



**Biuro Projektów
Budownictwa Komunalnego
we Wrocławiu Sp. z o.o.**
52-010 Wrocław, ul. Opolska 11-19 lok. 1

Ocena stanu technicznego betonu na pow. wewnętrznej ścian oraz płyty dennej zagęszczacza osadu wstępnego (obiekt nr 9) na oczyszczalni ścieków Łyna w Olsztynie wraz z zaleceniami naprawczymi i zabezpieczającymi.

- **Nazwa inwestycji:** „Modernizacja części osadowej Miejskiej Oczyszczalni Ścieków Łyna w Olsztynie w zakresie instalacji termicznej hydrolizy i dezintegracji osadu”.
- **Nazwa i adres obiektu budowlanego:** Oczyszczalnia ścieków Łyna w Olsztynie, Gmina Olsztyn, powiat olsztyński
- **Kategoria obiektu budowlanego:** Kategoria XXX
- **Jednostka ewidencyjna, obręb i numery działek ewidencyjnych, na których obiekt jest usytuowany:** Województwo warmińsko-mazurskie, powiat olsztyński, jednostka ewidencyjna 286201_1, M. Olsztyn obręb: 156 Olsztyn, działka nr 2/1
- **Nazwa Inwestora oraz jego adres:** Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.
ul. Oficerska 16a, 10-218 Olsztyn.
- **Nazwa i adres jednostki projektowania:** Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego we Wrocławiu Sp. z o.o.
ul. Opolska 11-19 lok. 1, 52-010 Wrocław

Niżej podpisani projektanci i sprawdzający oświadczają, że projekt niniejszy został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej. /art.34 ust.3d pkt.3 ustawy z dnia 7 lipca 1994 roku – Prawo budowlane, Dz.U. 1994 nr 89 .poz.414 – tekst jednolity, z późniejszymi zmianami./

Branża		Imię i nazwisko	Nr uprawnień	Data	Podpis
Konstrukcja budowlana	Projektant Specjalność	mgr inż. Dawid Fojtar konstrukcyjno-budowlana	DOŚ/0078/PW BKb/20	22.03.2022	

Wrocław, 22 marzec 2022r.

Ocena stanu technicznego betonu na pow. wewnętrznej ścian oraz płyty dennej zagęszczacza osadu wstępego w ramach zadania pn.
"Modernizacja części osadowej Miejskiej Oczyszczalni Ścieków Łyna w Olsztynie w zakresie instalacji termicznej hydrolizy i dezintegracji osadu".

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Załącznik nr1 Uprawnienia budowlane Projektanta:mgr inż. Dawid Fojtar	6
Załącznik nr2 Zaświadczenie Projektanta o przynależności do Izby: mgr inż. Dawid Fojtar	8
Załącznik nr3 Dokumentacja fotograficzna	25

Ocena stanu technicznego betonu na pow. wewnętrznej ścian oraz płyty dennej zagęszczacza osadu wstępego w ramach zadania pn.
"Modernizacja części osadowej Miejskiej Oczyszczalni Ścieków Łyna w Olsztynie w zakresie instalacji termicznej hydrolizy i dezintegracji osadu".

SPIS TREŚCI

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW	3
1. <i>Inwestor</i>	9
2. <i>Jednostka projektowa</i>	9
3. <i>Nazwa inwestycji</i>	9
4. <i>Przedmiot opracowania</i>	9
5. <i>Zawartość opracowania</i>	9
6. <i>Opis konstrukcji zagęszczacza osadu wstępnego (2 sztuki)</i>	10
7. <i>Pomiary wytrzymałościowe betonu</i>	12
7.1. <i>Pomiar wytrzymałości betonu na odrywanie metodą „pull-off”</i>	12
7.2. <i>Pomiar wytrzymałości betonu na ściskanie metodą sklerometryczną przy użyciu młotka Schmidta typu N</i>	12
8. <i>Ocena stanu technicznego betonowej powierzchni wewnętrznej zbiornika</i>	13
9. <i>Zakres robót naprawczych i zabezpieczających</i>	14
9.1. <i>Roboty przygotowawcze</i>	14
9.2. <i>Roboty naprawcze</i>	15
9.2.1. <i>Antykorozyjne zabezpieczenie prętów zbrojeniowych</i>	15
9.2.2. <i>Uzupełnienie ubytków betonu metodą obróbki ręcznej</i>	15
9.2.3. <i>Wyrównanie podłoża o dużej nierówności lub chropowatości betonu (powierzchnia betonu w strefie gazowej)</i>	16
9.2.4. <i>Elastyczne uszczelnienie rys o rozwarości od 0,1 mm oraz nieszczelnych przerw roboczych metodą iniekcji ciśnieniowej</i>	16
9.2.5. <i>Scalająca (sklejająca), sztywna iniekcja ciśnieniowa rys oraz pęknięć suchych i mokrych o rozwarości od 0,2 mm</i>	18
9.2.6. <i>Uszczelnienie rys w elementach konstrukcji zbiornika poniżej poziomu terenu o rozwarości od 0,1 mm metodą iniekcji ciśnieniowej przy użyciu pęczniącej w kontakcie z wodą żywicy hydrostrukturalnej na bazie akrylu wzmocnionej polimerami</i>	19
9.3. <i>Roboty zabezpieczające</i>	20
9.3.1. <i>Roboty zabezpieczające powierzchnię wewnętrzną ścian zbiornika zagłębionego w gruncie oraz powierzchnię żelbetową pomostu roboczego znajdującego się wewnątrz zbiornika (pod kopułą)</i>	20
9.3.2. <i>Roboty zabezpieczające dno zbiornika wraz ze skosami na styku ściany z płytą denną</i>	20
9.3.3. <i>Zabezpieczenie powierzchni górnej (poziomej) obciążonej ruchem pieszych betonowej konstrukcji pomostów roboczych</i>	22
9.3.4. <i>Zabezpieczenie powierzchni betonowej konstrukcji pomostów roboczych (poza powierzchnią obciążoną ruchem pieszych oraz poza powierzchnią pod kopułą zbiornika)</i>	23
9.4. <i>Warunki wykonania robót – uwagi dodatkowe</i>	24

Załącznik nr1 Uprawnienia budowlane Projektanta: mgr inż. Dawid Fojtar



DOLNOŚLĄSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna
OKK.7131.7132-198/2020/20

Wrocław, dnia 05 października 2020 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów oraz inżynierów budownictwa (*tekst jednolity: Dz.U. z 2019r., poz. 1117*) i art.12 ust. 2 i ust. 3, ust. 4c pkt 3, art. 14 ust. 1 pkt 2, art. 15a ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz.U. z 2020r., poz. 1333*), po ustaleniu, że zostały spełnione warunki w zakresie przygotowania zawodowego oraz po złożeniu egzaminu na uprawnienia budowlane z wynikiem pozytywnym

Pan Dawid Fojtar

magister inżynier z kierunku budownictwo
urodzony dnia 1 czerwca 1983 r. w Wieruszowie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE
numer ewidencyjny DOŚ/0078/PWBKb/20

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej
do projektowania i do kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń

UZASADNIENIE

W związku z uwzględnieniem w całości żądania strony, na podstawie art. 107 § 4 KPA odstępuje się od uzasadnienia decyzji. Zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwrocie decyzji.

Pouczenie

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Zgodnie z art. 127a ustawy Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jednolity: Dz.U. z 2020r., poz. 256*) w trakcie biegu terminu do wniesienia odwołania strona może zrzec się prawa do wniesienia odwołania wobec organu, który wydał decyzję. Z dniem doręczenia Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa oświadczenia o zrzeczeniu się prawa do wniesienia odwołania, decyzja staje się ostateczna i prawomocna.

Skład orzekający OKK

DOLNOŚLĄSKA OKRĘGOWA
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA

prof. dr hab. inż. Antoni Szydło
Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

1. prof. dr hab. inż. Antoni Szydło
2. mgr inż. Jacek Oszytko
3. mgr inż. Anna Sęczkowska

Otrzymują:

1. Pan Dawid Fojtar
Ul. Jesionowa 52/18
50-504 Wrocław
2. Okręgowa Rada Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa
3. Główny Inspektor Nadzoru Budowlanego
4. a/a



strona 1 z 2

Biurow Projektów Budownictwa
Komunalnego we Wrocławiu Sp. z o.o.
za zgodność z oryginałem:

mgr inż. Monika Czajkowska-Korgul
upr. bud. do projektowania i do kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci,
instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych,
gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych
Nr ewidencyjny DOŚ/0190/PWBS/19

Na podstawie art. 12 ust. 1 pkt 1, 2, 3, 4 i 5 oraz art. 15a ust. 4 ustawy Prawo budowlane,

Pan Dawid Fojtar

jest upoważniony

w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

do:

- projektowania, sprawdzania projektów architektoniczno-budowlanych i technicznych oraz sprawowania nadzoru autorskiego w odniesieniu do konstrukcji obiektu,
 - kierowania budową lub innymi robotami budowlanymi w odniesieniu do konstrukcji oraz architektury obiektu,
 - kierowania wytwarzaniem konstrukcyjnych elementów budowlanych oraz nadzoru i kontroli technicznej wytwarzania tych elementów,
 - wykonywania nadzoru inwestorskiego,
 - sprawowania kontroli technicznej utrzymania obiektów budowlanych
- bez ograniczeń.**

Na podstawie art. 15a ust. 1 ustawy Prawo budowlane - uprawnienia niniejsze uprawniają do sporządzania projektów zagospodarowania działki lub terenu w zakresie specjalności konstrukcyjno-budowlanej.

