą o długości 4 m, ułożoną na badanej powierzchni.

W przypadku, gdy materiał izolacyjny może być układany na podłożu wilgotnym, układanie izolacji dopuszcza się jedynie na betonie o matowo – wilgotnej powierzchni, tzn. o wyraźnie ciemnej, matowej powierzchni. Niedopuszczalne jest układanie izolacji na podłożu mokrym, tzn. pokrytym błyszczącą warstwą wody.

W przypadku drobnych nierówności (o głębokości do 5 mm) podłoże betonowe należy wyrównać zaprawą typu PC kompatybilną do stosowanych materiałów gruntujących, zgodnie z zasadami podanymi w [21]. W przypadku wykonywania napraw podłoża zaprawą PC, jako materiału gruntującego pod izolacją nie wolno stosować roztworów asfaltowych.

W przypadku większych nierówności podłoże należy naprawić zgodnie z zasadami podanymi w [21].

Rysy występujące w podłożu betonowym powinny być wypełnione iniekcyjnie. Natomiast w przypadku, gdy beton jest uszkodzony albo zawiera substancje chemiczne o stężeniu przekraczającym dopuszczalne normy, należy

go usunąć lub zneutralizować substancje szkodliwe, a następnie naprawić np. zaprawami typu PCC, zgodnie z zasadami podanymi w [21].

Powierzchnie naprawiane (podłoże ubytków), przed wypełnieniem zaprawami, należy przygotować zgodnie z wymaganiami zapisanymi w odpowiednich Kartach Technicznych, aprobatkach technicznych opracowanych dla zapraw naprawczych lub szpachlowych.

Podłoże stalowe pod izolację powinno być oczyszczone do stopnia czystości Sa 2 ½ w przypadku gruntowania podłoża farbami antykorozyjnymi lub do Sa 3 w przypadku zastosowania powłoki metalizacyjnej, zgodnie z normą PN ISO 8501-1:1996 [56]. Metody przygotowania podłoża stalowego, sposób jego oceny (dot. zafuszczenia, zapylenia profilu powierzchni, zanieczyszczeń jonowych, zawilgocenia powierzchni) i wymagania jakie powinna spełniać wykonana powłoka malarska zostały podane w Zaleceniach [1].

7.3.3 Wykonywanie izolacji

Roboty izolacyjne powinny być wykonywane szczególnie starannie, przez brygady specjalizujące się w wykonywaniu izolacji. Przy wykonywaniu robót należy przestrzegać wymagań zawartych w dokumentacji oraz zaleceń technologicznych producenta materiału, w szczególności dotyczących zachowania wymaganych przerw technologicznych.

Do wykonywania robót izolacyjnych można przystąpić po odpowiednim czasie od ukończenia przygotowywania podłoża:

- na nowych płytach betonowych układanie izolacji i nawierzchni w technologiach „na gorąco” możliwe jest, po co najmniej 14 dniach dojrzewania betonu gdy dojrzewanie to następowało w temperaturze otoczenia co najmniej 15°C (stopień dojrzłości betonu można ocenić zgodnie z Zaleceniami [76]),
- przy naprawianych płytach należy przestrzegać zaleceń producentów materiałów naprawczych i odpowiednich aprobat technicznych; jeżeli producent nie podaje inaczej należy przyjąć, że dojrzewanie zapraw typu PC następuje w ciągu 24 h, a zapraw typu PCC w ciągu 10 dni (w temperaturze otoczenia 20°C),
- w przypadku gruntowania świeżego betonu należy ściśle przestrzegać zaleceń producenta żywicy, odnośnie czasu dojrzewania betonu przed ułożeniem izolacji.

Roboty izolacyjne należy prowadzić zgodnie z zaleceniami Kart Technicznych, wymagań odpowiednich aprobat technicznych oraz zgodnie z ramowymi informacjami technologicznymi zapisanymi w niniejszym punkcie.

Bardzo ważne jest, zgodnie z projektem, wykonanie zakończeń izolacji na krawędziach: przy belkach podporęczowych, przy dylatacjach, wpustach i sączkach. Gdy projekt techniczny przewiduje wykonanie wznoczeń izolacji w określonych strefach (naroża płyty, krawędzie przy wpustach i dylatacjach) należy dopilnować ich prawidłowego wykonania. Błędy przyklejenia izolacji w tych strefach mogą spowodować zniszczenie całego systemu izolacji i nawierzchni oraz konstrukcji.

Konieczność wykonania warstwy ochronnej na izolacji zależy od zaleceń producenta materiału izolacyjnego oraz od projektu technicznego.

7.4 Izolacje z pap zgrzewalnych

7.4.1 Ogólna charakterystyka materiału

Papy zgrzewalne są rolowymi materiałami izolacyjnymi zbudowanymi z osnowy z włókniiny technicznej przesyconej i obustronnie powleczonej polimeroasfalterem. Produkowane są papy zgrzewalne różniące się między sobą sposobem modyfikacji asfaltu; są to asfalty modyfikowane kauczukiem butadienowo – styrenowym SBS, polipropylenem ataktycznym APP lub mieszkankami firmowymi. Izolację wykonuje się przez przyklejenie arkuszy papy na przygotowanym i zagruntowanym podłożu w jednej lub dwóch warstwach. Papy zgrzewalne przeznaczone są do wykonywania izolacji na podłożach betonowych, na powierzchniach poziomych (na jezdniach i chodnikach). Grubość izolacji nie powinna być mniejsza niż 5 mm. Do gruntuowania podłoża stosuje się asfaltowe lub żywiczne środki gruntujące. Dopuszcza się wykonywanie izolacji z pap zgrzewalnych na podłożach stalowych pod warunkiem stosowania żywicznych środków gruntujących. Wymagania wobec pap zgrzewalnych zestawiono w tablicy 7.1 [77].

Wymagania wobec polimeroasfaltowych pap zgrzewalnych

Tablica 7.1

Właściwości	Jednostki	Wymagania wobec polimeroasfaltowych pap zgrzewalnych przeznaczonych na izolacje		Metody badań według
		jednowarstwowe	dwuwarstwowe	
1	2	3	4	5
Wymagania wobec pap zgrzewalnych				
Wygląd zewnętrzny	-	Arkusz papy powinien mieć równomiernie rozłożoną powłokę i posypkę i równe krawędzie. Niedopuszczalne są zatamania, dziury, pęcherze i uszkodzenia powstałe na skutek sklejenia papy w rolce.		PN-90/B-04615 [78]
Długość arkusza	cm	$L \pm 1,5 \% L^{1)}$		PN-90/B-04615 [78]
Szerokość arkusza	cm	$S \pm 1,5 \% S^{2)}$		PN-90/B-04615 [78]
Grubość arkusza	mm	$\geq 5,0$	$\geq 3,0$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-02 [79]
Grubość warstwy izolacyjnej pod osnową	mm	$\geq 2,0$	$\geq 1,2$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-03 [80]
Giętkość, na walcu średnicy $\varnothing 30$ mm	$^{\circ}\text{C}$	≤ -5		PN-90/B-04615 [78]
Prześlakliwość	MPa	$\geq 0,5$		PN-90/B-04615 [78]
Nasiakliwość	%	$\leq 1,0$		PN-90/B-04615 [78]
Siła zrywająca przy rozciąganiu ³⁾ - wzdłuż arkusza - w poprzek arkusza	N N	≥ 500 ≥ 500	≥ 400 ≥ 400	PN-90/B-04615 [78]
Wydłużenie przy zerwaniu ³⁾ - wzdłuż arkusza - w poprzek arkusza	% %	≥ 30 ≥ 30		PN-90/B-04615 [78]

ciąg dalszy tablicy 7.1

1	2	3	4
Siła zrywająca przy rozdzieraniu ¹⁾ - wzdłuż arkusza - w poprzek arkusza	N N	≥ 150 ≥ 150	Procedura IBDiM Nr PB-TM-05 [81]
Przyczepność do podłoża ¹⁾ - metoda „pull-off” - metoda „ścianiania”	MPa N	$\geq 0,4$ ≥ 500	Procedura IBDiM Nr PB-TM-06 [82] Procedura IBDiM Nr PB-TM-22 [83]
Odporność na działanie podwyższonej temp. 2 h	°C	≥ 100	PN-90/B-04615 [78]
Wymagania wobec polimeroasfaltu wytopionego z papy zgrzewalnej			
Temperatura mięknięcia wg metody PiK - elastomeroasfalt (SBS) - plastomeroasfalt (APP)	°C °C	≥ 90 ≥ 120	PN-EN 1427:2001 [84]
Temperatura łamliwości według Fraassa	°C	≤ -10	PN-89/C-04130 [85]
1) L - długość arkusza papy według producenta 2) S - szerokość arkusza papy według producenta 3) Oznaczenie należy wykonać w temperaturze (20 ± 2)°C			

7.4.2 Wykonywanie izolacji z papy zgrzewalnej

Grunтовanie podłoża

Papy zgrzewalne przykleja się na zagruntowanym podłożu. Gruntowanie podłoża ma za zadanie poprawienie przyczepności izolacji do podłoża. Stosowane są dwa rodzaje środków gruntujących:

- środki gruntujące na bazie asfaltu stosowane są do gruntowania podłoży betonowych. Są to roztwory asfaltu w rozpuszczalnikach organicznych. Przygotowane podłoże betonowe maluje się roztworem asfaltowym za pomocą wałka malarskiego lub szczotki dekarskiej. Przyklejanie izolacji wykonuje się po całkowitym wyschnięciu środka gruntującego. Wymagania wobec asfaltowych środków gruntujących według IBDiM zestawiono

w tablicy 7.2, a wymagania według PN-B-24620:1998 [86] w tablicy 7.3. Wymagania według IBDiM i PN-B-24620:1998 [86] różnią się w zakresie dopuszczenia zawartości wody w środku gruntującym (o ile nie pogorszy to właściwości roztworu jako środka gruntującego – wprowadzone badanie sedimentacji) oraz zakresie dopuszczalnej lepkości roztworu. Środek gruntujący stosowany do wykonywania izolacji mostowych powinien spełniać wymagania według jednej z tablic 7.2 lub 7.3.

- środki gruntujące na bazie żywicznej stosowane są do gruntowania podłoży betonowych i stalowych. Są to żywice epoksydowe lub kompozycje żywicy syntetycznych i wypełniaczy wiążących po zmieszaniu z utwardzaczem. Gruntowanie środkiem żywicznym polega na pokryciu gruntowanej powierzchni warstwą żywicy zmieszanej z utwardzaczem, która po utwardzeniu tworzy szczelną powłokę na izolowanej powierzchni. Przyklejanie właściwej izolacji wykonuje się po utwardzeniu środka gruntującego. Wymagania wobec żywicznych środków gruntujących zestawiono w tablicy 7.4.

Wymagania wobec asfaltowych środków gruntujących według IBDiM

Tablica 7.2

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
1	2	3	4
Wygląd zewnętrzny i konsystencja robocza		Jednorodna ciecz barwy czarnej, bez zawiesin, osadu i zanieczyszczeń mechanicznych; w temp. (20 ± 2)°C łatwo rozprowadza się i tworzy cienką równą błonkę bez pęcherzy.	PN-B-24620:1998 [86]
Czas wysychania	h	≤ 12	PN-B-24620:1998 [86]
Zawartość wody ¹⁾	%	$\leq 0,5$	PN-83/C-04523 [87]
Sedymentacja ¹⁾	%	$\leq 1,0$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X7 [88]
Lepkość, czas wypływu, kubek nr 3 lub 4	s	$\eta \pm 5 \% \eta^{2)}$	PN-EN ISO 2431:1999 [89]
1) W aprobacie technicznej należy określić wymagania dla jednej właściwości. Właściwością podstawową jest zawartość wody. Wymagania dla sedymentacji określa się dla tych roztworów asfaltowych, dla których określenie zawartości wody według PN-83/C-04523 [87] nie jest możliwe. 2) η - lepkość określona przez producenta			

**Wymagania wobec asfaltowych środków gruntujących według
PN-B-24620:1998 [86]**

Tablica 7.3

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
1	2	3	4
Wygląd zewnętrzny i konsystencja robocza	-	Jednorodna ciecz barwy czarnej, bez zawiesin, osadu i zanieczyszczeń mechanicznych; w temp. $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ łatwo rozprowadza się i tworzy cienką równą błonkę bez pęcherzy.	PN-B-24620:1998 [86]
Czas wysychania	h	≤ 12	PN-B-24620:1998 [86]
Zawartość wody	%	$\leq 0,5$	PN-83/C-04523 [87]
Temperatura zapłonu według Martensa – Pensky'ego	$^{\circ}\text{C}$	≥ 31	PN-EN 22719:1999 [90]
Lepkość, czas wypływu, kubek nr 4	s	$30 + 150$	PN-EN ISO 2431:1999 [89]

**Wymagania wobec żywicznych środków do gruntowania powierzchni
betonowej i stalowej**

Tablica 7.4

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
1	2	3	4
Czas zachowania właściwości roboczych w temp. 20°C	min.	≥ 20	Procedura IBDiM Nr TWm-24/97 [91]
Gęstość	g/cm^3	$\rho \pm 5 \% \rho^{1)}$	PN-87/C-89085.03 [92]
Lepkość	mPas	$\eta \pm 5 \% \eta^{2)}$	PN-86/C-89085.06 [93]

ciąg dalszy tablicy 7.4

Przyczepność do podłoża betonowego - po utwardzeniu żywicy - po badaniu mrozoodporności F 150	MPa MPa	$\geq 1,5$ $\geq 1,2$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X3 [64]
Przyczepność do podłoża stalowego	MPa	$> 4,0$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X4 [94]
Twardość Shore'a, twardościomierz typ D ³⁾	$^{\circ}\text{Sh D}$	≥ 80	PN-ISO 868:1998 [95]

1) ρ - gęstość określona przez producenta
2) η - lepkość określona przez producenta
3) nie dotyczy żywic impregnujących podłoże i tworzących cienkie powłoki o grubości $\leq 1,5 \text{ mm}$

Stosowane są też materiały gruntujące, pozwalające na wykonanie „zamknięcia” świeżo ułożonej mieszanki betonowej i przyspieszenia prac izolacyjnych. Stosowanie takich materiałów powinno być zgodne z zaleceniami producenta materiałów. Szczególną uwagę należy zwrócić na osiągnięcie przez beton żądanych parametrów wytrzymałościowych. Zgodnie z zaleceniami producentów tego typu materiałów gruntujących ułożona mieszanka betonowa powinna być powierzchniowo sucha, bez widocznych śladów wody. Przed przystąpieniem do gruntowania nadmiar wody należy usunąć. Zamknięcie wykonuje się zwykle przez wykonanie dwóch warstw. Przy doborze materiału do zamknięcia świeżej mieszanki betonowej należy zwrócić uwagę na zgodność chemiczną stosowanego materiału i składników (zwłaszcza dotyczy to domieszek) mieszanki betonowej.

W przypadku podłoża stalowych gruntujące środki żywiczne stanowią jednocześnie antykorozyjne zabezpieczenie powierzchni pomostu.

Roztwór asfaltowy do gruntowania dostarczany jest zwykle przez producenta papy. Gruntowanie wykonuje się przez jednokrotne pomalowanie podłoża roztworem za pomocą wałka malarskiego lub szczotki dekarskiej, w ilości podanej w Karcie Technicznej (zwykle około $0,3 \text{ kg}/\text{m}^2$). Roztwór asfaltowy należy rozprowadzić równomiernie po całej gruntowanej powierzchni. Po wyschnięciu roztworu, zagruntowana powierzchnia powinna być jednolicie czarna i lekko matowa. Niedopuszczalne są matowe, brązowe przebarwienia (miejscą, na których jest zbyt mało środka gruntującego) oraz strefy szkliste (pokryte grubą warstwą asfaltu). Przyklejanie izolacji należy wykonywać po całkowitym wyschnięciu środka gruntującego.

Grunt żywiczny wykonuje się przez jedno- lub dwukrotne pomalowanie powierzchni płyty żywicą zmieszaną z utwardzaczem. Należy zawsze

bezwzględnie przestrzegać zalecanych przez producenta proporcji mieszania składników i czasu mieszania. Gruntowanie wykonuje się przez pomalowanie powierzchni wałkiem malarskim lub szczotką dekarską, w ilości podanej w Karcie Technicznej (zwykle około 0,2 do 0,5 kg/m²). Świeżo zagruntowaną powierzchnię posypuje się suchym piaskiem kwarcowym (zwykle około 2 kg/m²). Zużycie materiałów: żywicy i piasku powinno być zgodne z zaleceniami producenta żywicy. Przyklejanie izolacji należy wykonywać po całkowitym utwardzeniu żywicy i usunięciu niezwiązanego piasku odkurzaczem przemysłowym.

Należy unikać chodzenia po świeżo zagruntowanym podłożu. Wykonaną warstwę gruntującą należy chronić przed zabrudzeniem, wpływem czynników atmosferycznych. Wykonanie izolacji powinno nastąpić po utwardzeniu się powłoki z materiału gruntującego (w danej temperaturze zgodnie z zaleceniami producenta materiałów), najszybciej jak to możliwe.

Układanie izolacji właściwej

Właściwą izolację wykonuje się przez przyklejenie jednej lub dwóch warstw papy na izolowanym podłożu. Papę nadtapia się od spodu palnikiem na propan-butan i dociska do podłoża. W systemie jednowarstwowym stosowane są papy o grubości co najmniej 5 mm, a w systemie dwuwarstwowym papy o grubości co najmniej 3 mm. Drugą warstwę układa się bezpośrednio na warstwie pierwszej bez ponownego gruntowania. Systemy dwuwarstwowe są rzadziej stosowane. Jeżeli producent materiałów nie podaje inaczej, to na izolacjach z pap zgrzewalnych można bezpośrednio układać nawierzchnie z betonu asfaltowego lub asfaltu lanego, przy zastosowaniu tego samego sprzętu, który jest stosowany do wykonywania nawierzchni na drodze poza mostem.

Arkusze papy powinny być ułożone równolegle, a szerokość zakładów powinna być jednakowa i wynosić około:

- zakład poprzeczny: 8 cm,
- zakład podłużny: 15 cm.

Styki podłużne sąsiadujących arkuszy powinny być przesunięte o około ½ szerokości rolki. Ze względu na wykonywanie zakładów na krawędziach arkuszy pap do wykonywania izolacji zużywa się o około 10 % więcej papy w m² niż wynosi izolowana powierzchnia.

7.4.3 Kontrola jakości - wykonawca

Wykonawca podczas prac związanych z wykonywaniem zabezpieczeń powierzchniowych prowadzi wewnętrzną kontrolę jakości prac, dokumentuje zrealizowane roboty poprzez wykonane badania kontrolne.

Wewnętrzna kontrola jakości uwzględnia:

- kontrolę wykonywania prac zgodnie z projektem,
- kontrolę jakości materiałów,
- kontrolę wykonywania robót przeprowadzaną przez wykonawcę,
- kontrolę zużycia materiałów.

Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania, odpowiada wykonawca robót.

Przed przystąpieniem do prac przy izolacji wykonawca zobowiązany jest przedstawić nadzorowi inwestorskiemu:

- aktualne aprobaty techniczne pap zgrzewalnych i środków gruntujących (niektóre asfaltowe środki gruntujące mogą być zgodne z normą PN-B-24620:1998 [86]),
- certyfikat zgodności lub deklarację zgodności danej partii materiału z Polską Normą lub w przypadku jej braku aprobatą techniczną,
- certyfikat na znak bezpieczeństwa B (dla pap zgrzewalnych i roztworów asfaltowych),
- Karty Techniczne stosowanych materiałów.

Na żądanie inwestora wykonawca powinien przedstawić aktualne wyniki badań materiałów wykonywanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

Przed zastosowaniem materiałów wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:

- nr produktu,
- stan opakowań materiału,
- warunki przechowywania materiału,
- datę produkcji i datę przydatności do stosowania.

Dodatkowo po otwarciu pojemnika ze środkiem gruntującym wykonawca powinien ocenić wygląd materiału. Załącznik nr 2 zawiera protokół kontroli jakości materiałów izolacyjnych.

Kontrola wykonywania robót

Podczas robót wykonawca zobowiązany jest prowadzić protokół wykonania prac izolacyjnych (przykład protokołu w załączniku nr 2), w którym w formie tabelarycznej podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, stanie używanych materiałów, parametrach technologicznych

wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów oraz wyniki badań wykonanych izolacji.

Kontrola wykonania robót obejmuje:

- badanie przygotowania podłoża,
- sprawdzenie wyglądu zewnętrznego materiałów,
- kontrolę wykonania warstwy gruntującej,
- kontrolę wykonania izolacji właściwej.

Przed przystąpieniem do układania izolacji niezbędny jest odbiór podłoża. Podłoże powinno spełniać wymagania wg p. 7.3.2.

Po zagruntowaniu podłoża stan powłoki gruntującej należy ocenić wizualnie:

- przy stosowaniu asfaltowych środków gruntujących – prawidłowo zagruntowana powierzchnia powinna być czarna i matowa. Przy dotyku dłonią nie powinna brudzić skóry,
- przy stosowaniu żywicznych środków gruntujących – prawidłowo zagruntowana powierzchnia powinna być sucha i lekko błyszcząca. Po dotknięciu ręką nie powinna brudzić skóry. Posypka piaskowa powinna być mocno przyklejona do żywicy i częściowo w nią wtopiona.

Kontrola grubości układanej powłoki gruntującej powinna być wykonywana na bieżąco przez sprawdzenie ilości zużytych materiałów.

Prawidłowo wykonana izolacja z papy zgrzewalnej powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę. Niedopuszczalne są przebarwienia, niedoklejenia, pęcherze, pęknięcia, fałdy i inne uszkodzenia.

Podczas wykonywania izolacji z papy zgrzewalnej należy kontrolować:

- zużycie materiałów,
- ilość dozowanych składników, czas mieszania, czas aplikacji (dotyczy żywicznych środków gruntujących),
- równość układania arkuszy i szerokość zakładów,
- wygląd zewnętrzny układanej izolacji – ocena wizualna: powierzchnia izolacji (lub warstwy) powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę,
- prawidłowość sklejania krawędzi arkuszy – ocena wizualna: spod przyklejanego arkusza powinna wypływać masa asfaltowa na szerokości około 2 cm,
- stan przyklejenia izolacji do podłoża – ocena metodą opukiwania: polega na delikatnym opukiwaniu powierzchni izolacji i poszukiwaniu miejsc, które dają głuchy dźwięk; w tych miejscach pod izolacją jest pusta przestrzeń, czyli izolacja jest niedoklejona do podłoża,
- przyczepność izolacji do podłoża betonowego i stalowego – przyczepność izolacji należy sprawdzić metodą „pull-off” według załącznika nr 5. Wartość

przyczepności nie powinna być niższa niż:

- 0,4 MPa przy 22° C,
- 0,7 MPa przy 8° C.

7.5 Izolacje z pap samoprzylepnych

7.5.1 Ogólna charakterystyka materiału

Papy samoprzylepne są rolowymi materiałami izolacyjnymi wykonanymi z: papy polimeroasfaltowej na osnowie z włókniiny, tkaniny technicznej, rowingu lub folii z tworzywa sztucznego, z nałożoną fabrycznie na jej dolnej powierzchni cienką warstwą polimeroasfaltu o lepkości (w temperaturze otoczenia) umożliwiającej przyklejenie papy do podłoża, bez konieczności podgrzewania lub stosowania lepików. Papę samoprzylepną zabezpiecza przed sklejeniem w rolce przekładka antyadhezyjna z papieru silikonowanego lub folii silikonowanej. Przyklejanie papy następuje po usunięciu przekładki antyadhezyjnej i dociśnięciu jej spodniej strony (z warstwą samoprzylepną) do podłoża. Izolację z papy samoprzylepnej wykonuje się przyklejając jedną lub dwie warstwy papy na przygotowanym i zagruntowanym podłożu.

Papy samoprzylepne są przeznaczone do wykonywania izolacji na podłożach betonowych, na powierzchniach poziomych i pionowych. Do zagruntowania podłoża stosuje się asfaltowe środki gruntujące.

Na obiektach, które nie będą nigdy narażone na ogrzanie do temperatury powyżej 70°C, oraz na tych powierzchniach, gdzie możliwe jest ułożenie na izolacji warstwy ochronnej na zimno, np. z betonu cementowego, cegły lub bloczków betonowych, izolację wykonuje się z jednej warstwy papy samoprzylepnej (papa na osnowie z folii polietylenowej krzyżowo laminowanej). Wymagania wobec pap samoprzylepnych przeznaczonych do wykonywania izolacji części budowli, które nigdy nie będą narażone na działanie wysokiej temperatury zestawiono w tablicy 7.5.

Na płytach pomostów mostów drogowych, na których będzie układana nawierzchnia asfaltowa, izolacje z pap samoprzylepnych wykonuje się w systemie dwuwarstwowym:

- izolacja właściwa z papy na osnowie z rowingu poliestrowego,
- warstwa ochronna z papy polimeroasfaltowej na osnowie z włókniiny technicznej z warstwą samoprzylepną; na takiej izolacji można bezpośrednio układać nawierzchnię z betonu asfaltowego lub asfaltu lańego, przy zastosowaniu tego samego sprzętu, który jest stosowany do wykonywania nawierzchni na drodze poza mostem. Wymagania wobec pap samoprzylepnych przeznaczonych do wykonywania izolacji pomostów (pod nawierzchnię asfaltową) zestawiono w tablicy 7.6.

