

EKSPERTYZA

Ekspertyza konstrukcyjna zbiornika Imhoffa w oczyszczalni ścieków w Milejowie.

OPRACOWAŁ: Tomasz Nicer, Bartosz Szostak, Marcin Samborski
2014-10-07

PROJEKTANT

NR UPRAWNIEŃ

PODPIS

mgr inż. Tomasz Nicer

LUB/0107/PWOK/08

OPRACOWALI

mgr inż. Bartosz Szostak

inż. Marcin Samborski

1. SPIS TREŚCI

1. SPIS TREŚCI	2
2. CEL, ZAKRES I PODSTAWA OPRACOWANIA	3
2.1. Cel opracowania.....	3
2.2. Zakres	3
2.3. Podstawa opracowania	3
2.4. Ograniczenia	3
3. UPRAWNIENIA I ZAŚWIADCZENIA	5
4. INWENTARYZACJA	7
4.1. Opis obiektu.....	7
5. DOKUMENTACJA ARCHIWALNA	12
6. CZĘŚĆ BADAWCZA	13
6.1. Ocena wytrzymałości betonu	13
6.1.1. Opis badania sklerometrycznego (młotek Schmidt'a)	13
6.1.2. Opis badania „PULL-OFF”	14
6.2. Badania ścian zbiornika od wewnątrz.....	15
6.2.1. Badanie sklerometryczne	15
6.2.1. Wyniki badania sklerometrycznego	18
6.2.2. Badanie „PULL-OFF”	18
6.3. Badanie ścian zbiornika od zewnątrz	26
6.3.1. Badanie sklerometryczne	26
6.3.1. Wyniki badania sklerometrycznego	28
6.3.1. Badanie „PULL-OFF”	29
6.4. Ocena makroskopowa betonu i zbrojenia	32
6.4.1. Podsumowanie i wnioski	40
6.5. BADANIA LABORATORYJNE	41
6.5.1. Wyniki w ściekach nieoczyszczonych – 2013r.	41
6.5.2. Miejsca poboru próbek do badania zasolenia	42
6.5.3. Wyniki badania laboratoryjnego na obecność soli	46
6.5.4. Opis badania próbek	46
6.5.5. Założenia interpretacji danych	47
6.5.6. Badania laboratoryjne ścian od wewnątrz zbiornika	47
7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE	49
7.1. Podsumowanie	49
7.2. Prace niezbędne do wykonania	49
7.2.1. Wykonanie barier BHP po obwodzie zbiorników	49
7.2.2. Piaskowanie powierzchni betonu	50
7.2.3. Rekonstrukcja płyty górnej zbiornika prostopadłościennego	51
7.2.4. Reprofilacja uszkodzonego betonu	52
7.2.5. Uzupełnienie ubytków w betonie	54
7.2.6. Zabezpieczenie stali zbrojeniowej zbiornika Imhoffa	54
7.2.1. Zabezpieczenie powłoką polimocznikową BASF	56
7.3. Uwagi ogólne	57
7.4. Wnioski i zalecenia	57
7.5. Uwagi końcowe.....	58
8. INWENTARYZACJA RYSUNKOWA.....	59
8.1. Spis rysunków	59

2. CEL, ZAKRES I PODSTAWA OPRACOWANIA

2.1. Cel opracowania

Celem opracowania jest wykonanie ekspertyzy technicznej zbiorników Imhoffa znajdujących się na terenie Spółki wodno-ściekowej w Milejowie (ul. Klarowska 23, 21-020) w związku z planowaną ich technologiczną modernizacją.

Ekspertyza ma stwierdzać stan techniczny obiektu pod kątem konieczności wykonania dodatkowych działań naprawczych w związku z przeprowadzaną modernizacją technologiczną obiektu.

Obiekt nie był w użyciu przez okres ostatnich kilkunastu lat, aktualne planowanie jest jego ponowne wykorzystanie jako obiekt technologiczny oczyszczalni ścieków.

2.2. Zakres

Zakres opracowania obejmuje działania na zbiorniku Imhoffa (opracowanie dotyczy tylko i wyłącznie obiektu objętego opracowaniem):

- dokumentację fotograficzną,
- częściową inwentaryzację budowlaną,
- ocenę stanu technicznego,
 - wykonanie badań niszczących (odkrywki)
 - wykonanie badań nieniszczących (badanie sklerometryczne betonu młotkiem Schmidta)
 - analizę przyczepności podłoża (badanie „PULL-OFF”),
- wnioski.