Skład orzekający OKK

**DOLNOŚLĄSKA OKRĘGOWA
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA**

prof. dr hab. inż. Antoni Szydło
Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

1. prof. dr hab. inż. Antoni Szydło

2. mgr inż. Jacek Oszytko

3. mgr inż. Anna Sęczkowska

strona 2 z 2

Biuro Projektów Budownictwa
Komunalnego we Wrocławiu Sp. z o.o.
za zgodność z oryginałem:

mgr inż. Monika Czajkowska-Korgul
upr. bud. do projektowania i do kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci,
instalacji i urządzeń ciepłych, wentylacyjnych,
gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych
Nr ewidencyjny D.OŚ/0190/PWBS/19

Załącznik nr2 Zaświadczenie Projektanta o przynależności do Izby: mgr inż. Dawid Fojtar



Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

DOŚ-NLS-SIY-V7L *

Pan Dawid Fojtar o numerze ewidencyjnym DOŚ/BO/0346/20

adres zamieszkania ul. Jesionowa 52/18, 50-504 Wrocław

jest członkiem Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2021-12-01 do 2022-11-30.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2021-12-07 roku przez:

Janusz Szczepański, Przewodniczący Rady Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

(Zgodnie art. 5 ust 2 ustawy z dnia 18 września 2001 r. o podpisie elektronicznym (Dz. U. 2001 Nr 130 poz. 1450) dane w postaci elektronicznej opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu są równoważne pod względem skutków prawnych dokumentom opatrzonym podpisami własnoręcznymi.)

* Weryfikację poprawności danych w niniejszym zaświadczeniu można sprawdzić za pomocą numeru weryfikacyjnego zaświadczenia na stronie Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa www.piiib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.



Biurowisko Projektów Budownictwa
Komunalnego we Wrocławiu Sp. z o.o.
za zgodność z oryginałem:

mgr inż. Monika Czajkowska-Korgul
upr. bud. do projektowania i do kierowania
robotami budowlanymi bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci,
instalacji i urządzeń ciepłych, wentylacyjnych,
gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych
Nr ewidencyjny DOŚ/BO/190/PWBS/19

Ocena stanu technicznego betonu na pow. wewnętrznej ścian oraz płyty dennej fermentera na oczyszczalni ścieków Łyna w Olsztynie

Dotyczy inwestycji pn.: „Modernizacja części osadowej Miejskiej Oczyszczalni Ścieków Łyna w Olsztynie w zakresie instalacji termicznej hydrolizy i dezintegracji osadu”.

1. Inwestor

Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o.
ul. Oficerska 16a,
10-218 Olsztyn.

2. Jednostka projektowa

Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego we Wrocławiu Sp. z o.o.
ul. Opolska 11-19 lok.1;
52-010 Wrocław

3. Nazwa inwestycji

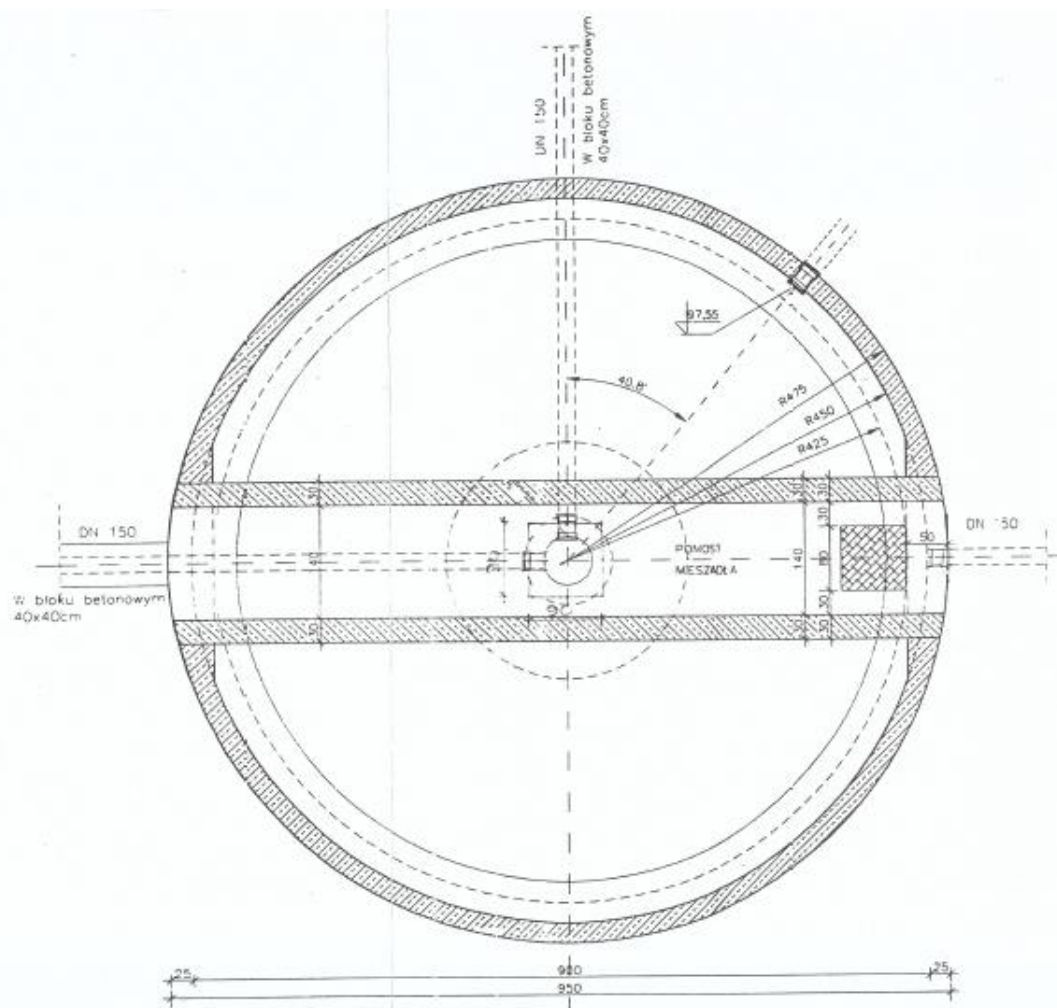
„Modernizacja części osadowej Miejskiej Oczyszczalni Ścieków Łyna w Olsztynie w zakresie instalacji termicznej hydrolizy i dezintegracji osadu”.

4. Przedmiot opracowania

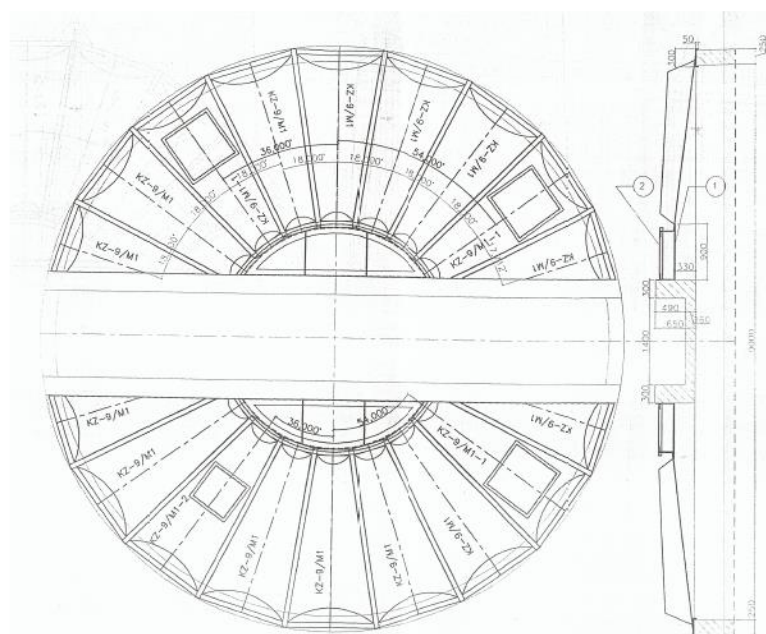
Przedmiotem niniejszego opracowania jest Ocena stanu technicznego betonu na pow. wewnętrznej ścian oraz płyty dennej zagęszczacza osadu wstępnego na oczyszczalni ścieków Łyna w Olsztynie objętego zakresem zadania pn.: „Modernizacja systemu napowietrzania ścieków w reaktorach biologicznych na oczyszczalni ścieków Łyna w Olsztynie”.

5. Zawartość opracowania

- charakterystykę konstrukcji zagęszczacza,
- pomiary i ocena stanu technicznego,
- wnioski i zalecenia dla przedmiotowych obiektów.



Przekrycie (rys. 4) hermetyzujące zbiornik (kopuła z materiału TWS) składa się 18 segmentów (14 szt typu M-1, Trzy segmenty są typu M-1-1, każdy z włazem wejściowym o wymiarach 1,0 m x 1,0 m oraz jeden segment typu M-1-2 również z włazem). Przekrycie zbiornika przytwierdzone jest oprócz ścian zbiornika do boku żelbetowego, zewnętrznego pomostu roboczego biegnącego wzdłuż średnicy zbiornika (Fot. 1÷2). Spód pomostu roboczego znajduje się wewnątrz zbiornika (Fot. 5÷6). W płycie żelbetowego pomostu roboczego są dwa otwory (Fot. 5, jeden w środku rozpiętości do mieszadła o wymiarach 0,90 x 0,90 m, drugi przy ścianie o wymiarach 0,80 x 0,80 m)



Rys. 4. Przekrycie hermetyzujące zagęszczacz osadu wstępnego

7. Pomiary wytrzymałościowe betonu

7.1. Pomiar wytrzymałości betonu na odrywanie metodą „pull-off”

Tabela nr 1. Wyniki pomiarów wytrzymałości betonu na odrywanie [MPa] na powierzchni wewn. ścian oraz na powierzchni płyty dennej zagęszczacza osadu wstępnego (obiekt 9)			
L.p.	Badane podłoże	Naprężenia odrywające	Rodzaj zerwania
1.	Beton ścian, pow. wewnętrzna	1,5 MPa	20% B, 80% K/B
2.		2,0 MPa	50% B, 50% K/B
3.		3,0 MPa	80% B, 20% K/B
4.		2,0 MPa	30% B, 70% K/B
W(min) = 1,5 MPa > 1,0 MPa; W(śr) = 8,5/4 = 2,13 MPa > 1,5 MPa <u>Wymóg normowy został spełniony:</u> W(min) ≥ 1,0 MPa oraz W(śr) ≥ 1,5 MPa			
5.	Beton na skosie przebiegającym na styku ściany z dnem	1,5 MPa	30% B, 70% K/B
6.		2,0 MPa	B
7.		1,8 MPa	70% B, 30% K/B
W(min) = 1,5 MPa > 1,0 MPa; W(śr) = 5,3/3 = 1,77 MPa > 1,5 MPa <u>Wymóg normowy został spełniony:</u> W(min) ≥ 1,0 MPa oraz W(śr) ≥ 1,5 MPa			
L.p.	Badane podłoże	Naprężenia odrywające	Rodzaj zerwania
1.	Beton płyty dennej	2,0 MPa	70% B, 30% K/B
2.		1,5 MPa	50% B, 50% K/B
W(min) = 1,5 MPa > 1,0 MPa; W(śr) = 3,5/2 = 1,75 MPa > 1,5 MPa <u>Wymóg normowy został spełniony:</u> W(min) ≥ 1,0 MPa oraz W(śr) ≥ 1,5 MPa			

Legenda:

B - kohezyjne zerwanie w betonie

K/B – adhezyjne zerwanie pomiędzy klejem a betonem

W(min) – minimalna wartość wytrzymałości betonu na odrywanie,

W(śr) - średnia wartość wytrzymałości betonu na odrywanie.

