


Załącznik do Zarządzenia nr 17/2016

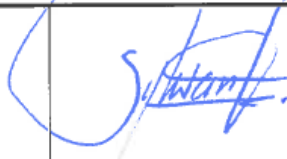
Standard techniczny nr 16/2016  
- dobór materiałów oraz sposób prowadzenia prac  
zabezpieczających przed korozją betonowych  
fundamentów w TAURON Dystrybucja S.A.  
(wersja pierwsza).


Kraków, luty 2016 r.

\* tekst ujednolicony obejmujący zmianę numeru standardu technicznego wprowadzoną Zarządzeniem nr 42/2017 z dnia pierwszego sierpnia 2017 roku

Pracownicy Politechniki Gdańskiej	1. prof. dr hab. inż. Kazimierz Darowicki	Katedra Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej Wydziału Chemicznego	Podpis przedstawiciela Zespołu: 
	2. dr hab. inż. Andrzej Miszczyk	Katedra Elektrochemii, Korozji i Inżynierii Materiałowej Wydziału Chemicznego	
Zespół współpracujący z ramienia TAURON Dystrybucja S.A.:	3. Piotr Kaczmarek	Oddział w Jeleniej Górze	
	4. Czesław Ledwoń	Oddział we Wrocławiu	
	5. Krzysztof Markiel	Oddział w Bielsku - Białej	
	6. Andrzej Jakubas	Oddział w Częstochowie	
	7. Jerzy Topolski	Oddział w Krakowie	
	8. Grzegorz Bosowski	Oddział w Tarnowie	
	9. Marek Sas	TAURON Dystrybucja Serwis S.A.	
	10. Anna Mikołajczyk	Centrala	
Sprawdził:	Zdzisław Koszkuł	Kierownik Biura Standaryzacji	 <b>TAURON Dystrybucja S.A.</b> Departament Inwestycji i Rozwoju Sieci Kierownik Biura Standaryzacji

Zdzisław Koszkuł

Sprawdził pod względem formalno-prawnym:	Mariusz Sylwant	Radca Prawny	
--	-----------------	--------------	---

Zatwierdził:	Janusz Kurpas	Dyrektor Departamentu Inwestycji i Rozwoju Sieci	 <b>TAURON Dystrybucja S.A.</b> Dyrektor Departamentu Inwestycji i Rozwoju Sieci
--------------	---------------	--	---

Janusz Kurpas

Odpowiedzialny za aktualizację:	Biuro Standaryzacji		
---------------------------------	---------------------	--	--

## Spis treści

<b>1. Podstawa opracowania .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Cel opracowania .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Zakres stosowania.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Opis zmian .....</b>	<b>4</b>
<b>5. Podstawowe definicje i skróty .....</b>	<b>4</b>
<b>6. Inspekcja i ocena stanu przed renowacją betonowych konstrukcji wsporczych.....</b>	<b>8</b>
6.1. Ocena stopnia karbonatyzacji betonu .....	9
6.2. Ocena spistości betonu.....	9
<b>7. Wybór metody naprawy i zabezpieczenia fundamentów .....</b>	<b>9</b>
7.1. Uszkodzenia niekonstrukcyjne .....	10
7.2. Uszkodzenia konstrukcyjne.....	10
<b>8. Naprawa i zabezpieczenie fundamentów .....</b>	<b>11</b>
8.1. Przygotowanie nowej powierzchni betonowej do zabezpieczenia .....	11
8.2. Przygotowanie powierzchni starego betonu i odsłoniętego zbrojenia .....	11
8.3. Technologia naprawy fundamentów.....	11
8.4. Wykonanie zabezpieczenia fundamentów .....	11
<b>9. Warunki atmosferyczne wykonywania prac naprawczych .....</b>	<b>12</b>
<b>10. Wykonywanie prac.....</b>	<b>13</b>
<b>11. Metody kontroli jakości materiałów i wykonania.....</b>	<b>13</b>
11.1. Kontrola jakości materiałów .....	13
11.2. Kontrola jakości wykonania napraw fundamentu.....	13
<b>12. Odbiór prac naprawczych .....</b>	<b>14</b>
<b>13. Wykaz załączników .....</b>	<b>14</b>

## **1. Podstawa opracowania**

Podstawą niniejszego Standardu są:

- normy i dokumenty wg Załącznika nr 1,
- powszechnie uznane zasady wiedzy technicznej.

## **2. Cel opracowania**

Opracowanie ma na celu ujednoczenie rozwiązań technicznych obowiązujących na terenie działania TAURON Dystrybucja S.A. w oparciu o obecny stan wiedzy naukowo-technicznej i praktycznej w zakresie doboru materiałów oraz sposobu prowadzenia prac zabezpieczających przed korozją betonowych fundamentów.

## **3. Zakres stosowania**

- 3.1. „Standard techniczny 16/2016 - dobór materiałów oraz sposób prowadzenia prac zabezpieczających przed korozją betonowych fundamentów w TAURON Dystrybucja S.A.”<sup>1</sup> (dalej: Standard) zawiera podstawowe wymagania techniczne, które powinny być spełnione przy prowadzeniu prac zabezpieczających fundamenty betonowe przed korozją.
- 3.2. Standard obowiązuje od dnia jego wprowadzenia stosownym Zarządzeniem Prezesa Zarządu TAURON Dystrybucja S.A. i należy stosować w przypadkach: zabezpieczenia nowych, renowacji i zabezpieczeniu starych fundamentów betonowych.
- 3.3. Rozwiązania odbiegające od wymagań zawartych w Standardzie powinny uzyskać akceptację Biura Standaryzacji TAURON Dystrybucja S.A. zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie procedurami.
- 3.4. Zmiana treści i/lub wprowadzenie nowych Załączników do niniejszego Standardu jest dokonywana samodzielną decyzją Dyrektora Departamentu, w kompetencjach którego leży obszar standaryzacji w TAURON Dystrybucja S.A., o ile zmiany te nie stoją w sprzeczności z postanowieniami obowiązujących regulacji wewnętrznych i wewnątrz korporacyjnych.  