2.3. Podstawa opracowania

- zlecenie na wykonanie ekspertyzy technicznej wystawione przez ECO PROJEKT WALDEMAR PASZKIEWICZ
- dokumentacja fotograficzna wykonana przez autorów opinii w lipcu 2014r.,
- odkrywki punktowe wykonane przez autorów opracowania w lipcu 2014r.,
- badania sklerometryczne betonu wykonane przez autorów opracowania w lipcu 2014r.
- badania laboratoryjne zasolenia wykonane przez laboratorium Politechniki Lubelskiej w lipcu 2014r.,
- badania PH wykonane przez laboratorium Politechniki Lubelskiej w lipcu 2014r.,
- Badania wykonane w Laboratorium Oczyszczalni Ścieków w Milejowie przez inż. Adama Kuszyka oraz Alinę Pytlak
- odpowiednie normy i akty prawne.

2.4. Ograniczenia

Z uwagi na pełne zasypanie zbiornika nie wykonano zarówno badań stanu technicznego zewnętrznej powłoki oraz nie analizuje się nośności zbiornika jako w założeniu zależnego od nieznanych parametrów podłoża. Z uwagi jednak na fakt, iż zbiornik pozostawał przez wiele lat wypełniony cieczą (woda, resztki roślin, muł) i braku żadnych widocznych oznak jego

CEL, ZAKRES I PODSTAWA OPRACOWANIA

nieprawidłowej pracy (pęknięcia, zarysowania, zmiany geometrii) można przyjąć iż nie ma zagrożenia stateczności obiektu przy wykorzystaniu go jako zbiornik cieczy.

3. UPRAWNIENIA I ZAŚWIADCZENIA



LOIIB.OKK.7131/31/-7132/60/08

Lublin, dnia 27 maja 2008 r.

DECYZJA

Na podstawie art. 24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów / Dz.U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, ze zm. /, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 i 2, art. 14 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane / tekst jednolity Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118 ze zm. /, i § 11 ust. 1 pkt. 1, § 15 i § 17 ust. 1 pkt. 1 i 2 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie / Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578/, w związku z art. 104 § 1 Kodeksu postępowania administracyjnego / Dz.U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 ze zm. /

stwierdzamy, że

Pan Tomasz Grzegorz NICER

magister inżynier

urodzony 19 marca 1973 r. w Lublinie

otrzymuje

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

Nr ewidencyjny: LUB/0107/PWOK/08

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

UZASADNIENIE

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

Pouczenie :

1. Zgodnie z art. 12 ust. 7 w/w ustawy Prawo budowlane – podstawę do wykonywania samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie stanowi wpis, w drodze decyzji, do centralnego rejestru Głównego Inspektora Nadzoru Budowlanego oraz wpis na listę członków właściwej izby samorządu zawodowego, potwierdzony zaświadczeniem wydanym przez tę izbę, z określonym w nim terminem ważności.
2. Od decyzji niniejszej służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Lublinie w terminie czternastu dni od dnia jej doręczenia.

Skład orzekający Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej

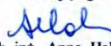
Członek


dr inż. Andrzej Pichla

Członek


dr inż. Wiesław Nurek

Przewodniczący
Składu Orzekającego OKK


dr hab. inż. Anna Halicka

Otrzymują:

1. Pan Tomasz Nicer
ul. Czechowska 7/3,
20-072 Lublin
2. Główny Inspektor
Nadzoru Budowlanego
3. a/a





Zaświadczenie

o numerze weryfikacyjnym:

LUB-GV7-WM4-QUX *

Pan Tomasz Grzegorz Nicer o numerze ewidencyjnym LUB/BO/0279/08
adres zamieszkania ul. Czechowska 7/3, 20-072 Lublin
jest członkiem Lubelskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa i posiada wymagane
ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej.
Niniejsze zaświadczenie jest ważne od 2014-09-01 do 2015-08-31.

Zaświadczenie zostało wygenerowane elektronicznie i opatrzone bezpiecznym podpisem elektronicznym
weryfikowanym przy pomocy ważnego kwalifikowanego certyfikatu w dniu 2014-08-12 roku przez:

Wojciech Szewczyk, Przewodniczący Rady Lubelskiej 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.pib.org.pl lub kontaktując się z biurem właściwej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.