7.2. Pomiar wytrzymałości betonu na ściskanie metodą sklerometryczną przy użyciu młotka Schmidta typu N

Liczba odbicia na betonie na powierzchni wewnętrznej ścian zagęszczacza osadu wstępnego mieściła się w przedziale 50÷56.

Na jej podstawie oszacowano klasę betonu ścian na C30.

Natomiast liczba odbicia na betonie na powierzchni płyty dennej mieściła się w przedziale 41÷47. Na jej podstawie oszacowano klasę betonu płyty dennej zbiornika na C25.

8. Ocena stanu technicznego betonowej powierzchni wewnętrznej zbiornika

W zagęszczaczu osadu wstępnego jako zamkniętego zbiornika zhermetyzowanego podczas wizji lokalnej na obiekcie nie stwierdzono występowania żadnych wewnętrznych powłok chemoodpornych na powierzchni elementów betonowych (żelbetowych).

Dlatego też największemu, widocznemu uszkodzeniu uległ beton w strefie gazowej zagęszczacza osadu wstępnego, gdzie agresja chemiczna jest największa (biogeniczna korozja kwasu siarkowego nawet o $\text{pH}=0$), tj.:

- na powierzchni wewnętrznej żelbetowych ścian zbiornika na wysokości ok. 0,6 m, od poziomu osadów do poziomu korony ścian (patrz fot. 7÷9) oraz
- na powierzchni pułapowej płyty żelbetowej i powierzchni pionowej żelbetowych ścian konstrukcji pomostu roboczego znajdującego się pod kopułą zbiornika (patrz fot. 5÷6).

Beton w strefie gazowej zbiornika został w wierzchniej warstwie osłabiony i skażony chemicznie oraz występuje przypowierzchniowe odsłonięcie kruszywa.

W miejscach wykonanych pomiarów podłoże po jego oczyszczeniu spełnia wymóg normy wytrzymałości betonu na odrywanie (patrz tabela nr 1) w zakresie naprawy betonu zaprawami grubo- oraz drobnoziarnistymi klasy R2÷R4 wg PN-EN 1504-3 oraz aplikacji materiałów powłokowych do ochrony betonu.

Tam, gdzie powierzchnia betonu wewnątrz zbiornika została do diagnostyki oczyszczona z osadów nie zauważono korozji prętów zbrojeniowych oraz występowania rys, czy pęknięć.

9. Zakres robót naprawczych i zabezpieczających

9.1. Roboty przygotowawcze

Odkucie skorodowanych prętów zbrojeniowych, odkucie uszkodzonego i skażonego chemicznie betonu, oczyszczenie betonu i stali zbrojeniowej, inwentaryzacja rys i pęknięć.

- a) usunąć uszkodzony, odspojony beton, beton skażony chemicznie, beton w miejscach raków oraz odkuć skorodowane pręty zbrojeniowe zgodnie z pkt. 7.2.4 oraz A.7.2.4 normy PN-EN 1504-10:2005.

Zaleca się, aby krawędzie w miejscach usuwania betonu były przecięte pod kątem nie mniejszym niż 90°, aby uniknąć podcięcia, i nie większym niż 135°, aby zmniejszyć możliwość odspojenia wraz z warstwą wierzchnią przyległego, nieuszkodzonego betonu.

Zaleca się, aby krawędzie były uszorstnione w stopniu wystarczającym do zapewnienia przyczepności przez mechaniczne zakotwienie pomiędzy materiałem oryginalnym, a naprawczym.

Jeżeli na powierzchni pręta zbrojeniowego, odsłoniętej po usunięciu uszkodzonego betonu, występuje korozja, konieczne może być zwiększenie głębokości usuwania betonu w celu odsłonięcia całego pręta, zależnie od specyfikacji naprawy. W celu możliwości właściwego zagęszczenia mieszanki betonowej zaleca się, aby prześwit wokół zbrojenia i minimalna odległość między prętem zbrojeniowym, a pozostałym podłożem wynosił co najmniej 15 mm lub odpowiadał maksymalnemu wymiarowi ziarna kruszywa materiału naprawczego powiększonemu o 5 mm, zależnie od tego, która z tych wartości jest większa. Zaleca się aby beton skażony szkodliwymi solami był usunięty do co najmniej 20 mm z każdej ze strony zbrojenia.

- b) oczyszczenie całej powierzchni wewnętrznej (betonu) metodą strumieniowo-ścierną przez piaskowanie na mokro lub hydromonitoring (ciśnienie ok. 2000 bar). Wytrzymałość przygotowanego podłoża betonowego na odrywanie musi wynieść dla pojedynczego pomiaru minimum 1 MPa, a dla wartości średniej z pomiarów minimum 1,5 MPa.

Ponadto przygotowane podłoże betonowe powinno charakteryzować się odpowiednią szorstkością. Należy w tym celu odsłonić wierzchnią warstwę uziarnienia.

Optymalne przygotowanie podłoża betonowe przed aplikacją zapraw naprawczych lub wyrównawczych wygląda wówczas następująco:



- chropowatość podłoża betonowego mieszcząca się w przedziale 0,5÷1,0 mm,
- odsłonięta górna część kruszywa,
- pory i jamy są całkowicie otwarte,

Przygotowane podłoże powinno być wolne od pyłu, luźnych fragmentów materiału, zanieczyszczenia powierzchni oraz materiałów zmniejszających przyczepność lub uniemożliwiających zwilżanie przez materiały naprawcze.

- c) oczyścić odsłonięte zbrojenie z rdzy do stopnia Sa 2 1/2 wg PN-EN ISO 12944-4) np. metodą strumieniowo-ścierną przez piaskowanie.

Przygotowanie podłoża betonowego i zbrojenia powinno być odpowiednie do wymaganego stanu podłoża oraz do stanu konstrukcji, tak aby możliwe było właściwe zastosowanie wyrobów i systemów naprawczych. Powinno ono być przeprowadzone w taki sposób, aby umożliwić wykonanie ochrony lub naprawy zgodnie z PN-EN 1504 „Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Definicje, wymagania, sterowanie jakością i ocena zgodności” część 1÷10.

Wymagania dotyczące przygotowania podłoża podaje pkt. 7 oraz załącznik A7 (zatytułowany „Przygotowanie podłoża”) normy PN-EN 1504-10:2005

- d) zinwentaryzować oczyszczoną powierzchnię ścian ze względu na możliwość występowania rys, bądź innych uszkodzeń widocznych dopiero po oczyszczeniu powierzchni betonu;

9.2. Roboty naprawcze

9.2.1. Antykorozyjne zabezpieczenie prętów zbrojeniowych

Zgodnie z PN-EN 1504-9:2008 - metoda 11.1 - Nakładanie na zbrojenie powłoki zawierającej aktywne domieszki

Zabezpieczenie antykorozyjne zbrojenie – niezwłocznie po jego oczyszczeniu do stopnia Sa 21/2 wg PN-EN ISO 12944-4 – wykonać powłoką ochrony przeciwkorozyjnej bazie szlamu cementowego, ulepszanego polimerami do ochrony antykorozyjnej prętów zbrojeniowych przy uzupełnianiu ubytków betonu metodą obróbki ręcznej lub metodą natrysku na mokro (np. Nafufill KMH PL lub równoważny);

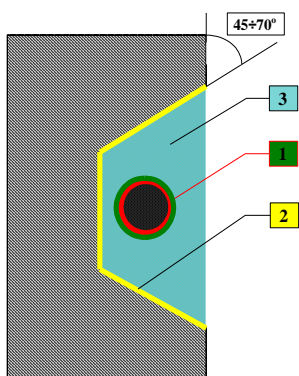
Materiał należy nanieść w dwóch lub trzech warstwach w zależności od wymogu producenta materiału przy użyciu małego, okrągłego pędzla o krótkim i sztywnym włosiu.

Materiał powinien posiadać deklarację właściwości użytkowych i być certyfikowany wg EN 1504-7 dla zasady 11, metoda 11.1).