Wymagania wobec pap samoprzylepnych przeznaczonych do układania jednowarstwowo i wykonywania izolacji budowli mostowych, z wyłączeniem pomostów obiektów drogowych

Tablica 7.5

Właściwości	Jednostki	Wymagana wartość wobec pap samoprzylepnych przeznaczonych do układania jednowarstwowo	Metody badań według
Wygląd zewnętrzny	-	Arkusze papy powinny mieć równomiernie rozłożoną powłokę i posypkę i równe krawędzie. Niedopuszczalne są załamania, dziury, pęcherze i uszkodzenia powstałe na skutek sklejenia papy w rolce.	PN-90/B-04615 [78]
Długość arkusza	cm	$L \pm 1,5 \% L^{1)}$	PN-90/B-04615 [78]
Szerokość arkusza	cm	$S \pm 1,5 \% S^{2)}$	PN-90/B-04615 [78]
Grubość arkusza	mm	$\geq 1,5$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-02 [79]
Grubość warstwy samoprzylepnej osnowy	mm	$\geq 1,2$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-03 [80]
Głębokość, na wałku średnicy $\varnothing 30$ mm	°C	≤ -10	PN-90/B-04615 [78]
Prześlakliwość ³⁾			
- według PN	MPa	$\geq 0,5$	PN-90/B-04615 [78]
- według IBDiM	MPa	$\geq 0,5$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-04 [96]
Nasiakliwość	%	$\leq 1,0$	PN-90/B-04615 [78]
Siła zrywająca przy rozciąganiu ⁴⁾			
- wzdłuż arkusza	N	≥ 200	PN-90/B-04615 [78]
- w poprzek arkusza	N	≥ 200	
Wydłużenie przy zerwaniu ⁴⁾			
- wzdłuż arkusza	%	≥ 200	PN-90/B-04615 [78]
- w poprzek arkusza	%	≥ 200	

ciąg dalszy tablicy 7.5

1	2	3	4
Siła zrywająca przy rozdzielaniu ⁴⁾			Procedura IBDiM Nr PB-TM-05 [81]
- wzdłuż arkusza	N	≥ 70	
- w poprzek arkusza	N	≥ 70	
Przyczepność do podłoża ^{3, 4)}			Procedura IBDiM Nr PB-TM-06 [82]
- metoda „pull-off”	MPa	$\geq 0,4$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-22 [83]
- metoda „ścinalnia”	N	≥ 500	

- 1) L - długość arkusza papy według producenta
 2) S - szerokość arkusza papy według producenta
 3) Oznaczenie należy wykonywać jedną z metod
 4) Oznaczenie należy wykonać w temperaturze $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$

Wymagania wobec pap samoprzylepnych przeznaczonych do układania dwuwarstwowo i wykonywania izolacji pomostów mostów drogowych (pod nawierzchnie bitumiczne)

Tablica 7.6

Właściwości	Jednostki	Wymagana wartość wobec polimeroasfaltowych pap samoprzylepnych układanych dwuwarstwowo	Metody badań według
Wymagania wobec obu pap, przeznaczonych na wykonywanie górnej i dolnej warstwy izolacji			
Wygląd zewnętrzny	-	Arkusze papy powinny mieć równomiernie rozłożoną powłokę i posypkę i równe krawędzie. Niedopuszczalne są załamania, dziury, pęcherze i uszkodzenia powstałe na skutek sklejenia papy w rolce.	PN-90/B-04615 [78]
Długość arkusza	cm	$L \pm 1,5 \% L^{1)}$	PN-90/B-04615 [78]
Szerokość arkusza	cm	$S \pm 1,5 \% S^{2)}$	PN-90/B-04615 [78]
Grubość arkusza	mm	$\geq 1,5$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-02 [79]

ciąg dalszy tablicy 7.6

1	2	3	4
Grubość warstwy samoprzylepnej osnową	mm	$\geq 1,2$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-03 [80]
Giętkość, na wałku średnicy $\varnothing 30$ mm	°C	≤ -10	PN-90/B-04615 [78]
Wymagania wobec papy ochronnej przeznaczonej do wykonywania górnej warstwy izolacji narażonej na działanie podwyższonej temperatury			
Odporność na działanie podwyższonej temp., 2 h	°C	≥ 100	PN-90/B-04615 [78]
Wymagania wobec izolacji wykonanej z obu sklejonych pap			
Prześlakliwość ^{3), 5)}			
- według PN	MPa	$\geq 0,5$	PN-90/B-04615 [78]
- według IBDiM	MPa	$\geq 0,5$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-04 [96]
Nasiakliwość	%	$\leq 1,0$	PN-90/B-04615 [78]
Siła zrywająca przy rozciąganiu ⁴⁾			PN-90/B-04615 [78]
- wzdłuż arkusza	N	≥ 400	
- w poprzek arkusza	N	≥ 400	
Wydłużenie przy zerwaniu ⁴⁾			PN-90/B-04615 [78]
a) papa na tkaninie z folii z tworzywa sztucznego			
- wzdłuż arkusza	%	≥ 30	
- w poprzek arkusza	%	≥ 30	
b) papa na osnowie z włókniny szklanej			
- wzdłuż arkusza	%	≥ 2	
- w poprzek arkusza	%	≥ 2	
Siła zrywająca przy rozdzielaniu ⁴⁾			Procedura IBDiM Nr PB-TM-05 [81]
- wzdłuż arkusza	N	≥ 80	
- w poprzek arkusza	N	≥ 80	

ciąg dalszy tablicy 7.6

Przyczepność do podłoża ^{3), 4)}			Procedura IBDiM Nr PB-TM-06 [82]
- metoda „pull-off”	MPa	$\geq 0,4$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-22 [83]
- metoda „ścianania”	N	≥ 500	
1) L - długość arkusza papy według producenta 2) S - szerokość arkusza papy według producenta 3) Oznaczenie należy wykonać jedną z metod. 4) Oznaczenie należy wykonać w temperaturze (20 ± 2) °C 5) Prześlakliwość można oznaczać albo na izolacji dwuwarstwowej albo na obu papach samoprzylepnych niezależnie. Wystarczające jest, aby co najmniej jedna z pap samoprzylepnych lub obie badane jednocześnie spełniały warunek prześlakliwości.			

7.5.2 Wykonywanie izolacji z papy samoprzylepnej

Gruntowanie podłoża

Papy samoprzylepne przykleja się do zagruntowanego podłoża betonowego. Gruntowanie podłoża ma za zadanie poprawienie przyczepności izolacji do podłoża. Stosowane środki gruntujące to roztwory asfaltu w rozpuszczalnikach organicznych. Roztwór asfaltowy do gruntowania dostarczany jest zwykle przez producenta papy. Gruntowanie wykonuje się przez jednokrotne pomalowanie podłoża roztworem, za pomocą wałka malarskiego lub szczotki dekarzkiej, w ilości podanej w Karcie Technicznej (zwykle około $0,3 \text{ kg/m}^2$). Roztwór asfaltowy należy rozprowadzić równomiernie po całej gruntowanej powierzchni. Po wyschnięciu roztworu, zagruntowana powierzchnia powinna być jednolicie czarna i lekko matowa. Niedopuszczalne są matowe brązowe przebarwienia (strefy, na których jest zbyt mało środka gruntującego) oraz strefy szkliste (pokryte grubą warstwą asfaltu). Izolację należy przyklejać po całkowitym wyschnięciu środka gruntującego. Wymagania wobec asfaltowych środków gruntujących zestawiono w tablicy 7.2.

Należy unikać chodzenia po zagruntowanym podłożu. Wykonaną warstwę gruntującą należy chronić przed zabrudzeniem i wpływem czynników atmosferycznych. Wykonanie izolacji powinno nastąpić po wyschnięciu środka gruntującego, najszybciej jak to możliwe.

Układanie izolacji właściwej

Właściwą izolację wykonuje się przez przyklejenie jednej lub dwóch warstw papy samoprzylepnej na izolowanym podłożu. Papę przykleja się do podłoża po zdjęciu przekładki antyadhezyjnej (folii silikonowanej lub papieru silikonowego) przyklejonej na spodniej stronie arkusza papy. Papę samoprzylepną należy starannie docisnąć do podłoża.

Arkusze papy powinny być ułożone równolegle a szerokość zakładów powinna być jednakowa i wynosić około:

- zakład poprzeczny 8 cm,
- zakład podłużny 15 cm.

Styki podłużne sąsiadujących arkuszy powinny być przesunięte o około 1/2 szerokości rolki. Ze względu na wykonywanie zakładów na krawędziach arkuszy pap do wykonywania izolacji zużywa się o około 10 % więcej papy w m² niż wynosi izolowana powierzchnia.

7.5.3 Kontrola jakości - wykonawca

Wykonawca podczas prac związanych z wykonywaniem zabezpieczeń powierzchniowych prowadzi wewnętrzną kontrolę jakości prac, dokumentuje zrealizowane roboty przez wykonane badania kontrolne.

Wewnętrzna kontrola jakości uwzględnia:

- kontrolę wykonywania prac zgodnie z projektem,
- kontrolę jakości materiałów,
- kontrolę wykonywania robót przeprowadzaną przez wykonawcę,
- kontrolę zużycia materiałów.

Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania, odpowiada wykonawca robót.

Przed przystąpieniem do prac przy izolacji wykonawca zobowiązany jest przedstawić nadzorowi inwestorskiemu:

- aktualne aprobaty techniczne dla pap samoprzylepnych i środków gruntujących (niektóre asfaltowe środki gruntujące mogą być zgodne z normą PN-B-24620:1998 [86]),
- certyfikat zgodności lub deklarację zgodności danej partii materiału z Polską Normą lub w przypadku jej braku aprobatą techniczną,
- certyfikat na znak bezpieczeństwa B (dla pap samoprzylepnych i roztworów asfaltowych),
- Karty Techniczne stosowanych materiałów.

Na żądanie inwestora wykonawca powinien przedstawić aktualne wyniki badań materiałów, wykonywanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

- Przed zastosowaniem materiałów wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:
 - nr produktu,
 - stan opakowań materiału,
 - warunki przechowywania materiału,
 - datę produkcji i datę przydatności do stosowania.

Dodatkowo po otwarciu pojemnika ze środkiem gruntującym wykonawca powinien ocenić wygląd materiału. Załącznik nr 2 zawiera protokół kontroli jakości materiałów izolacyjnych.

Kontrola wykonywania robót

Podczas robót wykonawca zobowiązany jest prowadzić protokół wykonania prac izolacyjnych (przykład protokołu w załączniku nr 2), w którym w formie tabelarycznej podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, stanie używanych materiałów, parametrach technologicznych wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów oraz wyniki badań wykonanych izolacji.

Kontrola wykonania robót obejmuje:

- badanie przygotowania podłoża,
- sprawdzenie wyglądu zewnętrznego materiałów,
- kontrolę wykonania warstwy gruntującej,
- kontrolę wykonania izolacji właściwej.

Przed przystąpieniem do układania izolacji niezbędny jest odbiór podłoża. Podłoże powinno spełniać wymagania wg p. 7.3.2.

Po zagruntowaniu podłoża stan powłoki gruntującej należy ocenić wizualnie: prawidłowo zagruntowana powierzchnia powinna być czarna i matowa. Po dotknięciu ręką nie powinna brudzić skóry.

Kontrola grubości układanej powłoki gruntującej powinna być wykonywana na bieżąco przez sprawdzenie ilości zużytych materiałów.

Prawidłowo wykonana izolacja z papy samoprzylepnej powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę. Niedopuszczalne są przebarwienia, niedoklejenia, pęcherze, pęknięcia, fałdy i inne uszkodzenia.

Podczas wykonywania izolacji z papy samoprzylepnej należy kontrolować:

- zużycie materiałów,
- równość układania arkuszy i szerokość zakładów,
- wygląd zewnętrzny układanej izolacji – ocena wizualna: powierzchnia izolacji (lub warstwy) powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę,
- prawidłowość sklejania krawędzi arkuszy – ocena wizualna,
- stan przyklejenia izolacji do podłoża – ocena metodą opukiwania: polega na delikatnym opukiwaniu powierzchni izolacji i poszukiwaniu miejsc, które

dają głuchy dźwięk; w tych miejscach pod izolacją jest pusta przestrzeń, czyli izolacja jest niedoklejona do podłoża,

- przyczepność izolacji do podłoża betonowego – przyczepność izolacji należy sprawdzić metodą „pull-off” według załącznika nr 5. Wartość przyczepności nie powinna być niższa niż:
 - 0,4 MPa przy 22° C,
 - 0,7 MPa przy 8° C.

7.6 Poliuretanowe izolacje natryskowe

7.6.1 Ogólna charakterystyka materiału

Izolacje poliuretanowe wykonywane są z płynnego poliuretanu, metodą natryskową, na zagruntowanym podłożu betonowym lub stalowym. Do gruntowania podłoża betonowego stosowane są żywice epoksydowe. Grunt epoksydowy powinien spełniać wymagania zawarte w tabeli 7.4. W przypadku podłoża stalowych, jako warstwy gruntujące, stosowane są farby epoksydowe, posiadające aktualne aprobaty techniczne.

W czasie wykonywania natrysku, płynny poliuretan jest mieszany w dyszy urządzenia natryskującego z utwardzaczem. Czas utwardzania izolacji może być regulowany w szerokim zakresie przez odpowiedni dodatek utwardzacza i wynosi od około 1 s do 2 h po jej naniesieniu na podłoże. Umożliwia to nanoszenie izolacji na podłożach poziomych i pionowych. Wymagania wobec izolacji poliuretanowej zestawiono w tabeli 7.7.

Wymagania wobec izolacji poliuretanowej

Tablica 7.7

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
1	2	3	4
Twardość Shore'a, twardościomierz typu A	°Sh A	70 ± 4	PN-ISO 868:1998 [95]
Naprężenie w chwili wydłużenia względnego 200 % (Moduł rozciągania)	MPa	≥ 7	PN-ISO 37:1998 [97]
Wytrzymałość na rozciąganie	cm	≥ 11	PN-ISO 37:1998 [97]
Wydłużenie względne przy zerwaniu	-	≥ 350	PN-ISO 37:1998 [97]

ciąg dalszy tabeli 7.7

1	2	3	4
Wytrzymałość na rozrywanie	N/mm	≥ 20	DIN 53515:1990 [98]
Odporność na krótkotrwałe działanie wysokiej temperatury	%	≥ 230	ocena poligonowa
Przyczepność do podłoża betonowego po utwardzeniu izolacji: <ul style="list-style-type: none"> - wartość średnia - wartość pojedynczego wyniku 	MPa MPa	≥ 2,0 ≥ 1,8	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X3 [64]
Przyczepność do podłoża betonowego po badaniu mrozoodporności F 150	MPa	≥ 1,8	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X3 [64]
Przyczepność do podłoża stalowego	MPa	> 4,0	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X4 [94]

Oprócz materiałów poliuretanowych przeznaczonych do natryskiwania, produkowane są odmiany poliuretanowych izolacji samorozlewnych (o wydłużonym czasie utwardzania) przeznaczone przede wszystkim do wykonywania napraw uszkodzonych izolacji natryskowych oraz do wykonywania izolacji na niewielkich powierzchniach. Zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia [2] w celu zapewnienia połączenia izolacji powłokowej natryskowej z warstwą nawierzchni powinna być wykonana na izolacji warstwa ochronna z asfaltu lanego o temperaturze układania na izolacji nie mniejszej niż 220° C.

7.6.2 Wykonywanie izolacji poliuretanowej

Gruntowanie podłoża wykonuje się przez jednokrotne pomalowanie powierzchni płyty żywicą zmieszaną z utwardzaczem. Należy zawsze bezwzględnie przestrzegać zalecanych przez producenta proporcji mieszania składników oraz czasu mieszania. Gruntowanie wykonuje się przez pomalowanie powierzchni wałkiem malarskim lub szczotką dekarą w ilości podanej w Karcie Technicznej (zwykle około 0,2 do 0,5 kg/m²). Gruntu nie należy posypywać piaskiem kwarcowym. Zużycie żywicy powinno być zgodne z zaleceniami producenta żywicy. Należy unikać chodzenia po zagruntowanym podłożu. Wykonaną warstwę gruntującą należy chronić przed zabrudzeniem

i wpływem czynników atmosferycznych. Układanie izolacji należy wykonywać po całkowitym utwardzeniu żywicy zgodnie z zaleceniami producenta materiału, ale najszybciej jak to możliwe.

Podłoże stalowe pod izolację powinno być oczyszczone do stopnia czystości Sa 2 ½ lub Sa 3 w przypadku stosowania powłoki metalizacyjnej, zgodnie z normą PN ISO 8501-1:1996 [56]. Warstwa gruntująca pod izolację jest nakładana bezpośrednio na przygotowane podłoże stalowe. Gruntowanie powierzchni stalowych lub stalowych metalizowanych płyt pomostów polega na pomalowaniu tych płyt farbami epoksydowymi, posiadającymi aktualne aprobaty techniczne. Powłokę antykorozyjną malarską lub metalizacyjno – malarską należy wykonywać zgodnie z Zaleceniami [1]. Zalecenia te zawierają wskazówki, procedury badań oraz wymagania niezbędne do prawidłowego wykonania powłoki antykorozyjnej. Grubość powłoki antykorozyjnej nie powinna być mniejsza niż 150 µm.

Izolacje poliuretanowe wykonuje się przez natrysk hydrodynamiczny płynnego poliuretanu zmieszanego z utwardzaczem w dyszy urządzenia natryskującego. Urządzenie do natrysku powinno umożliwiać podgrzanie obu składników do odpowiedniej temperatury (około 60°C), kontrolę temperatury podgrzewania oraz kontrolę ilości dozowanych składników w czasie natrysku. Natryskiwanie izolacji wykonuje się po utwardzeniu środka gruntującego, co najmniej 24 h po zagruntowaniu podłoża. Przy wykonywaniu izolacji na powierzchniach poziomych, czas pełnego utwardzenia poliuretanowej izolacji natryskiwanej wynosi około 2 h.

Grubość układanej warstwy izolacji nie powinna być mniejsza niż:

- 2,0 mm - na chodnikach i na powierzchniach pionowych,
- 2,5 mm - na jezdni.

Pracownicy wykonujący izolacje natryskowe powinni być zaopatrzeni w maski ochronne, chroniące drogi oddechowe oraz w okulary ochronne chroniące wzrok.

7.6.3 Kontrola jakości - wykonawca

Wykonawca podczas prac związanych z wykonywaniem zabezpieczeń powierzchniowych prowadzi wewnętrzną kontrolę jakości prac, dokumentuje zrealizowane roboty poprzez wykonane badania kontrolne.

Wewnętrzna kontrola jakości uwzględnia:

- kontrolę wykonywania prac zgodnie z projektem,
- kontrolę jakości materiałów,
- kontrolę wykonywania robót przeprowadzaną przez wykonawcę,
- kontrolę zużycia materiałów.

Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakość wbudowania, odpowiada wykonawca robót.

Przed przystąpieniem do prac przy izolacji wykonawca zobowiązany jest przedstawić nadzorowi inwestorskiemu:

- aktualne aprobaty techniczne materiałów izolacyjnych i środków gruntujących,
- certyfikat zgodności lub deklarację zgodności danej partii materiału z aprobatą techniczną,
- Karty Techniczne stosowanych materiałów.

Na żądanie inwestora wykonawca powinien przedstawić aktualne wyniki badań materiałów wykonywanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

Przed zastosowaniem materiałów wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:

- nr produktu,
- stan opakowań materiału,
- warunki przechowywania materiału,
- datę produkcji i datę przydatności do stosowania.

Dodatkowo po otwarciu pojemnika ze środkiem gruntującym wykonawca powinien ocenić wygląd materiału. Załącznik nr 2 zawiera protokół kontroli jakości materiałów izolacyjnych.

Kontrola wykonywania robót

Podczas robót wykonawca zobowiązany jest prowadzić protokół wykonania prac izolacyjnych (przykład protokołu w załączniku nr 2), w którym w formie tabelarycznej podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, stanie używanych materiałów, parametrach technologicznych wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów oraz wyniki badań wykonanych izolacji.

Kontrola wykonania robót obejmuje:

- badanie przygotowania podłoża,
- sprawdzenie wyglądu zewnętrznego materiałów,
- kontrolę wykonania warstwy gruntującej,
- kontrolę wykonania izolacji właściwej.

Przed przystąpieniem do układania izolacji niezbędny jest odbiór podłoża. Podłoże powinno spełniać wymagania wg p. 7.3.2.

Po zagruntowaniu podłoża stan powłoki gruntującej należy ocenić wizualnie. Prawidłowo zagruntowana powierzchnia powinna być sucha i lekko błyszcząca. Przy dotyku dłonią nie powinna brudzić skóry.

Kontrola grubości układanej powłoki gruntującej, izolacji właściwej i ewentualnej warstwy szpachelkowej powinna być wykonywana na bieżąco przez sprawdzenie ilości zużytych materiałów.

Prawidłowo wykonana izolacja poliuretanowa powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę. Niedopuszczalne są przebarwienia, niedoklejenia, pęcherze, otwory, pęknięcia, fałdy i inne uszkodzenia.

Podczas wykonywania izolacji poliuretanowej należy kontrolować:

- ilość dozowanych składników, czas mieszania, czas aplikacji oraz zużycie materiałów,
- wygląd zewnętrzny układanej izolacji – ocena wizualna: powierzchnia izolacji (lub warstwy) powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę,
- stan przyklejania izolacji do podłoża – ocena metodą opukiwania: polega na delikatnym opukiwaniu powierzchni izolacji i poszukiwaniu miejsc, które dają głuchy dźwięk; w tych miejscach jest pusta przestrzeń pod izolacją, czyli izolacja jest niedoklejona do podłoża,
- przyczepność izolacji do podłoża – przyczepność izolacji należy sprawdzić metodą „pull-off” według załącznika nr 5. Wartość przyczepności nie powinna być niższa niż:
 - dla podłoża betonowego - wartość średnia 2,0 MPa,
 - wartość pojedynczego wyniku 1,8 MPa,
 - dla podłoża stalowego $\geq 3,5$ MPa.

7.7 Izolacje z metakrylanu metylu

7.7.1 Ogólna charakterystyka materiału

Izolacje z metakrylanu metylu są nanoszone na podłoże za pomocą natrysku lub rozprowadzania równomierną warstwą na podłożu za pomocą gumowej gracy. Materiał rozprowadza się warstwą o grubości około 2 mm. Wykonywanie izolacji należy prowadzić ściśle według zaleceń producenta materiału. Izolacje z metakrylanu metylu układa się na powierzchniach poziomych (na jezdniach i chodnikach). Izolacje te nie były dotychczas stosowane w Polsce m.in. ze względu na trudności z doбором nawierzchni. Wymagania wobec izolacji z metakrylanu metylu zestawiono w tablicy 7.8.

Wymagania wobec izolacji z metakrylanu metylu

Tablica 7.8

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
1	2	3	4
Wydłużenie względne przy zerwaniu	-	≥ 120	PN-ISO 37:1998 [97]
Wskaźnik ograniczenia chłonności wody	%	≥ 95	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X5 [65]
Przyczepność do podłoża betonowego po utwardzeniu żywicy			Procedura IBDiM Nr PB-TM-X3 [64]
- wartość średnia	MPa	$\geq 2,5$	
- wartość pojedynczego wyniku	MPa	$\geq 2,0$	
Przyczepność do podłoża betonowego po badaniu mrozoodporności F 150	MPa	$\geq 2,0$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X3 [64]
Przyczepność do podłoża stalowego	MPa	$> 4,0$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X4 [94]

7.7.2 Wykonywanie izolacji z metakrylanu metylu

Gruntowanie podłoża wykonuje się żywicą metakrylanową o niższej lepkości niż żywica przeznaczona do wykonywania izolacji właściwej, co ułatwia jej penetrację w głąb podłoża betonowego. Gruntowanie wykonuje się przez jednokrotne pomalowanie wałkiem malarskim powierzchni płyty żywicą zmieszaną z aktywatorem. Należy unikać chodzenia po zagruntowanym podłożu. Wykonaną warstwę gruntującą należy chronić przed zabrudzeniem, wpływem czynników atmosferycznych. Izolację należy układać po całkowitym utwardzeniu żywicy w danej temperaturze zgodnie z zaleceniami producenta materiału, ale najszybciej jak to możliwe.

Gruntowanie powierzchni stalowych lub stalowych metalizowanych płyt pomostów polega na pomalowaniu tych płyt farbami epoksydowymi, posiadającymi aktualne aprobaty techniczne. Powłokę antykorozyjną malarską lub metalizacyjną – malarską należy wykonywać zgodnie z Zaleceniami [1].

Izolację właściwą wykonuje się z żywicy, która jest układana w dwóch warstwach o grubości około 1 mm każda. Drugą warstwę należy ułożyć po pełnym utwardzeniu warstwy pierwszej. Czas utwardzania żywicy metakrylanowych można w pewnym zakresie regulować ilością dodawanego aktywatora. Na wykonanej izolacji należy ułożyć warstwę szepną umożliwiającą prawidłowe przyklejenie nawierzchni asfaltowej do izolacji. Warstwę szepną wykonuje się z masy polimeroasfaltowej układanej na gorąco, za pomocą szczotek dekarских. Zużycie materiału wynosi około 1,5 kg/m². Warstwę szepną należy ułożyć bezpośrednio przed wykonywaniem nawierzchni asfaltowej.

Pracownicy wykonujący izolacje natryskowe powinni być zaopatrzeni w maski ochronne, chroniące drogi oddechowe oraz w okulary ochronne chroniące wzrok.

7.7.3 Kontrola jakości - wykonawca

Wykonawca podczas prac związanych z wykonywaniem zabezpieczeń powierzchniowych prowadzi wewnętrzną kontrolę jakości prac, dokumentuje zrealizowane roboty poprzez wykonane badania kontrolne.

Wewnętrzna kontrola jakości uwzględnia:

- kontrolę wykonywania prac zgodnie z projektem,
- kontrolę jakości materiałów,
- kontrolę wykonywania robót przeprowadzaną przez wykonawcę,
- kontrolę zużycia materiałów.

Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakość wbudowania, odpowiada wykonawca robót.

Przed przystąpieniem do prac przy izolacji wykonawca zobowiązany jest przedstawić nadzorowi inwestorskiemu:

- aktualne aprobaty techniczne dla materiałów izolacyjnych i środków gruntujących,
- certyfikat zgodności lub deklarację zgodności danej partii materiału z aprobatą techniczną,
- certyfikat na znak bezpieczeństwa B (dot. materiałów, dla których jest on wymagany),
- Karty Techniczne stosowanych materiałów.

Na żądanie inwestora wykonawca powinien przedstawić aktualne wyniki badań materiałów wykonywanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

Przed zastosowaniem materiałów wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:

- nr produktu,
- stan opakowań materiału,
- warunki przechowywania materiału,
- datę produkcji i datę przydatności do stosowania.

Dodatkowo po otwarciu pojemników z żywicami metakrylanowymi oraz z masą polimeroasfaltową przeznaczoną do wykonania warstwy szepnej wykonawca powinien ocenić wygląd produktów. Załącznik nr 2 zawiera protokół kontroli jakości materiałów izolacyjnych.

Kontrola wykonywania robót

Podczas robót wykonawca zobowiązany jest prowadzić protokół wykonania prac izolacyjnych (przykład protokołu w załączniku nr 2), w którym w formie tabelarycznej podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, stanie używanych materiałów, parametrach technologicznych wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów oraz wyniki badań wykonanych izolacji.

Kontrola wykonania robót obejmuje:

- badanie przygotowania podłoża,
- sprawdzenie wyglądu zewnętrznego materiałów,
- kontrolę wykonania warstwy gruntującej,
- kontrolę wykonania izolacji właściwej,
- kontrolę wykonania warstwy szepnej.

Przed przystąpieniem do układania izolacji niezbędny jest odbiór podłoża. Podłoże powinno spełniać wymagania wg p. 7.3.2.

Po zagruntowaniu podłoża należy ocenić wizualnie stan powłoki gruntującej. Prawidłowo zagruntowana powierzchnia powinna być sucha i lekko błyszcząca. Przy dotyku dłonią nie powinna brudzić skóry.