4. INWENTARYZACJA

Inwentaryzację geometryczną wykonano przy wykorzystaniu laserowych mierników odległości oraz przymiarów liniowych zwykłych. Teren na którym posadowione są zbiorniki to łagodne wzniesienie na terenie oczyszczalni ścieków. Poprzednio teren był porośnięty gęstą roślinnością, aktualnie całkowicie już usuniętą.

4.1. Opis obiektu

Obiekt jest zagłębionym zbiornikiem Imhoffa. Położony jest na terenie Spółki wodno-ściekowej w Milejowie przy ul. Klarowskiej 23 kod pocz. 21-020. Dokładnej daty powstania zbiornika nie stwierdzono ze względu na brak dokumentacji archiwalnej. Prawdopodobnie są to lata 60 XXw. Zbiornik wraz z prostokątnym zbiornikiem towarzyszącym i systemem kanałów tworzą zwartą technologicznie całość. Opracowano geometrycznie zarówno zbiornik jak i towarzyszące mu obiekty.



Fot. 1 Zdjęcie ogólne obiektu.



Fot. 2 Zdjęcie satelitarne obiektu (czerwonym okręgiem zaznaczono położenie analizowanego zbiornika).

Zbiornik Imhoffa jest zbiornikiem zagłębionym całkowicie w gruncie. Wierzch zbiornika znajduje się na równo z gruntem go otaczającym. Konstrukcja składa się z dwóch oddzielnych komór o średnicy ok. 10m oraz głębokości w najpłytszym miejscu ok. 5,15m. Dno komory uformowano ze spadkiem w postaci leja o spadku ok. 12st. (fot.3)

Wspólnym elementem konstrukcji obu komór są dwa niezależne koryta widoczne na fot. 4, 5. Elementami konstrukcyjnymi widocznymi na ww. fotografiach są dodatkowe żebra żelbetowe monolityczne.

W okolicy zbiornika Imhoffa znajduje się zagłębiony zbiornik prostopadłościenny o wymiarach ok. 3,65x4,6m. Zbiornik jest połączony siecią koryt z głównym zbiornikiem Imhoffa. (fot.3).



Fot. 3 Widok zbiornika Imhoffa i zbiornika prostopadłościennego.



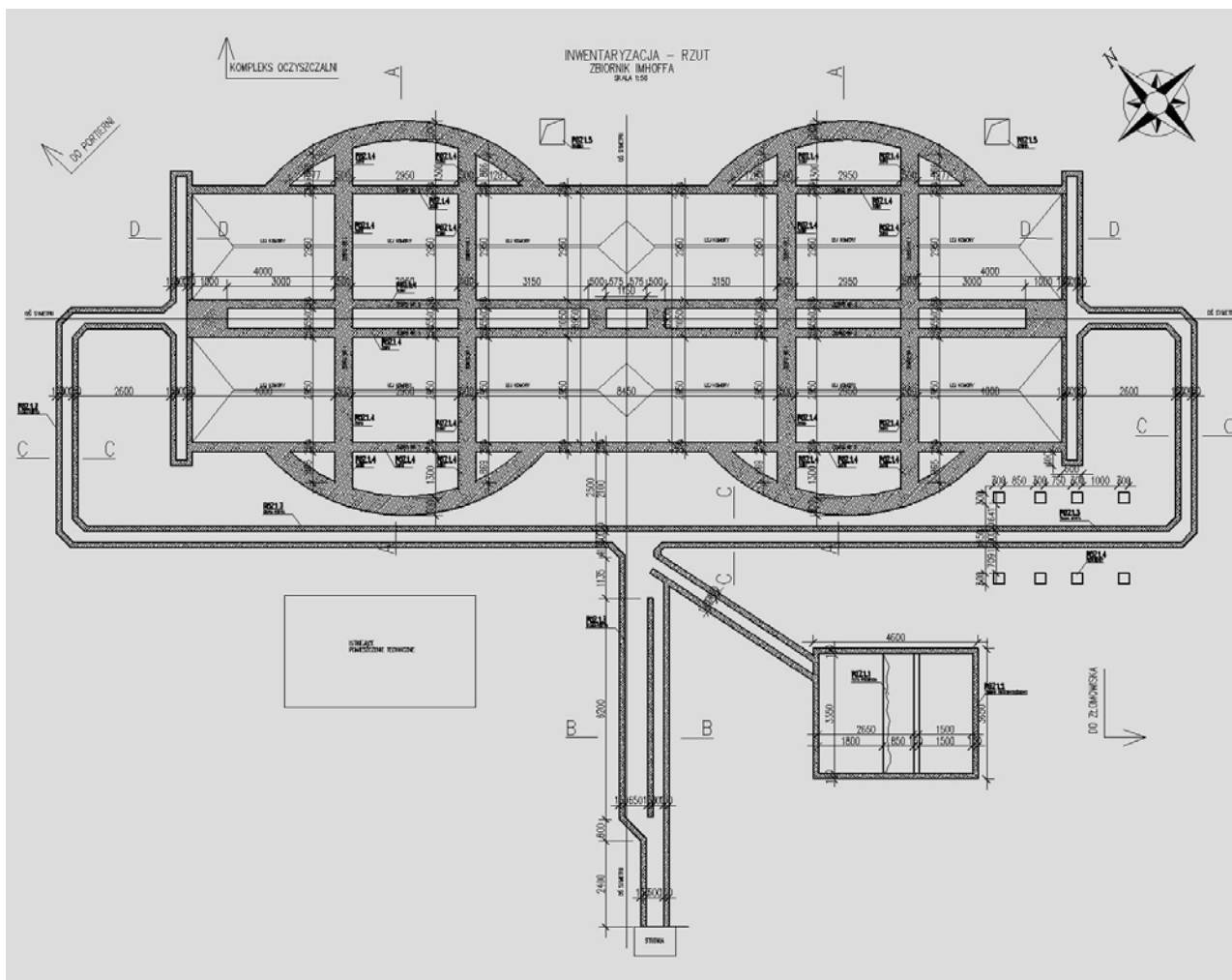
Fot. 4 Widok zbiornika prostokątnego.