Wskazane zmiany nie są traktowane, jako zmiana samego Standardu. Projekty zmian Załączników opracowuje i przedstawia w/w Dyrektorowi Departamentu Biuro Standaryzacji. Kierownik lub upoważniony przez niego pracownik Biura Standaryzacji zobowiązany jest przekazać zmienioną treść Załączników do Biura Zarządu celem opublikowania.
- 3.5. W sprawach, w których przed dniem wejścia w życie niniejszego Standardu zawarto umowę lub wydano warunki przyłączenia, albo w inny sposób powołano się na dotychczas obowiązujące zasady, stosuje się te dotychczasowe zasady, chyba, że strony umówią się na zastosowanie niniejszego Standardu.

## **4. Opis zmian**

Wersja pierwsza.

Wszelkie kolejne zmiany treści Standardu oraz jego Załączników rejestrowane będą w „Karcie aktualizacji Standardu” stanowiącej odrębny dokument i przechowywanej w komórce merytorycznie odpowiedzialnej za obszar standaryzacji.

## **5. Podstawowe definicje i skróty**

**Naprawa** – przywrócenie elementom (np. fundamentom) akceptowalnego stanu poprzez odnowienie, wymianę lub reperację zużytych lub zdegradowanych części.

---

<sup>1</sup> zmiana numeru standardu technicznego wprowadzona Zarządzeniem nr 42/2017 z dnia pierwszego sierpnia 2017 roku

**Metody naprawy** – technologia prac naprawczych dobrana do konkretnego obiektu. Wg normy [N1]<sup>2</sup> „Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych” to następujące metody:

- ręczne nakładanie zaprawy naprawczej,
- nadłożenie warstwy betonu,
- natryskiwanie betonu lub zaprawy,
- nałożenie warstwy zaprawy lub betonu – metoda ta polega na nałożeniu dodatkowej warstwy zaprawy lub betonu na element konstrukcji betonowej lub żelbetowej,
- zwiększenie grubości otuliny przez dodanie zaprawy lub betonu cementowego lub nałożenie powłoki na powierzchnię. Metoda ta polega na zwiększeniu grubości otuliny lub zastosowaniu powłoki w celu zapobieżenia wnikaniu czynników agresywnych,
- wymiana skażonego lub skarbonatyzowanego betonu. Metoda ta polega na zastąpieniu betonu skarbonatyzowanego betonem lub zaprawą nieskażoną.

**Wyroby i systemy do napraw niekonstrukcyjnych** – wyroby i systemy stosowane do napraw powierzchniowych, zastępujące uszkodzony beton i przywracające właściwy kształt lub estetyczny wygląd konstrukcji.

**Wyroby i systemy do napraw konstrukcyjnych** – wyroby i systemy stosowane do napraw konstrukcji betonowych, zastępujące uszkodzony beton i przywracające ciągłość i trwałość konstrukcji.

**Wyroby i systemy do ochrony zbrojenia** – wyroby i systemy nanoszone na niezabezpieczone zbrojenie w celu zapewnienia ochrony przed korozją.

**Spoivo hydrauliczne (H)** – materiał nieorganiczny, który, reagując z wodą, ulega hydratacji, tworząc ciało stałe, na ogół są to cementy.

**Spoivo polimerowe (P)** – spoivo (np. żywica syntetyczna) składające się zasadniczo z dwóch komponentów, reaktywnego polimeru oraz utwardzacza lub katalizatora, utwardzające się w temperaturze otoczenia. Typowymi spoiwami polimerowymi są np.:

- żywice epoksydowe,
- nienasycone żywice poliestrowe,
- żywice akrylowe ulegające sieciowaniu,
- jedno- lub dwuskładnikowe żywice poliuretanowe.

**Zaprawy hydrauliczne (CC)** – zaprawy i betony wykonane przez zmieszanie spoiwa hydraulicznego z frakcjonowanym kruszywem, mogące zawierać domieszki i dodatki, które po zmieszaniu z wodą twardnieją, w wyniku reakcji hydratacji.

**Zaprawy cementowo-polimerowe (PCC)** – zaprawy lub betony hydrauliczne modyfikowane przez dodanie polimeru w ilości odpowiedniej do nadania specyficznych właściwości.

**Zaprawy polimerowe (PC)** – mieszanki spoiw polimerowych i frakcjonowanych kruszyw, utwardzające się w wyniku reakcji polimeryzacji.

**Zaprawy lub betony natryskowe** – zaprawy lub betony nakładane pod ciśnieniem z użyciem dyszy, do której są doprowadzane przewodami (rurami).

**Metoda mokra** – sposób nakładania natryskowego – zarobiona wodą zaprawa dostarczana jest przy pomocy pompy do dyszy, skąd pneumatycznie jest natryskiwana na podłoże.

**Metoda sucha** – sposób nakładania natryskowego – polega na osobnym doprowadzeniu do dyszy suchej zaprawy oraz wody, zatem połączenie się tych składników następuje w samej dyszy oraz na odcinku od dyszy do podłoża.