Kontrola grubości układanej powłoki gruntującej, izolacji właściwej i warstwy szepnej powinna być wykonywana na bieżąco przez sprawdzenie ilości zużytych materiałów.

Prawidłowo wykonana izolacja z metakrylanu metylu powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę. Niedopuszczalne są przebarwienia, niedoklejenia, pęcherze, otwory, pęknięcia, fałdy i inne uszkodzenia.

Podczas wykonywania izolacji z metakrylanu metylu należy kontrolować:

- ilość dozowanych składników, czas mieszania, czas aplikacji oraz zużycie materiałów,
- wygląd zewnętrzny układanej izolacji – ocena wizualna: powierzchnia izolacji (lub warstwy) powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę,
- przyczepność izolacji do podłoża – przyczepność izolacji należy sprawdzić metodą „pull-off” według załącznika nr 5. Wartość przyczepności nie powinna być niższa niż:
 - dla podłoża betonowego - wartość średnia 2,5 MPa,
 - wartość pojedynczego wyniku 2,0 MPa,
 - dla podłoża stalowego $\geq 3,5$ MPa.

7.8 Izolacje z zapraw cementowo - polimerowych

7.8.1 Ogólna charakterystyka materiału

Izolacje z zapraw cementowo - polimerowych stanowią specjalny rodzaj zapraw typu PCC z dużą zawartością polimerów. Zaprawy te produkowane są jako jednoskładnikowe i dostarczane w postaci suchego proszku przeznaczonego do rozrabiania wodą lub dwuskładnikowe, dostarczane w postaci suchego proszku i płynu zarobowego, przeznaczonych do zmieszania bezpośrednio przed wbudowaniem. Przygotowaną zaprawę nanosi się metodami tynkarskimi. Wykonana izolacja ma grubość 5 – 10 mm. Wykonywanie izolacji należy prowadzić ściśle według zaleceń producenta materiału. Izolacje z zapraw cementowych układa się na podłożach betonowych, na powierzchniach poziomych i pionowych. Podłoża nie wymagają gruntowania. Wymagania wobec izolacji z zapraw cementowych zestawiono w tablicy 7.9.

Wymagania wobec izolacji z zapraw cementowo-polimerowych

Tablica 7.9

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
Przyczepność powłoki do podłoża betonowego	MPa	$\geq 2,5$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X3 [64]
- wartość średnia	MPa	$\geq 2,0$	
- wartość pojedynczego wyniku			

ciąg dalszy tablicy 7.9

Stan powłoki po 150 cyklach zamrażania i odmrażania w 2 % roztworze soli (NaCl)	-	bez zmian	Procedura IBDiM Nr PO-2 [68]
Przyczepność do betonu metodą „pull-off” po 150 cyklach zamrażania i odmrażania w 2 % roztworze soli (NaCl)	MPa	$\geq 2,3$	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X3 [64]
Giętkość na wałku średnicy 30 mm, w temp. 0 °C	-	bez pęknięć	Zmodyfikowana metoda wg PN-90/B-04615 ¹⁾ [78]
Wskaźnik ograniczenia chłonności wody	%	≥ 90	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X5 [65]
Siła zrywająca przy rozciąganiu	N	≥ 300	Zmodyfikowana metoda wg PN-90/B-04615 ¹⁾ [78]
Wydłużenie przy zerwaniu	%	≥ 4	Zmodyfikowana metoda wg PN-90/B-04615 ¹⁾ [78]
Odporność na koleinowanie	-	Po badaniu koleinowania mieszanka mineralno-asfaltowa musi przylegać do materiału izolacyjnego	Ocena wizualna

¹⁾ Modyfikacja metody polega na sposobie przygotowania próbek. Próbki o kształcie i wymiarach zgodnych z PN-90/B-04615 [78] są wycinane z materiału izolacyjnego o grubości warstwy 5 mm wykonanej na szklanej płycie, po 14 dniach dojrzewania.

7.8.2 Wykonywanie izolacji z zapraw cementowo- polimerowych

Wykonywanie izolacji z zapraw cementowo - polimerowych jest podobne do wykonywania warstw naprawczych z zapraw cementowych. Podłoże betonowe powinno być przygotowane identycznie, jak przy wykonywaniu napraw zaprawami typu PCC [21], czyli oczyszczone, uszorstnione i odpowiednio nawilżone. Beton przed ułożeniem izolacji powinien być w stanie matowo-wilgotnym. Powierzchnia betonu powinna być jednolicie matowa

i ciemna, bez jasnych przebarwień (miejsca niedostatecznie nawilżone). Niedopuszczalna jest cienka błyszcząca warstewka wody na powierzchni betonu.

Izolacje z zapraw cementowo - polimerowych wykonuje się przez ułożenie warstwy zaprawy o grubości około 5 do 10 mm. Masę izolacyjną nakłada się i wyrównuje packą tynkarską. Przygotowanie (rozrobienie) zaprawy wykonuje się ściśle według zaleceń producenta, w zakresie dozowania składników i wymaganej konsystencji zaprawy. Pielęgnacja wykonanej warstwy izolacyjnej powinna być wykonana ściśle według zaleceń producenta. Zazwyczaj zaprawa taka nie powinna być zraszana wodą podczas dojrzewania.

7.8.3 Kontrola jakości - wykonawca

Wykonawca podczas prac związanych z wykonywaniem zabezpieczeń powierzchniowych prowadzi wewnętrzną kontrolę jakości prac, dokumentuje zrealizowane roboty poprzez wykonane badania kontrolne.

Wewnętrzna kontrola jakości uwzględnia:

- kontrolę wykonywania prac zgodnie z projektem,
- kontrolę jakości materiałów,
- kontrolę wykonywania robót przeprowadzaną przez wykonawcę,
- kontrolę zużycia materiałów.

Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania, odpowiada wykonawca robót.

Przed przystąpieniem do prac przy izolacji wykonawca zobowiązany jest przedstawić nadzorowi inwestorskiemu:

- aktualne aprobaty techniczne materiałów izolacyjnych,
- certyfikat zgodności lub deklarację zgodności danej partii materiału z aprobatą techniczną,
- Karty Techniczne stosowanych materiałów.

Na żądanie inwestora wykonawca powinien przedstawić aktualne wyniki badań materiałów wykonywanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

Przed zastosowaniem materiałów wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:

- nr produktu,
- stan opakowań materiału,
- warunki przechowywania materiału,

- datę produkcji i datę przydatności do stosowania.

Załącznik nr 2 zawiera protokół kontroli jakości materiałów izolacyjnych.

Kontrola wykonywania robót

Podczas robót wykonawca zobowiązany jest prowadzić protokół wykonania prac izolacyjnych (przykład protokołu w załączniku nr 2), w którym w formie tabelarycznej podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, stanie używanych materiałów, parametrach technologicznych wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów oraz wyniki badań wykonanych izolacji.

Kontrola wykonania robót obejmuje:

- badanie przygotowania podłoża,
- sprawdzenie wyglądu zewnętrznego materiałów,
- kontrolę wykonania izolacji.

Przed przystąpieniem do układania izolacji niezbędny jest odbiór podłoża. Podłoże powinno spełniać wymagania wg p. 7.3.2 oraz być w stanie matowo - wilgotnym.

Kontrola grubości układanej izolacji powinna być wykonywana na bieżąco przez sprawdzenie ilości zużytych materiałów.

Prawidłowo wykonana izolacja z zapraw polimerowo-cementowych powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę. Niedopuszczalne są przebarwienia, pęcherze, otwory, pęknięcia, fałdy i inne uszkodzenia.

Podczas wykonywania izolacji z zapraw polimerowo-cementowych należy kontrolować:

- ilość dozowanych składników, czas mieszania, czas aplikacji oraz zużycie materiałów,
- wygląd zewnętrzny układanej izolacji – ocena wizualna: powierzchnia izolacji (lub warstwy) powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę,
- przyczepność izolacji do podłoża – ocena metodą opukiwania: polega na delikatnym opukiwaniu powierzchni izolacji i poszukiwaniu miejsc, które dają głuchy dźwięk; w tych miejscach jest pusta przestrzeń pod izolacją, czyli izolacja nie jest związana z podłożem.
- przyczepność izolacji do podłoża betonowego – przyczepność izolacji należy sprawdzić metodą „pull-off” według załącznika nr 5. Wartość przyczepności nie powinna być niższa niż:
 - wartość średnia 2,5 MPa,
 - wartość pojedynczego wyniku 2,0 MPa.

7.9 Asfaltowe masy izolacyjne stosowane na zimno i na gorąco

7.9.1 Ogólna charakterystyka materiału

Asfaltowe masy izolacyjne są stosowane przede wszystkim do wykonywania izolacji na podłożach betonowych, na powierzchniach poziomych i pionowych, na elementach budowli zasypywanych gruntem jak np.: tylnych ścianach przyczółków, murów oporowych, fundamentów. Wśród asfaltowych mas izolacyjnych można wyróżnić trzy podgrupy:

- roztwory asfaltowe w rozpuszczalnikach organicznych, które odparowują po ułożeniu masy, stosowane na zimno, powinny spełniać wymagania zawarte w tablicach 7.2 lub 7.3,
- masy asfaltowe wykonane z modyfikowanego asfaltu z dodatkiem wypełniaczy i rozpuszczalników, które odparowują po ułożeniu masy, stosowane na zimno,
- masy asfaltowe wykonane z modyfikowanego asfaltu z dodatkiem wypełniaczy, ale bez dodatku rozpuszczalników, stosowane na gorąco.

Masy asfaltowe z modyfikowanego asfaltu powinny spełniać wymagania PN-B-24620:1998 [86], które zestawiono w tablicy 7.10.

Wymagania wobec mas asfaltowych stosowanych na zimno i na gorąco

Tablica 7.10

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
1	2	3	4
Wygląd zewnętrzny i konsystencja robocza	-	Jednorodna masa barwy czarnej, bez widocznych zanieczyszczeń; w temp. $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ powinna łatwo rozprowadzać się na podłożu.	PN-B-24620:1998 [86]
Giętkość, przy przeginananiu na wałku średnicy $\varnothing 30 \text{ mm}$, w temp. -5°C	h	niedopuszczalne rysy i pęknięcia	PN-B-24620:1998 [86]
Zawartość wody	%	$\leq 0,5$	PN-83/C-04523 [87]
Temperatura zapłonu według Martensa – Pensky'ego	$^{\circ}\text{C}$	≥ 31	PN-EN 22719:1999 [90]

7.9.2 Wykonywanie izolacji z mas asfaltowych stosowanych na zimno i na gorąco

Roztwory asfaltowe nie wymagają dodatkowego gruntowania. Masy asfaltowe wymagają gruntowania podłoża roztworami asfaltowymi.

W przypadku wykonywania izolacji z roztworów asfaltowych należy postępować identycznie jak przy gruntowaniu podłoża przed ułożeniem pap zgrzewalnych. Podłoże po oczyszczeniu z mleczka cementowego maluje się roztworem asfaltowym za pomocą wałka malarskiego lub szczotki dekarskiej.

W przypadku wykonywania izolacji z mas asfaltowych na zimno lub na gorąco, najpierw należy zagruntować podłoże dostarczanym przez producenta materiału roztworem asfaltowym. Po wyschnięciu środka gruntującego, izolację właściwą wykonuje się przez nałożenie masy warstwą o grubości około 1-2 mm. Nanoszenie masy wykonuje się za pomocą szczotek dekarских.

7.9.3 Kontrola jakości - wykonawca

Wykonawca podczas prac związanych z wykonywaniem zabezpieczeń powierzchniowych prowadzi wewnętrzną kontrolę jakości prac, dokumentuje zrealizowane roboty przez wykonane badania kontrolne.

Wewnętrzna kontrola jakości uwzględnia:

- kontrolę wykonywania prac zgodnie z projektem,
- kontrolę jakości materiałów,
- kontrolę wykonywania robót przeprowadzaną przez wykonawcę,
- kontrolę zużycia materiałów.

Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania, odpowiada wykonawca robót.

Przed przystąpieniem do prac przy izolacji wykonawca zobowiązany jest przedstawić nadzorowi inwestorskiemu:

- aktualne aprobaty techniczne mas lub roztworów asfaltowych,
- certyfikat zgodności lub deklarację zgodności danej partii materiału z Polską Normą lub w przypadku jej braku aprobatą techniczną,
- certyfikat na znak bezpieczeństwa B (dla roztworów asfaltowych),
- Karty Techniczne stosowanych materiałów.

Na żądanie inwestora wykonawca powinien przedstawić aktualne wyniki badań materiałów wykonywanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

Przed zastosowaniem materiałów wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:

- nr produktu,
- stan opakowań materiału,
- warunki przechowywania materiału,
- datę produkcji i datę przydatności do stosowania,
- wygląd masy asfaltowej lub roztworu asfaltowego po otwarciu pojemnika.

Załącznik nr 2 zawiera protokół kontroli jakości materiałów izolacyjnych.

Kontrola wykonywania robót

Podczas robót wykonawca zobowiązany jest prowadzić protokół wykonania prac izolacyjnych (przykład protokołu w załączniku nr 2), w którym w formie tabelarycznej podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, stanie używanych materiałów, parametrach technologicznych wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów oraz wyniki badań wykonanych izolacji.

Kontrola wykonania robót obejmuje:

- badanie przygotowania podłoża,
- sprawdzenie wyglądu zewnętrznego materiałów,
- kontrolę wykonania warstwy gruntującej (nie dotyczy izolacji z roztworów asfaltowych),
- kontrolę wykonania izolacji właściwej.

Przed przystąpieniem do układania izolacji niezbędny jest odbiór podłoża. Podłoże powinno spełniać wymagania wg p. 7.3.2.

Po zagruntowaniu podłoża stan powłoki gruntującej należy ocenić wizualnie. Prawidłowo zagruntowana powierzchnia powinna być czarna i matowa. Po dotknięciu ręką nie powinna brudzić skóry.

Kontrola grubości układanej powłoki gruntującej powinna być wykonywana na bieżąco przez sprawdzenie ilości zużytych materiałów.

Prawidłowo wykonana izolacja z masy asfaltowej powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę. Niedopuszczalne są przebarwienia, niedoklejenia, pęcherze, pęknięcia, fałdy i inne uszkodzenia.

Podczas wykonywania izolacji z mas asfaltowych należy kontrolować:

- zużycie materiałów,
- wygląd zewnętrzny układanej izolacji – ocena wizualna: powierzchnia izolacji (lub warstwy) powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę,

- stan przyklejenia izolacji do podłoża – ocena wizualna: polega ona na wyszukaniu miejsc, w których izolacja jest niedoklejona do podłoża i złuszcza się lub odpaja.

7.10 Izolacje z masy asfaltowo - polimerowej

7.10.1 Ogólna charakterystyka materiału

Izolacje z masy asfaltowo - polimerowej są przeznaczone do wykonywania izolacji na betonowych i stalowych pomostach mostów. Właściwą izolację przeciwwodną stanowi tu stosunkowo miękka masa asfaltowo - polimerowa, na której układa się prefabrykowane płyty ochronne wykonane z asfaltu piaskowego sprasowanego pomiędzy dwoma arkuszami włókniny technicznej przesyconej asfaltem. Płyty ochronne stanowią warstwę ochronną izolacji, umożliwiającą wejście na izolację i chroniącą ją przed uszkodzeniami mechanicznymi przy układaniu nawierzchni. Grubość izolacji nie powinna być mniejsza niż 2 mm. Grubość płyty ochronnej jest uzależniona od rodzaju obciążenia ruchomego, które będzie obciążać nawierzchnię na moście. Masa asfaltowo - polimerowa powinna spełniać wymagania według tablicy 7.11.

Wymagania wobec izolacji z masy asfaltowo - polimerowej

Tablica 7.11

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
1	2	3	4
Temperatura tężliwości	°C	≤ - 35	PN-C-04130:1989 ¹⁾ [85]
Giętkość, na wałku ϕ 30 mm	°C	≤ - 10	PN-B-04615:1990 ²⁾ [78]
Wskaźnik ograniczenia chłonności wody	% (m/m)	≥ 90	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X5 [65]
Przyczepność do podłoża metodą ścinania	N	≥ 100	Procedura IBDiM Nr PB-TM-22 [83]

1) Badanie wykonuje się według zmodyfikowanej metody badania tężliwości asfaltów według Fraassa. Próbkę przygotowuje się na zimno, okres czasu, pomiędzy wykonaniem próbek a wykonaniem badania wynosi 24 h.

2) Badanie wykonuje się według zmodyfikowanej metody badania giętkości pap. Próbkę przygotowuje się na zimno, okres czasu, pomiędzy wykonaniem próbek a wykonaniem badania wynosi 24 h.

7.10.2 Wykonywanie izolacji z mas asfaltowo – polimerowych

Masę asfaltowo - polimerową układa się na podłoża betonowe lub stalowe. Podłoże betonowe należy przygotować zgodnie z p. 7.3.2. Podłoże betonowe powinno być czyste i suche. Dopuszcza się układanie izolacji na podłożu betonowym w stanie powietrzno – suchym oraz matowo – wilgotnym.

Podłoże stalowe, przed wykonaniem izolacji z masy asfaltowo – polimerowej, należy pomalować farbami epoksydowymi, posiadającymi aktualne aprobaty techniczne. Powłokę antykorozyjną (malarską lub metalizacyjno – malarską) należy wykonywać zgodnie z Zaleceniami [1]. Grubość powłoki antykorozyjnej nie powinna być mniejsza niż 150 µm.

Oba składniki masy asfaltowo - polimerowej A i B należy wymieszać ze sobą. Zawartość mniejszego pojemnika B należy wlać do większego pojemnika A i wymieszać ręcznie, drewnianą listwą. Mieszanie należy prowadzić do chwili, gdy mieszanina uzyska jednolitą barwę, bez smug. Po wymieszaniu masa jest płynna przez okres około 20 minut (w temperaturze około 20°C). Masę należy wylać na podłoże i rozprowadzić za pomocą gumowej gracy. Zużycie masy asfaltowo - polimerowej wynosi od 1,9 do 2,3 l/m². Po utwardzeniu masa asfaltowo - polimerowa tworzy na podłożu powłokę wodoszczelną, elastyczną i odporną na dynamiczne i statyczne zarysowania podłoża.

Płyty ochronne układa się natychmiast po ułożeniu świeżej masy asfaltowo-polimerowej. Styki płyt ochronnych zakleja się taśmą samoprzylepną po uprzednim zagruntowaniu krawędzi płyt roztworem asfaltowym. Płyty ochronne produkowane są w trzech odmianach o różnych grubościach. W zależności od ich grubości są stosowane do wykonywania warstw ochronnych na różnych obiektach:

- płyty o grubości 3 mm – do wykonywania warstwy ochronnej na chodnikach oraz na kładkach dla pieszych, parkingach,
- płyty o grubości 6 mm – na jezdniach mostów drogowych,
- płyty o grubości 12 mm – na pomostach mostów kolejowych i tramwajowych (pod torowiskiem tęczynowym).

Zaraz po ułożeniu płyt ochronnych może się po nich odbywać pieszy ruch technologiczny związany z dalszym wykonywaniem izolacji. Do wykonywania nawierzchni można przystąpić natychmiast po całkowitym utwardzeniu masy asfaltowo - polimerowej, czyli w przeciętnych warunkach po około 4 godzinach (w temperaturze około 20°C) od ukończenia zaklejania styków płyt ochronnych taśmą samoprzylepną.

7.10.3 Kontrola jakości - wykonawca

Wykonawca podczas prac związanych z wykonywaniem zabezpieczeń powierzchniowych prowadzi wewnętrzną kontrolę jakości prac, dokumentuje zrealizowane roboty poprzez wykonane badania kontrolne.

Wewnętrzna kontrola jakości uwzględnia:

- kontrolę wykonywania prac zgodnie z projektem,
- kontrolę jakości materiałów,
- kontrolę wykonywania robót przeprowadzaną przez wykonawcę,
- kontrolę zużycia materiałów.

Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania, odpowiada wykonawca robót.

Przed przystąpieniem do prac przy izolacji wykonawca zobowiązany jest przedstawić nadzorowi inwestorskiemu:

- aktualne aprobaty techniczne dla mas lub roztworów asfaltowych,
- certyfikat zgodności lub deklarację zgodności danej partii materiału z Polską Normą lub w przypadku jej braku aprobatą techniczną,
- Karty Techniczne stosowanych materiałów.

Na żądanie inwestora wykonawca powinien przedstawić aktualne wyniki badań materiałów wykonywanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

Przed zastosowaniem materiałów wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:

- nr produktu,
- stan opakowań materiału,
- warunki przechowywania materiału,
- datę produkcji i datę przydatności do stosowania,
- wygląd masy asfaltowej po otwarciu pojemnika.

Załącznik nr 2 zawiera protokół kontroli jakości materiałów izolacyjnych.

Kontrola wykonywania robót

Podczas robót wykonawca zobowiązany jest prowadzić protokół wykonania prac izolacyjnych (przykład protokołu w załączniku nr 2), w którym w formie tabelarycznej podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, stanie używanych materiałów, parametrach technologicznych

wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów oraz wyniki badań wykonanych izolacji.

Kontrola wykonania robót obejmuje:

- badanie przygotowania podłoża,
- sprawdzenie wyglądu zewnętrznego materiałów,
- kontrolę wykonania izolacji właściwej,
- kontrolę wykonania warstwy ochronnej.

Przed przystąpieniem do układania izolacji niezbędny jest odbiór podłoża. Podłoże powinno spełniać wymagania wg p. 7.3.2.

Kontrola grubości układanej powłoki izolacyjnej powinna być wykonywana na bieżąco przez sprawdzenie ilości zużytych materiałów.

Prawidłowo wykonana izolacja mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę. Niedopuszczalne są żadne widoczne uszkodzenia.

Podczas wykonywania izolacji z masy polimerowo - asfaltowej należy kontrolować:

- ilość dozowanych składników, czas mieszania, czas aplikacji oraz zużycie materiałów,
- wygląd zewnętrzny układanej izolacji – ocena wizualna: powierzchnia izolacji powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę,
- stan przyklejenia płyt ochronnych do izolacji – ocena wizualna: polega na wyszukaniu miejsc, w których płyty ochronne są niedoklejone do izolacji.

7.11 Izolacje ze zmiękczonej żywicy epoksydowej

7.11.1 Ogólna charakterystyka materiału

Izolacje ze zmiękczonej żywicy epoksydowej układa się na płytach pomostów warstwami o grubości całkowitej około 2 mm. Izolację taką układa się w jednej lub dwóch warstwach.

Izolacje ze zmiękczonej żywicy epoksydowej nie są stosowane na mostach betonowych jako samodzielna izolacja, ale jako dolna warstwa izolacji pod izolację termozgrzewalną. W tym przypadku układa się cieńszą warstwę żywicy, tzn. o grubości tylko około 1 mm. Warstwę tę należy uszorstnić przez posypanie wysuszonym ogniowo piaskiem kwarcowym o uziarnieniu ok. 1/2 mm, w ilości ok. 13,5 kg/m².

Wymagania wobec izolacji ze zmiękczonej żywicy epoksydowej zestawiono w tablicy 7.12.

Wymagania wobec izolacji ze zmiękczonej żywicy epoksydowej

Tablica 7.12

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
1	2	3	4
Czas zachowania właściwości roboczych w temp. 20°C	min.	≥ 20	Procedura IBDiM Nr TWm-24/97 [91]
Gęstość	g/cm ³	$\rho \pm 5 \% \rho$	PN-87/C-89085.03 [92]
Lepkość	mPas	$\eta \pm 5 \% \eta$	PN-86/C-89085.06 [93]
Przyczepność do podłoża betonowego po utwardzeniu żywicy	MPa	≥ 2,5	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X3 [64]
- wartość średnia	MPa	≥ 2,0	
- wartość pojedynczego wyniku			
Przyczepność do podłoża betonowego po badaniu mrozoodporności F 150	MPa	≥ 2,0	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X3 [64]
Przyczepność do podłoża stalowego	MPa	> 4,0	Procedura IBDiM Nr PB-TM-X4 [94]

7.11.2 Wykonywanie izolacji ze zmiękczonej żywicy epoksydowej

Gruntowanie powierzchni stalowych lub stalowych metalizowanych płyt pomostów polega na pomalowaniu tych płyt farbami epoksydowymi, posiadającymi aktualne aprobaty techniczne. Powłokę antykorozyjną malarską lub metalizacyjną – malarską należy wykonywać zgodnie z Zaleceniami [1]. Grubość powłoki antykorozyjnej nie powinna być mniejsza niż 150 µm. Górną warstwę farby należy uszorstnić przez posypanie wysuszonym ogniowo piaskiem kwarcowym o uziarnieniu 0,1/0,5 mm, w ilości ok. 250 g/m².

Izolację właściwą ze zmiękczonej żywicy epoksydowej układa się na płytach pomostów rozprowadzając gracą, wałkiem malarskim lub natryskiem warstwami o grubości całkowitej około 2 mm. Izolację taką układa się w jednej lub dwóch warstwach. Żywice epoksydowe polimeryzują po dodaniu utwardzacza, co wykonuje się bezpośrednio przed rozłożeniem izolacji na

obiekcie. Górną warstwę izolacji należy uszorstnić przez posypanie wysuszonym ogniowo grysem łamanym o uziarnieniu 4/8 mm, w ilości ok. 3,5 kg/m².

Zmiękczone żywice epoksydowe można także układać na podłożach betonowych. Podłoże betonowe należy przygotować zgodnie z p. 7.3.2. Rodzaj zastosowanego utwardzacza decyduje o wymaganiach dotyczących wilgotności podłoża. Są systemy wymagające zarówno suchego podłoża jak i możliwe do stosowania na podłożu matowo - wilgotnym.

Pracownicy wykonujący izolację powinni być zaopatrzeni w maski ochronne, chroniące drogi oddechowe oraz w okulary ochronne chroniące wzrok.

7.11.3 Kontrola jakości - wykonawca

Wykonawca podczas prac związanych z wykonywaniem zabezpieczeń powierzchniowych prowadzi wewnętrzną kontrolę jakości prac, dokumentuje zrealizowane roboty poprzez wykonane badania kontrolne.

Wewnętrzna kontrola jakości uwzględnia:

- kontrolę wykonywania prac zgodnie z projektem,
- kontrolę jakości materiałów,
- kontrolę wykonywania robót przeprowadzaną przez wykonawcę,
- kontrolę zużycia materiałów.

Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania, odpowiada wykonawca robót.

Przed przystąpieniem do prac związanych z izolacją wykonawca zobowiązany jest przedstawić nadzorowi inwestorskiemu:

- aktualne aprobaty techniczne dla materiałów izolacyjnych,
- certyfikat zgodności lub deklarację zgodności danej partii materiału z aprobatą techniczną,
- Karty Techniczne stosowanych materiałów.