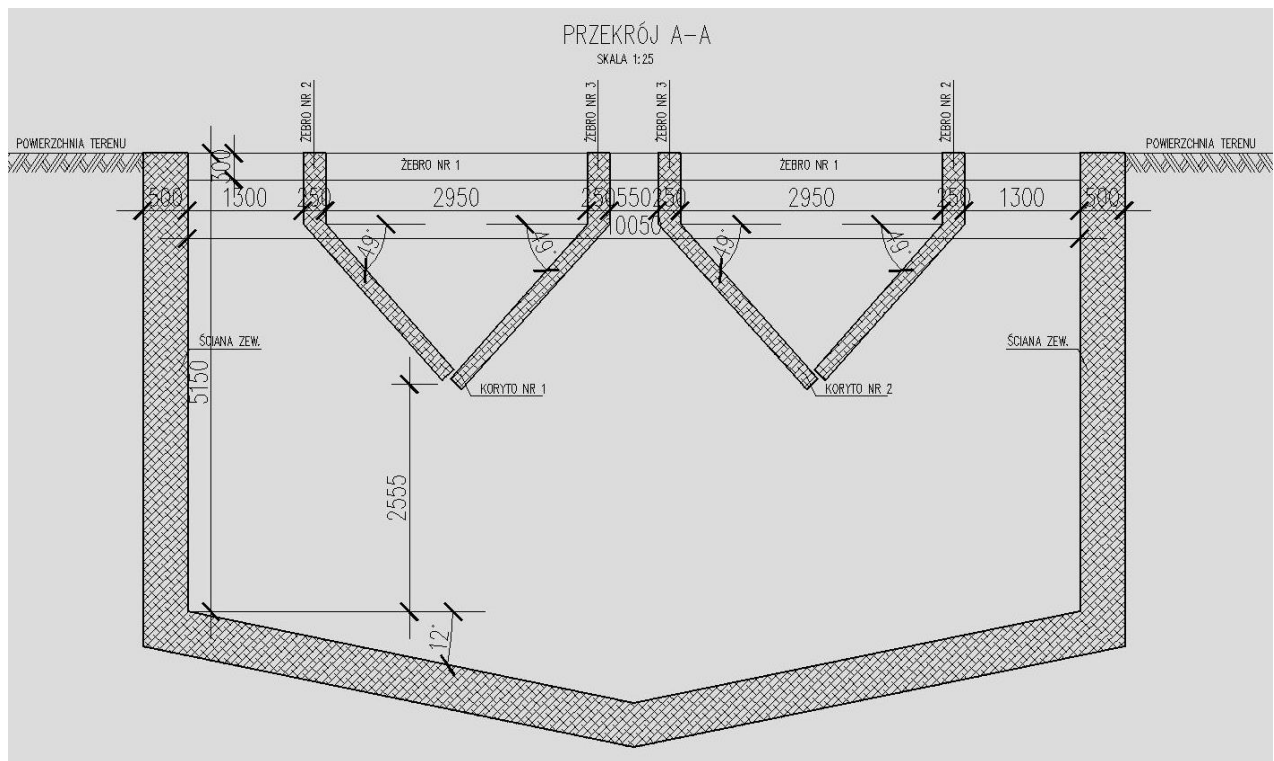
Fot. 5 Koryta zbiornika – widok z powierzchni zbiornika Imhoffa.