**Warstwa szczepna** – także: warstwa szczepna; składnik systemu naprawczego stosowany, aby poprawić przyczepność zapraw naprawczych do podłoża betonowego, w celu osiągnięcia

---

<sup>2</sup> Oznaczenie odwołania do dokumentów wyspecyfikowanych w Załączniku nr 1: litera oznacza rodzaj dokumentu, numer oznacza kolejną pozycję w spisie dla danego rodzaju dokumentu

stałego połączenia, odpornego w czasie użytkowania na wilgoć, silnie alkaliczne środowisko i inne obciążenia.

**Punkt rosy** – temperatura, przy której wilgoć zawarta w powietrzu będzie kondensowała na stałej powierzchni.

**Środowisko agresywne** – środowisko powodujące szybkie niszczenie betonu lub żelbetu.

**Klasa agresywności środowiska** – techniczna ocena intensywności agresywnego oddziaływania środowiska na zmianę właściwości technicznych, przedstawione w Tabeli 1 i 2.

**Okresowe/Cykliczne oddziaływanie środowiska agresywnego** – oddziaływanie środowiska agresywnego w sposób okresowy lub cykliczny.

**Czas przydatności do stosowania (czas obrabialności, czas obróbki)** – maksymalny czas, w jakim materiał może być użyty po zarobieniu.

**Karbonatyzacja** (uwęglanowanie) - reakcja chemiczna między kwasem węglowym a minerałami.

**Wilgotność względna powietrza** – stosunek ciśnienia cząstkowego pary zawartej w powietrzu do ciśnienia pary wodnej nasyconej przy tej samej temperaturze i ciśnieniu powietrza.

**Kontroler Inwestora** – określenie dla osoby z firmy zewnętrznej lub pracownika TAURON Dystrybucja S.A. wyznaczonego do prowadzenia nadzoru nad wykonaniem prac z zakresu zabezpieczeń antykorozyjnych betonowych fundamentów z ramienia TAURON Dystrybucja S.A.

**Wykonawca** – podmiot, który w wyniku przeprowadzonego postępowania przetargowego otrzymał zlecenie od TAURON Dystrybucja S.A. na wykonanie prac naprawczych i zabezpieczających przed korozją betonowych fundamentów.

**Tabela 1.** Klasy oddziaływania warunków środowiskowych na beton [N2].

Klasa	Opis środowiska	Przykłady występowania
<i>1. Brak zagrożenia korozją i agresją chemiczną</i>		
X0	Środowisko bardzo suche, bez występowania zjawisk zamarzania/rozmarzania	Beton wewnątrz budynków o bardzo niskiej wilgotności powietrza
<i>2. Korozja spowodowana karbonatyzacją</i>		
XC1	Suche lub stale mokre	Beton we wnętrzach o niskiej wilgotności powietrza lub stale zanurzony w wodzie
XC2	Mokre, sporadycznie suche	Powierzchnia betonu narażona na długotrwały kontakt z wodą (np. fundamenty)
XC3	Umiarkowanie wilgotne	Beton wewnątrz budynków o umiarkowanej lub wysokiej wilgotności powietrza, beton na zewnątrz osłonięty przed deszczem
XC4	Cyklicznie mokre i suche	Powierzchnie betonu narażone na kontakt z wodą

Klasa	Opis środowiska	Przykłady występowania
<i>3. Korozja spowodowana chlorkami</i>		
XD1	Umiarkowanie wilgotne	Powierzchnie betonu narażone na działanie chlorków z powietrza
XD2	Mokre, sporadycznie suche	Baseny pływackie, beton narażony na działanie wody przemysłowej zawierającej chlorki
XC2	Mokre, sporadycznie suche	Powierzchnia betonu narażona na długotrwały kontakt z wodą (np. fundamenty)
XD3	Cyklicznie mokre i suche	Elementy mostów narażone na działanie rozpylonych cieczy zawierających chlorki, nawierzchnie dróg, płyty parkingów
<i>4. Korozja spowodowana chlorkami z wody morskiej</i>		
XS1	Narażenie na działanie soli zawartych w powietrzu, ale bez kontaktu z wodą morską	Konstrukcje zlokalizowane na wybrzeżu lub w jego pobliżu
XS2	Stałe zanurzenie w wodzie morskiej	Elementy budowli morskich
XS3	Strefa pływów, rozbryzgów i aerozoli	Elementy budowli morskich
<i>5. Agresywne oddziaływanie zamrażania /rozmarzania</i>		
XF1	Umiarkowanie nasycone wodą bez środków odladzających	Pionowe powierzchnie betonowe narażone na deszcz i zamarzanie
XF2	Umiarkowanie nasycone wodą ze środkami odladzającymi	Pionowe powierzchnie betonowe konstrukcji drogowych narażonych na zamarzanie i działanie z powietrza środków odladzających
XF3	Silnie nasycone wodą bez środków odladzających	Poziome powierzchnie betonowe narażone na deszcz i zamarzanie
XF4	Silnie nasycone wodą ze środkami odladzającymi lub wodą morską	Płyty dróg i mostów narażone na działanie środków odladzających, powierzchnie betonowe narażone na opryskiwanie środkami odladzającymi i na zamarzanie. Strefy narażone na ochlapywanie i zamarzanie w konstrukcjach morskich.
<i>6. Agresja chemiczna</i>		
XA1	Środowisko chemiczne mało agresywne zgodnie z tabelą 2	Naturalne grunty i woda gruntowa
XA2	Środowisko chemiczne średnio agresywne zgodnie z tabelą 2	Naturalne grunty i woda gruntowa

Klasa	Opis środowiska	Przykłady występowania
XA3	Środowisko chemiczne silnie agresywne zgodnie z tabelą 2	Naturalne grunty i woda gruntowa