Na żądanie inwestora wykonawca powinien przedstawić aktualne wyniki badań materiałów wykonywanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

Przed zastosowaniem materiałów wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:

- nr produktu,
- stan opakowań materiału,
- warunki przechowywania materiału,

- datę produkcji i datę przydatności do stosowania.
- Dodatkowo po otwarciu pojemników z farbami i żywicami wykonawca powinien ocenić jego wygląd. Załącznik nr 2 zawiera protokół kontroli jakości materiałów izolacyjnych.

Kontrola wykonywania robót

Podczas robót wykonawca zobowiązany jest prowadzić protokół wykonania prac izolacyjnych (przykład protokołu w załączniku nr 2), w którym w formie tabelarycznej podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, stanie używanych materiałów, parametrach technologicznych wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów oraz wyniki badań wykonanych izolacji.

Kontrola wykonania robót obejmuje:

- badanie przygotowania podłoża,
- sprawdzenie wyglądu zewnętrznego materiałów,
- kontrolę wykonania warstwy gruntującej,
- kontrolę wykonania izolacji właściwej.

Przed przystąpieniem do układania izolacji niezbędny jest odbiór podłoża. Podłoże powinno spełniać wymagania wg p. 7.3.2.

Kontrola grubości układanej izolacji powinna być wykonywana na bieżąco przez sprawdzenie ilości zużytych materiałów.

Prawidłowo wykonana izolacja ze zmiękczonej żywicy epoksydowej powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę. Niedopuszczalne są przebarwienia, pęcherze, otwory, pęknięcia, fałdy i inne uszkodzenia. Posypka z gryków powinna być mocno przyklejona do żywicy i częściowo w nią wtopiona.

Podczas wykonywania izolacji ze zmiękczonej żywicy epoksydowej należy kontrolować:

- ilość dozowanych składników, czas mieszania, czas aplikacji oraz zużycie materiałów,
- wygląd zewnętrzny układanej izolacji – ocena wizualna: powierzchnia izolacji (lub warstwy) powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę,
- przyczepność izolacji do podłoża – przyczepność izolacji należy sprawdzić metodą „pull-off” według załącznika nr 5. Wartość przyczepności nie powinna być niższa niż:
 - dla podłoża betonowego - wartość średnia 2,5 MPa,
 - wartość pojedynczego wyniku 2,0 MPa,
 - dla podłoża stalowego $\geq 3,5$ MPa.

7.12 Izolacje z zastosowaniem mastyksu

7.12.1 Ogólna charakterystyka materiału

Izolacje z mastyksu wykonuje się wyłącznie na poziomych powierzchniach pomostów mostów drogowych, przede wszystkim na pomostach stalowych oraz na takich pomostach betonowych, na których nie dopuszcza się zarysowania podłoża. Przed ułożeniem mastyksu, zarówno podłoże stalowe jak i betonowe należy zagruntować. Grubość izolacji z mastyksu powinna wynosić od 10 do 12 mm. Właściwości mastyksu podano w tabelicy 7.13.

Wymagania wobec mastyksu

Tabela 7.13

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badania według
1	2	3	4
Skład mastyksu			
Wypełniacz (wapienny), ziarna poniżej 0,075 mm	%	30 – 40	PN-61/S-96504 [99] PN-EN 933-1:2000 [100]
Piasek łamany, granulowany o zawartości ziarn:	%	60 – 40	PN-EN 933-1:2000 [100]
- od 2,0 do 4,0 mm	%	≤ 15	
- poniżej 0,075 mm	%	≤ 1,5	
Asfalt rodzaju D35 (lub odpowiedni polimeroasfalt)	%	14 - 16	PN-65/C-96170 [101]
Właściwości mastyksu			
Temperatura wytwarzania mastyksu	°C	≥ 220	Pomiar termometrem
Temperatura mięknięcia gotowego mastyksu oznaczana metodą PiK	°C	75 - 85	PN-EN 1427:2001 [84]

7.12.2 Wykonywanie izolacji z mastyksu

Gruntowanie powierzchni stalowych lub stalowych metalizowanych płyt pomostów polega na pomalowaniu tych płyt farbami epoksydowymi, posiadającymi aktualne aprobaty techniczne. Powłokę antykorozyjną (malarską lub metalizacyjno – malarską) należy wykonywać zgodnie z Zaleceniami [1]. Grubość powłoki antykorozyjnej nie powinna być mniejsza niż 150 µm. Utwardzoną powłokę antykorozyjną należy pokryć specjalną bitumiczną masą szepną (lepikiem asfaltowym), układaną na gorąco w ilości od 0,3 do 1,0 kg/m². Masę szepną rozprowadza się szczotką dekarską lub stalową gracą bezpośrednio przed układaniem mastyksu.

Podłoża betonowe gruntuje się przy zastosowaniu dyspersyjnej masy asfaltowo-kauczukowej Bn według PN-B-24000:1997 [102]. Powłokę gruntującą z dyspersyjnej masy asfaltowo - kauczukowej Bn wykonuje się wałkiem malarskim. Podłoże betonowe maluje się jednokrotnie. Zużycie dyspersyjnej masy asfaltowo - kauczukowej Bn powinno wynosić od około 1,0 do 1,5 kg/m². Po całkowitym wyschnięciu powłoki gruntującej, co w przeciętnych warunkach pogodowych następuje po około 3 do 7 dniach, wykonuje się warstwę izolacyjną z mastyksu. Mastyks układa się ręcznie (lub mechanicznie) warstwą o grubości od 10 do 12 mm. Zaleca się układanie mastyksu bezpośrednio z kotła. Temperatura mastyksu powinna być zgodna z receptą. Szczególną uwagę należy zwrócić na szczelność styków roboczych w warstwie mastyksu. Nie dopuszcza się układania mastyksu niewyrobitego, względnie o nieodpowiedniej temperaturze.

7.12.3 Kontrola jakości - wykonawca

Wykonawca podczas prac związanych z wykonywaniem zabezpieczeń powierzchniowych prowadzi wewnętrzną kontrolę jakości prac, dokumentuje zrealizowane roboty poprzez wykonane badania kontrolne.

Wewnętrzna kontrola jakości uwzględnia:

- kontrolę wykonywania prac zgodnie z projektem,
- kontrolę jakości materiałów,
- kontrolę wykonywania robót przeprowadzaną przez wykonawcę,
- kontrolę zużycia materiałów.

Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania, odpowiada wykonawca robót.

Przed przystąpieniem do prac związanych z izolacją mastyksem wykonawca zobowiązany jest przedstawić nadzorowi inwestorskiemu:

- receptę na mastyks,
- certyfikat zgodności lub deklarację zgodności danej partii składników mastyksu z Polską Normą lub w przypadku jej braku z aprobatą techniczną,
- Karty Techniczne stosowanych materiałów.

Na żądanie inwestora wykonawca powinien przedstawić aktualne wyniki badań materiałów wykonywanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

Przed zastosowaniem materiałów wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:

- nr produktu,
- stan opakowań materiału,
- warunki przechowywania materiału,
- datę produkcji i datę przydatności do stosowania.

Załącznik nr 2 zawiera protokół kontroli jakości materiałów izolacyjnych.

Kontrola wykonywania robót

Podczas robót wykonawca zobowiązany jest prowadzić oddzielnie protokół wykonania prac izolacyjnych (przykład protokołu w załączniku nr 2), w którym w formie tabelarycznej podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, stanie używanych materiałów, parametrach technologicznych wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów oraz wyniki badań wykonanych izolacji.

Kontrola wykonania robót obejmuje:

- badanie przygotowania podłoża,
- sprawdzenie wyglądu zewnętrznego,
- kontrolę wykonania warstwy gruntującej,
- kontrolę wykonania izolacji właściwej.

Przed przystąpieniem do układania izolacji niezbędny jest odbiór podłoża. Podłoże powinno spełniać wymagania wg p. 7.3.2.

Przy stosowaniu mastyksu niezbędna jest kontrola składu i temperatury wykonywania mastyksu.

Po zagruntowaniu podłoża stan powłoki gruntującej należy ocenić wizualnie.

- masa asfaltowo – kauczukowa Bn po wyschnięciu powinna mieć jednolitą czarną barwę oraz powinna być gładka i błyszcząca. Przy dotykaniu dłonią nie powinna brudzić skóry.

- bitumiczna masa szczepna powinna mieć jednolitą czarną barwę oraz powinna być gładka i błyszcząca. Po wystygnięciu, przy dotykaniu dłonią nie powinna brudzić skóry.

Kontrola grubości układanych warstw powinna być wykonywana na bieżąco przez sprawdzenie ilości zużytych materiałów.

Prawidłowo wykonana izolacja powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę. Niedopuszczalne są przebarwienia, niedoklejenia, pęcherze, pęknięcia fałdy i inne uszkodzenia.

Podczas wykonywania izolacji z mastyksu należy kontrolować:

- temperaturę układania i grubość układanej warstwy,
- zużycie materiałów,
- wygląd zewnętrzny układanej izolacji lub warstwy – ocena wizualna: powierzchnia izolacji (lub warstwy) powinna mieć wygląd jednolity i jednolitą barwę.

7.13 Wymagania odbiorcze - nadzór

Podczas wykonywania prac izolacyjnych nadzór prowadzi kontrolę jakości wykonywanych prac.

7.13.1 Zgodność wykonanego zabezpieczenia z dokumentacją

Prace izolacyjne powinny być wykonane zgodnie z dokumentacją techniczną określającą rodzaj podłoża, rodzaj materiałów, wymaganą jakość wykonania.

7.13.2 Kontrola robót

Kontrola jakości robót musi być prowadzona w formie nadzoru na każdym etapie wykonania izolacji. Obejmuje ona:

- odbiór przygotowania podłoża betonowego lub stalowego (wg p. 7.3.2), potwierdzony wpisem do dziennika budowy,
- kontrolę proporcji mieszania składników stosowanych materiałów (dotyczy to materiałów dwu- lub kilkuskładnikowych),
- kontrolę wyglądu zewnętrznego materiałów izolacyjnych,
- kontrolę czasu i sposobu mieszania składników,
- odbiór powierzchni zagruntowanej,
- kontrolę czasu pomiędzy układaniem kolejnych warstw,
- ocenę wizualną wykonanej izolacji.

7.13.3 Badania kontrolne

Badania kontrolne obejmują cały proces budowy od robót przygotowawczych, przez etapy realizacji robót, aż do badań końcowych. Zakres badań kontrolnych ustala inwestor.

Powyższe badania realizuje nadzór inwestora. Koszty tych badań ponosi nadzór. W przypadkach spornych, inwestor może zlecić wykonanie dodatkowych badań kontrolnych niezależnemu laboratorium, a koszty tych badań, w przypadku stwierdzenia usterek, ponosi wykonawca.

8 Izolacionawierzchnie

8.1 Ogólna charakterystyka izolacionawierzchni

Izolacionawierzchnie są układane na powierzchniach jezdni i chodników mostowych. Stanowią rodzaj wykładzin, których zadaniem jest odcięcie konstrukcji od działania środowiska. Pełnią one funkcje tradycyjnych izolacji i nawierzchni. Izolacionawierzchnie są odporne na ścieranie, może się odbywać po nich ruch pieszzy lub kołowy. Grubość izolacionawierzchni wynosi od 3 mm do 12 mm. Charakteryzują się takimi właściwościami jak:

- wodoszczelność,
- dobra przyczepność do podłoża,
- wysoka odporność na ścieranie,
- odporność na wpływy atmosferyczne (deszcz, śnieg, mróz, promieniowanie UV),
- odporność na działanie środków odfadających,
- odpowiednia szorstkość – przeciwdziałanie poślizgowi pieszych lub kół pojazdów,
- wysoka odporność na koleinowanie,
- trwałość.

8.2 Zakres stosowania

Stosowane są dwa rodzaje izolacionawierzchni, przeznaczonych na:

- chodniki mostów, na których przewidywany jest intensywny ruch pieszzy i rowerowy oraz na pomosty kładek dla pieszych - grubość izolacionawierzchni wynosi od 3 do 6 mm,
- nawierzchnie na jezdnie mostów drogowych stałych i prowizorycznych - grubość izolacionawierzchni wynosi od 6 do 12 mm, w zależności od rodzaju materiału i projektowanego obciążenia ruchem.

Zakres stosowania izolacionawierzchni ze względu na zastosowane materiały przedstawiono w tablicy 8.1.

Zakres stosowania izolacjonawierzchni

Tablica 8.1

Material	Rodzaj podłoża, na którym może być stosowany dany rodzaj izolacjo- nawierzchni	Zakres stosowania	
		Chodniki mostów, pomosty kładek dla pieszych	Nawie- rzhnie mostów drogowych
1	2	3	4
Materiały o spoiwie epoksydowym	betonowe, stalowe	x	x
Materiały o spoiwie epoksydowo- poliuretanowym	betonowe, stalowe	x	x
Materiały o spoiwie metakrylanowym	betonowe, stalowe	x	x
Materiały o spoiwie cementowo-polimerowym	betonowe	x	-

Przy wyborze rodzaju izolacjonawierzchni należy wziąć pod uwagę kryteria zestawione w tablicy 5.6, p 5.4.3 niniejszego Katalogu.

8.3 Materiały do wykonywania izolacjonawierzchni

Izolacjonawierzchnie wykonywane są z materiałów o spoiwie:

- epoksydowym (żywice epoksydowe zmieszane bitumami),
- epoksydowo – poliuretanowym,
- metakrylanowym,
- cementowo-polimerowym (zaprawy typu PCC wysoko modyfikowane).

Właściwości izolacjonawierzchni zestawiono w tablicach 8.2, 8.3 i 8.4.

Właściwości izolacjonawierzchni o spoiwie metakrylanowym i epoksydowym
(żywice epoksydowe zmieszane bitumami)

Tablica 8.2

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
1	2	3	4
Przyczepność powłoki do podłoża betonowego - wartość średnia - wartość pojedynczego wyniku	MPa MPa	$\geq 2,5$ $\geq 2,0$	Procedura IBDiM PB-TM-X3 [64]
Przyczepność powłoki do podłoża stalowego	MPa	$> 4,0$	Procedura IBDiM PB-TM-X4 [94]
Wskaźnik ograniczenia chłonności wody	%	≥ 90	Procedura IBDiM PB-TM-X5 [65]
Stan powłoki po 150 cyklach zamrażania i odmrażania w 2% roztworze soli (NaCl)	-	powłoka bez zmian	Procedura IBDiM PO-2 [68]
Przyczepność do podłoża betonowego po badaniu mrozoodporności F 150	MPa	$\geq 2,0$	Procedura IBDiM PB-TM-X3 [64]
Ścieralność badana na tarczy Böhme	mm	$\leq 2,0$	PN-84/B-04111 [103]
Wskaźnik szorstkości	SRT	≥ 65	PN-EN 1436:2000 [104]

Właściwości izolacjonawierzchni o spoiwie epoksydowo – poliuretanowym

Tablica 8.3

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
1	2	3	4
Przyczepność powłoki do podłoża betonowego - wartość średnia - wartość pojedynczego wyniku	MPa MPa	$\geq 2,0$ $\geq 1,5$	Procedura IBDiM PB-TM-X3 [64]

ciąg dalszy tablicy 8.3

	2	3	4
Przyczepność powłoki do podłoża stalowego	MPa	> 4,0	Procedura IBDiM PB-TM-X4 [94]
Wskaźnik ograniczenia chłonności wody	%	≥ 90	Procedura IBDiM PB-TM-X5 [65]
Stan powłoki po 150 cyklach zamrażania i odmrażania w 2% roztworze soli (NaCl)	-	powłoka bez zmian	Procedura IBDiM PO-2 [68]
Przyczepność powłoki do podłoża betonowego po badaniu mrozoodporności F 150	MPa	≥ 1,8	Procedura IBDiM PB-TM-X3 [64]
Ścieralność badana na tarczy Böhme	mm	≤ 2,5	PN-84/B-04111 [103]
Wskaźnik szorstkości	SRT	≥ 65	PN-EN 1436:2000 [104]

Właściwości izolacionawierzchni o spoiwie cementowo-polimerowym

Tablica 8.4

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
	2	3	4
Wytrzymałość na ściskanie			
- po 7 dniach	MPa	≥ 30,0	PN-85/B-04500 [105]
- po 28 dniach	MPa	≥ 45,0	
- po 90 dniach	MPa	≥ 45,0	
Wytrzymałość na zginanie			
- po 7 dniach	MPa	≥ 5,0	PN-85/B-04500 [105]
- po 28 dniach	MPa	≥ 9,0	
- po 90 dniach	MPa	≥ 9,0	
Przyczepność do podłoża betonowego	MPa	≥ 1,5	Procedura IBDiM PB-TM-X3 [64]
- wartość średnia	MPa	≥ 1,2	
- wartość pojedynczego wyniku			
Skurcz po 90 d	%	≤ 1,2	Procedura IBDiM-TW-31/97 [106]

ciąg dalszy tablicy 8.4

	2	3	4
Wskaźnik ograniczenia chłonności wody	%	≥ 90	Procedura IBDiM PB-TM-X5 [65]
Stan powłoki po 150 cyklach zamrażania i odmrażania w 2% roztworze soli (NaCl)	-	powłoka bez zmian	Procedura IBDiM PB-TM-PO-2 [68]
Przyczepność do podłoża betonowego po badaniu mrozoodporności F 150	MPa	≥ 1,3	Procedura IBDiM PB-TM-X3 [64]
Ścieralność badana na tarczy Böhme	mm	≤ 3,0	PN-84/B-04111 [103]

Izolacionawierzchnie mogą być barwione. Stosowane są trzy sposoby barwienia izolacionawierzchni wykonywanych na bazie żywic chemoutwardzalnych:

- sposób najtrwalszy: żywica podstawowa jest barwiona przez dodanie odpowiedniego pigmentu (na żądany kolor),
- sposób pośredni: piaski (kruszywo) stosowane do uszorstnienia są barwione,
- sposób najmniej trwały: na wykonanej powłoce nanosi się dodatkową warstwę barwiącą (wykonywaną zwykle z farby na bazie epoksydowej).

Izolacionawierzchnie wykonywane na bazie cementowej mogą być barwione przez dodanie specjalnego pigmentu do suchej mieszanki.

Materiały do wykonywania izolacionawierzchni dostarczane są jako materiały dwu lub trójskładnikowe, których komponenty należy mieszać bezpośrednio przed użyciem w odpowiednich proporcjach. Bardzo ważne jest ścisłe przestrzeganie wymaganych proporcji mieszania składników. W celu zwiększenia odporności na ścieranie izolacionawierzchni oraz nadania im właściwości antypoślizgowych (nie dopuszczenia do poślizgu pieszych lub pojazdów na wykonanej nawierzchni), do wykonania tych powłok używane są odporne na ścieranie kruszywa: piaski kwarcowe, grysy ze skał łamanych (bazaltowe, granitowe, itp.), kruszywa spiekane (boksytowe, pomiedziowe lub podobne). Ilość, rodzaj i granulacja stosowanego kruszywa jest uzależniona przede wszystkim od grubości układanej izolacionawierzchni. W przypadku izolacionawierzchni na jezdniach, jako posypki nie należy stosować piasku, ale kruszywa ze skał łamanych lub kruszywa spiekane. Zalecane jest, aby maksymalna średnica ziaren kruszywa nie przekraczała 1/4 grubości układanej warstwy. Kruszywa stosowane do uszorstnienia izolacionawierzchni powinny być suche: suszone ogniowo i dostarczane na budowę w szczelnych opakowaniach z folii.

Piaski kwarcowe stosowane do wykonywania izolacionawierzchni powinny spełniać wymagania klasy 6 według BN-80/6811-01 [107]. Wymagania dla innych kruszyw zestawiono w tablicy 8.5.

Wymagania dla kruszyw

Tablica 8.5

Właściwości	Jednostki	Wymagania	Metody badań według
Zawartość nadziarna	% (m/m)	≤ 5	PN-EN 933-1:2000 [100]
Zawartość podziarna	% (m/m)	≤ 1	PN-EN 933-1:2000 [100]
Zawartość zanieczyszczeń obcych	% (m/m)	0,1	PN-B-06714.12:1976 [108]
Mrozoodporność według zmodyfikowanej metody bezpośredniej	% (m/m)	≤ 2	PN-B-11112:1996 [109]
Ścieralność w bębnie Los Angeles	% (m/m)	≤ 25	PN-B-06714.42:1979 [110]
Wskaźnik jednorodności	%	≤ 25	PN-B-06714.42:1979 [110]

8.4 Technologia wykonania izolacionawierzchni

8.4.1 Warunki atmosferyczne

Jeżeli producent materiałów nie podaje inaczej, to prace związane z układaniem izolacionawierzchni należy wykonywać w sprzyjających warunkach atmosferycznych, przy dobrej i suchej pogodzie. Należy bezwzględnie przestrzegać wymagań producenta odnośnie temperatury powietrza i podłoża, w której prowadzone są roboty oraz wilgotności podłoża i powietrza w czasie prowadzenia robót. Dla większości stosowanych żywic temperatura otoczenia powinna być wyższa od $+8^{\circ}\text{C}$ (większość żywic epoksydowych i poliuretanów przestaje sieciować w niższej temperaturze) oraz nie przekraczać $+30^{\circ}\text{C}$. Czas przydatności do użycia żywic chemoutwardzalnych stosowanych do wykonywania izolacionawierzchni gwałtownie maleje w podwyższonej

temperaturze (żywice mogą się utwardzić, zanim zostaną naniesione na powierzchnię płyty pomostu). W przypadku wykonywania robót z materiałów na spoiwie cementowo-polimerowym temperatura otoczenia powinna wynosić od $+5^{\circ}\text{C}$ do $+30^{\circ}\text{C}$.

Nie należy prowadzić robót podczas silnego wiatru, ze względu na możliwość zapylenia podłoża. Nie wolno także prowadzić robót podczas opadów deszczu oraz bezpośrednio przed opadami lub przed prognozowanym spadkiem temperatury poniżej minimalnej temperatury sieciowania żywic. Temperatura powietrza i konstrukcji w czasie wykonywania robót powinna być, co najmniej o 3°C wyższa od temperatury punktu rosy.

Podczas wykonywania prac wykonawca zobowiązany jest kontrolować wilgotność i temperaturę powietrza i podłoża. Pomiarów warunków klimatycznych należy przeprowadzać co 3-4 godziny i przy każdej zauważalnej zmianie pogody.

W przypadku konieczności wykonywania robót w niesprzyjających warunkach pogodowych (opady, niskie temperatury otoczenia), należy je wykonywać pod namiotem. W takim przypadku należy zastosować urządzenia klimatyzacyjne o odpowiedniej wydajności, pozwalające na uzyskanie i utrzymanie pod namiotem odpowiedniej: temperatury powietrza i podłoża, wilgotności oraz wentylacji.

UWAGA: Stosowane do wykonywania izolacionawierzchni żywice chemoutwardzalne zawierają często substancje lotne, które są nieszkodliwe przy pracy na otwartym powietrzu, ale przy pracy pod namiotem mogą gromadzić się w stężeniach powodujących zatrucie pracujących robotników.

8.4.2 Przygotowanie podłoża

Właściwe przygotowanie (oczyszczenie) podłoża przed ułożeniem izolacionawierzchni ma decydujące znaczenie dla trwałości i jakości wykonanych robót. Powłoki te układa się na odpowiednio wytrzymałym, suchym, czystym, równym i gładkim podłożu.

Czyszczenie podłoża (zarówno betonowego jak i stalowego) najlepiej jest wykonać przez śrutowanie lub piaskowanie. W przypadku podłoża betonowego należy dokładnie zdjąć mleczko cementowe z izolowanej powierzchni. Następnie oczyszczoną powierzchnię należy odpylić odkurzaczem przemysłowym lub przez zdmuchnięcie pyłu sprężonym powietrzem (sprężarka śrubowa).

Kryteria oceny jakości podłoża z betonu cementowego, na którym dopuszcza się układanie izolacionawierzchni są następujące [2]:

- wytrzymałość na ściskanie nie mniejsza niż:
 - w konstrukcjach nowo zbudowanych obiektów – wytrzymałość gwarantowana wynikająca z przyjętej klasy betonu,

- w konstrukcjach odbudowywanych, rozbudowywanych i przebudowywanych, remontowanych ≥ 25 MPa,
- wytrzymałość na odrywanie wg normy PN-EN 1542:2000 [54] średnio nie mniej niż 2,0 MPa przy wykonywaniu izolacionawierzchni na chodnikach i 2,5 MPa przy wykonywaniu izolacionawierzchni na jezdniach, krawężnikach,
- podłoże suche - beton w stanie powietrzno suchym, bez widocznych śladów wilgoci i spowodowanych wilgocią zacieмnień; przy pomiarze wilgotności wilgotnościomierzem elektronicznym za podłoże suche należy przyjąć betonu o wilgotności mniejszej od 4 %; pomiary wilgotności betonu konstrukcyjnego (płyty mostowej) należy dokonywać przyrządem wycechowanym do pomiaru wilgotności materiałów o porowatości nie przekraczającej 10 %,
- podłoże czyste - powierzchnia betonu wolna od luźnych frakcji, pyłów, plam oleju, smarów i innych zanieczyszczeń; ocenę czystości podłoża wykonuje się wizualnie,
- podłoże gładkie - lokalne nierówności i zagłębienia powierzchni betonu nie przekraczają ± 1 mm,
- szorstkość podłoża badana metodą wypełnienia piaskiem [21] według załącznika nr 4 nie powinna przekraczać 1,0 mm,
- podłoże równe - szczeliny pomiędzy powierzchnią podłoża a łatą o długości 4 m ułożoną na betonie cementowym nie powinny przekraczać 3 mm, pomiar równości podłoża wykonuje się mierząc cechowanym klinem prześwity pod aluminiową łatą o długości 4 m ułożoną na badanej powierzchni.

W przypadku gdy izolacionawierzchnia ma być układana na podłożu wilgotnym (dotyczy to przede wszystkim izolacionawierzchni o spoiwie cementowo-polimerowym), dopuszcza się układanie izolacionawierzchni na tzw. betonie matowo – wilgotnym, tzn. o wyraźnie ciemnej, matowej powierzchni. Niedopuszczalne jest układanie izolacionawierzchni na podłożu mokrym, tzn. pokrytym błyszczącą warstwą wody.

Na nowych płytach betonowych układanie izolacionawierzchni jest możliwe co najmniej po 14 dniach dojrzewania betonu. W przypadku płyt naprawianych, należy przestrzegać zaleceń producentów materiałów naprawczych i odpowiednich aprobat technicznych; jeżeli odpowiednie aprobaty techniczne nie stanowią inaczej należy przyjąć, że dojrzewanie zapraw typu PC następuje w ciągu 24 h a zapraw typu PCC w ciągu 10 dni (w temperaturze otoczenia 20°C).