Fot. 6 Koryta zbiornika – widok z dna komory zbiornika Imhoffa.



Fot. 7 Widok z góry - inwentaryzacja zbiornika Imhoffa.



Fot. 8 Przekrój poprzeczny - inwentaryzacja zbiornika Imhoffa.

5. DOKUMENTACJA ARCHIWALNA

Nie odnaleziono dokumentacji archiwalnej dotyczącej konstrukcji zbiornika Imhoffa z etapu projektowania lub dziennika budowy i dokumentacji wykonawczej.

Jedynym źródłem archiwalnym jest projekt technologiczny sieci oczyszczalni przedstawiony na fot.



Fot. 9 Projekt technologiczny oczyszczalni – dokumentacja archiwalna.

6. CZĘŚĆ BADAWCZA

Zakres badań został dobrany tak aby:

- określić jakość betonu pod względem wytrzymałościowym (badanie młotkiem Schmidt'a),
- określić stopień porażenia betonu solami (badanie laboratoryjne),
- określić wytrzymałość powierzchni betonu na odrywanie (badanie „pull-off”).

Powyższe badania, wraz z danymi technologicznymi odnośnie przypuszczalnego składu ścieków pozwalają na dobranie rozwiązań wzmacniających oraz zabezpieczających zbiornik.

Analiza tych danych pozwala na dobór optymalnego rozwiązania naprawczego.

6.1. Ocena wytrzymałości betonu

Beton poddano badaniu makroskopowemu oraz przebadano metodami nieniszczącymi przy użyciu młotka Schmidta a także poddaniu badaniu „pull-off”.

Poniżej podano zasady obowiązujące przy wykonywaniu

Beton wizualnie o zróżnicowanym stanie technicznym; od dobrego do awaryjnego. Wszystkie uszkodzenia mają charakter powierzchniowy i powodują odstąpienie wierzchniej warstwy zbrojenia. Sam beton wykazuje wystarczające cechy wytrzymałościowe, natomiast badania laboratoryjne ujawniły iż nie jest już wystarczającą ochroną dla stali zbrojeniowej.

6.1.1. Opis badania sklerometrycznego (młotek Schmidt'a)

Zasady pomiaru podane są w PN-EN 12504-2 oraz w instrukcji ITB nr 210/1977. Użyto elektronicznego młotka Schmidta typu „N” firmy Proceq.

Poniżej opisano proces pomiaru sklerometrycznego przy użyciu młotka Schmidta.

Młotki Schmidta podają wartość przypowierzchniowej twardości betonu na podstawie pomiaru wartości odskoku trzpienia młotka. Wartość odskoku określana jest jako liczba odbicia L. Na podstawie liczby odbicia z krzywej regresji $R_c=f(L)$ wyznacza się wytrzymałość betonu na ściskanie. Krzywa regresji musi zostać dobrana z uwzględnieniem rodzaju betonu.

Pomiary młotkiem Schmidta dają poprawne wyniki dla betonów o grubości do 20cm przy dostępie jednostronnym, a 40 cm przy dwustronnym. Badanie należy wykonywać po usunięciu wierzchnich warstw na płaskiej powierzchni, nie należy uderzać w wystające kruszywa zbrojenia oraz w miejsca spękanie i niedobetonowane (raki) lub inne wyraźnie osłabione.

Badanie wykonywano dla 7 miejsc pomiarowych dla danego elementu (miejsca elementu) z uwagi na wysoką wytrzymałość betonu.

Następnie wyznaczono średni odczyt, odchylenie standardowe, średnie odchylenie standardowe oraz współczynnik zmienności.