**Tabela 2.** Wartości graniczne klas ekspozycji dotyczących agresji chemicznej gruntów naturalnych i wody gruntowej [N2]

Badany parametr	XA1	XA2	XA3
<i>1. Woda gruntowa</i>			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /mg/l	(200 – 600)	<600- 3000)	<3000 – 6000)
CO <sub>2</sub> agresywny mg/l	(15- 30)	<30 – 60)	<60 – 100)
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	(15-30)	<30-60)	<60-100)
Mg <sup>2+</sup> mg/l	(300-1000)	<1000-3000)	<3000 – nasycenie)
<i>2. Grunt</i>			
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , całkowite mg/kg	(2000-3000)	<3000-12000)	<12000- 24000)
Kwasowość ml/kg		200	Niespotykane w praktyce

SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> - jon siarczanowy; reszta kwasowa kwasu siarkowego,  
 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> - jon amonowy; kation powstający przez przyłączenie jonu wodorowego do cząsteczki amoniaku; tworzy się w roztworze wodnym amoniaku,  
 Mg<sup>2+</sup> - jon magnezowy; nadaje wodzie cechę zwaną twardością.

Pojęcia zdefiniowane mają znaczenie zgodne z definicją (analogicznie) zarówno użyte w liczbie pojedynczej, jak i mnogiej, w dowolnym przypadku gramatycznym, wielką lub małą literą.

## 6. Inspekcja i ocena stanu przed renowacją betonowych konstrukcji wsporczych

Fundamenty betonowe konstrukcji wsporczych narażone są na agresywne oddziaływanie:

- naturalnych wód gruntowych i gruntów,
- działania cykli zamrażania-rozmrażania przy zmianach temperatury w pobliżu 0°C,
- oddziaływania dwutlenku węgla CO<sub>2</sub> i wilgoci powodujących karbonatyzację betonu,
- oddziaływania zmiennych naprężeń mechanicznych wynikających z naturalnych ruchów (wiatr, zmiany temperatury) części nadziemnej konstrukcji,
- biologicznego oddziaływania środowiska (glony, bakterie), szczególnie w wierzchniej warstwie (humus). W długim okresie czasu czynniki te powodują destrukcję fundamentów.

Podjęcie decyzji o sposobie naprawy i zabezpieczeniu betonowych fundamentów konstrukcji wsporczych wymaga wcześniejszej oceny wizualnej stopnia zniszczenia. Zależy ona od następujących objawów [N3, N4]:

- obecność ubytków i złuszczeń betonu,
- obecność rys i pęknięć otuliny – ich wielkości i charakteru (powierzchniowe, wgłębne),
- ubytków fragmentów otuliny,
- odsłonięcia stalowego zbrojenia i stopnia skorodowania odsłoniętego zbrojenia,
- stopnia karbonatyzacji betonu,



– obecności wykwitów o kolorze białym lub śladów rdzy.

Zaistnienie któregokolwiek z opisywanych objawów wymaga odsłonięcia fundamentu, oczyszczenia powierzchni i stwierdzenia, czy obserwowane objawy dotyczą również części podziemnej.

Generalnie uszkodzenia klasyfikuje się na [N4]:

- a. niekonstrukcyjne,
- b. konstrukcyjne.

Uszkodzenia niekonstrukcyjne nie wymagają opracowania specjalnego projektu naprawy. Występowanie rys o głębokości do kilku cm i szerokości rys do 0,3 mm świadczy o powierzchniowych uszkodzeniach, niewielkie ubytki otuliny betonowej mogą być traktowane jako niekonstrukcyjne.

Natomiast stwierdzenie znacznych ubytków otuliny betonowej o wielkości kilkunastu centymetrów połączone z odsłonięciem zbrojenia, jego korozją lub widocznym zmniejszeniem przekroju powierzchni prętów należy traktować jako konstrukcyjne i wymagające decyzji uprawnionego pracownika Wydziału Eksploatacji w zakresie podjęcia naprawy lub wymiany fundamentu.

Nowe fundamenty, ze względu na wymagany długi okres trwałości, powinny być również zabezpieczone przed agresywnym oddziaływaniem czynników środowiska przy użyciu zabezpieczeń powierzchniowych proponowanych przy uszkodzeniach niekonstrukcyjnych. Pozwoli to na znaczne wydłużenie okresu ich trwałości i uniknięcia konieczności renowacji.

#### 6.1. Ocena stopnia karbonatyzacji betonu

Ocenę stopnia karbonatyzacji betonu wykonujemy na świeżo odkutych fragmentach betonu. Zwilżamy wodą powierzchnię betonu do stanu matowo wilgotnego i наносimy kilka – kilkanaście kropel 1% roztworu fenoloftaleiny w alkoholu etylowym. Po około minucie oceniamy powierzchnię betonu. Jeżeli powierzchnia betonu zachowuje barwę wilgotnego betonu to oznacza to, że beton jest całkowicie skarbonatyzowany (odczyn pH <8, stalowe zbrojenie zlokalizowane w tym obszarze jest narażone na korozję), jeżeli powierzchnia betonu ma kolor lekko różowy, to znaczy, że beton jest częściowo skarbonatyzowany (pH 8~10,5, istnieje zagrożenie korozji stalowego zbrojenia), natomiast, jeżeli pojawia się intensywny kolor różowo-fioletowy, to znaczy, że beton wykazuje właściwości ochronne wobec stali (pH > 10,5; nie ma zagrożenia korozji zbrojenia).