W przypadku drobnych nierówności (o głębokości do 5 mm) podłoże betonowe należy wyrównać zaprawą typu PCC lub PC kompatybilną do

stosowanych materiałów. Rysy występujące w podłożu betonowym powinny być zainiektowane. Natomiast w przypadku, gdy beton jest uszkodzony albo zawiera substancje chemiczne o stężeniu przekraczającym dopuszczalne normy, należy go usunąć lub zneutralizować substancje szkodliwe, a następnie naprawić np. zaprawami typu PCC zgodnie z zasadami podanymi w [21].

Nierówności podłoża, przekraczające podane wyżej wielkości dopuszczalne, należy naprawić. Wystające fragmenty należy odkuć lub zeszlifować zagłębienia wypełnić zaprawami typu PC lub PCC.

Izolacionawierzchnie można układać na płytach pomostów o spadku nie przekraczającym 4 %. W przypadku konieczności układania izolacionawierzchni na większych spadkach, do żywicy dodawane są specjalne dodatki tiksotropowe zapobiegające spływaniu izolacionawierzchni z powierzchni, na której jest wykonywana.

Podłoże stalowe pod izolacionawierzchnie powinno być oczyszczone do stopnia czystości Sa 2 ½ lub Sa 3 w przypadku stosowania powłoki metalizacyjnej, zgodnie z normą PN ISO 8501-1:1996 [56]. Warstwa gruntująca pod izolacionawierzchnię jest nakładana bezpośrednio na przygotowane podłoże stalowe. Gruntowanie powierzchni stalowych lub stalowych metalizowanych płyt pomostów polega na pomalowaniu tych płyt farbami epoksydowymi, posiadającymi aktualne aprobaty techniczne. Powłokę antykorozyjną (malarską lub metalizacyjno-malarską) należy wykonać zgodnie z Zaleceniami [1]. Grubość powłoki antykorozyjnej nie powinna być mniejsza niż 150 µm.

8.4.3 Wykonywanie izolacionawierzchni

Roboty związane z wykonywaniem izolacionawierzchni powinny być wykonywane przez specjalistyczne firmy. Przy wykonywaniu robót należy zawsze i bezwzględnie przestrzegać zaleceń technologicznych określonych przez producenta materiału. Zalecenia te zawarte są w Kartach Technicznych materiałów i opracowane przez jego producenta. Każdy materiał przeznaczony do wykonywania izolacionawierzchni ma swoją specyfikę stosowania i dla każdego materiału można określić nieco inne wymagania dotyczące warunków pogodowych, warunków przygotowania i wilgotności podłoża oraz warunków wykonywania kolejnych warstw. Ścisłe przestrzeganie zaleceń technologicznych producenta materiału ma decydujący wpływ na trwałość wykonywanych powłok, a często także na odporność antykorozyjną całego obiektu mostowego.

Izolacionawierzchnie z materiałów chemoutwardzalnych wykonywane są zwykle z trzech warstw:

- warstwy gruntującej, nanoszonej pędzlem lub wałkiem malarskim,
- warstwy podstawowej, nanoszonej wałkiem malarskim, szpachlą zębatą lub gumową gracą,

- warstwy zamykającej, nanoszonej pędzlem lub wałkiem malarskim (warstwa zamykająca może być jednocześnie warstwą barwną).

Zużycie żywicy powinno wynosić minimum 0,8 kg/m²/mm, tak aby nie dopuścić do wykonywania warstwy z samego kruszywa.

Izolacionawierzchnie z materiałów cementowo-polimerowych wykonywane są zwykle z dwóch warstw:

- warstwy gruntującej, nanoszonej pędzlem lub wałkiem malarskim;
- warstwy podstawowej, nanoszonej packą tynkarską.

Dopuszczenie izolacionawierzchni do ruchu może nastąpić tylko po jej całkowitym utwardzeniu. Czas ten jest podawany przez producenta w Kartach Technicznych stosowanych materiałów.

8.5 Kontrola jakości - wykonawca

Wykonawca podczas prac związanych z wykonywaniem zabezpieczeń powierzchniowych prowadzi wewnętrzną kontrolę jakości prac, dokumentuje zrealizowane roboty przez wykonane badania kontrolne.

Wewnętrzna kontrola jakości uwzględnia:

- kontrolę wykonywania prac zgodnie z projektem,
- kontrolę jakości materiałów,
- kontrolę wykonywania robót przeprowadzaną przez wykonawcę,
- kontrolę zużycia materiałów.

8.5.1 Kontrola jakości materiałów

Kontrolę wytwarzania materiałów prowadzi producent w ramach nadzoru wewnętrznego.

Za sprawdzenie przydatności materiałów oraz jakości wbudowania, odpowiada wykonawca robót.

Przed przystąpieniem do prac związanych z wykonaniem izolacionawierzchni wykonawca zobowiązany jest przedstawić nadzorowi inwestorskiemu:

- aktualne aprobaty techniczne dla stosowanych materiałów,
- certyfikat zgodności lub deklarację zgodności danej partii materiału z Polską Normą lub w przypadku jej braku aprobatą techniczną,
- Karty Techniczne stosowanych materiałów.

Na żądanie inwestora wykonawca powinien przedstawić aktualne wyniki badań materiałów wykonywanych w ramach nadzoru wewnętrznego przez producenta.

Przed zastosowaniem materiałów wykonawca zobowiązany jest sprawdzić:

- nr produktu,
- stan opakowań materiału,
- warunki przechowywania materiału,
- datę produkcji i datę przydatności do stosowania.

Dodatkowo po otwarciu pojemnika z materiałem wykonawca powinien ocenić jego wygląd. Załącznik nr 2 zawiera protokół kontroli jakości materiałów do wykonywania izolacionawierzchni.

8.5.2 Kontrola wykonywania robót

Podczas robót wykonawca zobowiązany jest prowadzić oddzielne protokoły wykonania izolacionawierzchni (przykład protokołów w załączniku nr 2), w których w formie tabelarycznej podaje wszystkie niezbędne informacje o warunkach atmosferycznych, stanie używanych materiałów, parametrach technologicznych wbudowania materiałów, ilości zastosowanych materiałów oraz wyniki badań wykonanej izolacionawierzchni.

Kontrola wykonania robót obejmuje:

- badanie przygotowania podłoża,
- sprawdzenie wyglądu zewnętrznego materiałów,
- kontrolę wykonania warstwy gruntującej,
- kontrolę wykonania izolacionawierzchni.

Przed przystąpieniem do układania izolacionawierzchni niezbędny jest odbiór podłoża. Podłoże powinno spełniać wymagania wg p. 8.4.2.

Podczas przygotowywania materiałów do użycia należy sprawdzać zachowanie proporcji mieszania składników, zachowanie czasu mieszania składników. Należy też kontrolować zachowanie czasu nakładania materiałów i odstępy czasowe pomiędzy układaniem kolejnych warstw. Po zagruntowaniu podłoża stan powłoki gruntującej należy ocenić wizualnie.

Gruntowanie podłoża pod materiały chemoutwardzalne

Przy stosowaniu asfaltowych środków gruntujących - prawidłowo zagruntowana powierzchnia powinna być czarna i matowa. Przy dotyku dłonią nie powinna brudzić skóry.

Przy stosowaniu żywicznych środków gruntujących - prawidłowo zagruntowana powierzchnia powinna być sucha i lekko błyszcząca. Po dotknięciu dłonią nie powinna brudzić skóry. Posypka piaskowa powinna być mocno przyklejona do żywicy i częściowo w nią wtopiona.

Gruntowanie podłoża pod materiały na spoiwie cementowo-polimerowym

Przy stosowaniu żywicznych środków gruntujących - prawidłowo zagruntowana powierzchnia powinna być lepka.

Przy stosowaniu środków gruntujących na bazie cementowej - prawidłowo zagruntowana powierzchnia powinna być wilgotna.

Warstwę izolacionawierzchni należy układać w obu przypadkach na nie związaną warstwę gruntującą.

Kontrola grubości układanej powłoki gruntującej powinna być wykonywana na bieżąco przez sprawdzenie ilości zużytych materiałów.

Podczas wykonywania izolacionawierzchni należy kontrolować:

- grubość nakładanej izolacionawierzchni – kontrolę zużycia materiału w kg/m^2 ,
- wygląd zewnętrzny – powierzchnia powłoki powinna mieć wygląd jednolity bez smug, widocznych szwów, przerw roboczych, rys, pęknięć, spłynięć, sfaldowań, pęcherzy i łat; barwa powłoki powinna być jednolita i zgodna ze specyfikacją; posypka uszorstniająca powinna być mocno wklejona w podłoże oraz rozłożona równomiernie.

Po wykonaniu izolacionawierzchni należy wykonać badanie jej przyczepności do podłoża. Badanie przyczepności izolacionawierzchni do podłoża powinno być wykonane na kilku polach, wybranych losowo przez nadzór. Na każdym polu należy wykonać badania w 5 punktach pomiarowych. Na obiektach o powierzchni mniejszej od 1000 m^2 należy wyznaczyć 2 pola badawcze. Na obiektach większych należy dodać jedno pole badawcze, na każde dodatkowe rozpoczęte 1000 m^2 izolowanej powierzchni.

Badanie przyczepności do podłoża wykonuje się metodą „pull-off”, która polega na odrywaniu metalowych krążków o średnicy zewnętrznej $\varnothing 50 \text{ mm}$, naklejonych na powierzchni izolacionawierzchni, przy zastosowaniu specjalnego aparatu i zmierzeniu siły zrywającej. Przed naklejeniem krążka izolacionawierzchnię należy naciąć specjalną koronką o średnicy rdzenia równej średnicy krążka. Nacięcie należy wykonać przez całą grubość izolacionawierzchni, w taki sposób, aby naciąć także beton podłoża na głębokość od 1 do 3 mm. Na każdym polu należy nakleić po 5 krążków, oderwać aparatem „pull-off” i obliczyć średnią arytmetyczną z pomiarów. Zmierzona średnia wartość przyczepności do podłoża nie powinna być mniejsza od wartości wymaganej, zapisanej w tablicy 8.6.

Ocena przyczepności izolacionawierzchni do podłoża betonowego i stalowego

Tablica 8.6

Rodzaj izolacionawierzchni	Rodzaj podłoża	Wymagania
na spoiwie metakrylanowym lub epoksydowym	- beton: - wartość średnia - wartość pojedynczego wyniku - stal:	$\geq 2,5 \text{ MPa}$ $\geq 2,0 \text{ MPa}$ $\geq 3,5 \text{ MPa}$
na spoiwie epoksydowo – poliuretanowym	- beton: - wartość średnia - wartość pojedynczego wyniku - stal:	$\geq 2,0 \text{ MPa}$ $\geq 1,5 \text{ MPa}$ $\geq 3,5 \text{ MPa}$
na spoiwie cementowo-polimerowym	- beton:	$\geq 1,5 \text{ MPa}$ $\geq 1,2 \text{ MPa}$

Jeżeli wartość średnia ze wszystkich pomiarów będzie wyższa od wartości średniej określonej w tablicy 8.6 dla danego rodzaju materiału, to można uznać, że warunek wytrzymałości na odrywanie został spełniony.

Miejsca uszkodzone podczas badań należy naprawić przy użyciu tych samych materiałów, które były stosowane do wykonania izolacionawierzchni, zachowując wymagania techniczne odnośnie ich stosowania.

8.6 Wymagania odbiorcze - nadzór

Podczas wykonywania prac związanych z wykonywaniem izolacionawierzchni nadzór prowadzi kontrolę jakości wykonywanych prac.

8.6.1 Zgodność wykonanego zabezpieczenia z dokumentacją

Izolacionawierzchnie powinny być wykonane zgodnie z dokumentacją techniczną określającą rodzaj podłoża, rodzaj materiałów, wymaganą jakość wykonania.

8.6.2 Kontrola robót

Kontrola jakości robót musi być prowadzona w formie nadzoru na każdym etapie wykonania izolacionawierzchni. Obejmuje ona:

- odbiór przygotowania podłoża betonowego lub stalowego (wg p. 8.4.2), potwierdzony wpisem do dziennika budowy,
- kontrolę proporcji mieszania składników stosowanych materiałów (dotyczy materiałów dwu- lub kilkuskładnikowych),
- kontrolę czasu i sposobu mieszania składników,
- odbiór powierzchni zagruntowanej,
- kontrolę czasu pomiędzy układaniem kolejnych warstw.

8.6.3 Badania kontrolne

Badania kontrolne obejmują cały proces zabezpieczania powierzchniowego od robót przygotowawczych, przez etapy realizacji robót, aż do badań końcowych. Zakres badań kontrolnych ustala inwestor.

Powyższe badania realizuje nadzór inwestora. Koszty tych badań ponosi nadzór. W przypadkach spornych, inwestor może zlecić wykonanie dodatkowych badań kontrolnych niezależnemu laboratorium, a koszty tych badań, w przypadku stwierdzenia usterek, ponosi wykonawca.

9. Gwarancje

9.1 Warunki gwarancji

Okres objęty gwarancją na zabezpieczenie powierzchniowe w konstrukcjach mostowych ustala się indywidualnie. Jeżeli nie ustalono inaczej w umowie (warunkach kontraktu) okres ten powinien wynosić minimum 3 lata od daty dokonanego odbioru końcowego robót. W umowie (warunkach kontraktu) należy określić warunki gwarancji.

Przed zakończeniem okresu gwarancyjnego należy wykonać przegląd obiektu, mający na celu ocenę stanu wykonanych zabezpieczeń wg punktu 5.3 niniejszego Katalogu (przykłady formularzy – załącznik nr 3), zawierający:

- ocenę wizualną stanu zabezpieczenia powierzchniowego,
- ocenę wizualną stanu zabezpieczanego elementu,
- w przypadkach wątpliwych – zauważonych uszkodzeń należy wykonać niezbędne badania specjalistyczne.

Jeżeli nie ustalono inaczej w umowie (warunkach kontraktu) do wykonania poprawek kwalifikują się zabezpieczenia powierzchniowe, na tych elementach konstrukcji, na których występują:

- w przypadku ochrony powierzchniowej
 - jakiekolwiek pęcherzenie, rysy i pęknięcia, ubytki, odspojenia, łuszczenie (wg klasyfikacji zniszczeń w p. 5.3 – klasa 0), wyłączając uszkodzenia mechaniczne spowodowane przez użytkowników dróg,
 - w przypadku przeprowadzenia badań dodatkowych skuteczność impregnatów hydrofobowych powinna być dobra, a powłoki i wyprawy powinny spełniać wymagania podane w tablicy 9.1 i 9.2.

**Ocena przyczepności powłok ochronnych do podłoża betonowego
badana metodą „pull-off” wg PN-EN 1542:2000 [54]**

Tablica 9.1

Rodzaj ochrony	Wymagania
Powłoka bez zdolności pokrywania zarysowań	wartość średnia $\geq 0,6$ MPa wartość pojedynczego odczytu $\geq 0,4$ MPa
Powłoka z minimalną zdolnością pokrywania zarysowań	wartość średnia $\geq 0,8$ MPa wartość pojedynczego odczytu $\geq 0,5$ MPa
Powłoka z podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań	wartość średnia $\geq 1,0$ MPa wartość pojedynczego odczytu $\geq 0,6$ MPa

**Ocena przyczepności wypraw ochronnych do podłoża betonowego
badana metodą „pull-off” wg PN-EN 1542:2000 [54]**

Tablica 9.2

Przyczepność do betonu	Wymagania
Wyprawy bez zdolności pokrywania zarysowań	wartość średnia $\geq 1,0$ MPa wartość pojedynczego odczytu $\geq 0,8$ MPa
Wyprawy z minimalną i podwyższoną zdolnością pokrywania zarysowań	wartość średnia $\geq 1,2$ MPa wartość pojedynczego odczytu $\geq 0,8$ MPa

- w przypadku izolacji przeciwwodnych
 - jakiegokolwiek przecieki, zawilgocenia, wykwyty itp.,
- w przypadku izolacionawierzchni
 - jakiegokolwiek przecieki, zawilgocenia, pęcherze, rysy, pęknięcia, wyłączając uszkodzenia mechaniczne spowodowane przez użytkowników dróg,
 - w przypadku przeprowadzenia badań dodatkowych powinny być spełnione warunki podane w tablicy 9.3.

**Ocena przyczepności izolacionawierzchni
badana metodą „pull-off” wg PN-EN 1542:2000 [54]**

Tablica 9.3

Rodzaj izolacionawierzchni	Rodzaj podłoża	Wymagania
Na spoiwie metakrylanowym lub epoksydowym	- beton:	
	- wartość średnia	$\geq 2,0$ MPa
	- wartość pojedynczego odczytu	$\geq 1,6$ MPa
Na spoiwie epoksydowo-poliuretanowym	- stal:	$\geq 2,8$ MPa
	- beton:	
	- wartość średnia	$\geq 1,6$ MPa
Na spoiwie cementowo-polimerowym	- wartość pojedynczego odczytu	$\geq 1,2$ MPa
	- stal:	$\geq 2,8$ MPa
	- beton:	
	- wartość średnia	$\geq 1,2$ MPa
	- wartość pojedynczego odczytu	$\geq 1,0$ MPa

Prawidłowo użytkowane i pełniące swoją funkcję zabezpieczenie powierzchniowe po upływie okresu gwarancji nie powinno wykazywać żadnych uszkodzeń, których powodem może być niewłaściwa jakość zastosowanych materiałów lub złe ich wbudowanie.

W przypadku stwierdzonych uszkodzeń zabezpieczenia, należy określić ich przyczyny, a uszkodzone miejsca naprawić.

9.2 Pole referencyjne

Przed przystąpieniem do prac na obiekcie wykonawca, w obecności przedstawiciela nadzoru inwestorskiego oraz dostawcy materiałów, przygotowuje pole referencyjne zabezpieczenia powierzchniowego.

Wykonanie pola referencyjnego ma na celu:

- określenie umownych warunków gwarancyjnych na wykonane zabezpieczenia powierzchniowe,
- określenie wszystkich parametrów zabezpieczenia powierzchniowego niezbędnych do uzgodnień pomiędzy wykonawcą, a inwestorem,
- ocenę przydatności proponowanych materiałów, technologii,
- ocenę efektów wykonania prac zabezpieczających.

Pole referencyjne stanowi wzorzec, na podstawie którego ocenia się każdy z późniejszych etapów wykonania powłoki, takich jak:

- przygotowanie powierzchni,
- zagruntowanie podłoża,
- wykonanie, grubość i przyczepność każdej z warstw zabezpieczenia.

Pole referencyjne może stanowić podstawę do oceny, czy wykonane na danym elemencie zabezpieczenie powierzchniowe wykazuje założone właściwości, czy jest zgodne z wymaganiami projektowymi i wymaganiami producenta materiałów.

Pole referencyjne powinno być wykonywane materiałami uzgodnionymi w protokole ustaleń (przykład protokołu w załączniku nr 1) i zgodnie z założoną technologią. Prace rozpoczynają się od przygotowania podłoża przez wykonanie poszczególnych warstw zabezpieczenia powierzchniowego. W trakcie wykonywania pola referencyjnego wykonawca przeprowadza kontrolę wykonania robót, a przedstawiciel inwestora badania odbiorcze. Sposób i zakres kontroli wykonania prac oraz badań kontrolnych dla zabezpieczenia powierzchniowego został przedstawiony w punktach 6, 7, 8.

Pola referencyjne przygotowuje się oddzielnie na każdym elemencie zabezpieczonym określonym rodzajem zabezpieczenia powierzchniowego. Miejsca, liczbę i wielkość powierzchni referencyjnych oraz sposób ich

oznaczenia określa inwestor, o ile nie zostało to określone w dokumentacji technicznej przez projektanta zabezpieczenia.

Pola referencyjne zabezpieczane są przez wykonawcę prac pod nadzorem inspektora inwestora i inspektora upoważnionego przez producenta zastosowanych materiałów i/lub projektanta tego zabezpieczenia. Każdy etap przygotowania podłoża i wykonania zabezpieczenia na tych powierzchniach powinien być przez nich zaakceptowany, a fakt ten, łącznie z wynikami wykonanych badań, będących podstawą tej akceptacji, zapisane w protokole pola referencyjnego. Protokół ten może stanowić ważny dokument w ewentualnych roszczeniach gwarancyjnych.

10 Konserwacja, naprawa i renowacja zabezpieczeń powierzchniowych

10.1 Uwagi ogólne

Konserwację przeprowadza się w przypadku zabezpieczenia powierzchniowego nieuszkodzonego lub wykazującego niewielkie uszkodzenia. Konserwacja polega na:

- zachowaniu właściwych warunków użytkowania,
- odpowiednich zabiegach konserwacyjnych samego zabezpieczenia.

Jako zachowanie właściwych warunków użytkowania rozumie się:

- utrzymanie czystości i porządku na obiekcie,
- usuwanie gromadzących się pyłów i odpadów zwłaszcza higroskopijnych,
- utrzymywanie drożności wpustów i odwodnień,
- usuwanie w trybie natychmiastowym wszelkich nieciągłości zabezpieczeń powstałych w czasie eksploatacji.

Wykonanie zarówno naprawy jak i renowacji zabezpieczenia powierzchniowego powinno być zgodne z dokumentacją techniczną (projektem). Dokumentacja wykonania naprawy lub remontu powinna być opracowana na podstawie wyników przeglądu stanu technicznego: podstawowego lub szczegółowego i powinna zawierać m.in.:

- projekt naprawy lub renowacji,
- szczegółową ocenę stanu zabezpieczeń powierzchniowych i podłoża wraz z wynikami badań na obiekcie i w laboratorium,
- opis projektowanych do zastosowania materiałów,
- opis technologii wykonania prac remontowych (ze szczególnym zwróceniem uwagi na przygotowanie podłoża) wraz z wytycznymi organizacji wykonania wszystkich robót, a zwłaszcza: etapowania robót, kolejności wykonania robót na obiekcie, ewentualnych wymagań odnośnie ograniczeń ruchu na obiekcie, związanych z projektowanymi pracami, niezbędnych przerw technologicznych, przedmiaru robót, rodzaju i ilości potrzebnych materiałów, sprzętu i urządzeń dodatkowych, szczegółów rozwiązań w charakterystycznych miejscach.

Projekt ten powinien być zweryfikowany po uzupełnieniu danych o np. stanie podłoża, sytuacji wysokościowej po usunięciu istniejących zabezpieczeń powierzchniowych i warstw ochronnych lub nawierzchni.

Naprawy czy renowacje zabezpieczeń mogą wiązać się z ewentualnymi naprawami konstrukcji obiektów mostowych. Projekt naprawy konstrukcji powinien być sporządzony przez osobę posiadającą uprawnienia, zgodnie z wymaganiami Prawa Budowlanego i jednocześnie posiadającą wiedzę w zakresie zabezpieczeń powierzchniowych, względnie korzystającą ze

współpracy ze specjalistą. Celem ustalenia stanu zabezpieczenia powierzchniowego należy wykonać badania diagnostyczne istniejącego systemu powłokowego wg zaleceń podanych w p. 5.

W przypadku, gdy przyczyną uszkodzeń lub zniszczeń zabezpieczeń powierzchniowych są błędy projektowe, wykonawcze lub ewidentne błędy użytkowania obiektu, wówczas przed przystąpieniem do konserwacji lub naprawy należy w miarę możliwości przyczyny te zlikwidować.

Całość przebiegu procesów technologicznych wbudowywania materiałów musi ściśle odpowiadać wymaganiom producentów materiałów stosowanych do konserwacji, naprawy lub renowacji, podanym w Kartach Technicznych.

Każdorazowo przed zastosowaniem materiałów należy sprawdzić przyczepność pomiędzy istniejącym zabezpieczeniem powierzchniowym, a nową warstwą ochronną (również w przypadku stosowania do konserwacji lub naprawy tego samego materiału, który był stosowany pierwotnie). W przypadku stosowania różnych rodzajów materiałów np. szpachłówek i powłoki ochronnej zalecane jest stosowanie systemów materiałowych jednego producenta.

Prace związane z konserwacją, naprawą lub renowacją zabezpieczeń powierzchniowych należy wykonywać według zasad opisanych w punktach 6, 7, 8 niniejszego Katalogu.

10.2 Ochrona powierzchniowa

Konserwację przeprowadza się w przypadku zabezpieczenia powierzchniowego nieuszkodzonego lub wykazującego niewielkie uszkodzenia najwyższej 2 klasy zniszczenia (ocena klasy zniszczenia wg p. 5.3). Naprawy zabezpieczeń należy wykonywać w przypadku, gdy zabezpieczenie wykazuje uszkodzenia najwyższej 3 klasy. W przypadku większych uszkodzeń niezbędne jest przeprowadzenie renowacji ochrony powierzchniowej.

Konserwacja zabezpieczeń powierzchniowych obejmuje czynności przedłużające skuteczność ochrony powierzchniowej obiektu lub jego elementów w czasie użytkowania, polegające na niewielkich uzupełnieniach zabezpieczeń powierzchniowych wykazujących 2 klasę zniszczenia (ocena klasy zniszczenia wg punktu 5.3).

W przypadku odnawiania powłok malarskich należy oczyścić powłokę i przygotować jej powierzchnię w sposób zapewniający przyczepność nowych warstw (zgodnie z zaleceniami producenta materiałów), a następnie nanieść warstwy materiału odpowiednio dobrane pod względem materiałowym i kolorystycznym do istniejącej powłoki.

W przypadku odnawiania wypraw należy oczyścić ich powierzchnię oraz uzupełnić ubytki materiału.

Naprawa zabezpieczeń powierzchniowych obejmuje czynności mające na celu przywrócenie pełnej skuteczności ochrony powierzchniowej obiektu lub jego elementów w czasie użytkowania, polegające na wykonaniu uzupełnienia zabezpieczeń powierzchniowych wykazujących 3 klasę zniszczenia (ocena klasy zniszczenia wg p. 5.3).

W przypadku napraw powłok malarskich należy usunąć uszkodzoną powłokę, oczyścić naprawiane miejsce, a następnie wykonać powłokę dostosowaną pod względem materiałowym i kolorystycznym do istniejącej powłoki, a pod względem odpornościowym - do warunków użytkowania konstrukcji, tak, aby zapewnić jej całkowitą ciągłość, szczelność i właściwą przyczepność do podłoża oraz do istniejącej powłoki. W przypadku napraw wypraw należy oczyścić ich powierzchnię oraz uzupełnić ubytki materiału.

Renowacja zabezpieczeń powierzchniowych obejmuje czynności mające na celu przywrócenie pełnej skuteczności ochrony obiektu lub jego elementów w czasie użytkowania polegające na wykonaniu uzupełnienia zabezpieczeń powierzchniowych wykazujących zniszczenia wyższe od 3 klasy (ocena klasy zniszczenia wg p. 5.3) z uprzednim niepełnym przygotowaniem podłoża lub naprawą podłoża.