9.2.2. Uzupełnienie ubytków betonu metodą obróbki ręcznej

- a) zwilżyć podłoże wodą do stanu matowo-wilgotnego,
- b) na powierzchnię ubytku przeznaczoną do reprofilacji należy nanieść (dobrze wetrzeć w podłoże przy użyciu pędzla) warstwę szepną (tzw. pomost łączący) z materiału mineralnego na spoiwie cementowym odpornym na siarczany (np. Nafufill BC lub równoważny). Należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe zwilżenie podłoża (podłoże matowo-wilgotne tzn. brak zastoin wody) oraz na nanoszenie szlamu w odpowiedniej ilości i o odpowiedniej konsystencji. Warstwa szepna (tzw. pomost łączący) zwiększa w sposób znaczący przyczepność zaprawy naprawczej do podłoża.
Wymagania dla materiału do wykonania warstwy szepnej są następujące:
 - materiał mineralny na spoiwie cementowym odpornym na siarczany,
 - sklasyfikowany wg EN 1504 część 3 jako składnik systemu dla zasady 3 i metody 3.1,
 - warstwa szepna dla systemów zamienników betonu oraz dla powłok wiązanych cementem w obszarach ścieków,
 - materiał stanowi element całego systemu naprawczego jednego producenta.
- c) nanieść metodą „świeże na świeże” metodą obróbki ręcznej na aktywną pod względem sklejenia warstwę szepną zaprawę naprawczą (np. Nafufill KM 250 HS PL lub równoważną) o następujących wymaganiach:
 - jednokomponentowa, modyfikowana tworzywami sztucznymi zaprawa typu (S)PCC,
 - zaprawa klasy R4 do konstrukcyjnych i niekonstrukcyjnych napraw konstrukcji betonowych zgodnie z normą PN - EN 1504-3;
 - materiał certyfikowany zgodnie z EN 1504 część 3 dla zasady 3, 4 i 7 i metody 3.1, 3.3, 7.1 i 7.2;
 - zaprawa zbrojona włóknami;
 - nie zawiera glinianu trójwapniowego tj. $C_3A = 0$,
 - spełnienie wymagań w zakresie korozji betonu dla klas ekspozycji: XA3 oraz min. XF3,
 - zawartość jonów chlorkowych (metoda badania EN 1015-17) $\leq 0,05\%$,
 - przyczepność (metoda badania wg PN-EN 1542): $\geq 2,0$ MPa;
 - ograniczony skurcz/pęcznienie (met. badania wg EN12617-4): przyczepność po badania $\geq 2,0$ MPa;
 - wytrzymałość na ściskanie (metoda badania EN 12190) po 28 dniach: ≥ 45 MPa;
 - wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu wg EN 196-1 po 28 dniach: ≥ 7 MPa;
 - moduł sprężystości dynamiczny po 28 dniach mieszczący się w przedziale 24÷26 GPa;
 - stosowanie dla następującego zakresu grubości warstw: min. gr. warstwy w 1 etapie nanoszenia = 6 mm, maks. gr. warstwy na 1 etap = 30 mm, maks. łączna gr. warstwy = 60 mm oraz maks. łączna gr. warstwy przy naprawach punktowych = 100 mm,
 - skurcz po 28 dniach $\leq 0,80$ mm/m,
 - niepalna, klasa A1 zgodnie z PN-EN 13501-1,
 - wyrób powinien posiadać deklarację właściwości użytkowych.

Uwaga! Nie należy nakładać zaprawy naprawczej na przeschniętą warstwę szepną. W przypadku, gdy przeschnięcie nastąpiło, można nanieść ponownie warstwę szepną (lecz tylko jeden raz) lub ponownie oczyścić powierzchnię ubytku.



1. Zabezpieczenie antykorozyjne zbrojenia materiałem mineralnym Nafufill KMH PL lub równoważnym (przed uzupełnieniem ubytków betonu zaprawa naprawczą metodą obróbki ręcznej lub metoda natrysku na mokro): 2 lub 3 cykle w zależności od wymagań producenta materiału
2. Warstwa szepna z materiału mineralnego na bazie cementu odpornego na siarczany (np. Nafufill BC lub równoważny) : 1 cykl
3. Zbrojona włóknami zaprawa naprawcza typu (S)PCCII, klasy R4 wg PN_EN 1504-3 na bazie cementu odpornego na siarczany, nie zawiera glinianu trójwapniowego ($C_3A=0$) – np. Nafufill KM 250 HS PL lub równoważna.

9.2.3. Wyrównanie podłoża o dużej nierówności lub chropowatości betonu (powierzchnia betonu w strefie gazowej)

W miejscach o dużej nierówności lub chropowatości betonu (np. powierzchnia betonu w strefie gazowej zbiornik) należy wykonać warstwę wyrównawczą metodą natrysku na mokro lub metodą obróbki ręcznej (przy wcześniejszym użyciu warstwy szepnej Nafufill BC lub równoważnej) przy użyciu zaprawy naprawczej Nafufill KM 250 HS PL lub równoważnej o min. gr. 10 mm z zatarciem na ostro o następujących wymaganiach:

- jednokomponentowa, modyfikowana tworzywami sztucznymi zaprawa typu (S)PCC,
- zaprawa klasy R4 do konstrukcyjnych i niekonstrukcyjnych napraw konstrukcji betonowych zgodnie z normą PN - EN 1504-3;
- materiał certyfikowany zgodnie z EN 1504 część 3 dla zasady 3, 4 i 7 i metody 3.1, 3.3, 7.1 i 7.2;
- zaprawa zbrojona włóknami;
- nie zawiera glinianu trójwapniowego tj. $C_3A = 0$,
- spełnienie wymagań w zakresie korozji betonu dla klas ekspozycji: XA3 oraz min. XF3,
- zawartość jonów chlorkowych (metoda badania EN 1015-17) $\leq 0,05\%$,
- przyczepność (metoda badania wg PN-EN 1542): $\geq 2,0$ MPa;
- ograniczony skurcz/pęcznienie (met. badania wg EN12617-4): przyczepność po badaniu $\geq 2,0$ MPa;
- wytrzymałość na ściskanie (metoda badania EN 12190) po 28 dniach: ≥ 45 MPa;
- wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu wg EN 196-1 po 28 dniach: ≥ 7 MPa;
- moduł sprężystości dynamiczny po 28 dniach mieszczący się w przedziale 24÷26 GPa;
- stosowanie dla następującego zakresu grubości warstw: min. gr. warstwy w 1 etapie nanoszenia = 6 mm, maks. gr. warstwy na 1 etap = 30 mm, maks. łączna gr. warstwy = 60 mm oraz maks. łączna gr. warstwy przy naprawach punktowych = 100 mm,
- skurcz po 28 dniach $\leq 0,80$ mm/m,
- niepalna, klasa A1 zgodnie z PN-EN 13501-1,
- wyrób powinien posiadać deklarację właściwości użytkowych.

9.2.4. Elastyczne uszczelnienie rys o rozwartości od 0,1 mm oraz nieszczelnych przerw roboczych metodą iniekcji ciśnieniowej.

Istniejące rysy klasyfikujące się do elastycznego wypełnienia uszczelniającego o rozwartości powyżej 0,1 mm (nie klasyfikujące się pod względem konstrukcyjnym do sklejenia siłowego) oraz nieszczelne przerwy robocze należy wypełnić (uszczelnić) metodą iniekcji ciśnieniowej elastycznym materiałem iniekcyjnym na bazie żywicy poliuretanowej (np. MC-Injekt 2300 top lub równoważnym).

Wymagania dla materiału do elastycznego wypełnienia rys i szwów roboczych metodą iniekcji ciśnieniowej (wszystkie wymagane wartości są podane dla 20°C i względnej wilgotności powietrza 50%):

- a) lepkość (wg EN ISO 3219) ≤ 60 mPas,
- b) wydłużenie względne (wg EN ISO 527) min. 100%,
- c) wydłużenie w rysie (wg EN 12618-2) powyżej 10%,
- d) napięcie powierzchniowe (Tensometr K100 firmy Krüss): ≤ 40 mN/m,
- d) przyczepność (wytrzymałość na odrywanie) dla suchego betonu wg EN 1542: $\geq 2,5$ MPa,
- e) zakres zastosowania:
 - Klasyfikacja wyrobu iniekcyjnego wg PN-EN 1504-5 jako U(D2) W(1) (1/2/3/4) (5/40)

U – zamierzone zastosowanie

D: wyrób iniekcyjny do elastycznego wypełniania rys

D2: wodoszczelny przy 7×10^5 Pa

W – urabialność

(1) – minimalna szerokość rysy 0,1 mm

(1/2/3/4): stopień zawilgocenia rysy (1- rysa sucha, 2 wilgotna, 3 mokra, 4 wypływ wody)

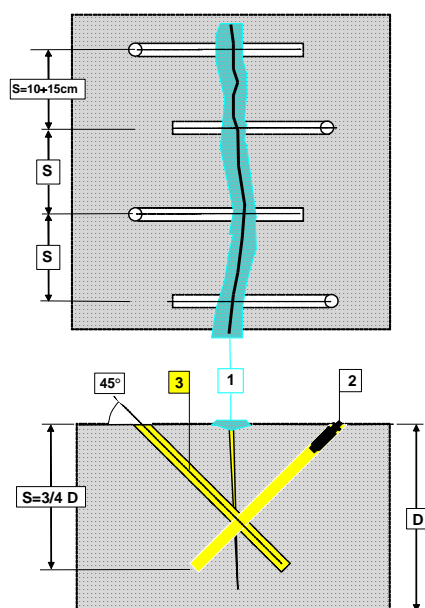
(5/40): minimalna i maksymalna temperatura stosowania.

f) REACh – oczekiwane scenariusze ekspozycji: stały kontakt z wodą, obróbka.

Materiał iniekcyjny powinien posiadać następujące dokumenty:

- znak CE zgodnie z PN-EN 1504-5, deklarację właściwości użytkowych, atest PZH na kontakt z wodą przeznaczoną do spożycia (ochrona wód gruntowych).

Przed przystąpieniem do iniekcji należy zamknąć z dostępnej strony rozkute rysy lub pęknięcia szybkosprawną, wodoszczelną zaprawą pęczniącą (np. Ombran W, Ombran R lub równoważną). Do iniekcji zaleca się użyć iniekcyjne, stalowe lub aluminiowe pakery rozporowe o średnicy $\varnothing 13$ mm oraz o dł. L=110 mm lub 150 mm z zaworem zwrotnym (dla otworów iniekcyjnych nawierconych wiertłem $\varnothing 14$ mm) – np. MC-Injektionspacker lub równoważny.



1. Zamknięcie rysy: szybkosprawną, wodoszczelną zaprawą pęczniącą (np. Ombran W, Ombran R lub równoważną),
2. Stalowy lub aluminiowy paker iniekcyjny rozporowy o średnicy $\varnothing 13$ mm i dł. 110 lub 150 mm (np. MC-Injektionspacker lub równoważny)
3. Uszczelniająca iniekcja ciśnieniowa rysy lub pęknięć oraz szwów roboczych przy użyciu elastycznej, iniekcyjnej żywicy poliuretanowej (np. MC-Injekt 2300 top lub równoważnej) o następujących właściwościach:
 - o lepkości ≤ 60 mPas,
 - wydłużenie względne (wg EN ISO 527) min. 100%,
 - wydłużenie w rysie (wg EN 12618-2) powyżej 10%,
 - napięcie powierzchniowe (Tensometr K100 firmy Krüss): ≤ 40 mN/m,
 - przyczepność dla suchego betonu wg EN 1542: $\geq 2,5$ MPa,
 - sklasyfikowanej zgodnie ze znakiem CE wg EN 1504-5 jako U(D2) W(1) (1/2/3/4) (5/40) oraz posiadającej ważne dokumenty dopuszczające do stosowania (deklaracja właściwości użytkowych zgodnie ze znakiem CE wg PN-EN 1504-5

9.2.5. Scalająca (sklejająca), sztywna iniekcja ciśnieniowa rys oraz pęknięć suchych i mokrych o rozwarości od 0,2 mm

Istniejące rysy i pęknięcia suche i wilgotne klasyfikujące się do sklejania siłowego o rozwarości od 0,2 mm należy scalić metodą iniekcji ciśnieniowej materiałem iniekcyjnym na bazie żywicy epoksydowej np. MC-Injekt 1264 compact lub równoważnym.