Do analizy wykorzystano paraboliczną krzywą regresji właściwą dla konstrukcji istniejących, dla których nie wyznaczono krzywej regresji dla konkretnego betonu. Skorzystano z krzywej regresji producenta urządzenia badawczego.



Fot. 10 Młotek Schmidt'a firmy proceq, którym wykonano badania sklerometryczne

6.1.2. Opis badania „PULL-OFF”

Badania przyczepności powłok do podłoża betonowego wykonano metodą „PULL-OFF” zgodnie z normą PN-EN 1542:200 „Wyroby i systemy do ochrony i napraw konstrukcji betonowych. Metody badań. Pomiar przyczepności przez odrywanie”.

Do badania użyto urządzenia o nazwie „Dyna” firmy Proceq. W badaniu wykorzystano metalowe krążki o średnicy 50mm.

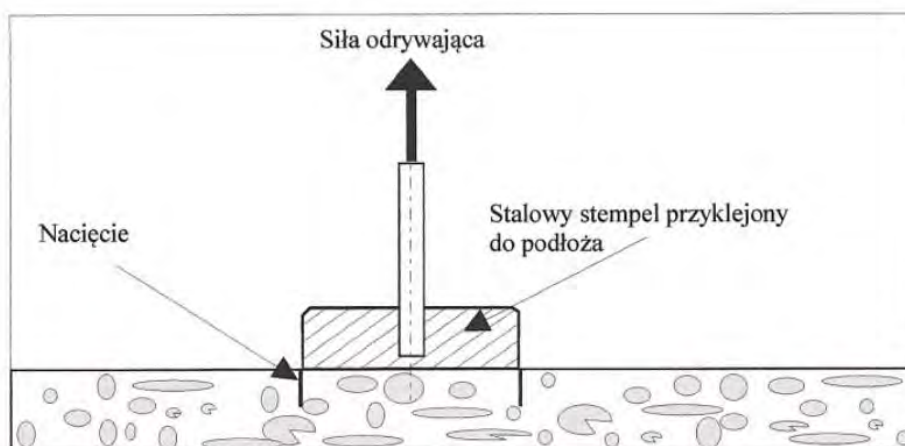


Fot. 11 Zestaw pomiarowy do badania „PULL-OFF”.



Fot. 12 Zestaw pomiarowy do badania „PULL-OFF”.

Istotą badania „PULL-OFF” jest pomiar siły odrywającej krążek przyklejony do znanej powierzchni. Wokół krążka wykonuje się centrycznie nacięcie na głębokość 10-15mm. Odczytana wartość siły odrywającej podzielona przez powierzchnię, do której przekazywane jest obciążenie, daje w efekcie wartość przyczepności powłoki do badanej powierzchni.

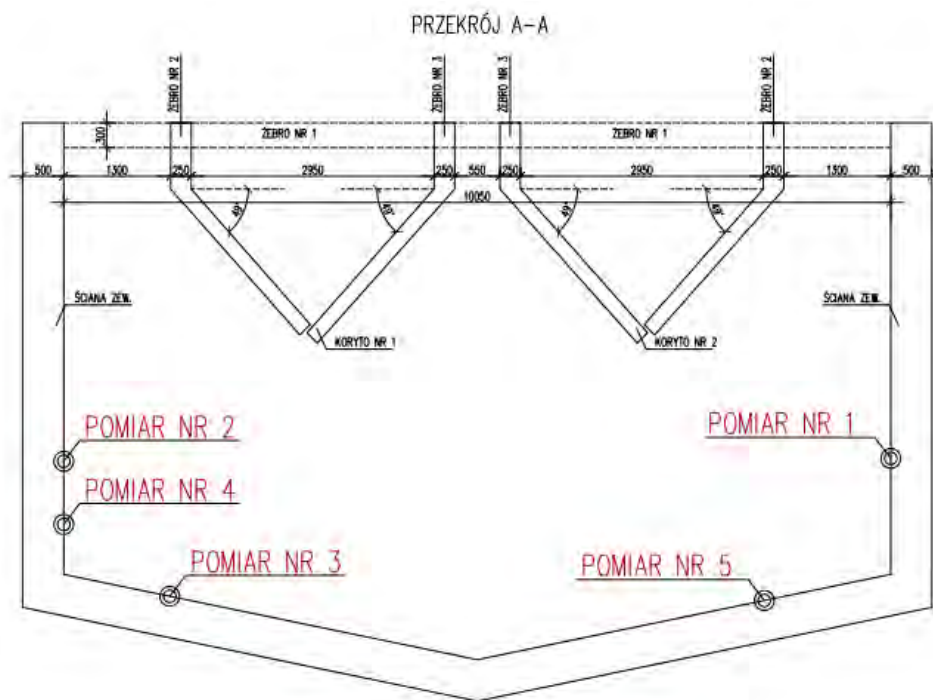


Fot. 13 Zasada działania zestawu przy pomiarze „PULL-OFF”.