Przy prawidłowym użytkowaniu, zabezpieczeń powierzchniowych nie należy dopuszczać do zniszczeń wymagających renowacji. Przy uszkodzeniach powyżej 3 klasy ochrona powierzchniowa nie zabezpiecza już podłoża w wystarczający sposób i konieczne jest, przed przeprowadzeniem renowacji zabezpieczenia, opracowanie ekspertyzy uwzględniającej również stan techniczny podłoża. Ekspertyza ta powinna określić zakres i sposób przeprowadzania prac renowacyjnych.

10.3 Izolacje przeciwwodne

Odnowa izolacji przeciwwodnej obiektów mostowych wg [55] może polegać na:

- naprawie izolacji w określonych miejscach izolowanej powierzchni,
- wymianie izolacji na całej powierzchni.

Eliminacja miejscowych przecieków wody, możliwa jest po wykonaniu naprawy izolacji przeciwwodnej. W przypadku pomostów naprawa izolacji najczęściej jest konieczna przy krawężnikach, belkach podporęczowych, urządzeniach dylatacyjnych, wokół wpustów i sączków, wokół masztów oświetleniowych, słupków barier ochronnych, studzienek kablowych. Naprawa polega na usunięciu nawierzchni, oczyszczeniu odsłoniętej izolacji, wycięciu uszkodzonego fragmentu izolacji, ewentualnej naprawie uszkodzonego podłoża, przygotowaniu podłoża pod nową izolację, ułożeniu nowego fragmentu izolacji i połączeniu go z istniejącą izolacją, ułożeniu nawierzchni.

Podczas wymiany izolacji należy przestrzegać tych samych zasad, jak w przypadku wykonywania na nowym obiekcie, z uwzględnieniem dodatkowych warunków technologicznych. Warunki te związane są z ewentualną koniecznością utrzymania ruchu na remontowanym obiekcie mostowym, a zatem koniecznością etapowania prac, usuwania nawierzchni i starej (uszkodzonej) izolacji oraz z reguły trudniejszym przygotowaniem podłoża pod nową izolację.

Uszczelnienie pomostu obiektu mostowego przez wymianę izolacji lub jej naprawę wiąże się ze zmianą warunków odprowadzenia wody. W każdym rozpatrywanym przypadku należy podać sposób odprowadzenia wody, która przed uszczelnieniem przesączała się przez nieszczelności konstrukcji.

10.4 Izolacjonawierzchnie

Odnowa izolacjonawierzchni na obiektach może polegać na:

- naprawie nawierzchni w określonych miejscach płyty pomostowej,
- wymianie nawierzchni na całej powierzchni.

Podczas wykonywania, zarówno naprawy jak i podczas wymiany izolacjonawierzchni, należy przestrzegać tych samych zasad, jak w przypadku wykonywania nawierzchni na nowym obiekcie, z uwzględnieniem dodatkowych warunków technologicznych. Warunki te związane są z koniecznością utrzymania ruchu na remontowanym obiekcie mostowym, a zatem koniecznością etapowania prac, usuwania nawierzchni oraz z reguły trudniejszym przygotowaniem podłoża pod nową nawierzchnię.

Naprawa polega na wycięciu uszkodzonego fragmentu, ewentualnej naprawie uszkodzonego podłoża, przygotowaniu podłoża pod nową nawierzchnię, ułożeniu nowego fragmentu i połączeniu go z istniejącą nawierzchnią. Prace naprawcze należy prowadzić zgodnie z zaleceniami producenta stosowanych materiałów.

11 Bibliografia

- [1] KRÓLIKOWSKA A., GIERGOWICZ A.: *Zalecenia do wykonywania i odbioru antykorozyjnych zabezpieczeń konstrukcji stalowych drogowych obiektów mostowych*. GDDP, Warszawa, 1999.
- [2] *Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie*. Dz. U. Nr 63, Warszawa, 3 sierpnia 2000.
- [3] CZARNECKI L., BRONIEWSKI T., HENNING O.: *Chemia w budownictwie*. Arkady, Warszawa, 1994/1995.
- [4] EN 1504 (cz. 1-10) *Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych*.
- [5] MAŁOLEPSZY J.: *Wybrane zagadnienia z trwałości betonów*. Konferencja „Beton na Progu Nowego Milenium”, Kraków, 2000, s. 333-359.
- [6] PN-B-03264:2002: *Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie*.
- [7] EN 206-1:1999: *Concrete – Part 1: Specification, performance, production and conformity*.
- [8] PN-EN 206-1:2002 *Beton – Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność*.
- [9] *Dyrektywa Rady Wspólnot Europejskich w sprawie zbliżenia ustaw i aktów wykonawczych państw członkowskich dotyczących wyrobów budowlanych (89/106/EEC). Dokumenty Wspólnoty Europejskiej dotyczące budownictwa*. Wydawnictwa Instytutu Techniki Budowlanej, Warszawa, 1994; Dokumenty interpretacyjne do Dyrektywy 89/106/EEC, ITB, Warszawa, 1994.
- [10] NEVILLE A.M.: *Właściwości betonu*. Polski Cement Sp. z o.o., Kraków, 2000.
- [11] ZYBURA A.: *Wpływ czynników mechanicznych na postęp korozji zbrojenia w żelbecie*. Archiwum Inżynierii Lądowej, 1-2 (1990), s. 137-155.
- [12] PIASTA W.G., SAWICZ Z., KOPROWSKI G.: *Trwałość obciążonego betonu w warunkach agresywności chemicznej*. Inżynieria i Budownictwo, 6 (1996), s. 368-369.
- [13] PN-88/B-01807 *Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Zasady diagnostyki konstrukcji*.
- [14] PN-86/B-01802 *Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Nazwy i określenia*.
- [15] PN-80/B-01800 *Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Klasyfikacja i określenie środowisk*.
- [16] GRUENER M.: *Korozja i ochrona betonu*. Arkady, Warszawa, 1983.

- [17] KURDOWSKI W.: *Proces niszczenia betonu w obecności środków odmrężających*. XLI Konferencja Naukowa KILiW PAN i KN PZITB, Krynica, 1995 r., t.2, s. 117-126.
- [18] EMMONS P.H.: *Concrete repair and maintenance*. RS Means, Kingston, 1993.
- [19] ŚCIŚLEWSKI Z.: *Ochrona konstrukcji żelbetowych*. Arkady, Warszawa, 1999.
- [20] ŚCIŚLEWSKI Z.: *Trwałość konstrukcji żelbetowych*. Wydawnictwa Instytutu Techniki Budowlanej, Warszawa, 1995.
- [21] ROWIŃSKA W., WODYŃSKI R., WYSOKOWSKI A., ŻURAWICKA A.: *Zalecenia do wykonywania oraz odbioru napraw i ochrony powierzchniowej betonu w konstrukcjach mostowych*. GDDP, Wydawnictwa IBDiM, Wrocław-Żmigród, 1998.
- [22] PN-85/B-01805: *Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Ogólne zasady ochrony*.
- [23] ESTOUP J.M., CABRILLAC R.: *Corrosion of biological origin observed on concrete digestors*. Construction and Building Materials, 4 (1997), s. 225-232.
- [24] CZARNECKI L., EMMONS P.H.: *Naprawa i ochrona konstrukcji betonowych*. Polski Cement, Kraków, 2002.
- [25] CZARNECKI L.: *Projekt europejskiej normy ENV 1504-9:1997*. Materiały Budowlane 11 (1998), s. 27-28, 69.
- [26] SASSE R.H., CZARNECKI L.: *Naprawy i ochrona konstrukcji betonowych w świetle normy EN 1504-10*. Materiały Budowlane 7 (1999), s. 130-134.
- [27] PN-86/B-01811 *Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Ochrona materiałowo-strukturalna. Wymagania*.
- [28] PN-91/B-01813 *Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Zabezpieczenia powierzchniowe. Zasady doboru*.
- [29] PN-82/B-01801 *Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Podstawowe zasady projektowania*.
- [30] PN-EN 1992-1-1 Eurokod 2 – *Projektowanie konstrukcji z betonu; Część 1 – Reguły ogólne i reguły dla budynków*.
- [31] *Postanowienia krajowe do ENV 1992-1-1:1991*. Opr. Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa, 1992.
- [32] PN-91/S-10042 *Obiekty mostowe. Konstrukcje betonowe żelbetowe i sprężone. Projektowanie*.
- [33] GERMANIUK K., MICHAŁOWSKA M., NIEMIERKO A.: *Naprawa i ochrona antykorozyjna betonu obiektów mostowych*. Prace IBDiM 1 – 2 (1999), s. 5-39.
- [34] PN-88/B-06250 *Beton zwykły*

- [35] CZARNECKI L., WYSOKOWSKI A.: *Materiały do utrzymania, napraw oraz wzmocnień betonowych konstrukcji mostowych*. Materiały Budowlane 5 (2000), s. 40-47.
- [36] *Zalecenia IBDiM udzielania aprobat technicznych – Wyroby przeznaczone do wykonywania powłok ochronnych na powierzchniach betonowych*. Instytut Badawczy Dróg i Mostów, 1996.
- [37] KILARSKI R., MICHAŁOWSKA M.: *Zabezpieczenie powierzchniowe obiektów mostowych w świetle projektów norm europejskich prEN 1504-1+10*. XII Konferencja Naukowo-Techniczna „Trwałość Budowli i Ochrona przed Korozją KONTRA 2000”, Warszawa-Zakopane, 2000, s. 171-182.
- [38] KILARSKI R.: *Analiza i ocena materiałów hydroizolacyjnych na pomosty obiektów mostowych*. Prace IBDiM Warszawa, Nr 3-4/96.
- [39] KILARSKI R.: *Charakterystyka stosowania w Polsce współczesnych technologii zabezpieczenia antykorozyjnego betonu w obiektach mostowych*. Międzynarodowe sympozjum: Hydroizolacje, Sulejów, 2000.
- [40] KILARSKI R., LEWANDOWSKI A.: *Právní aspekty provádění vodotěsných izolací na silničních inženýrských objektech v Polsku (Prawne aspekty wykonywania izolacji wodoszczelnych na drogowych obiektach inżynierskich w Polsce)*. Międzynarodowa konferencja: Hydroizolace a vozovky na mostech, Luhačovice, Czechy, 2000.
- [41] STREK J., BEREZECKI M., PIENTA H.: *Stadia i skład dokumentacji projektowej dla dróg i mostów w fazie przygotowania zadań*. GDDP, Warszawa 2000.
- [42] *Ustawa z dnia 07.07.1994 r. Prawo Budowlane*. Dz.U. 1994 r. Nr 89 poz.414 ze zmianami zamieszczonymi w Dz.U.: z 1996 r. nr 100 poz.465, nr 106 poz.496, nr 146 poz.680; z 1997 r. nr 88 poz.554, nr 111 poz.726; z 1998 r. nr 22 poz.118 i nr 106 poz.668; z 1999 r. nr 41 poz.412, nr 49 poz.423, nr 62 poz.682; Załącznik do obwieszczenia Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dn. 10.11.2000. (poz. 1126).
- [43] CZARNECKI L., EMMONS P.H., VAYSBURD A.M.: *Materiały do napraw konstrukcji betonowych w ujęciu holistycznym*. Materiały Budowlane, 5 (2000), s. 2-7.
- [44] CZARNECKI L., GŁODKOWSKA W., WIĄCKOWSKA A.: *Model of compatibility of polymer composite-cement concrete (PC-CC) system*. Int. Colloquium „Durability of Polymer Based Composite Systems for Structural Applications”, Bruksela, 1990, s. 484-493.
- [45] EMMONS P., McDONALD J., VAYSBURD A.: *Some compatibility problems in repair of concrete structures - fresh look*. International Colloquium „Material Science and Restoration”, Esslingen, 1992, s. 836-848.
- [46] ATKINS C.P. AND PHIPPS J.A.: *Quality Control of Coating Work on Concrete*, PCE, March 2000.

- [47] WAWRUSIEWICZ A.: *Wstępne wytyczne potencjometrycznego wykrywania stref korodującego zbrojenia w mostach żelbetonowych*. Wydawnictwo IBDiM, Warszawa 1992.
- [48] ASTM C 876-91 *Standard Test Methods for Half Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete*.
- [49] *Wytyczne badań właściwości ochronnych betonu względem zbrojenia w mostach*. IBDiM, Informacje, instrukcje, Zeszyt 39, Warszawa 1992.
- [50] MOCZKO A., RAJSKI O., TLUSTOCHOWSKI J., WYSOKOWSKI A.: *Zalecenia dotyczące oceny jakości betonu „in-situ” w istniejących konstrukcjach obiektów mostowych*. GDDP, Warszawa, 1998.
- [51] PN-ISO 4628-1:1999 *Farby i lakiery. Ocena zniszczenia powłok lakierowych. Określanie intensywności, ilości i rozmiaru podstawowych rodzajów uszkodzenia. Ogólne zasady i schematy klasyfikacji*.
- [52] MADAJ A., WOŁOWICKI W.: *Budowa i utrzymanie mostów: wymagania techniczne, badania, naprawy*. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 1995.
- [53] WYSOKOWSKI A.: *Trwałość mostów stalowych*. Wydawnictwo IBDiM, Warszawa, 2002.
- [54] PN-EN 1542:2000 *Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Metody badań. Pomiar przyczepności przez odrywanie*.
- [55] KILARSKI R.: *Vademecum bieżącego utrzymania i odnowy drogowych obiektów mostowych*, GDDP, Tom 5 - Izolacje, GDDP, Warszawa, 1995.
- [56] PN-ISO 8501-1:1996: *Przygotowanie podłoży stalowych przed nakładaniem farb i podobnych produktów - Wzrokowa ocena czystości powierzchni - Stopnie skorodowania i stopnie przygotowania niezabezpieczonych podłoży stalowych oraz podłoży stalowych po całkowitym usunięciu wcześniej nałożonych powłok*.
- [57] MICHAŁOWSKA M.: *Vademecum bieżącego utrzymania i odnowy drogowych obiektów mostowych. Tom 5 - Ochrona powierzchniowa betonów*, GDDP, Warszawa, 1995.
- [58] MICHAŁOWSKA M.: *Wymagania techniczne wykonania i odbioru impregnacji powierzchniowej betonu kompozycją akrylową oraz napraw betonu za pomocą polimerobetonu akrylowego. Studia i Materiały, Seria „S”, zeszyt 37, IBDiM, Warszawa, 1991*.
- [59] BRONIEWSKI T., PIERTAK M.: *Impregnacja przypowierzchniowa betonu jako metoda poprawy jego właściwości*. Inżynieria i Budownictwo, 12/93.
- [60] CZARNECKI L., GARBACZ A.: *Evaluation of polymer coating – crack – bridging ability*. International Colloquium "Industrial Floors 95", Esslingen, 1995.
- [61] CZARNECKI L., ŁUKOWSKI P.: *Oferta materiałów do napraw i ochrony przed korozją konstrukcji z betonu*. Materiały Budowlane, 11/98.

- [62] CZARNECKI L.: *Materiały do napraw i ochrony budowli betonowych*. Materiały Budowlane, 11/1998.
- [63] KOKOWSKA J., PREJZNER H., SOKALSKA A.: *Lakier poliuretanowy POLIUREKOL – 32 – nowy materiał do zabezpieczania powierzchni betonowych przed korozją*. Ochrona przed Korozją, nr 11/1992, s. 259-261
- [64] Procedura IBDiM PB-TM-X3 *Badanie przyczepności powłoki ochronnej do betonu metodą „pull-off”*.
- [65] Procedura badawcza IBDiM Nr PB-TM-X5 *Oznaczenie wskaźnika ograniczenia chłonności wody*.
- [66] Procedura ITB LO-4 *Oznaczanie przepuszczalności pary wodnej przez powłoki malarskie, bitumiczne i z tworzyw sztucznych oraz folie z tworzyw sztucznych i papy*.
- [67] Procedura ITB LO-6 *Oznaczanie przepuszczalności dwutlenku węgla przez powłoki malarskie, bitumiczne i z tworzyw sztucznych oraz folie z tworzyw sztucznych*.
- [68] Procedura badawcza IBDiM Nr P0-2 *Badanie i ocena stanu powłoki po 150 cyklach zamrażania i odmrażania*.
- [69] Procedura ITB nr 211 *Wymagania techniczne i metody badań zapraw plastycznych oraz warunki odbioru pocienionych wypraw z zapraw plastycznych*.
- [70] MOŻARYN T., SOKALSKA A.: *Wymagania techniczne – powłoki ochronne*. Materiały Budowlane, 11/98, s. 21-24.
- [71] SCHRADER E. K.: *Mistakes, misconceptions and controversial issues concerning concrete and concrete repairs*. Concrete International, 1992/11.
- [72] KABREDE H.- A.: *Materiały szkoleniowe przygotowane na podstawie oryginalnej dokumentacji Deutscher Holz – und Bautenschutzverband e.V.* - Wrocław, 1993. (Tłumaczenie dr inż. W. Wydra).
- [73] DAFStb-Richtlinie: *Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungs-Richtlinie)*. Teil 1 bis Teil 4. Beuth Verlag GmbH. Berlin-Wien-Zürich, 2001.
- [74] *Powłoki malarsko-lakiernicze*. Poradnik, WNT, Warszawa 1983.
- [75] PN-EN 21513 *Farby i lakiery. Sprawdzanie i przygotowywanie próbek do badań*.
- [76] MOCZKO A., RAJSKI O., TLUSTOCHOWSKI J., WYSOKOWSKI A.: *Zalecenia dotyczące oceny jakości betonu „in-situ” w nowo budowanych konstrukcjach obiektów mostowych*. GDDP, Warszawa, 1998.
- [77] *Zalecenia udzielania aprobat technicznych Nr Z/96-04-001. Polimeroasfaltowe papy zgrzewalne i samoprzylepne do wykonywania izolacji przeciwwodnych na obiektach mostowych*. Wydanie IV (projekt), IBDiM, Warszawa, 2002.
- [78] PN-90/B-04615 *Papy asfaltowe i smolowe - Metody badań*.

- [79] Procedura badawcza IBDiM Nr PB-TM-02 Oznaczanie grubości arkusza papy.
- [80] Procedura badawcza IBDiM Nr PB-TM-03 Oznaczanie grubości warstwy izolacyjnej pod osnową papy.
- [81] Procedura badawcza IBDiM Nr PB-TM-05 Oznaczanie siły zrywającej przy rozdzielaniu papy.
- [82] Procedura badawcza IBDiM Nr PB-TM-06 Oznaczanie przyczepności izolacji do podłoża metodą „pull-off”.
- [83] Procedura badawcza IBDiM Nr PB-TM-22 Oznaczanie przyczepności powłoki ochronnej do betonu metodą ścinania.
- [84] PN-EN 1427:2001 Asfalty i produkty asfaltowe – Oznaczanie temperatury mięknięcia – Metoda Pierścienia i Kuli.
- [85] PN-89/C-04130 Przetwory naftowe – Pomiar temperatury lamliwości asfaltów według Fraassa.
- [86] PN-B-24620:1998 Lepiki, masy i roztwory asfaltowe stosowane na zimno.
- [87] PN-83/C-04523 Oznaczanie zawartości wody metodą destylacyjną.
- [88] Procedura badawcza IBDiM Nr PB-TM-X7 Oznaczanie sedimentacji roztworów asfaltowych.
- [89] PN-EN ISO 2341:1999 Farby i lakiery – Oznaczanie czasu wypływu za pomocą kubków wypływowych.
- [90] PN-EN 22719:1999 Przetwory naftowe i smarowe – Oznaczenie temperatury zapłonu – Pomiar metodą zamkniętego tygla Pensky'ego – Martensa.
- [91] Procedura badawcza IBDiM Nr TWm-24/97 Badanie czasu zachowania właściwości roboczych dla materiałów z żywic epoksydowych.
- [92] PN-87/C-89085.03 Żywice epoksydowe – Metody badań – Oznaczanie gęstości (masy właściwej).
- [93] PN-86/C-89085.06 Żywice epoksydowe – Metody badań – Oznaczanie lepkości
- [94] Procedura badawcza IBDiM Nr PB-TM-X4 Oznaczanie przyczepności powłoki ochronnej do stali metodą „pull-off”.
- [95] PN-ISO 868:1998 Tworzywa sztuczne i ebonit – Oznaczanie twardości metodą Shore'a.
- [96] Procedura badawcza IBDiM Nr PB-TM-04 Oznaczanie przesiąkliwości papy.
- [97] PN-ISO 37:1998 Guma i kauczuk termoplastyczny – Oznaczanie właściwości wytrzymałościowych przy rozciąganiu.
- [98] DIN 53515:1990 Prüfung von Kautschuk und Elastomeren und von Kunststoff-Folien - Weiterreißversuch mit der Winkelprobe nach Graves mit Einschnitt (Badania kauczuku, elastomerów i folii z tworzyw sztucznych - Oznaczanie wytrzymałości na rozdzielanie na próbkach Graves'a z nacięciem).

- [99] PN-61/S-96504 Drogi samochodowe - Wypełniacz kamienny do mas bitumicznych.
- [100] PN-EN 933-1:2000 Badanie geometrycznych właściwości kruszyw - Oznaczanie składu ziarnowego - Metoda przesiewania.
- [101] PN-65/C-96170 Przetwory naftowe - Asfalty drogowe.
- [102] PN-B-24000:1997 Dyspersyjna masa asfaltowo-kauczukowa.
- [103] PN-84/B-04111 Materiały kamienne - Oznaczanie ścieralności na tarczy Böhme.
- [104] PN-EN 1436:2000 Materiały do poziomego oznakowania dróg - Wymagania dotyczące poziomych oznakowań dróg.
- [105] PN-85/B-04500 Zaprawy budowlane - Badania cech fizycznych i wytrzymałościowych.
- [106] Procedura IBDiM-TWm-31/97 Badanie skurczu i pęcznienia zapraw modyfikowanych.
- [107] BN-80/6811-01 Surowce szklarskie. Piaski szklarskie. Wymagania i badania.
- [108] PN-76/B-06714.12 Kruszywa mineralne - Badania - Oznaczanie zawartości zanieczyszczeń obcych.
- [109] PN-B-11112:1996 Kruszywa mineralne - Kruszywa łamane do nawierzchni drogowych.
- [110] PN-79/B-06714.42 Kruszywa mineralne - Badania - Oznaczanie ścieralności w bębnie Los Angeles.

Kontrakt nr 14 A

Nazwa kontraktu: *Przeprawa mostowa przez rzekę Odrę we Wrocławiu*

Umowa nr 215/99

PROTOKÓŁ WYKONANIA ZABEZPIECZENIA POWIERZCHNIOWEGO USTALENIA TECHNOLOGICZNE

ZAŁĄCZNIK NR 1

Obiekt: *Most przez rzekę Odrę*
 Zleceniodawca: *Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad, Oddział Wrocław*
 Projektant: *Adam Nowiński*
 Wykonawca robót: *Przedsiębiorstwo Robót Drogowych i Mostowych*
 Laboratorium: *Inwestora*

Osoby odpowiedzialne:

Tablica 1.1

Imię i nazwisko	Funkcja	Numer uprawnień
1	2	3
<i>Jan Kowalski</i>	Inspektor nadzoru	<i>202/98/UW</i>
<i>Tadeusz Nowak</i>	Kierownik budowy	<i>117/89/UW</i>
<i>Alfred Kowalski</i>	Nadzór technologiczny i kontrola jakości robót (przedstawiciel wykonawcy robót)	<i>86/91/UW</i>

Ustalenia:

Tablica 1.2

Rodzaj robót	Projektowana technologia
1	2
Przygotowanie podłoża:	odkucia ręczne []
[x] betonowego	odkucia mechaniczne [x]
[] stalowego	hydrodynamiczne usuwanie betonu []
	oczyszczenie podłoża:
	– piaskowanie [x]
	– hydropiaskowanie []
	– inne []
Zabezpieczenie powierzchniowe	powłoka malarska na podłożu stalowe
	rodzaj:
	izolacja
	rodzaj: <i>papa grzewalna P 1, żywica epoksydowa G 1</i>
	ochrona powierzchniowa
	rodzaj: <i>farba akrylowa S 1</i>
	izolacja nawierzchnia
	rodzaj: <i>epoksydowo-poliuretanowa; materiał gruntujący N 1, materiał nawierzchniowy N 2, piasek N 3</i>

PRZYKŁADY PROTOKOŁÓW WYKONANIA ZABEZPIECZEŃ POWIERZCHNIOWYCH – USTALENIA TECHNOLOGICZNE

ciąg dalszy tablicy 1.2

1	2
Inne roboty: ... naprawa podłoża pod papę termozgrzewalną.....	... zaprawa naprawcza typu PCC Z 1, ... warstwa szczipna W1.....

* - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Wykaz zaakceptowanych materiałów

Tablica 1.3

Nazwa materiału	Producent	Rodzaj technologii	Numer Aprobaty Technicznej	Zużycie jednostkowe
1	2	3	4	5
P1	AVX	zgrzewanie	AT/99-04-0xxx	300-500 g/m ²
G1	AVX	natrysk	AT/99-04-0xxx	1,2 m ² /m ²
S1	CTRA	natrysk	AT/2001-04-0xxx	0,25 kg/m ²
N1	AVX	ręcznie	AT/99-04-0xxx	0,220 g/m ²
N2	AVX	ręcznie	AT/99-04-0xxx	0,75 kg/m ² /1 mm grubości warstwy
N3	AVX	posypywanie ręczne	AT/99-04-0xxx	6 kg/m ²
Z1	CTRA	ręcznie	AT/96-03-0xxx	18,5 kg/1 m ² /1 cm grubości warstwy
W1	CTRA	ręcznie	AT/96-03-0xxx	2-3 kg/m ²

Wymagania dotyczące warunków zewnętrznych

Tablica 1.4

Rodzaj technologii	Wymagania						inne:
	temp. powietrza	temp. podłoża	temp. materiałów	wilgotność powietrza	wilgotność podłoża	temp. punktu rosy	
1	2	3	4	5	6	7	8
izolacja	min. +8°C	min. +8°C	-	maks. 75%	≤ 4%	3°C powyżej [x] nie dotyczy []	-
ochrona powierzchniowa	min. +5°C	min. +5°C	-	maks. 80%	stan powietrzno-suchy	3°C powyżej [x] nie dotyczy []	-
izolacyjna-wierzchnia	min. +8°C	min. +8°C	-	maks. 80%	≤ 4%	3°C powyżej [x] nie dotyczy []	-
zaprawa naprawcza	min. +5°C	min. +5°C	-	maks. 80%	stan matowo-wilgotny	3°C powyżej [] nie dotyczy [x]	-

* - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Wykaz wymaganych badań kontrolnych

Tablica 1.5

Rodzaj robót	Rodzaj badań	Częstotliwość wykonywania badań	Wymagania
1	2	3	4
izolacja	- odbiór przygotowanego podłoża	- całość powierzchni	- wg pkt. 7.3.2 Katalogu
	- odbiór powierzchni zagruntowanej	- całość powierzchni	- wg pkt. 7.4.2 Katalogu
	- pomiar przyczepności	- 2 pola badawcze po 5 pkt.	- wg Zał. 5 Katalogu
	- pomiar szerokości wypływu z zakładu	- całość powierzchni	- wg pkt. 7.4.3 Katalogu
	- szerokość zakładów	- całość powierzchni	- wg pkt. 7.4.3 Katalogu
ochrona powierzchniowa	- odbiór przygotowanego podłoża	- całość powierzchni	- wg pkt. 6.7.2 Katalogu
	- ocena wizualna	- całość powierzchni	- wg pkt. 6.9.2 Katalogu
	- pomiar przyczepności	- 1 pomiar na każde 25 m ²	- wg pkt. 6.9.2 Katalogu
	- pomiar grubości	- 1 pomiar na każde 25 m ²	- wg pkt. 6.9.2 Katalogu
izolacyjna-wierzchnia	- odbiór przygotowanego podłoża	- całość powierzchni	- wg pkt. 8.4.2 Katalogu
	- ocena wizualna	- całość powierzchni	- wg pkt. 8.5.2 Katalogu
	- pomiar przyczepności	- 2 pola badawcze po 5 pkt.	- wg pkt. 8.5.2 Katalogu
	- pomiar grubości	- 1 pomiar na każde 25 m ²	- wg pkt. 8.5.2 Katalogu
zaprawa naprawcza	- wyrzymałość na odrywanie	- 1 pomiar na każde 25 m ²	- śr. min. 1,5 MPa wg [21]

Wykaz minimalnego wyposażenia laboratoryjnego niezbędnego przy prowadzonych pracach

Tablica 1.6

Rodzaj sprzętu	Liczba sztuk
1	2
Termometr do pomiaru temperatury powietrza	3
Termometr do pomiaru temperatury podłoża	3
Termometr do pomiaru temperatury materiałów	3
Higrometr	1
Wskaźnik do oznaczania karbonatyzacji	1
Aparat „pull-off”	1
Wilgotnościanier	2
Inne:	

Wykaz zaakceptowanego sprzętu i narzędzi
do prowadzenia prac

Tablica 1.7

Rodzaj sprzętu	Liczba sztuk
1	2
sprężarka	2
pompa do natrysku	2
palnik do układania papy	5
piaskarka	2

Inne ustalenia technologiczne:

Szkice, rysunki pomocnicze – wg załączników nr od 1 do 5

Miejscowość i data:

Kierownik robót:

Inspektor Nadzoru:

.....