Wymagania dla materiału do scalającego (sklejającego siłowo) rysy i pęknięcia metodą iniekcji ciśnieniowej (wszystkie wymagane wartości są podane dla 20°C i względnej wilgotności powietrza 50%) są następujące:

- zakres zastosowania potwierdzony w deklaracji właściwości użytkowej wg normy EN 1504-9 zgodnie z metodą 1.5 „Wypełnienie rys” oraz metodą 4.5 „Iniekcja rys”.
- klasyfikacja wyrobu iniekcyjnego wg załącznika A normy EN 1504-5 jako U(F1) W(2)(1/2)(8/35)(1). potwierdzona w deklaracji właściwości użytkowej.

Klasyfikacja wyrobu iniekcyjnego wg EN 1504-5 jako U(F1) W(2)(1/2)(8/35)(1) oznacza:

U – zamierzone zastosowanie

F: wyrób iniekcyjny do przenoszącego siły wypełniania rys

F1: adhezja mierzona jako przyczepność przy rozciąganiu $> 2 \text{ N/mm}^2$ (przy iniekcji rys, pustek i szczelin)

W – urabialność

(2) – minimalna szerokość rysy 0,2 mm

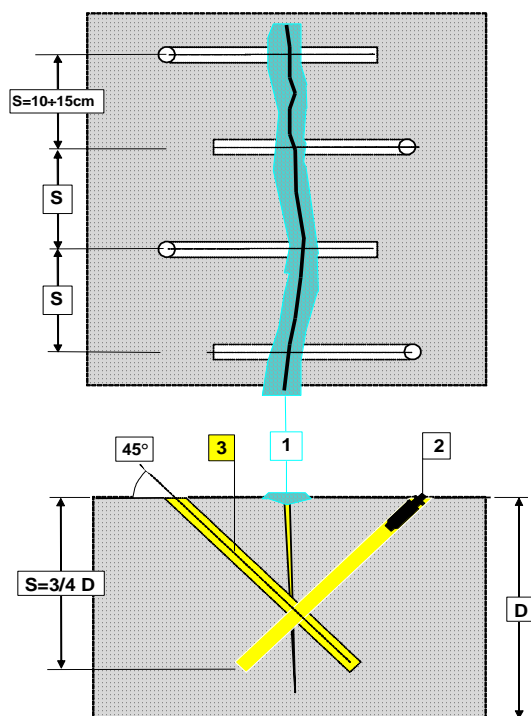
(1/2): stopień zawilgocenia rysy (1- rysa sucha, 2 – rysa wilgotna)

(8/35): minimalna i maksymalna temperatura stosowania.

(1) – stosowane do rys o dziennej ruchomości w czasie utwardzania większej niż 10% lub 0,03 mm.

- gęstość (wg EN ISO 2811-1) $\leq 1,10 \text{ kg/dm}^3$,
- wytrzymałość na ściskanie (wg EN ISO 604) $\geq 60 \text{ MPa}$,
- wytrzymałość na rozciąganie (wg DIN 53455) $\geq 45 \text{ MPa}$,
- napięcie powierzchniowe (Tensometr K100 firmy Krüss) $\leq 40 \text{ Nm/m}$,
- E-Moduł (wg EN ISO 178) = $2500 \div 3000 \text{ MPa}$,
- REACH – oczekiwane scenariusze ekspozycji: czasowa inhalacja, obróbka.

Przed przystąpieniem do iniekcji należy zamknąć rozkute rysy szybkosprawną, wodoszczelną zaprawą pęczniącą (np. Ombran W lub równoważną) lub systemowym klejem epoksydowym do zamknięcia rys i pęknięć (np. MC-Anchorsolid E820 lub równoważnym). Do iniekcji zaleca się użyć iniekcyjne pakery rozporowe stalowe lub aluminiowe o średnicy $\varnothing 13 \text{ mm}$ oraz o długości $L=110 \text{ mm}$ lub 150 mm z zaworem zwrotnym (np. MC-Injektionspacker lub równoważny).



1. Zamknięcie rysy: szybkosprawną, wodoszczelną zaprawą pęczniącą (np. ombran W lub równoważną) lub systemowy klej epoksydowy do zamknięcia rys i pęknięć (np. MC-Anchorsolid E820 lub równoważny).
2. Stalowy lub aluminiowy paker iniekcyjny rozporowy (np. MC-Injektionspacker lub równoważny) o średnicy $\varnothing 13 \text{ mm}$ i dł. 110 lub 150 mm dla otworów iniekcyjnych o średnicy $\varnothing 14 \text{ mm}$.
3. Iniekcja wzmacniająca (sklejająca) rys lub pęknięć suchych lub wilgotnych o rozwarości od 0,2 mm przy użyciu materiału iniekcyjnego na bazie żywicy epoksydowej (np. MC-Injekt 1264 compact lub równoważny) o klasyfikacji U(F1)W(2)(1/2)(8/35)(1) zgodnie z załącznikiem A normy EN 1504-5,

9.2.6. Uszczelnienie rys w elementach konstrukcji zbiornika poniżej poziomu terenu o rozwarości od 0,1 mm metodą iniekcji ciśnieniowej przy użyciu pęczniejącej w kontakcie z wodą żywicy hydrostrukturalnej na bazie akrylu wzmocnionej polimerami

Istniejące rysy o rozwarości od 0,1 mm poniżej poziomu terenu (nie klasyfikujące się pod względem konstrukcyjnym do sklejenia siłowego) można (alternatywnie do iniekcyjnych, elastycznych żywic poliuretanowych) wypełnić (uszczelnić) metodą iniekcji ciśnieniowej przy użyciu nisko lepkiej, wzmocnionej polimerami żywicy hydrostrukturalnej na bazie akrylu (np. MC-Injekt GL95 TX lub równoważnej) o następujących właściwościach (wszystkie wymagane wartości są podane dla 20°C i względnej wilgotności powietrza 50%):

- a) po związaniu zachowuje formę miętko-elastyczną, w kontakcie z wodą **pęczniejącą**,
- b) zdolność pęcznienia ok. 40 % (woda w temperaturze 20°C),
- c) wydłużenie względne wg EN ISO 527-4: ok. 150%,
- d) wydłużenie przy zerwaniu ok. 300 %,
- e) o krótkim czasie reakcji z możliwością regulacji,
- f) wodoodporna w środowisku wilgotnym,
- g) odporna na cykle zamrażania i rozmrażania,
- h) dobra przyczepność do suchego i wilgotnego podłoża,
- i) oddziaływanie korozyjne: uznaje się za nieoddziałujące korozyjnie (zapis w deklaracji właściwości użytkowej)
- j) materiał sklasyfikowany wg EN 1504-5 wg zamierzonego zastosowania jako U (S2) W (1) (2/3/4) (1/40)

Klasyfikacja wyrobu iniekcyjnego wg EN 1504-5 jako U(S2) W(1) (2/3/4) (1/40)

U – zamierzone zastosowanie

S: wyrób iniekcyjny dopasowujący się poprzez pęcznienie do wypełnienia rys

S2: wodoszczelny przy 7×10^5 Pa

W – urabialność

(1)– minimalna szerokość rysy 0,1 mm

(2/3/4): stopień zawilgocenia rysy (2 - rysa wilgotna, 3 - rysa mokra, 4 - wypływ wody)

(1/40): minimalna i maksymalna temperatura stosowania.

- k) REACh – oczekiwane scenariusze ekspozycji: stały kontakt z wodą, czasowa inhalacja, obróbka.

Materiał iniekcyjny powinien posiadać następujące dokumenty:

- deklarację właściwości użytkowych (certyfikację zgodnie z PN-EN 1504-5),
- atest PZH na kontakt z wodą przeznaczoną do spożycia (w celu m.in. ochrony wód gruntowych)
- kartę informacji technicznych oraz kartę charakterystyki (bezpieczeństwa) produktu.

Przed przystąpieniem do iniekcji należy zamknąć rozkute rysy szybkosprawną, wodoszczelną zaprawą pęczniejącą (np. Ombran W lub równoważną). Do iniekcji zaleca się użyć stalowe lub aluminiowe iniekcyjne pakery rozporowe o średnicy $\varnothing 13$ mm oraz o dł. L=110 mm lub 150 mm z zaworem zwrotnym (np. MC-injektionspacker lub równoważny).

UWAGA! Rysy niezakwalifikowane do wypełnienia metodą iniekcji ciśnieniowej (np. ze względu na ich zbyt małą głębokość) przed wykonaniem chemoodpornej powłoki wewnętrznej należy naciąć wzdłuż ich przebiegu na szer. min. 5 mm i głębokości min. 2 cm i przy użyciu tarczy do betonu. Głębokość nie powinna przekraczać grubości otuliny prętów zbrojeniowych. Następnie rysę należy odpylić i wypełnić w zależności od zaleceń inspektora nadzoru wariantowo przy użyciu:

Wariant 1 - sztywnego kleju na bazie żywicy epoksydowej o nazwie np. MC-Anchorsolid E820 względnie MC-Fastpack EP-solid (aplikacja pistoletem pneumatycznym MC Fastpackt Power Toll podłączonym do sprężarki powietrznej) lub równoważnym o następujących wymaganiach:

- do stosowania na suchym oraz lekko wilgotnym betonie (brak zastoin wody w porach)
- wytrzymałość na ściskanie (wg EN ISO 604) mieszcząca się w przedziale: 80÷90 MPa,
- moduł E (wg EN ISO 178) mieszczący się w przedziale: 5000÷6000 MPa
- wytrzymałość na odrywanie od beton (wg EN ISO 1542) $\geq 2,5$ MPa

Wariant 2 - elastycznego kleju na bazie żywicy poliuretanowej np. MC-Fastpack PU-solid (aplikacja pistoletem pneumatycznym MC Fastpackt Power Toll podłączonym do sprężarki powietrznej) lub równoważnym o następujących wymaganiach.