#### 6.2. Ocena spistości betonu

W celu oceny spistości betonu i skłonności do kruszenia, ewentualnie spękań i pustych miejsc w betonie stosuje się opukiwanie młotkiem. Głuchy dźwięk informuje o istnieniu spękań i niskiej spistości materiału. Alternatywną metodą kontroli jest wykorzystanie przyrządu do pomiarów metodą odrywową. Wykonanie pomiaru polega na oczyszczeniu powierzchni betonu z zanieczyszczeń i luźnych fragmentów (piasku), przyklejeniu w tym miejscu stempla pomiarowego przy użyciu kleju (np. epoksydowego). Po wyschnięciu kleju przeprowadzamy oderwanie stempla przy pomocy przyrządu, notując siłę potrzebną do oderwania w odniesieniu do pola powierzchni stempla. Przyjmuje się, że wytrzymałość betonu w tej próbie powinna nie być mniejsza niż 1,5 MPa. Należy wykonać pomiar, w co najmniej, 3 punktach. Jeżeli oderwanie nastąpi na granicy warstwa kleju – stempel lub warstwa kleju – powierzchnia betonu i uzyskane wyniki będą mniejsze niż 1,5 MPa należy zmienić klej na inny i powtórzyć badania.

### 7. Wybór metody naprawy i zabezpieczenia fundamentów

Wybór metod naprawy i zabezpieczenia fundamentów zależy od rodzaju i stopnia uszkodzenia fundamentu i dlatego zostały one omówione w zależności od zakwalifikowania tych uszkodzeń do grupy niekonstrukcyjnych lub konstrukcyjnych [N4].

Jednocześnie można prowadzić prace maksymalnie na dwóch fundamentach słupa (dla słupów wielofundamentowych).

## 7.1. Uszkodzenia niekonstrukcyjne

Objawy: ubytki powierzchniowe betonu, brak na powierzchni śladów rdzy pochodzących od korozji zbrojenia, rysy grubości do 0,3 mm, beton zwarty – nie kruszy się przy uderzeniu młotkiem, profil karbonatyzacji nie dotarł do strefy zbrojenia (próba z alkoholowym roztworem fenoloftaleiny w odkutym fragmencie – pojawienie się fioletowego zabarwienia wewnątrz otuliny betonowej sygnalizuje brak karbonatyzacji).

Metody naprawy: usunięcie roślinności wokół fundamentu do odległości ok. 1 m, odsłonięcie fundamentu do głębokości ok. 0,6 - 1 m przy zachowaniu bezpieczeństwa i stateczności konstrukcji fundamentu i słupa linii, oczyszczenia powierzchni betonu z próchnicy i innych zanieczyszczeń, usunięcie drobnych, luźnych cząstek betonu z powierzchni, przemycie powierzchni wodą (korzystnie pod ciśnieniem, hydrodynamicznie), usunięcie nalotów biologicznych, zastosowanie zabezpieczenia powierzchniowego preparatem powierzchniowym (załącznik nr 2). Jeżeli występują ubytki, przed zastosowaniem preparatu powierzchniowego należy powierzchnie wewnątrz ubytku pomalować warstwą szczerpną i uzupełnić odpowiednią zaprawą. W zakresie warunków i sposobów wykonania, w tym ilości warstw i odległości czasowej pomiędzy nakładaniem warstw, należy ściśle stosować się do wymogów producenta zastosowanego wyrobu. Do zabezpieczenia danego elementu należy stosować wyłącznie wyroby tej samej firmy. Warstwa zabezpieczenia powinna być ciągła. W przypadku stosowania grubowarstwowych preparatów bitumicznych należy pozostawić górną powierzchnię (powyżej 5 cm nad powierzchnią gruntu) niezabezpieczoną preparatem w celu swobodnej wymiany wody pochodzącej z fundamentu z atmosferą. Należy ją zabezpieczyć preparatem hydrofobizującym [N3].

## 7.2. Uszkodzenia konstrukcyjne

Opinie o możliwości naprawy powinien wyrazić w tym przypadku uprawniony pracownik Wydziału Eksploatacji, czy naprawa jest uzasadniona w aspekcie odtworzenia nośności i stabilności konstrukcji słupa.

Objawy: rysy o grubości powyżej 0,3 mm, ślady produktów korozji stali zbrojeniowej na powierzchni betonu, znaczne ubytki otuliny betonowej, odsłonięcie zbrojenia, ubytki stali w zbrojeniu, widoczne produkty korozji stali, otulina betonowa skarbonizowana, beton zwietrzały, łuszczący się, kruchy.

Metody naprawy: usunięcie roślinności wokół fundamentu do odległości ok. 1 m, odsłonięcie fundamentu do głębokości ok. 1 m przy zachowaniu bezpieczeństwa i stateczności konstrukcji fundamentu i słupa linii, oczyszczenia powierzchni betonu z próchnicy i innych zanieczyszczeń, usunięcie drobnych, luźnych cząstek betonu z powierzchni, przemycie powierzchni wodą (korzystnie pod ciśnieniem), usunięcie nalotów biologicznych, oczyszczenie mechaniczne przy pomocy szcztokowania, szlifowania, młotkowania lub śrutowania lub natryskiem wodą pod wysokim ciśnieniem, również należy oczyścić powierzchnię stalowego zbrojenia do stanu czystości St3, lub korzystniej Sa 2 ½ (według [N5]), należy oczyścić obszar sąsiadujący ze skorodowaną powierzchnią i w jak najkrótszym czasie po oczyszczeniu pokryć powłoką zabezpieczającą. Po wyschnięciu należy zastosować zaprawę szczerpną, której zadaniem jest polepszenie przyczepności pomiędzy naprawianym betonem a nowym wypełnieniem. Następnie ubytki należy wypełnić zaprawą mineralną z dodatkiem polimerów dostosowaną do wielkości ubytku. Odpowiednie kompleksowe systemy naprawcze produkowane są przez różne firmy (Załącznik nr 2). Preparaty te należy stosować ściśle według zaleceń producenta zawartych w kartach technicznych wyrobów. W niektórych systemach naprawczych warstwa szczerpna jest jednocześnie warstwą zabezpieczającą stalowe zbrojenie.