.....

.....

ZAŁĄCZNIK NR 2

PRZYKŁADY PROTOKOŁÓW WYKONANIA ROBÓT
OCHRONA POWIERZCHNIOWA

**OCHRONA
POWIERZCHNIOWA**

(pieczęć wykonawcy robót)

 Kontrakt nr 616 B
 Nazwa kontraktu: WP 1
 Umowa nr 37/00

 Protokół wykonania robót nr ..2....., działka nr ...I....
 Protokół kontroli jakości materiałów do ochrony powierzchniowej¹⁾

 Obiekt: Wiadukt nad linią kolejową w Pszczynie
 Element: Przęsło I – podpora
 Zakres robót: 30 [m²], rysunek załącznik nr: 2
 Termin wykonania prac: 30.08.2001 r.

Tablica 2.1

Nazwa materiału (rodzaj)	VSS (powłoka ochronna zwykła bez zdolności przenoszenia zarysowań; farba akrylowa)
Producent	PSX
Numer partii	DC1927/01
Ilość materiałów z partii (ilość i pojemność opakowań)	30 opakowań po 15 l
Numer dostawy	242/01
Data przydatności do użycia (dz./m-c/r)	15.04.2002 r.
Nr Polskiej Normy lub Aprobaty Technicznej	AT/2000-04-0xxx
Certyfikat lub deklaracja zgodności z PN lub AT (nr, z dnia, wielkość dostawy objętej danym certyfikatem lub deklaracją)	nr cert. 78, z dn. 11.04.2001, 30 opakowań (po 15 l)
Liczba składników / stosunek mieszania	1 / -
Stan opakowania ²⁾ :	
- uszkodzone (szt.)	[]
- nieuszkodzone (szt.)	[x]
Obecność kożucha ²⁾	[] tak [x] nie
Osad ²⁾ :	
- łatwy do rozmieszania	[x]
- trudny do rozmieszania	[]
- niemożliwy do rozmieszania	[]
Konsystencja	plynna, gęsta, jednolita
Rozdział faz ²⁾	[] tak [x] nie
Wtrącenia ²⁾	[] tak [x] nie
Kolor ²⁾	[x] zgodny z dokumentacją [] niezgodny z dokumentacją
Inne	
Uwagi	

¹⁾ - należy wypełniać dla każdej partii materiałów²⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

**OCHRONA
POWIERZCHNIOWA**

(pieczęć wykonawcy robót)

 Kontrakt nr 616 B
 Nazwa kontraktu: WP 1
 Umowa nr 37/00

 Protokół wykonania robót nr ...3....., działka nr ...I....
 Protokół przygotowania podłoża betonowego

 Obiekt: Wiadukt nad linią kolejową w Pszczynie
 Element: Przęsło I – podpora
 Zakres robót: 30 [m²], rysunek załącznik nr: 2
 Termin wykonania prac: 30.08.2001 r.

Tablica 2.2

Sposób czyszczenia	hydropiaskowanie	
Wytrzymałość na odrywanie ¹⁾ [MPa]	wyniki zawiera załącznik nr ... 3..... wartość średnia ... 1,9..... wartość minimalna ... 1,4..... [x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Czystość podłoża ¹⁾	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Gładkość podłoża ¹⁾	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Wilgotność podłoża ¹⁾	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Inne	-	
Data i godzina zakończenia prac przygotowania podłoża	Data 10.08.2001 r.	Godzina 14 ¹⁰
Inne (w zależności od metody zabezpieczenia powierzchniowego)	-	
Uwagi	-	
Jakość przygotowanego podłoża:	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawy)	

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

**OCHRONA
POWIERZCHNIOWA**

(pieczęć wykonawcy robót)

 Kontrakt nr 616 B
 Nazwa kontraktu: WP 1
 Umowa nr 37/00

 Protokół wykonania robót nr ...4....
 Protokół pomiarów warunków klimatycznych¹⁾

 Obiekt: Wiadukt nad linią kolejową w Pszczynie.....
 Element: Przęsło I – spód konstrukcji
 Zakres robót: 80 [m²], rysunek załącznik nr: 5
 Termin wykonania prac: 30.08.2001 r.

Tablica 2.3

Nr działki [m ²]	Data i godzina	Silne promienio- wanie słoneczne	Zachmu- rzenie	Opad atmosfe- ryczny	Włogot- ność względna [%]	Temp. powietrza [°C]	Temp. podłoża [°C]	Temp. punktu rosy [°C]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 załącznik nr ²⁾ ..5....	10.08.01 9 ⁰⁰	nie	nie	nie	65	24	27	17,06
1 załącznik nr ²⁾ ..5....	10.08.01 12 ⁰⁰	nie	nie	nie	65	25	28	17,99
3 załącznik nr ²⁾ ..7....	11.08.01 10 ⁰⁰	nie	nie	nie	60	22	24	13,89
4 załącznik nr ²⁾ ..8....	11.08.01 10 ⁰⁰	nie	nie	nie	60	22	24	13,89

Uwaga: Pomiary warunków klimatycznych należy przeprowadzać co 3-4 godziny i przy każdej odczuwalnej zmianie pogody

¹⁾ - protokół należy stosować do całości zabezpieczanej powierzchni²⁾ - załącznik nr zawiera szkic działki

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

**OCHRONA
POWIERZCHNIOWA**

(pieczęć wykonawcy robót)

 Kontrakt nr 616 B
 Nazwa kontraktu: WP 1
 Umowa nr 37/00

 Protokół wykonania robót nr ...5....., działka nr ...2.....
 Protokół kontroli jakości nałożonych powłok i wypraw ochronnych¹⁾

 Obiekt: Wiadukt nad linią kolejową w Pszczynie.....
 Element: Przęsło I – spód konstrukcji
 Zakres robót: 80 [m²], rysunek załącznik nr: 5
 Termin wykonania prac: 30.08.2001 r.

Tablica 2.4

Materiał (nazwa, rodzaj, ze zdolnoś- cią przenoszenia zarysowań lub bez)	VSS (powłoka ochronna zwykła bez zdolności przenoszenia zarysowań; farba akrylowa)
Producent	PSX
Technika aplikacji	natrysk bezpowietrzny
Czas aplikacji	2 godz.
Wygląd powłoki ²⁾ :	
- połysk	[x] jednolity [] niejednolity
- barwa	[x] zgodny z dokumentacją [] niezgodny z dokumentacją
- zmęknienie powłoki	[] tak [x] nie
- miejsca niepokryte	[] tak [x] nie
- chropowatość	[] tak [x] nie
- kratery	[] tak [x] nie
- zacieki	[] tak [x] nie
- marszczenie	[] tak [x] nie
- pęcherze	[] tak [x] nie
- rysy i pęknięcia	[] tak [x] nie
- odspajanie	[] tak [x] nie
- wtrącone zanieczyszczenia	[] tak [x] nie
Grubość średnia ²⁾ [μm]	wyniki zawiera załącznik nr ...5..... wartość średnia ...220..... wartość minimalna ...190..... [x] spełnia wymaganie [] nie spełnia wymagania
Przyczepność [MPa]	wyniki zawiera załącznik nr ...3..... wartość średnia ...1,0..... wartość minimalna ...0,5..... [x] spełnia wymaganie [] nie spełnia wymagania
Uwagi	
Jakość nałożonej powłoki lub wyprawy:	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawy)

¹⁾ - należy wypełniać po każdym skończonym fragmencie pracy²⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

**OCHRONA
POWIERZCHNIOWA**

(pieczęć wykonawcy robót)

 Kontrakt nr 181/00
 Nazwa kontraktu: *Kładka Lotnika*
 Umowa nr 23/00

 Protokół wykonania robót nr ...2..., działka nr ...1...
 Protokół kontroli jakości wykonanej impregnacji hydrofobowej¹⁾

 Obiekt: *Kładka dla pieszych w Poznaniu*
 Element: *Podpora środkowa*
 Zakres robót: 40 [m²], rysunek załącznik nr: 5
 Termin wykonania prac: 30.07.2001 r.

Tablica 2.5

Nazwa materiału	AVB
Producent	ACB
Ocena skuteczności impregnacji hydrofobowej (metodą kropli) ²⁾ :	<input checked="" type="checkbox"/> bardzo dobra <input type="checkbox"/> dobra <input type="checkbox"/> słaba
Pokrycie powierzchni ²⁾ :	<input checked="" type="checkbox"/> dokładne <input type="checkbox"/> niedokładne
Jakość wykonanej impregnacji:	<input checked="" type="checkbox"/> spełnia wymagania <input type="checkbox"/> nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawy)

¹⁾ - należy wypełniać po każdym skończonym fragmencie pracy²⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

**OCHRONA
POWIERZCHNIOWA**

(pieczęć wykonawcy robót)

 Kontrakt nr 31 K
 Nazwa kontraktu: *Przejście – Biskupin 2*
 Umowa nr 17/99

 Protokół wykonania robót nr ...3...
 Protokół kontroli jakości wykonanej impregnacji wypełniającej pory¹⁾

 Obiekt: *Przejście podziemne we Wrocławiu przy ul. Kozuchowskiej*
 Element: *Ściana wschodnia*
 Zakres robót: 30 [m²], rysunek załącznik nr: 2
 Termin wykonania prac: 15.07.2000 r.

Tablica 2.6

Szczelność [%] ¹⁾ :	-
- nasiąkliwość przed impregnacją – N ₁	poszczególne wyniki zawiera załącznik nr ...7... wartość średnia ...4,1...
- nasiąkliwość po impregnacji – N ₂	poszczególne wyniki zawiera załącznik nr ...8... wartość średnia ...1,9...
- czy spełnia zasadę zmniejszenia nasiąkliwości betonu o min. 30 % ? ²⁾	<input checked="" type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> nie
Wzmocnienie warstwy przypowierzchniowej zaimpregnowanego betonu [MPa] ²⁾ :	-
- wytrzymałość na odrywanie przed impregnacją W ₁	poszczególne wyniki zawiera załącznik nr ...9... wartość średnia ...1,7... wartość minimalna ...1,5...
- wytrzymałość na odrywanie po impregnacji W ₂	poszczególne wyniki zawiera załącznik nr ...10... wartość średnia ...2,1... wartość minimalna ...2,0...
- czy spełnia zasadę – wzmocnienia podłoża betonowego o nie mniej niż 20% ? ³⁾	<input checked="" type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> nie

¹⁾ - różnicę nasiąkliwości powierzchniowej należy obliczyć wg wzoru: $(N_1 - N_2) : N_1 \times 100\%$ ²⁾ - wzmocnienie podłoża betonowego należy obliczyć wg wzoru: $(W_1 - W_2) : W_1 \times 100\%$ ³⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

ZAŁĄCZNIK NR 2

PRZYKŁADY PROTOKOŁÓW WYKONANIA ROBÓT IZOLACJA

IZOLACJA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 73 C

Nazwa kontraktu: *Most Wolności*

Umowa nr 345/01

Protokół wykonania robót nr ...I....

Protokół kontroli jakości materiałów powłokowych do izolacji ¹⁾

Obiekt: *Most przez rzekę Wisłę*

Element: *Płyta pomostowa, przęsło I*

Zakres robót: *210* [m²], rysunek załącznik nr: *1*

Termin wykonania prac: *10.06.2001 r.*

Tablica 2.7

Nazwa materiału (rodzaj)	VOX (poliuretanowa)
Producent	YOVIX
Numer partii	DC 88/01
Ilość materiałów z partii (ilość i pojemność opakowań)	20 opakowań po 17,5 kg + utwardzacz
Numer dostawy	107/01
Data przydatności do użycia (dz./m-c/r)	22.10.2001 r.
Nr Polskiej Normy lub Aprobaty Technicznej	AT/99-04-0xxx
Certyfikat lub deklaracja zgodności z PN lub AT (nr, z dnia, wielkość dostawy objętej danym certyfikatem lub deklaracją)	nr cert. 122, z dn. 22.06.2001, 20 opakowań (po 17,5 kg + utwardzacz)
Liczba składników / stosunek mieszania	2 / 9:1
Stan opakowania ²⁾ :	
- uszkodzone (szt.)	[]
- nieuszkodzone (szt.)	[x]
Obecność kożucha ²⁾	[] tak [x] nie
Osad ²⁾ :	
- łatwy do rozmieszania	[x]
- trudny do rozmieszania	[]
- niemożliwy do rozmieszania	[]
Konsystencja	plynna, jednolita
Rozdział faz ²⁾	[] tak [x] nie
Wtrącenia ²⁾	[] tak [x] nie
Kolor ²⁾	piaskowo-żółty
Inne	-
Uwagi	-

¹⁾ - należy wypełniać dla każdej partii materiałów

²⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 43 C
Nazwa kontraktu: T2
Umowa nr 254/00

Protokół wykonania robót nr ...I....
Protokół kontroli jakości asfaltowego środka gruntującego¹⁾

Obiekt: Wiadukt drogowy nad trasą Toruńską w Warszawie.....
Element: Płyta pomostowa – prześło III.....
Zakres robót: 245 [m²], rysunek załącznik nr: 3
Termin wykonania prac: 20.07.2001 r.

Tablica 2.8

Nazwa materiału (rodzaj)	AVX
Producent	YOVIX
Numer partii	DC 102/01
Ilość materiałów z partii (ilość i pojemność opakowań)	20 opakowań po 17,5 kg
Numer dostawy	197/01
Data przydatności do użycia (dz./m-c/r)	22.10.2001 r.
Nr Polskiej Normy lub Aprobaty Technicznej	AT/99-04-0xxx
Certyfikat lub deklaracja zgodności z PN lub AT (nr, z dnia, wielkość dostawy objętej danym certyfikatem lub deklaracją)	nr cert. 122, z dn. 16.06.2001, 20 opakowań (po 17,5 kg)
Stan opakowania ²⁾ :	
- uszkodzone (szt.)	[]
- nieuszkodzone (szt.)	[x]
Wygląd zewnętrzny ²⁾ :	
- barwa	czarna
- zawiesina	[] tak [x] nie
- osad	[] tak [x] nie
- zanieczyszczenia	[] tak [x] nie
Konsystencja	jednolita
Inne	
Uwagi	

¹⁾ - należy wypełniać dla każdej partii materiałów²⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 43 C
Nazwa kontraktu: T2
Umowa nr 254/00

Protokół wykonania robót nr ...I....
Protokół kontroli jakości żywicznego środka gruntującego¹⁾

Obiekt: Wiadukt drogowy nad trasą Toruńską w Warszawie.....
Element: Płyta pomostowa – prześło III.....
Zakres robót: 245 [m²], rysunek załącznik nr: 3
Termin wykonania prac: 20.07.2001 r.

Tablica 2.9

Nazwa materiału (rodzaj)	MAM (epoksydowy)
Producent	YOVIX
Numer partii	DC 78/01
Ilość materiałów z partii (ilość i pojemność opakowań)	20 opakowań po 17,5 kg + utwardzacz
Numer dostawy	117/01
Data przydatności do użycia (dz./m-c/r)	18.10.2001 r.
Nr Polskiej Normy lub Aprobaty Technicznej	AT/98-04-0xxx
Certyfikat lub deklaracja zgodności z PN lub AT (nr, z dnia, wielkość dostawy objętej danym certyfikatem lub deklaracją)	nr cert. 122, z dn. 22.06.2001, 20 opakowań po 17,5 kg + utwardzacz
Liczba składników / stosunek mieszania	2 / 9:1
Stan opakowania ²⁾ :	
- uszkodzone (szt.)	[]
- nieuszkodzone (szt.)	[x]
Konsystencja	plynna, jednolita
Wtrącenia ²⁾	[] tak [x] nie
Kolor ²⁾	piaskowo-żółty
Inne	
Uwagi	

¹⁾ - należy wypełniać dla każdej partii materiałów²⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 43 C
Nazwa kontraktu: T2
Umowa nr 254/00

Protokół wykonania robót nr ...2....
Protokół kontroli jakości materiałów izolacji arkuszowych¹⁾

Obiekt: Wiadukt drogowy nad trasą Toruńską w Warszawie
Element: Płyta pomostowa – przęsło III
Zakres robót: 245 [m²], rysunek załącznik nr: 3
Termin wykonania prac: 20.07.2001 r.

Tablica 2.10

Nazwa materiału (rodzaj)	3XVL (papa grzewalna)
Producent	KZX
Numer partii	BD 1703/00
Ilość materiałów z partii	30 rolek po 10 m długości
Ilość materiału wbudowanego	30 rolek (po 10 m długości)
Numer dostawy	89/00
Nr Polskiej Normy lub Aprobaty Technicznej	AT198-04-0xx
Certyfikat lub deklaracja zgodności z PN lub AT (nr, z dnia, wielkość dostawy objętej danym certyfikatem lub deklaracją)	nr cert. 14, z dn. 16.05.2000, 30 rolek (po 10 m długości)
Wygląd zewnętrzny ²⁾ :	
- dziury	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
- załamania	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
- krawędzie	<input checked="" type="checkbox"/> równe <input type="checkbox"/> nierówne
- stan rozłożenia posypki	<input checked="" type="checkbox"/> równomierne <input type="checkbox"/> nierównomierne
- inne	
Sklejenie papy w rolce ²⁾	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie

¹⁾ - należy wypełniać dla każdej partii materiałów²⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 73 C
Nazwa kontraktu: Most Wolności
Umowa nr 345/01

Protokół wykonania robót nr ...2...., działka nr...2....
Protokół kontroli przygotowania podłoża betonowego

Obiekt: Most przez rzekę Wisłę
Element: Płyta pomostowa, przęsło I
Zakres robót: 210 [m²], rysunek załącznik nr: 1
Termin wykonania prac: 10.06.2001 r.

Tablica 2.11

Sposób czyszczenia	piaskowanie	
Wytrzymałość na odrywanie ¹⁾ [MPa]	wyniki zawiera załącznik nr3..... wartość średnia1,6..... wartość minimalna1,1..... [x] w normie [] poza normą	
Czystość podłoża ¹⁾	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Gładkość podłoża ¹⁾	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Szorstkość podłoża ¹⁾ [mm]	wyniki zawiera załącznik nr4..... wartość średnia0,6..... wartość maksymalna0,8..... [x] w normie [] poza normą	
Równość podłoża ¹⁾	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Wilgotność podłoża ¹⁾	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Data i godzina zakończenia prac przygotowania podłoża	Data 28.05.2001 r.	Godzina 13 ¹⁰
Inne (w zależności od rodzaju metody zabezpieczenia powierzchniowego)		
Uwagi		
Jakość przygotowanego podłoża:	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawy)	

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 26 N

Nazwa kontraktu: *Most Tysiąclecia*

Umowa nr 270/00

Protokół wykonania robót nr ...2....., działka nr...3.....

Protokół kontroli przygotowania podłoża stalowego

Obiekt: *Most przez rzekę Odra*.....Element: *Płyta pomostowa, przęsło I*.....Zakres robót: 200 [m²], rysunek załącznik nr: 1

Termin wykonania prac: 20.08.2001 r.

Tablica 2.12

Dane dotyczące mycia konstrukcji (ciśnienie, rodzaj detergentu, stężenie itp.)	50 MPa, płyn CCC, 10%; spłukanie czystą wodą	
Data i godzina zakończenia czyszczenia powierzchni	Data 02.07.2001 r.	Godzina 13 ³⁰
Rodzaj i parametry ścierniwa (granulacja, czystość jonowa itd.)	szlaka pomiedziowa o granulacji 0,2-1, czystość jonowa 20 mS/m	
Stopień przygotowania powierzchni ¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/> spełnia wymagania	<input type="checkbox"/> nie spełnia wymagania
Stopień odpylenia ¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/> spełnia wymagania	<input type="checkbox"/> nie spełnia wymagania
Odtłuszczenie powierzchni ¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/> brak zatuszczenia	<input type="checkbox"/> występuje zatuszczenie
Profil powierzchni ¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/> spełnia wymagania	<input type="checkbox"/> nie spełnia wymagania
Zanieczyszczenia jonowe ¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/> spełnia wymagania	<input type="checkbox"/> nie spełnia wymagania
Zawilgocenie powierzchni ¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/> nie występuje	<input type="checkbox"/> występuje
Uwagi		
Jakość przygotowanego podłoża:	<input checked="" type="checkbox"/> spełnia wymagania <input type="checkbox"/> nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawy)	

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 73 C

Nazwa kontraktu: *Most Wolności*

Umowa nr 345/01

Protokół wykonania robót nr ...3.....

Protokół pomiarów warunków klimatycznych¹⁾Obiekt: *Most przez rzekę Wisłę*.....Element: *Płyta pomostowa, przęsło I*.....Zakres robót: 210 [m²], rysunek załącznik nr: 1

Termin wykonania prac: 10.06.2001 r.

Tablica 2.13

Nr działki [m ²]	Data i godzina	Silne promienio- wanie słoneczne	Zachmu- rzenie	Opad atmosfe- ryczny	Wilgot- ność względna [%]	Temp. powietrza [°C]	Temp. podłoża [°C]	Temp. punktu rosy [°C]
1	2	3	4	5	6	7	8	9
załącznik nr ²⁾ ..2....	28.05.01 9 ³⁰	nie	nie	nie	60	20	22	12,00
1 załącznik nr ²⁾ ..2....	28.05.01 12 ³⁰	nie	nie	nie	60	22	24	13,89
1 załącznik nr ²⁾ ..2....	28.05.01 15 ³⁰	nie	nie	nie	65	22	24	13,89
Uwaga: Pomiary warunków klimatycznych należy przeprowadzać co 3-4 godziny i przy każdej odczuwalnej zmianie pogody								

¹⁾ - protokół należy stosować do całości zabezpieczanej powierzchni²⁾ - załącznik nr zawiera szkice działki

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 26 N
Nazwa kontraktu: Most Tysiąclecia
Umowa nr 270/00

Protokół wykonania robót nr ...2..., działka nr...3...
Protokół kontroli jakości nałożonych powłok antykorozyjnych na podłożach stalowych

Obiekt: Most przez rzekę Odrę.....
Element: Płyta pomostowa – przęsło II.....
Zakres robót: 200 [m²], rysunek załącznik nr: 2
Termin wykonania prac: 20.08.2001 r.

Tablica 2.14

Nazwa materiału (rodzaj materiału)	MXM	
Producent	VOX	
Rodzaj farby	gruntuja, epoksydowa z pyłem cynkowym	
Technika aplikacji	natrysk bezpowietrzny	
Czas aplikacji	4 godz.	
Wygląd ¹⁾ :		
- cofanie się wymalowania	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- zaciek	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- zanieczyszczenia wymalowane w powłokę	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- kraterowanie igłowe	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- kraterowanie z pękającymi pęcherzami	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- zmarszczenia	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- spękania	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- skórka pomarańczowa	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- suchy natrysk	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- podnoszenie	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- niedomalowania	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
Grubość [μm]	poszczególne wyniki zawiera załącznik nr ...3...	
- grubość średnia	155	
- liczba wykonanych punktów pomiarowych	15	
- zakres wyników ¹⁾ - czy spełnia zasadę, że maks. 10% pomiarów jest poniżej 0,9 wartości nominalnej,	<input checked="" type="checkbox"/> tak	<input type="checkbox"/> nie
- grubość maks. nie przekracza trzykrotnej wartości nominalnej	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
Przyczepność	poszczególne wyniki zawiera załącznik nr ...5... wartość średnia ...6,7... wartość minimalna ...5,9... <input checked="" type="checkbox"/> spełnia wymagania <input type="checkbox"/> nie spełnia wymagania	
Uwagi		
Jakość nałożonej powłoki:	<input checked="" type="checkbox"/> spełnia wymagania <input type="checkbox"/> nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawek)	

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 43 C
Nazwa kontraktu: T2
Umowa nr 254/00

Protokół wykonania robót nr ...4..., działka nr...3...
Protokół kontroli jakości zagruntowanego podłoża
betonowego środkami asfaltowymi

Obiekt: Wiadukt drogowy nad trasą Toruńską w Warszawie.....
Element: Płyta pomostowa – przęsło III.....
Zakres robót: 245 [m²], rysunek załącznik nr: 5
Termin wykonania prac: 20.07.2000 r.

Tablica 2.15

Nazwa materiału	IZOL	
Producent	AVAX	
Wygląd zewnętrzny ¹⁾ :		
- barwa czarna	<input checked="" type="checkbox"/> tak	<input type="checkbox"/> nie
- powierzchnia matowa	<input checked="" type="checkbox"/> tak	<input type="checkbox"/> nie
Brudzenie skóry przy dotyku ¹⁾	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
Inne np. przebarwienia, szkliste strefy	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
Jakość zagruntowanego podłoża:	<input checked="" type="checkbox"/> spełnia wymagania <input type="checkbox"/> nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawek)	

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 177 A
Nazwa kontraktu: Most Pokoju
Umowa nr 218/01

Protokół wykonania robót nr ...4..., działka nr...2...
Protokół kontroli jakości zagruntowanego podłoża
betonowego środkami żywicznymi

Obiekt: Most przez rzekę Bug we Frankopolu.....
Element: Płyta pomostowa, przęsło II.....
Zakres robót: 190 [m²], rysunek załącznik nr: 2
Termin wykonania prac: 10.06.2001 r.