6.2. Badania ścian zbiornika od wewnątrz

6.2.1. Badanie sklerometryczne

W celu sprawdzenia wytrzymałości betonu dokonano badania sklerometrycznego młotkiem Schmidta. Lokalizacja dokonanych pomiarów jest widoczna na Fot. 14. Przekrój stanowi część inwentaryzacji projektowej. Kolejne miejsca badań oznaczono cyframi. Miejsca dokonania pomiaru oczyszczono z osadu do powierzchni betonu.



Fot. 14 Lokalizacja wykonanych badań młotkiem Schmidta



Fot. 15 Badanie młotkiem Schmidta na ścianie wew. zbiornika – pomiar nr 1.



Fot. 16 Badanie młotkiem Schmidta na dnie zbiornia Imhoffa – pomiar nr 5.

6.2.1. Wyniki badania sklerometrycznego

Poniżej przedstawiono analizę wyników uzyskanych podczas badania sklerometrem.

Miejsce badania		WNĘTRZE ZBIORNIKA					wiek w dniach	1000		
Z BOKU							stan wilgotności	normalny		
L.p.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	40	42	44	40	42	44	40	41,714	1,799	
2	38	38	40	40	40	42	38	39,429	1,512	
3										
4	40	40	38	38	42	40	38	39,429	1,512	
5										
							średnia	40,190	1,608	
krzywa regresji							wytrzymałość na ściskanie		34,652	MPa
a	0,008205						współczynnik wieku		0,6	
b	0,824615						współczynnik stanu wilgotności		1	
c	-11,743590						odchylenie standardowe wytrzymałości		2,386	
							wytrzymałość gwarantowana		30,738	MPa

Miejsce badania		WNĘTRZE ZBIORNIKA					wiek w dniach	1000		
Z GÓRY							stan wilgotności	normalny		
L.p.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1										
2										
3	28	28	30	28	28	28	28	28,286	0,756	
4										
5	36	36	32	34	34	36	36	34,857	1,574	
							średnia	31,571	1,165	
krzywa regresji							wytrzymałość na ściskanie		26,695	MPa
a	0,008560						współczynnik wieku		0,6	
b	0,838500						współczynnik stanu wilgotności		1	
c	-8,310160						odchylenie standardowe wytrzymałości		1,606	
							wytrzymałość gwarantowana		24,060	MPa

Na podstawie badań sklerometrycznych stwierdzono wytrzymałość betonu na ściskanie na poziomie nie mniejszym niż 24MPa.

6.2.2. Badanie „PULL-OFF”

Badanie przeprowadzono na pięciu próbkach przyklejonych do powierzchni wewnętrznej zbiornika. Uzyskano tym samym dwa wyniki na wewnętrznej powierzchni ściany zbiornika oraz trzy na jego dnie. Wszystkie próbki znajdują się w strefie cieczy.

Do badania wykorzystano zestaw urządzeń opisany wcześniej. Jako materiał szczepny zastosowano żywicę epoksydową „epidian 5” (żywica epoksydowa o średniej masie cząsteczkowej <700) oraz utwardzacz – UN 2259. Uzyskano tym samym mieszaninę w stosunki 1:10 (utwardzacz : żywica).



Fot. 17 Materiał szczepny.

Miejsca pomiaru przygotowano przez oczyszczenie powierzchni do betonu jak na poniższych fotografiach.



Fot. 18 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – dno zbiornika.



Fot. 19 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – dno zbiornika.



Fot. 20 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – dno zbiornika.



Fot. 21 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – dno zbiornika.



Fot. 22 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – dno zbiornika.



Fot. 23 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – dno zbiornika.



Fot. 24 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – dno zbiornika.



Fot. 25 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – ściana zbiornika.



Fot. 26 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – ściana zbiornika.



Fot. 27 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – dno zbiornika – nr 9.



Fot. 28 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – dno zbiornika – nr 8.



Fot. 29 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – dno zbiornika – nr 10.