Po wykonaniu prac zabezpieczających i wyschnięciu zabezpieczeń należy zasypać wykop wokół fundamentu, zagęszczając warstwami grunt. Następnie należy teren wokół fundamentów uporządkować i ukształtować w ten sposób, aby w odległości 50 cm na zewnątrz od skraju fundamentu występował spadek terenu o nachyleniu ok. 10%.

## **8. Naprawa i zabezpieczenie fundamentów**

### **8.1. Przygotowanie nowej powierzchni betonowej do zabezpieczenia**

Nowa powierzchnia betonu powinna być sezonowana przez okres minimum 28 dni od momentu wykonania przed zastosowaniem jakiegokolwiek zabezpieczenia. Przed zastosowaniem preparatu zabezpieczającego kontrolujemy jakość wykonania elementu i powierzchnię przeznaczoną do zabezpieczenia. Powierzchnia betonu powinna być czysta, odpylona, bez zatłuszczeń, zwarta, bez pęknięć, rys i ubytków. Bezpośrednio przed zastosowaniem preparatu większość producentów wymaga zwilżenia powierzchni betonu wodą wodociągową lub o równoważnej czystości, tak by powierzchnia była matowo wilgotna, ale bez zastoin wody. Jeśli producent stosowanego wyrobu zaleca nakładanie na powierzchnię suchą to wtedy stosujemy zalecenia producenta wyrobu.

### **8.2. Przygotowanie powierzchni starego betonu i odsłoniętego zbrojenia**

Stara powierzchnia betonu powinna być przed naprawą i zabezpieczeniem oczyszczona z wszelkich zanieczyszczeń typu biologicznego, luźnych kawałków i cząstek betonu, pyłu, zanieczyszczeń olejowych, osadów i wykwitów przy pomocy drucianych szczotek, skrobaków, szlifierek, ewentualnie młotka, a następnie powierzchnia powinna być zmyta czystą wodą (korzystnie strumieniem wody pod ciśnieniem). Należy sprawdzić spoiistość wierzchniej warstwy betonu przez próbę odkucia młotkiem fragmentów betonu, w razie wątpliwości należy wykonać próbę odrywową (po wcześniejszym przyklejeniu stempla pomiarowego do powierzchni).

Powierzchnię stalowego zbrojenia należy oczyścić do stanu St3 lub (korzystniej) Sa2 ½ (według [N5]) przy użyciu narzędzi ręcznych z napędem mechanicznym lub obróbką strumieniową lub strumieniowo-ścierną (śrutowaniem), wysuszyć, odkurzyć, odtłuścić i w jak najkrótszym czasie pomalować odpowiednim wyrobem malarskim przewidzianym przez producenta systemu naprawczego [N6].

### **8.3. Technologia naprawy fundamentów**

Pełny zakres technologii naprawy fundamentów betonowych konstrukcji wsporczych obejmuje:

- a. zabezpieczenie odsłoniętego w wyniku uszkodzeń stalowego zbrojenia przed korozją przy pomocy odpowiedniego wyrobu malarskiego, najczęściej farby epoksydowej nałożonej na odpowiednio przygotowaną, oczyszczoną powierzchnię prętów zbrojeniowych i strzemion lub odpowiedniej zaprawy mineralnej, która często jest też warstwa szczepną [N6],
- b. uzupełnienie ubytków otuliny betonowej zaprawą hydrauliczną (na bazie cementowej), cementowo-polimerowej lub polimerowej, uszlachetnioną dodatkami polepszającymi jej elastyczność, odporność na środowisko i odporność na przemarzanie. Wcześniej producenci wymagają zastosowania warstwy szczepnej łączącej stary beton z nowym wypełnieniem, którą nanosi się w cienkiej warstwie na stary beton przed uzupełnieniem ubytków nową zaprawą,
- c. zabezpieczenie powierzchni betonowej preparatami hydrofobizującymi lub powłokowymi [N3], w celu ochrony betonu przed wnikaniem wody i dwutlenku węgla, bardziej odpornymi na agresywne oddziaływanie środowiska zewnętrznego niż beton, przeciwdziałającymi wietrzeniu i starzeniu betonu.

Zalecony zakres technologii naprawy zależy od rodzaju uszkodzenia i wielkości naprawianych uszkodzeń.

### **8.4. Wykonanie zabezpieczenia fundamentów**

Sposób wykonania naprawy i zabezpieczenia fundamentów zależy jest do zastosowanego systemu naprawczego określonego producenta. Należy ściśle stosować się do tych zaleceń. Ze względu na specyfikę napraw fundamentów konstrukcji wsporczych (niewielkie powierzchnie i duże rozproszenie elementów do napraw) zalecane sposoby wymagać będą najczęściej ręcznego nakładania wyrobów i zapraw naprawczych, w niektórych sytuacjach korzystne może być stosowanie betonu natryskowego przy użyciu metody mokrej lub suchej.