- do stosowania na suchym oraz lekko wilgotnym betonie (brak zastoin wody w porach)
- wydłużenie (wg EN ISO 527-1): ok. 20%
- twardość Shore A (wg ISO 868): 80÷90

- wytrzymałość na odrywanie od betonu (wg EN ISO 1542) $\geq 2,5$ MPa

9.3. Roboty zabezpieczające

9.3.1. Roboty zabezpieczające powierzchnię wewnętrzną ścian zbiornika zagłębionego w gruncie oraz powierzchnię żelbetową pomostu roboczego znajdującego się wewnątrz zbiornika (pod kopułą)

- a) na naprawiony i oczyszczony beton należy nałożyć systemową szpachlę buforującą typu ECC o nazwie Nafufill EC6/MC-Additiv EC lub równoważną o grubości od 3 mm ponad poziom wierzchołków wystających z podłoża ziaren kruszywa. Uwzględniając chropowatość podłoża zaleca się przyjąć grubość szpachli min. 4 mm.
- b) po odczekaniu przerwy technologicznej od naniesienia szpachli buforującej podanej przez producenta materiałów należy nanieść systemowy grunt na bazie żywicy epoksydowej o nazwie MC-DUR 1177 WV-A lub równoważny,
- c) po odczekaniu przerwy technologicznej podanej przez producenta materiałów od naniesienia gruntu należy wykonać powłokę chemoodporną MC-PowerPro HCR lub równoważną aplikowaną w co najmniej dwóch warstwach o łącznej grubości suchej warstwy min. 700 μm o następujących wymaganiach:
 - powłoka z duroelastycznego materiału na bazie kombinacji polimerów,
 - odporność powłoki na korozję kwasową spowodowaną działaniem biogenicznego kwasu siarkowego (BSK), tj. odporność na wysokie stężenie kwasu siarkowego o $\text{pH}=0$ z uwagi na fakt, iż odczyn pH o wartości od 0 do 1 stanowi maksymalne obciążenie jakiego można się spodziewać w obiektach w strefach silnej korozji wywołanej biogenicznym kwasem siarkowym (BSK). Odporność ta powinna zostać potwierdzona raportem z badań odporności systemu powłokowego na bardzo silny kwas siarkowy o $\text{pH} = 0$ po roku oddziaływania.
 - odporność na ścieranie < 3000 mg (H22/1000/1000) – metoda badania wg EN ISO 5470-1,
 - mostkowanie rys statycznych (metoda badania wg PN-EN 1062-7) w temp. $+23^{\circ}\text{C}$ w klasie A2($+23^{\circ}\text{C}$) wg tabeli nr 6 normy PN-EN 1504-2 potwierdzone raportem z badań oraz wpisem do deklaracji właściwości użytkowych materiału powłokowego;
 - przyczepność metodą nacinania (metoda badania zgodnie z normą EN ISO 2409): GT0,
 - absorpcja kapilarna i przepuszczalność wody (wg EN 1062-3): $w < 0,1 \text{ kg} \times \text{m}^{-2} \times h_{0,5}$,
 - przepuszczalność CO_2 (wg EN 1062-6) $\Rightarrow \text{SD} > 50 \text{ m}$,
 - zawartość objętościowa części stałych: powyżej 90%.

Dla kontroli nałożenia kolejnych warstw powłoki zaleca się pierwszą warstwę wykonać w kolorze RAL 7030, a drugą w kolorze RAL 7032.

9.3.2. Roboty zabezpieczające dno zbiornika wraz ze skosami na styku ściany z płytą denną

- a) przygotować podłoże zgodnie z pkt. 7 oraz zał. A7 zatytułowanym „Przygotowanie podłoża” normy PN-EN 1504-10:2005. Oczyszczyć podłoże metodą strumieniowo-ścierną np. przez hydripiaskowanie.
- b) zwilżyć podłoże wodą do stanu matowo-wilgotnego,
- c) nanieść warstwę szepną o nazwie Nafufill BC lub równoważną dla powłok wiązanych cementem w obszarach ścieków ze spoiwem produktu odpornym na siarczany,
- d) nanieść metodą obróbki ręcznej zbrojoną włóknami, wodoszczelną, wysoce dyfuzyjną, o podwyższonej odporności na ścieranie, odporną na siarczany wyprawę mineralną o nazwie MC-RIM Protect MR PL lub równoważną o gr. min. 10 mm spełniającą następujące wymagania:
 - zaprawa min. klasy R2 wg PN-EN 1504-3,
 - odporność na siarczany - spełnienie wymagań dla klasy ekspozycji XA3 wg PN EN 206-1;
 - odporność na oddziaływanie typowych ścieków na o.s. w zakresie $\text{pH} 3,35 \pm 14$;
 - odporność na ścieranie: klasy A6 (wg Böhmego) zgodnie z PN-EN 13813 (oznaczona wartość po 28 dniach wg EN 13892-3), co odpowiada wymaganiom dla klasy ekspozycji XM2 wg PN EN 206-1;
 - wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu po 28 dniach (wg EN 196-1): ≥ 8 MPa
 - wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach (wg EN 196-1): ≥ 50 MPa
 - wodoszczelność - głębokość wnikania wody [mm] przez okres 28 dni zgodnie z normą EN 12390-8: < 1 mm

Ocena stanu technicznego betonu na pow. wewnętrznej ścian oraz płyty dennej zagęszczacza osadu wstępego w ramach zadania pn. "Modernizacja części osadowej Miejskiej Oczyszczalni Ścieków Łyna w Olsztynie w zakresie instalacji termicznej hydrolizy i dezintegracji osadu".

e) nanieść systemowy środek pielęgnacyjny MC-RIM Protect C lub równoważny.

9.3.3. Zabezpieczenie powierzchni górnej (poziomej) obciążonej ruchem pieszych betonowej konstrukcji pomostów roboczych

Wykonać antypoślizgową nawierzchnio-izolację pomostu roboczego zbiornika według budowy przedstawionej poniżej.

System zabezpieczenia powierzchniowego z podwyższoną odpornością na zarysowania OS-F/OS-11 z gruntem paroizolacyjnym dla nawierzchni obciążonych ruchem pieszych (nawierzchnio-izolacja chodnikowa)			
Oczyszczyć beton metoda strumieniowo-ścierną przez piaskowanie na mokro lub poprzez szlifowanie i odpylenie. Wytrzymałość betonu na odrywanie mierzona metodą „pull-off” powinna wynieść dla pojedynczego pomiaru min. 1,0 MPa, a dla wartości średniej z pomiarów min. 1,5 MPa.			
L.p.	Charakterystyka materiału	Rodzaj materiału	Zużycie
1.	Warstwa gruntująca przeciwwilgociowego i paroizolacyjnego		
1A.	Wtarcie w podłoże odporną na wilgoć pierwszą warstwę gruntu przeciwwilgociowego i paroizolacyjnego z materiału na bazie żywicy epoksydowej o nazwie MC-DUR 1365 HBF lub równoważny.	MC-DUR 1365 HBF lub równoważny	0,50 kg/m ²
1B.	Niewłoczne (do 20 minut) obsypanie świeżo nałożonego materiału paroizolacyjnego piaskiem kwarcowym suszonym ogniowo o uziarnieniu 0,4-0,8 mm. Po związaniu żywicy należy usunąć (zamieść) niezwiązane z podłożem kruszywo.	piasek kwarcowy suszony ogniowo o uziarnieniu 0,4÷0,8 mm	2,00 kg/m ²
Przerwa technolog. przy temp. ok. 23°C i wzgl. wilgotn. powietrza 50% pomiędzy pkt.1B oraz 1C wynosi min. 24 h, a maks. 72 h.			
1C.	Wtarcie w podłoże odporną na wilgoć drugą warstwę gruntu przeciwwilgociowego i paroizolacyjnego z materiału na bazie żywicy epoksydowej o nazwie MC-DUR 1365 HBF lub równoważny.	MC-DUR 1365 HBF lub równoważny	0,50 kg/m ²
1D.	Niewłoczne (do 20 minut) obsypanie świeżo nałożonego materiału paroizolacyjnego piaskiem kwarcowym suszonym ogniowo o uziarnieniu 0,4-0,8 mm. Po związaniu żywicy należy usunąć (zamieść) niezwiązane z podłożem kruszywo.	piasek kwarcowy suszony ogniowo o uziarnieniu 0,4÷0,8 mm	2,00 kg/m ²
Przerwa technolog. przy temp. ok. 23°C i wzgl. wilgotn. powietrza 50% pomiędzy pkt. 1D oraz 2 wynosi min. 24 h, a maks. 72 h.			
2.	Szpachlowanie podłoża materiałem na bazie żywicy epoksydowej (np. MC-DUR 1200 VK lub równoważny + piasek kwarcowy suszony ogniowo o uziarnieniu 0,1÷0,3 mm. (zmieszanych w proporcjach wagowych 1:2) Uwaga! Zużycie materiałów do szpachlowania podłoża jest uzależniona od jego nierówności i chropowatości.	MC-DUR 1200 VK lub równoważny	0,60 kg/m ²
		piasek kwarcowy suszony ogniowo o uziarnieniu 0,1÷0,3 mm	1,20 kg/m ²
	Niewłoczne (do 20 minut) obsypanie świeżo nałożonej szpachli specjalnym kruszywem hydrofobizowanym MC-Spezialsand WR lub równoważnym o uziarnieniu 0,2÷0,6 mm. Po związaniu żywicy należy usunąć (zamieść) niezwiązane z podłożem kruszywo.	Specjalne kruszywo hydrofobizowane MC-Spezialsand WR lub równoważne o uziarnieniu 0,2÷0,6 mm	2,00 kg/m ²
Przerwa technolog. przy temp. ok. 23°C i wzgl. wilgotn. powietrza 50% pomiędzy pkt. 2 oraz 3 wynosi min. 24 h, a maks. 72 h.			
3.	Warstwa przepiężająca rysy (elastyczna) o gr. 1,5 mm z materiału na bazie żywicy poliuretanowej o nazwie MC-DUR 2211 MB lub równoważnym o klasie rysoprzekrywalności B3.2(-20°C) zgodnie z tablicą nr 7 normy EN 1504-2:2004 (Metoda B, cykliczne rozwieranie rysy).	MC-DUR 2211 MB lub równoważny	1,70 kg/m ²
Przerwa technolog. przy temp. ok. 23°C i wzgl. wilgotn. powietrza 50% pomiędzy pkt. 3 oraz 4 wynosi min. 12 h, a maks. 24 h.			
4.	Warstwa użytkowa (antypoślizgowa): materiał na bazie żywicy poliuretanowej o nazwie MC-DUR 2211 MB lub równoważny o klasie rysoprzekrywalności B3.2(-20°C) + piasek kwarcowy suszony ogniowo o uziarnieniu 0,4÷0,8 mm w stosunku wagowym 1:0,1.	MC-DUR 2211 MB lub równoważny	1,00 kg/m ²
		piasek kwarcowy suszony ogniowo o uziarnieniu 0,4÷0,8 mm	0,10 kg/m ²
5.	Zasyпка - piasek kwarcowy suszony ogniowo o uziarnieniu 0,4÷0,8 mm. Po związaniu żywicy, a przed nałożeniem warstwy zamykającej należy zmieść niezwiązane z podłożem kruszywo.	piasek kwarcowy suszony ogniowo o uziarnieniu 0,4÷0,8 mm	5,00 kg/m ²
Przerwa technolog. przy temp. ok. 23°C i wzgl. wilgotn. powietrza 50% pomiędzy pkt. 5 oraz 6 wynosi min. 24 h, a maks. 72 h.			
6.	Warstwa zamykająca: odporna na UV, barwna, szybkowiążąca powłoka na bazie modyfikowanego poliuretanu o wyjątkowych właściwościach aplikacyjnych i użytkowych o nazwie MC-DUR 2496 CTP lub równoważny. Powłoka dająca bardzo duże bezpieczeństwo dla wykonawcy szczególnie przy szybkim obciążeniu użytkowym lub przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych podczas aplikacji lub wiązania. Charakteryzuje się: szybką odpornością na wilgoć i deszcz, odpornością na deszcz już po 30 minutach oraz niezależnością od temperatury już od +2°C. Wysoka odporność na ścieranie i zarysowanie - Próba Tabera: 350 mg → H22 / Cykli 1000 / 1 kg < 3 g.	Materiał powłokowy na bazie modyfikowanego poliuretanu MC-DUR 2496 CTP lub równoważny Kolor: szary, RAL 7023 lub RAL 7032	0,60 kg/m ²