Tablica 2.16

Nazwa materiału	PCX	
Producent	YOVIX	
Wygląd zewnętrzny ¹⁾ :		
- powierzchnia lekko błyszcząca	<input checked="" type="checkbox"/> tak	<input type="checkbox"/> nie
Brudzenie skóry przy dotyku ¹⁾	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
Posypka płaskiem ¹⁾ :		
- rozłożenie	<input checked="" type="checkbox"/> równomierne	<input type="checkbox"/> nierównomierne
- wklejenie	<input checked="" type="checkbox"/> mocne	<input type="checkbox"/> słabe
Jakość zagruntowanego podłoża:	<input checked="" type="checkbox"/> spełnia wymagania <input type="checkbox"/> nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawek)	

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 43 C
Nazwa kontraktu: T2
Umowa nr 254/00

Protokół wykonania robót nr ...6..., działka nr...3...
Protokół kontroli jakości wykonania izolacji arkuszowych

Obiekt: Wiadukt drogowy nad trasą Tłumińską w Warszawie.....
Element: Płyta pomostowa – przęsło II.....
Zakres robót: 230 [m²], rysunek załącznik nr: 5
Termin wykonania prac: 20.07.2000 r.

Tablica 2.17

Nazwa materiału (rodzaj)	3XVL (papa zgrzewalna)	
Producent	KZX	
Przyczepność ¹⁾	wyniki wg załącznika nr .6....	
- metodą pull-off [MPa]	wartość średnia ..0,9... wartość minimalna ..0,7... [x] przy temp. 8° C [] przy temp. 22° C [x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
- metodą odrywania paska	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Wygląd zewnętrzny ¹⁾ :		
- barwa	<input checked="" type="checkbox"/> jednolita	<input type="checkbox"/> niejednolita
- niedoklejenia	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- pęcherze	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- pęknięcia	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- fałdy	<input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie
- inne		
Szerokość zakładów wynosi ¹⁾ :		
- poprzeczny (równoległe do długości arkusza) 8 cm	<input checked="" type="checkbox"/> tak	<input type="checkbox"/> nie
- podłużny (równoległe do szerokości arkusza) 15 cm	<input checked="" type="checkbox"/> tak	<input type="checkbox"/> nie
Pomiar szerokości wypływu z zakładu ¹⁾	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Jakość nałożonej powłoki:	<input checked="" type="checkbox"/> spełnia wymagania <input type="checkbox"/> nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawek)	

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 73 C

Nazwa kontraktu: *Most Wolności*

Umowa nr 345/01

Protokół wykonania robót nr ...3..., działka nr...2.....
 Protokół kontroli jakości wykonania izolacji powłokowych

Obiekt: *Most przez rzekę Wisłę*
 Element: *Płyta pomostowa, przęsło II*
 Zakres robót: 200 [m²], rysunek załącznik nr: 3
 Termin wykonania prac: 10.06.2001 r.

Tablica 2.18

Nazwa materiału (rodzaj)	VOX (poliuretanowa)	
Producent	YOVIX	
Przyczepność ¹⁾ [MPa]	wyniki wg załącznika nr ...6... wartość średnia ...4,7... wartość minimalna ...4,2... [x] spełnia wymaganie [] nie spełnia wymagania	
Wygląd zewnętrzny ¹⁾ :		
- barwa	[x] jednolita	[] niejednolita
- pęcherze	[] tak	[x] nie
- zmarszczenia	[] tak	[x] nie
- inne		
Jakość nałożonej powłoki:	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawek)	

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

ZAŁĄCZNIK NR 2

PRZYKŁADY PROTOKOŁÓW WYKONANIA ROBÓT
 IZOLACJONAWIERZCHNIA

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

.....

.....

.....

IZOLACJONAWIERZCHNIA

Kontrakt nr 617 K

Nazwa kontraktu: Kładka Powstańców Śl.

Umowa nr 212/00

(pieczęć wykonawcy robót)

Protokół wykonania robót nr ...2....

Protokół kontroli jakości materiału gruntującego¹⁾

Obiekt: Kładka dla pieszych nad ul. 1 Maja w Mrągowie.....

Element: Pomost kładki.....

Zakres robót: 300 [m²], rysunek załącznik nr: 3

Termin wykonania prac: 25.08.2000 r.

Tablica 2.19

Nazwa materiału (rodzaj)	VXS (gruntująca farba epoksydowa z fosforanem cynku)
Producent	WAM
Numer partii	AD 1829/00
Ilość materiałów z partii (ilość i pojemność pojemników)	15 pojemników po 12,5 kg
Numer dostawy	616/00
Data przydatności do użycia (dz./m-c/r)	05.11.2001 r.
Nr Polskiej Normy lub Aprobaty Technicznej	AT/96-0x-0xxx
Certyfikat lub deklaracja zgodności z PN lub AT (nr, z dnia, wielkość dostawy objętej danym certyfikatem lub deklaracją)	nr cert. 214, z dn. 21.07.2001, 15 pojemników (po 12,5 kg)
Liczba składników / stosunek mieszania	2 / 8:2
Stan opakowania ²⁾	-
- uszkodzone (szt.)	[]
- nieuszkodzone (szt.)	[x]
Obecność kożucha ²⁾	[] tak [x] nie
Osad ²⁾	-
- łatwy do rozmieszania	[x]
- trudny do rozmieszania	[]
- niemożliwy do rozmieszania	[]
Konsystencja	plynna, jednolita
Rozdział faz ²⁾	[] tak [x] nie
Wtrącenia ²⁾	[] tak [x] nie
Kolor ²⁾	brązowy
Inne	-
Uwagi	-

¹⁾ - należy wypełniać dla każdej partii materiałów²⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJONAWIERZCHNIA

Kontrakt nr 14

Nazwa kontraktu: Remont WPD 2

Umowa nr 39/01

(pieczęć wykonawcy robót)

Protokół wykonania robót nr ...1....

Protokół kontroli jakości materiału do izolacionawierzchni¹⁾

Obiekt: Wiadukt nad ul. Włodkowica w Mielnie.....

Element: Chodnik dla pieszych.....

Zakres robót: 250 [m²], rysunek załącznik nr: 2

Termin wykonania prac: 25.08.2001 r.

Tablica 2.20

Nazwa materiału (rodzaj)	XCS (epoksydowo-poliuretanowa)
Producent	WOX
Numer partii	EG 1269/01
Ilość materiałów z partii (ilość i pojemność pojemników)	20 pojemników po 12,5 kg
Numer dostawy	1011/01
Data przydatności do użycia (dz./m-c/r)	15.10.2002 r.
Nr Polskiej Normy lub Aprobaty Technicznej	AT/97-03-0xxx
Certyfikat lub deklaracja zgodności z PN lub AT (nr, z dnia, wielkość dostawy objętej danym certyfikatem lub deklaracją)	nr deklaracji 96, z dn. 02.08.2001, 20 pojemników (po 12,5 kg)
Liczba składników / stosunek mieszania	2 / 8,5 : 1,5
Stan opakowania ²⁾	-
- uszkodzone (szt.)	[]
- nieuszkodzone (szt.)	[x]
Obecność kożucha ²⁾	[] tak [x] nie
Osad ²⁾	-
- łatwy do rozmieszania	[x]
- trudny do rozmieszania	[]
- niemożliwy do rozmieszania	[]
Konsystencja	plynna, jednolita
Rozdział faz ²⁾	[] tak [x] nie
Wtrącenia ²⁾	[] tak [x] nie
Kolor ²⁾	[x] zgodny z dokumentacją [] niezgodny z dokumentacją
Inne	-
Czy posypka spełnia wymagania normy ²⁾ :	Wyniki badań zawiera załącznik nr ...4...
- piaski klasa 6 wg BN-80/6811-01	[x] tak [] nie
- inne kruszywa wg PN-96/B-11112	[] tak [] nie
Uwagi	-

¹⁾ - należy wypełniać dla każdej partii materiałów²⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]³⁾ - nie dotyczy materiałów o spoiwie cementowo-polimerowym

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJONAWIERZCHNIA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 14
Nazwa kontraktu: WPD 2
Umowa nr 39/01

Protokół wykonania robót nr ..5, działka nr...2
Protokół kontroli przygotowania podłoża betonowego

Obiekt: Wiadukt nad ul. Włodkowica w Mielnie
Element: Chodnik dla pieszych
Zakres robót: 250 [m²], rysunek załącznik nr: 2
Termin wykonania prac: 25.08.2001 r.

Tablica 2.21

Sposób czyszczenia	piaskowanie	
Wytrzymałość na odrywanie ¹⁾ [MPa]	wyniki zawiera załącznik nr ...6 wartość średnia ...2,4 ... wartość minimalna ...2,0 ... [x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Czystość podłoża ¹⁾	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Gładkość podłoża ¹⁾	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Szorstkość podłoża ¹⁾ [mm]	wyniki zawiera załącznik nr ...8 wartość średnia ...0,6 ... wartość maksymalna ...0,8 ... [x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Równość podłoża ¹⁾	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Wilgotność podłoża ¹⁾	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Data i godzina zakończenia prac przygotowania podłoża	Data 16.06.2001 r.	Godzina 12 ⁰⁰
Inne (w zależności od metody zabezpieczenia powierzchniowego)		
Uwagi		
Jakość przygotowanego podłoża:	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawy)	

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJONAWIERZCHNIA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 617 K
Nazwa kontraktu: WPD 2
Umowa nr 212/00

Protokół wykonania robót nr ...4, działka nr...1
Protokół kontroli przygotowania podłoża stalowego

Obiekt: Kładka dla pieszych nad ul. 1 Maja w Mrągowie
Element: Pomost kładki
Zakres robót: 300 [m²], rysunek załącznik nr: 3
Termin wykonania prac: 25.08.2000 r.

Tablica 2.22

Dane dotyczące mycia konstrukcji (ciśnienie, rodzaj detergentu, stężenie itp.)	50 MPa, płyn XXX, 15%; spłukanie wodą	
Data i godzina zakończenia czyszczenia powierzchni	Data 21.06.2000 r.	Godzina 13 ⁰⁰
Rodzaj i parametry ścierniwa (granulacja, czystość jonowa itd.)	szlaka pomiedziowa o granulacji 0,2-1, czystość jonowa 20 mS/m	
Stopień przygotowania powierzchni ¹⁾	[x] Sa 2 ½	[] Sa 3
Stopień odpylenia ¹⁾	[x] spełnia wymagania	[] nie spełnia wymagania
Odżuszczenie powierzchni ¹⁾	[x] brak zafuszczenia	[] występuje zafuszczenie
Profil powierzchni ¹⁾	[x] spełnia wymagania	[] nie spełnia wymagania
Zanieczyszczenia jonowe ¹⁾	[x] spełnia wymagania	[] nie spełnia wymagania
Zawilgocenie powierzchni ¹⁾	[x] nie występuje	[] występuje
Uwagi		
Jakość przygotowanego podłoża:	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawy)	

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJONAWIERZCHNIA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 14
Nazwa kontraktu: WPD 2
Umowa nr 39/01

Protokół wykonania robót nr ...4....
Protokół kontroli warunków klimatycznych¹⁾

Obiekt: Wiadukt nad ul. Włodkowica w Mielnie.....
Element: Chodnik dla pieszych.....
Zakres robót: 250 [m²], rysunek załącznik nr: 2
Termin wykonania prac: 25.08.2001 r.

Tablica 2.23

Nr działki [m ²]	Data i godzina	Silne promienio- wanie słoneczne	Zachmu- rzenie	Opad atmosfe- ryczny	Wilgot- ność względna [%]	Temp. powietrza [°C]	Temp. podłoża [°C]	Temp. punktu rosy [°C]
1 załącznik nr ²⁾ ..6....	16.06.01 10 ⁰⁰	nie	nie	nie	70	23	25	17,29
1 załącznik nr ²⁾ ..6....	17.06.01 13 ⁰⁰	nie	nie	nie	65	24	26	17,06
3 załącznik nr ²⁾ ..8....	18.06.01 12 ⁴⁵	nie	nie	nie	65	22	24	15,19

Uwaga: Pomiary warunków klimatycznych należy przeprowadzać co 3-4 godziny i przy każdej odczuwalnej zmianie pogody

¹⁾ - protokół należy stosować do całości zabezpieczanej powierzchni²⁾ - załącznik nr zawiera szkic działki

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJONAWIERZCHNIA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 617 K
Nazwa kontraktu: WPD 2
Umowa nr 212/00

Protokół wykonania robót nr ...4...., działka nr ...2....
Protokół kontroli jakości wykonanych powłok antykorozyjnych na podłożach stalowych
Obiekt: Kładka dla pieszych nad ul. 1 Maja w Mrągowie.....
Element: Pomost kładki.....
Zakres robót: 300 [m²], rysunek załącznik nr: 3
Termin wykonania prac: 25.08.2000 r.

Tablica 2.24

Nazwa materiału	VXS
Producent	WAM
Rodzaj farby	epoksydowa z fosforanem cynku
Technika aplikacji	natrysk bezpowietrzny
Czas aplikacji	2 godz.
Wygląd ¹⁾ :	
- cofanie się wymalowania	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
- zacieki	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
- zanieczyszczenia wmalowane w powłokę	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
- kraterowanie igłowe	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
- kraterowanie z pękającymi pęcherzami	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
- zmarszczenia	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
- spekania	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
- skórka pomarańczowa	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
- suchy natrysk	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
- podnoszenie	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
- niedomalowania	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
Grubość [µm]	poszczególne wyniki zawiera załącznik nr ...5...
- grubość średnia	160
- liczba wykonanych punktów pomiarowych	15
- zakres wyników - czy spełnia zasadę, że maks. 10% pomiarów jest poniżej 0,9 wartości nominalnej,	<input checked="" type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> nie
- grubość maks. nie przekracza trzykrotnej wartości nominalnej	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie
Przyczepność	poszczególne wyniki zawiera załącznik nr ...5... wartość średnia ...8,7... wartość minimalna ...6,1... <input checked="" type="checkbox"/> spełnia wymagania <input type="checkbox"/> nie spełnia wymagania
Uwagi	
Jakość nałożonej powłoki:	<input checked="" type="checkbox"/> spełnia wymagania <input type="checkbox"/> nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawek)

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

IZOLACJONAWIERZCHNIA

(pieczęć wykonawcy robót)

Kontrakt nr 14
Nazwa kontraktu: WPD 2
Umowa nr 39/01

Protokół wykonania robót nr ...6..., działka nr ...3....
Protokół kontroli jakości wykonanej izolacionawierzchni

Obiekt: Wiadukt nad ul. Włodkowica w Mielnie.....
Element: Chodnik dla pieszych.....
Zakres robót: 250 [m²], rysunek załącznik nr: 2
Termin wykonania prac: 25.08.2001 r.

Tablica 2.25

Nazwa materiału (rodzaj)	XCS (epoksydowo-poliuretanowa)	
Producent	WOX	
Przyczepność [MPa]	wyniki wg załącznika nr ..7... wartość średnia ...4,5... wartość minimalna ...3,7... [x] spełnia wymaganie [] nie spełnia wymagania	
Wygląd ¹⁾ :		
- smugi	[] tak	[x] nie
- widoczne szwy	[] tak	[x] nie
- przerwy robocze	[] tak	[x] nie
- rysy, pęknięcia	[] tak	[x] nie
- sfaldowania	[] tak	[x] nie
- pęcherze	[] tak	[x] nie
- spłynięcia	[] tak	[x] nie
- kolor	[x] jednolity	[] niejednolity
	[x] zgodny z dokumentacją	[] niezgodny z dokumentacją
Posypka uszorstniająca ¹⁾ :		
- rozłożenie	[x] równomierne	[] nierównomierne
- wklejenie	[x] mocne	[] słabe
Grubość średnia [mm] ¹⁾	poszczególne wyniki zawiera załącznik nr ..8... [x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagania	
Jakość nałożonej powłoki:	[x] spełnia wymagania [] nie spełnia wymagań (kwalifikuje się do poprawek)	

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Miejscowość i data:

Wykonawca:

Inspektor Nadzoru:

.....

.....

.....

ZAŁĄCZNIK NR 3

PRZYKŁADY FORMULARZY DO OCENY STANU
(DIAGNOSTYKI) ZABEZPIECZEŃ POWIERZCHNIOWYCH

Określenie stanu ochrony powierzchniowej

Rodzaj powłoki:poliuretanowa.....
 Obiekt:Wiadukt drogowy nad ulicą Piękną we Wrocławiu.....

Tablica 3.1

Rodzaj uszkodzenia	Występuje lub nie występuje	Miejsce uszkodzenia i zasięg w %	Klasa intensywności zniszczenia powłok	Prawdopodobna przyczyna uszkodzenia
1	2	3	4	5
Zmiana barwy ¹⁾	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	0	-
Utrata połysku ¹⁾	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	0	-
Przebarwienia ¹⁾	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	0	-
Zmiana tekstury ¹⁾ :				
- pęcherzyki,	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	0	-
- szorstkość powierzchni	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	0	-
- inne	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	0	-
Wykwłty, osady ¹⁾	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	0	-
Przecieki, zawilgocenia ¹⁾	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	0	-
Spękania ¹⁾	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	0	-
Rysy ¹⁾	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	0	-
Złuszczenia ¹⁾	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	0	-
Wegetacja roślin ¹⁾	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	0	-
Inne	-	-	-	-
Przyczepność [MPa] (wg załącznika nr 1...)	śr. 0,9 min. 0,8	-	-	-
Skuteczność hydrofobizacji ¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/> jest <input type="checkbox"/> nie ma	-	-	-
Szczelność impregnacji głębokiej ¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/> jest <input type="checkbox"/> nie ma	-	-	-
Wzmocnienie warstwy przypowierzchniowej impregnowanego betonu ¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/> jest <input type="checkbox"/> nie ma	-	-	-
Zalecenia:	- konserwacja - naprawa - renowacja		<input type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie <input checked="" type="checkbox"/> nie <input checked="" type="checkbox"/> nie

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Data:

Ocenę wykonał:

Określenie stanu izolacji przeciwwodnej

Rodzaj izolacji:papa zgrzewalna.....
 Obiekt:Wiadukt drogowy nad ulicą Piękną we Wrocławiu.....

Tablica 3.2

Rodzaj uszkodzenia	Występuje lub nie występuje	Miejsce uszkodzenia i zasięg w %	Stopień uszkodzenia	Prawdopodobna przyczyna uszkodzenia
1	2	3	4	5
Przecieki, zawilgocenia ¹⁾	<input checked="" type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> nie	powierzchnia spodu płyty pomostu - 90% pow. płyty	intensywny	nieszczelność nawierzchni i izolacji
<u>Odkrywkę izolacji</u> wg załącznika nr 1 Obecność wilgoci:				
- na izolacji	<input checked="" type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> nie	wg zał. 1	szczegółne nastilenie w obrębie dylatacji i pęknięć nawierzchni	nieszczelność nawierzchni
- między warstwami izolacji	<input checked="" type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> nie			
- pod nawierzchnią	<input checked="" type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> nie			
- pod gruntem	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie			
Przyczepność [MPa] (wg załącznika nr 2...)	śr. 0,3 min. 0,2	-	-	-
Zalecenia:	- konserwacja - naprawa - renowacja		<input type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> tak	<input type="checkbox"/> nie <input type="checkbox"/> nie <input type="checkbox"/> nie

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Data:

Ocenę wykonał:

Określenie stanu izolacionawierzchni

Rodzaj izolacionawierzchni:poliuretanowa.....
 Obiekt:Wiadukt drogowy nad ulicą Piękną we Wrocławiu.....

Tablica 3.3

Rodzaj uszkodzenia	Występuje lub nie występuje	Miejsce uszkodzenia i zasięg w %	Stopień uszkodzenia	Prawdopodobna przyczyna uszkodzenia
	2	3	4	5
Zmiana barwy ¹⁾	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	-	-
Przecieki, zawilgocenia ¹⁾	<input type="checkbox"/> tak <input checked="" type="checkbox"/> nie	-	-	-
Inne dotyczące wyglądu	-	-	-	-
Stan posypki uszkadzającej	stan dobry mocno wklejona „niestarta”	-	-	-
Przyczepność (wg załącznika nr 1..)	4,5 MPa	-	-	-
Zalecenia:	- konserwacja - naprawa - renowacja		<input type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> tak	<input checked="" type="checkbox"/> nie <input checked="" type="checkbox"/> nie <input checked="" type="checkbox"/> nie

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Data:

Ocenę wykonał:

Określenie stanu podłoża betonowego pod zabezpieczeniami powierzchniowymi

Obiekt:Most przez rzekę Barycz przy ul. Szkolnej w Żmigrodzie.....

Tablica 3.4

Równość podłoża	podłoże równe
Wilgotność podłoża	3,5%
Wygląd zewnętrzny ¹⁾ :	-
- obecność rys	<input type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> nie
- obecność pęknięć	<input checked="" type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> nie
- występowanie złuszczeń	<input checked="" type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> nie
- inne oznaki korozji betonu	<input checked="" type="checkbox"/> tak <input type="checkbox"/> nie
Porowatość betonu	w normie
Wodoszczelność	W8
Zawartość jonów chlorkowych	0,1% m.c
Zasięg skarbonatyzowania – maks.	2 mm
Wytrzymałość na ściskanie – średnia	25 MPa

¹⁾ - właściwą odpowiedź należy zaznaczyć krzyżykiem [x]

Data:

Ocenę wykonał:

Określenie stanu podłoża stalowego pod zabezpieczeniami powierzchniowymi

Obiekt:Most przez rzekę Barycz w Żmigrodzie w ciągu trasy A 5.....

Tablica 3.5

Korozja (stopień wg PN-ISO 4628:1999)	Ri ...3.....
Stan powłoki antykorozyjnej (gruntującej) – opis	miejscowo odpalająca się powłoka, z punktami korozyjnymi występującymi równomiernie na całej powierzchni (o nasileniu jak wyżej)
Przyczepność powłoki antykorozyjnej	śr. 2,5 MPa

Data:

Ocenę wykonał:

ZAŁĄCZNIK NR 4

OPIS POMIARU SZORSTKOŚCI PODŁOŻA BETONOWEGO METODĄ WYPEŁNIENIA PIASKIEM [21]

OPIS POMIARU SZORSTKOŚCI METODĄ WYPEŁNIENIA PIASKIEM

Pomiar szorstkości polega na określeniu wielkości powierzchni, na jakiej znormalizowany piasek o określonej objętości wypełni nierówności powierzchniowe.

Zakres stosowania tej metody jest ograniczony do pomiaru szorstkości na powierzchniach poziomych.

Materiały i sprzęt pomiarowy:

- piasek kwarcowy o uziarnieniu 0,1 – 0,5 mm,
- menzurka o pojemności 100 cm³,
- drewniany krążek o średnicy 50 mm i grubości 10 mm, z uchwytem,
- przymiar liniowy.

Przebieg pomiaru:

Na powierzchnię betonu należy wysypać odmierzony w menzurce piasek w ilości 25 lub 50 cm³ (w zależności od spodziewanej szorstkości) i rozprowadzić go drewnianym krążkiem ruchami kolistymi do wyrównania z powierzchnią. Należy dążyć, aby wypełnienie piaskiem było maksymalnie zbliżone do kształtu koła. Następnie należy zmierzyć średnicę koła w dwóch prostopadłych do siebie kierunkach, a z otrzymanych wyników obliczyć wartość średnią.

Określenie szorstkości:

Parametrem charakteryzującym szorstkość powierzchni betonu jest wartość „s”, która jest uśrednioną głębokością nierówności na jego powierzchni.

Szorstkość należy określić ze wzoru:

$$s = 40 V / \pi d^2 \quad [mm]$$

gdzie:

- V – objętość piasku w cm³,
- d – średnica koła w cm.

Wartość „s” należy podawać z dokładnością do 0,1 mm.

OPIS BADANIA PRZYCZEPNOŚCI IZOLACJI DO PODŁOŻA

Po wykonaniu izolacji należy wykonać badanie jej przyczepności do podłoża. Badanie przyczepności izolacji do podłoża powinno być wykonane na kilku polach losowo wybranych przez nadzór na obiekcie. Na każdym polu należy wykonać badania w 5 punktach pomiarowych. Na obiektach o powierzchni mniejszej od 1000 m² należy wyznaczyć 2 pola badawcze. Na obiektach większych należy dodać jedno pole badawcze na każde dodatkowe rozpoczęte 1000 m² izolowanej powierzchni.

Stosowane są następujące metody oceny przyczepności izolacji do podłoża:

- **metoda odrywania paska dla materiałów arkuszowych** – polega na oderwaniu paska izolacji o szerokości około 5 cm i długości około 15 cm od podłoża i ocenie stanu powierzchni zerwania; papa powinna być zerwana w materiale poniżej osnowy; powierzchnia zerwania nie powinna brudzić skóry, na powierzchni zerwania nie powinno być drobnych pęcherzy,
- **metoda „pull-off”** – polega na odrywaniu metalowych krążków o średnicy zewnętrznej Ø 50 mm, naklejonych na izolacji za pomocą kleju, przy zastosowaniu specjalnego aparatu i zmierzeniu siły zrywającej. Przed naklejeniem krążka izolację należy naciąć specjalną koronką o średnicy rdzenia równej średnicy krążka. Nacięcie należy wykonać przez całą grubość izolacji. Na każdym polu należy nakleić po 5 krążków, oderwać aparatem „pull-off” i obliczyć średnią arytmetyczną z pomiaru; pomiary należy wykonywać przy temperaturze nie wyższej niż +23°C, w cieniu.

Jeżeli wartość pojedynczego pomiaru jest niższa od wartości podanych w odpowiednich punktach rozdziału 7, wówczas należy wykonać dodatkowy pomiar obok, w miejscu wskazanym przez nadzór. W przypadku, gdy dodatkowy pomiar spełni warunek minimalnej wytrzymałości na odrywanie i równocześnie wartość średnia ze wszystkich pomiarów nie będzie niższa od wartości średniej określonej dla danego rodzaju materiału w rozdziale 7, to można uznać, że warunek wytrzymałości na odrywanie został spełniony.

Miejsca uszkodzone podczas badań należy naprawić przy użyciu tych samych materiałów, które były stosowane do wykonania izolacji, zachowując wymagania techniczne odnośnie ich stosowania.

ZAŁĄCZNIK NR 5

BADANIE PRZYCZEPNOŚCI IZOLACJI
DO PODŁOŻA