#### 8.4.1. **Zabezpieczenie stalowych prętów zbrojenia**

Stalowe pręty zbrojenia powinny być oczyszczone (pkt 8.2.), odtłuszczone i suche [N6]. Powłokę malarską lub mineralną nanosi się pędzlem na całej powierzchni unikając zabrudzenia farbą betonu. Jeżeli zastosowana farba jest dwuskładnikowa należy postępować zgodnie z zaleceniami producenta, szczególnie w zakresie wymieszania obu składników w odpowiednich proporcjach i jej wykorzystania w okresie przydatności do stosowania. Po nałożeniu, powłoka powinna wyschnąć przed wykonaniem następnych czynności.

#### 8.4.2. **Uzupełnienie ubytków otuliny**

Zwykle przed uzupełnieniem ubytków otuliny należy powierzchnie betonu zwilżyć czystą wodą, tak by była ona matowo wilgotna, bez zastoin wody i zastosować warstwę szczepną. Przygotowuje się ją zgodnie z zaleceniami producenta i nakłada się pędzlem o wielkości dostosowanej do wielkości ubytków. Z zasady, warstwa szczepna nie powinna być za gruba, należy na to zwracać uwagę przy nakładaniu, kierując się wskazówkami producenta. Zaprawę naprawczą przygotowuje się zgodnie z zaleceniami producenta. Nanosi się ją ręcznie lub mechanicznie (natryskiem, metodą suchą lub moką) w ten sposób, aby wypełnić puste przestrzenie oraz dokładnie przykryć zbrojenie. Grubość jednorazowo наносzonej warstwy i czas pomiędzy kolejnymi uzupełnieniami powinny być zgodne z zaleceniami producenta.

#### 8.4.3. **Zabezpieczenie powierzchniowe powierzchni starych**

Zabezpieczenie powierzchni betonu wykonuje się przez zastosowanie preparatu nanoszonego przy pomocy pędzla lub natrysku na powierzchnię zabezpieczaną w celu uszczelnienia warstwy otuliny (i hydrofobizacji) lub wytworzenia bariery oddzielającej beton od wody gruntowej, opadowej, kwasów organicznych, humusu oraz dwutlenku węgla CO<sub>2</sub> powodującego karbonatyzację. Preparaty należy nakładać w 2-3 warstwach, zachowując odstępy czasowe pomiędzy kolejnymi nakładaniami zgodne z zaleceniami producenta.

#### 8.4.4. **Zabezpieczenia powierzchniowe powierzchni nowych**

Na nowe powierzchnie betonowe można nakładać preparaty powierzchniowe, po co najmniej 28 dniach od momentu wyprodukowania elementów. Inne warunki i sposób nakładania analogiczne jak w przypadku powierzchni starych (punkt 8.4.3).

#### 8.4.5. **Zabezpieczenie styku betonu z elementami stalowymi konstrukcji wsporczej**

Miejsca styku betonu z elementami stalowymi narażone są na zwiększoną korozję spowodowaną m.in. zaleganiem wilgoci w tych miejscach i powstawaniem pęknięć i szczelin w toku eksploatacji. Miejsca te po oczyszczeniu należy uszczelnić przy pomocy odpowiednich kitów przeznaczonych do tego celu (Załącznik 2) dokładnie stosując się do wskazówek producenta.

### 9. **Warunki atmosferyczne wykonywania prac naprawczych**

Temperatura środowiska w czasie wykonywania prac powinna być w granicach od 5 °C do 30 °C lub zgodnie z instrukcją stosowania wyrobów. Wilgotność względna powietrza w czasie wykonywania prac nie powinna być większa niż 85%. Nie wolno wykonywać prac w czasie opadów lub przy silnym wietrze (> 25m/s). Przy malowaniu prętów zbrojeniowych temperatura punktu rosy powinna być niższa od temperatury podłoża (prętów) co najmniej o 3 °C.

Zabezpieczone fundamenty należy chronić przed opadami i bezpośrednim nasłonecznieniem przy pomocy osłon i pielęgnować zgodnie z zasadami odnoszącymi się do świeżego betonu, tzn. nawilżać przez okres wystarczający do pełnego utwardzenia lub zgodnie z zaleceniami producenta.

## 10. Wykonywanie prac

Wszystkie prace naprawcze i zabezpieczające powinny być wykonywane przez pracowników przeszkolonych w zakresie stosowanego systemu przez przedstawiciela producenta i po zapoznaniu się z kartami technicznymi stosowanych preparatów [N7, N8].

Przed przystąpieniem do prac należy sprawdzić czy powierzchnia jest czysta i matowo nawilżona (pkt. 8.2). Następnie, po sprawdzeniu warunków atmosferycznych, należy przygotować wyrób do stosowania korzystając z karty technicznej wyrobu. Najczęściej polega to na wymieszaniu suchej zaprawy z określoną ilością czystej wody przy pomocy mieszadła wolnoobrotowego. Warstwę szczerpną należy nakładać na powierzchnię metodą malowania przy pomocy pędzla starając się otrzymać warstwę o niewielkiej grubości. Zaprawy uzupełniające należy nakładać za pomocą szpachli, szczotki, pędzla lub natryskiem. Zwykle należy to robić w kilku warstwach, zachowując odpowiedni odstęp pomiędzy kolejnymi nakładaniami zgodnie z instrukcją stosowania. Nałożoną warstwę należy pielęgnować zgodnie z wymaganiami producenta.

## 11. Metody kontroli jakości materiałów i wykonania

Wykonawca zobowiązany jest do kontroli jakości wykonywanych przez siebie prac na poszczególnych etapach. Przystąpienie do dalszych etapów uwarunkowane jest skontrolowaniem i zaakceptowaniem odpowiedniej jakości wykonanych wcześniej prac.