Wymagania dla gruntu przeciwwilgociowego oraz paroizolacyjnego (np. MC-DUR 1365 HBF lub równoważnego) są następujące:

- produkt na bazie żywicy epoksydowej z wypełniaczem;
- lepkość ok. 12000 mPa·s,
- gęstość $\leq 1,5 \text{ g/cm}^3$,
- wytrzymałość na ściskanie (wg EN 13813: 2017-03): $\geq \text{C5}$,
- wytrzymałość na odrywanie (przyczepność): $\geq \text{B } 1,5 \text{ MPa}$,
- wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu (wg EN 13813: 2017-03): $\geq \text{F1}$,
- odporność na uderzenia (wg EN 13813: 2017-03): $\geq \text{IR4}$,
- odporność na ścieranie BCA (wg EN 13813: 2017-03): $\leq \text{AR } 1$,
- bardzo dobra przyczepność do wilgotnego podłoża mineralnego (betonu),
- odporność na zmydlenie,
- REACh - scenariusze ekspozycji: czasowa inhalacja, obróbka

Wymagania dla materiału żywicznego warstwy przepięzającej i użytkowej (np. MC-DUR 2211 MB lub równoważnej):

- produkt na bazie żywicy poliuretanowej;
- zdolność do mostkowania rys: klasa rysoprzekrywalności B3.2(-20°C) zgodnie z tablicą nr 7 normy EN 1504-2:2004 (Metoda B, cykliczne rozwieranie rysy)
- przyczepność przy badaniu kompatybilności cieplnej: $\geq 1,5 \text{ MPa}$

Wymagania dla materiału powłokowego warstwy zamykającej (np. MC-DUR 2496 CTP lub równoważnej):

- powłoka na bazie modyfikowanego poliuretanu,
- odporność na promienie UV (test atmosferyczny zgodnie z DIN 53387): min. 4 na 5 pkt.
- przyczepność przy odrywaniu (metoda badania wg EN 1542): wymóg dla wartości średniej z pomiarów $\geq 1,5$; wymóg dla wartości pojedynczego pomiaru $\geq 1,0 \text{ MPa}$,
- przyczepność po badaniu kompatybilności cieplnej dla zastosowań zewnętrznych z działaniem soli odladzających: cykle zamrażania-rozmrażania z zanurzeniem w roztworze soli odladzającej (metoda badania wg EN 13687-1): dla wartości średniej z pomiarów $\geq 1,5 \text{ MPa}$, dla wartości pojedynczego pomiaru $\geq 1,0 \text{ MPa}$,
- przyczepność metodą nacinania: GT0,
- odporność na uderzenia (metoda badania wg EN ISO 6272-1); klasa I ($\geq 4 \text{ Nm}$),
- wysoka odporność na ścieranie (metoda badania wg EN ISO 5470-1) i zarysowanie: Próba Tabera: ok. 350 mg < 3000 mg $\rightarrow \text{H22}$ / Cykli 1000 / 1 kg < 3 g,
- szybka odporność na wilgoć i deszcz (odporność na deszcz już po 30 minutach),

9.3.4. Zabezpieczenie powierzchni betonowej konstrukcji pomostów roboczych (poza powierzchnią obciążoną ruchem pieszych oraz poza powierzchnią pod kopułą zbiornika)

- a) sfazować ostre kanty,
- b) oczyścić podłoże betonowe metodą strumieniowo-ścierną. Wytrzymałość betonu na odrywanie określona metodą „pull-off” powinna wynieść dla pojedynczego pomiaru min. 1,0 MPa, a dla wartości średniej min. 1,5 MPa,
- c) zwilżyć oczyszczone podłoże do stanu matowo wilgotnego,
- d) wyrównanie powierzchni betonu szpachlą do betonu o nazwie Nafufill KM 110 HS PL lub równoważną o gr. min. 3 mm (zużycie dla gr. 3 mm Nafufill KM 110 HS PL wynosi ok.: $3 \times 1,7 \text{ kg/m}^2/\text{mm} = 5,1 \text{ kg/m}^2/3\text{mm}$) o następujących właściwościach:
 - jednoskładnikowa, mineralna, modyfikowana dodatkami syntetycznymi zaprawą drobnoziarnistą klasy R2 zgodnie z PN-EN 1504-3,
 - odporna na działanie mrozu oraz zmiany temperatury,
 - zaprawa odporna na siarczany (nie zawiera trójglinianu wapniowego $\text{C}_3\text{A}=0$);
 - zaprawa o niskiej zawartości alkali,
 - możliwość aplikacji metodą obróbki ręcznej oraz metodą natrysku na mokro (certyfikacja na znak CE zgodnie z EN 1504 część 3 dla zasady 3, metoda 3.1 i 3.3)

- zakres grubości szpachli na 1 cykl roboczy: 2 ± 10 mm,
 - przyczepność przy odrywaniu (metoda badania wg EN 1542): $\geq 0,8$ MPa,
 - ograniczony skurcz/pęcznienie: $\geq 0,8$ MPa,
 - zawartość jonów chlorkowych $\leq 0,05\%$,
 - wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach ≥ 30 MPa
 - wytrzymałość na rozciąganie przy zginaniu po 28 dniach ≥ 9 MPa
- e) zagruntować podłoże środkiem systemowym o nazwie MC-Color Primer lub równoważnym dla powłok elastycznych na bazie dyspersji akrylowej,
- f) wykonać w dwóch cyklach roboczych (2 warstwy) elastyczną, mostkującą rysy, barwną powłokę ochronną na bazie dyspersji akrylowej o nazwie MC-Color Flex pro lub równoważną o łącznej grubości suchej warstwy $300 \mu\text{m}$ o następujących właściwościach:
- przepuszczalność pary wodnej (metoda badania wg EN ISO 7783-1): Klasa I, $S_D < 5$ m
 - przepuszczalność CO_2 (metoda badania wg EN 1062-6): $S_D > 50$ m,
 - absorpcja kapilarna i przepuszczalność wody (metoda badania wg EN1062-3): $w < 0,1 \text{ kg/m}^2 \times \text{h}^{0,5}$,
 - przyczepność przy odrywaniu (metoda badania wg EN 1542): wymóg dla wartości średniej z pomiarów $\geq 0,8$; wymóg dla wartości pojedynczego pomiaru $\geq 0,5$ MPa,
 - przyczepność metodą nacinania (metoda badania zgodnie z normą EN ISO 2409): GT0,
 - zdolność do mostkowania rys dynamicznych (dla gr. suchej warstwy $300 \mu\text{m}$) przy temperaturze minus 20 stopni Celsjusza w klasie rysoprzekrywalności B3.1(-20°C) zgodnie z tablicą nr 7 normy PN-EN 1504-2 (Warunki badania wg EN 1062-7, Metoda B, cykliczne rozwieranie rysy),
 - materiał niepalny, klasa A2-s1,d0 zgodnie z PN-EN 13501-1 (przebadany system).
- Pierwsza warstwa powłoki w kolorze RAL 7035, druga warstwa w kolorze RAL 7032.

9.4. Warunki wykonania robót – uwagi dodatkowe

Wykonawca robót powinien użyć materiałów do robót naprawczych i zabezpieczających pochodzących tylko z jednego, spójnego systemu napraw i ochrony betonu i jednego producenta. Stosowanie materiałów z różnych systemów lub różnych producentów jest niedopuszczalne ponieważ prowadzi do niespójności technologicznych i może ograniczać jakość oraz trwałość wykonanych napraw i zabezpieczeń konstrukcji.