Dla uszkodzeń konstrukcyjnych wymagane jest, aby każdy etap prac był dokumentowany przy pomocy aparatu fotograficznego (cyfrowego). Dokumentacji podlega wygląd powierzchni przed i po wykonaniu czynności lub zastosowaniu preparatu. Uzyskane fotografie będą stanowić część dokumentacji powykonawczej przekazywanej na odbiorze końcowym.

### 11.1. Kontrola jakości materiałów

Wykonawca powinien w odpowiedni sposób przechowywać wyroby do napraw i zabezpieczeń z uwzględnieniem ochrony przed opadami atmosferycznymi i bezpośrednim działaniem promieniowania słonecznego. Wymaga się przechowywania tych materiałów w pomieszczeniu suchym, przewiewnym i zadaszonym w temperaturze nie mniejszej niż 5 °C i nie większej niż 30 °C.

Wykonawca przed przystąpieniem do wykonywania napraw i zabezpieczeń kontroluje dostarczone materiały wykonując następujące czynności [N9]:

- sprawdzenie zgodności dostarczonych preparatów z projektem naprawy i zabezpieczenia,
- sprawdzenie terminu przydatności do użycia (nadruk na opakowaniu lub sprawdzenie dokumentacji),
- kontrola kompletności opakowania (brak uszkodzeń, zawilgocenia, większych zabrudzeń, obecności czytelnej nazwy preparatu),
- sprawdzenie braku objawów złego przechowywania, zawilgocenia preparatu (powinien być on suchy, sypki, bez zbryleń),
- sprawdzenie posiadania kart technicznych stosowanych preparatów,
- po otwarciu opakowań, sprawdzenie czy preparaty nie są zanieczyszczone obcymi ciałami.

### 11.2. Kontrola jakości wykonania napraw fundamentu

#### 11.2.1. Sprzęt do badania jakości napraw fundamentu

Kontrolę jakości wykonania napraw w znacznej części wykonuje się wzrokowo. Oprócz tego stosuje się następujący sprzęt:

- młotek – do opukiwania podłoża betonowego,
- przyrząd odrywowy – do badania wytrzymałości powierzchni betonu lub przyczepności powłokowych wyrobów nałożonych na beton,
- mierniki temperatury i wilgotności względnej oraz temperatury punktu rosy – do określania warunków atmosferycznych w czasie wykonywania prac,
- miernik grubości powłok – do oceny grubości powłok nałożonych na zbrojenie,
- zestaw do oceny profilu karbonatyzacji betonu (z roztworem fenoloftaleiny).

### 11.2.2. Czynności kontrolne napraw fundamentu

Wykonuje się następujące czynności kontrolne w układzie chronologicznym [N7]:

- odbiór podłoża betonowego przed wykonaniem naprawy – sprawdza się jego czystość wizualnie, zwartość podłoża poprzez opukiwanie młotkiem (brak głuchego odgłosu) lub wytrzymałość powierzchni metodą odrywową (musi być większa niż 1,5 MPa),
- odbiór podłoża stalowego zbrojenia – wizualnie, czy jest czyste, suche (stan co najmniej St 3),
- warunki atmosferyczne wykonywania prac – odpowiednimi przyrządami (pkt 11.2.1.), stwierdzenie braku opadów i silnego wiatru,
- odbiór zabezpieczenia przeciwkorozyjnego zbrojenia – wizualnie (wymalowanie ciągłe bez odspojień i wad),
- odbiór warstwy szpachlowej – wizualnie (warstwa powinna być równa, bez odspojień i wad),
- odbiór warstwy naprawczej – wizualnie (warstwa powinna być ciągła, bez spękań) nakładana w odpowiednich odstępach czasowych (na podstawie dokumentacji),
- odbiór warstwy zabezpieczenia powierzchniowego – wizualnie, stwierdzenie jej obecności w postaci ciągłej, bez miejsc niepokrytych, kontrola ilości warstw na podstawie dokumentacji,
- odbiór uszczelnienia miejsc łączeń fundamentu z konstrukcją stalową – wizualnie, wyprofilowanie powinno zapobiegać gromadzeniu się wody,
- odbiór końcowy – wizualnie wygląd (bez pęknięć i innych uszkodzeń), możliwość sprawdzenia spoiwości przykrytego podłoża przez opukiwanie młotkiem (brak głuchego odgłosu), sprawdzenie przyczepności zabezpieczenia powierzchniowego do betonu metodą odrywową.

### 12. Odbiór prac naprawczych

Odbiór prac naprawczych polega na skontrolowaniu wykonania poszczególnych etapów (pkt. 11.2.2.) oraz całości wykonanych prac. Poszczególne etapy muszą być zaakceptowane przed rozpoczęciem następnego etapu przez Kontrolera Inwestora. Warunki wykonania poszczególnych etapów prac zostaną udokumentowane w Protokole (wzór protokołu w Załączniku nr 3). Całość prac zostanie odebrana Protokołem odbioru (wzór protokołu w Załączniku nr 3) [T1].

Konieczne jest zebranie pełnej dokumentacji przeprowadzonych prac oraz użytych materiałów. Pozwoli to na określenie przyszłych prac związanych z kontrolą i utrzymaniem fundamentów w założonym okresie użytkowania. Przewidywany minimalny czas gwarancyjny wynosi 5 lat. Usterki są ujawniane w czasie oględzin linii przeprowadzanych zgodnie z Wytycznymi [T2].

### 13. Wykaz załączników

Załącznik nr 1. Normy i dokumenty związane.

Załącznik nr 2. Wyroby i systemy naprawcze.

Załącznik nr 3. Protokoły.