Załącznik nr 3

Dokumentacja fotograficzna



Fot. 1. Przekrycie hermetyzujące zagęszczacz osadu wstępnego – kopuła z materiału TWS zamocowana do bocznej powierzchni ścian żelbetowego pomostu roboczego oraz na koronie ścian zbiornika



Fot. 2. Żelbetowy zewnętrzny pomost roboczy oparty na ścianach zbiornika kołowego



Fot. 3. Widok na wnętrze zbiornika



Fot. 4. Widok na płytę denną zbiornika o nachyleniu ok. 20%. Na styku ściany z dnem wykonany skos.



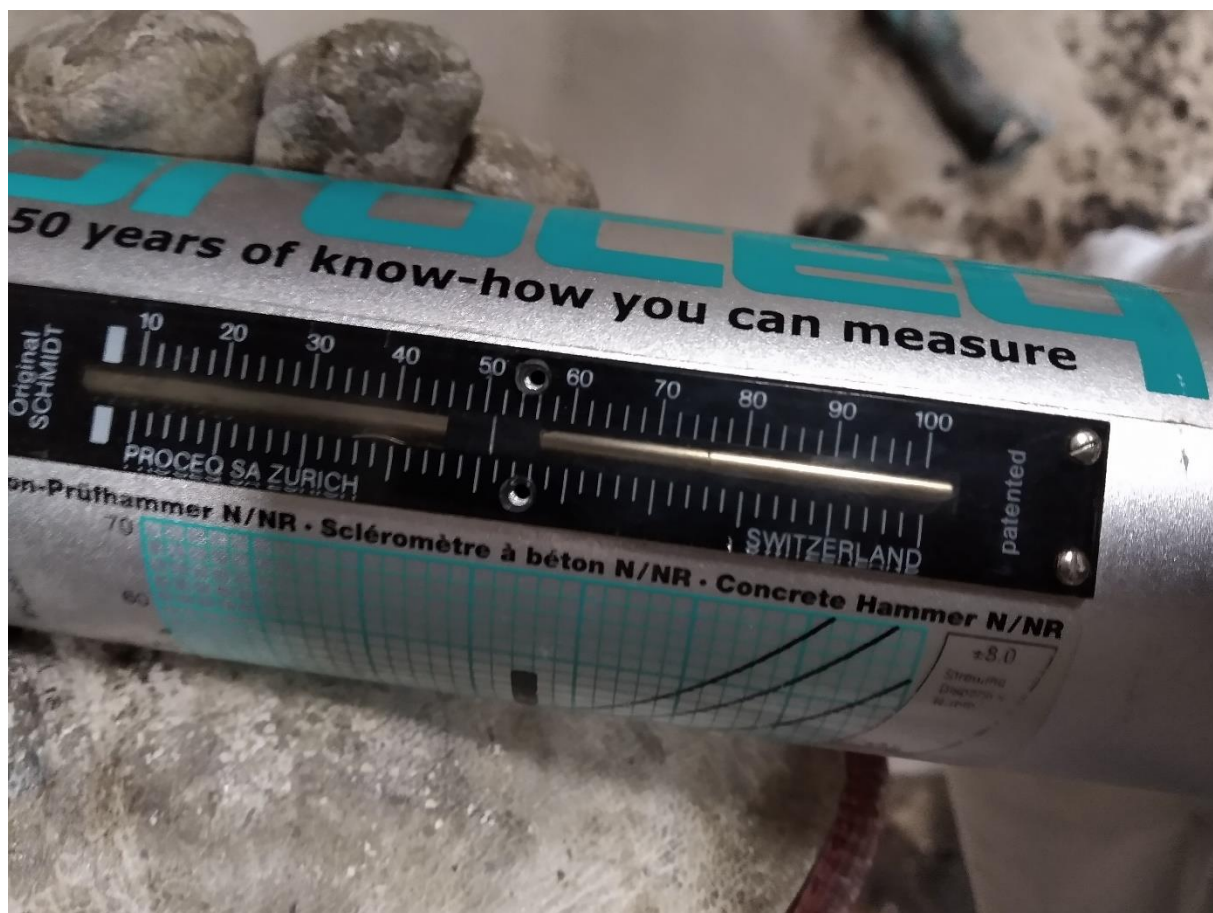
Fot. 5 i 6. Korozja betonu na niezabezpieczonej powłoką chemoodporną powierzchni pułapowej żelbetowej płyty zewn. pomostu roboczego podlegająca agresji strefy gazowej zagęszczacza osadu wstępnego (w strefie gazowej zbiornika zhermetyzowanego występuje biogeniczna korozja kwasu siarkowego nawet o $\text{pH}=0$).



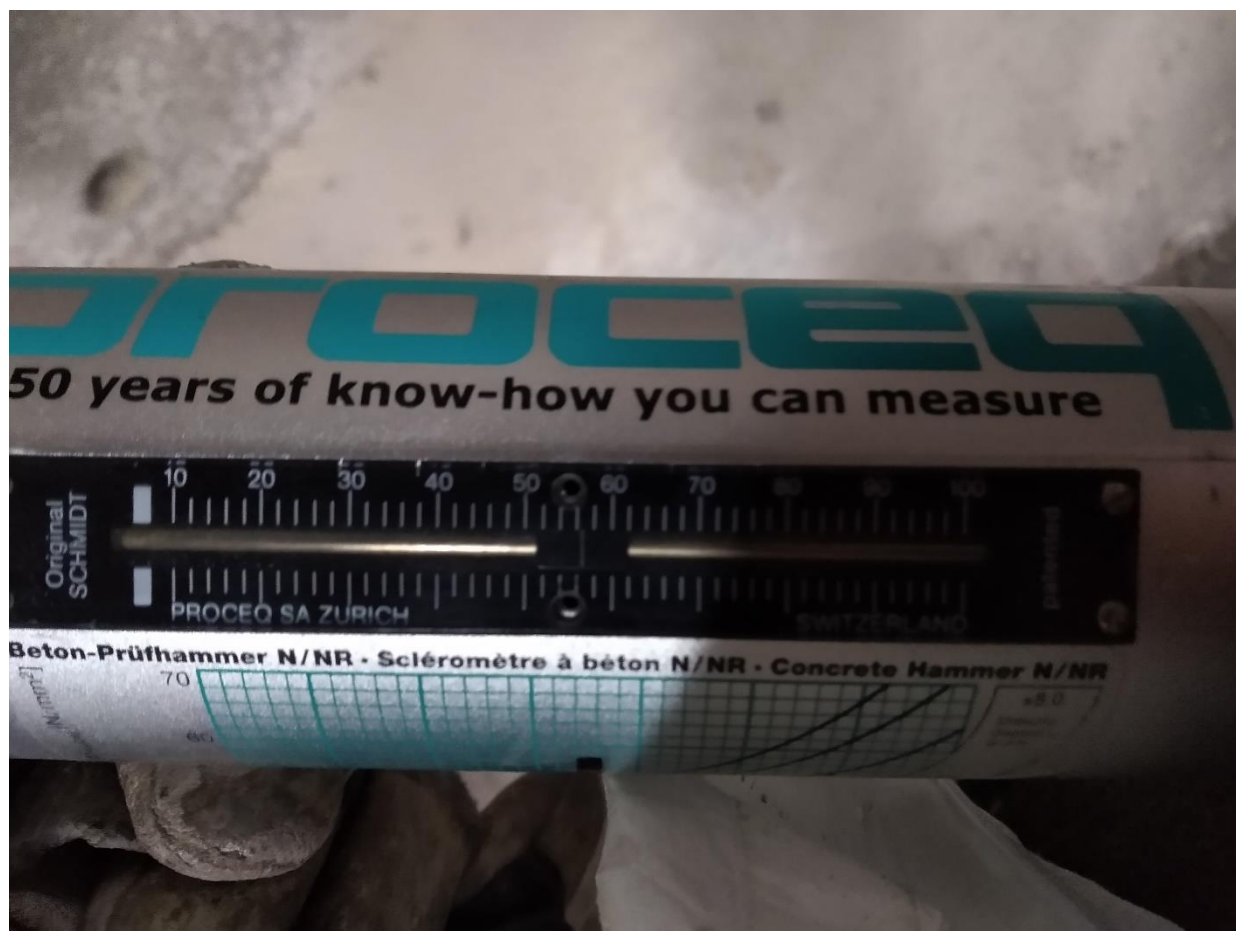


Fot. 7 i 8. U góry niezabezpieczonej od wewnątrz powłoką chemoodporną ściany zhermetyzowanego zagęszczacza osadu wstępnego występuje mocno skorodowany pas betonu o wysokości ok. 0,6 m (od poziomu osadów do poziomu korony ściany). Pas ten znajdujący się w strefie gazowej, gdzie występuje biogeniczna korozja kwasu siarkowego nawet o $\text{pH}=0$. Beton w strefie gazowej zbiornika został w wierzchniej warstwie osłabiony i skażony chemicznie oraz występuje przypowierzchniowe odsłonięcie kruszywa.





Fot. 9 i 10. Pomiar wytrzymałości betonu na ściskanie metodą sklerometryczną przy użyciu młotka Schmidta typu N. Liczba odbicia na betonie na powierzchni wewnętrznej ścian zagęszczacza osadu wstępnego mieściła się w przedziale 50÷56.





Fot. 11. Widok części powierzchni ściany zbiornika w strefie osadów po zmyciu zabrudzeń wodą.



Fot. 12. Skos na styku ściany z płytą denną zbiornika



Fot. 13. Przyklejony stempel stalowego o średnicy 50 mm do oczyszczonego betonu płyty dennej zbiornika. Pomiar wytrzymałości betonu na odrywanie metoda „pull-off” przy użyciu przyrządu Erichsen szwajcarskiej firmy Proceq.



Fot. 14. W strefie osadów karbonatyzacja betonu praktycznie nie zachodzi. Sprawdzenie głębokości karbonatyzacji betonu przy użyciu fenoloftaleiny, która barwi nieskarbonatyzowany beton na kolor karminowy.