Fot. 30 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – dno zbiornika – nr .



Fot. 31 Miejsce pomiaru „PULL-OFF” – dno zbiornika – nr .

Wyniki badań z wnętrza zbiornika Imhoffa przedstawiono poniżej w formie tabelarycznej.

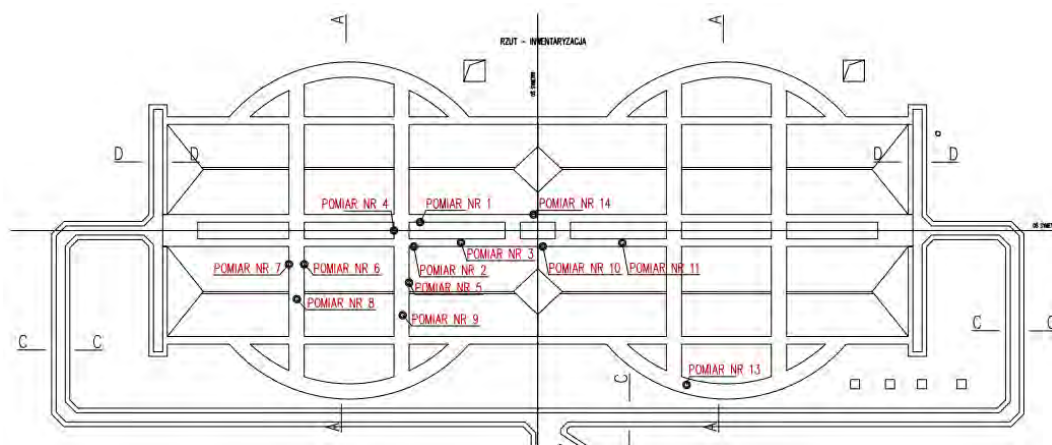
Nr	Miejsce	Wynik	[J]	Uwagi
8	dno zbiornika Imhoffa, strefa cieczy	1,95	MPa	
9	dno zbiornika Imhoffa, strefa cieczy	2,20	MPa	
10	dno zbiornika Imhoffa, strefa cieczy	1,20	MPa	
11	ściana zbiornika Imhoffa, strefa cieczy	-	MPa	pomiar nieudany
12	ściana zbiornika Imhoffa, strefa cieczy	1,15	MPa	

6.3. Badanie ścian zbiornika od zewnątrz

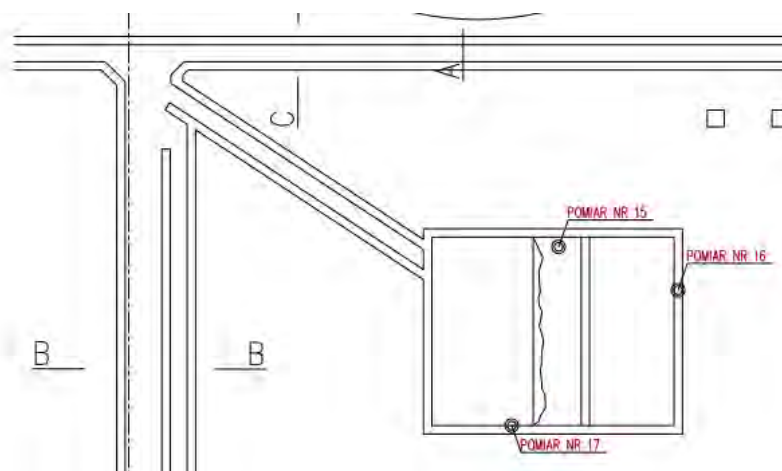
6.3.1. Badanie sklerometryczne

W celu sprawdzenia wytrzymałości betonu dokonano badania sklerometrycznego młotkiem Schmidta. Lokalizacja dokonanych pomiarów jest widoczna na fot 30. Przekrój stanowi część inwentaryzacji projektowej. Kolejne miejsca badań oznaczono cyframi. Miejsca dokonania pomiaru oczyszczono z osadu do powierzchni betonu.

Dokonano badań sklerometrycznych betonu na zbiorniku prostopadłościennym – fot 31.



Fot. 32 Lokalizacja wykonanych badań młotkiem Schmidta



Fot. 33 Lokalizacja wykonanych badań młotkiem Schmidta

6.3.1. Wyniki badania sklerometrycznego

Poniżej przedstawiono analizę wyników uzyskanych podczas badania sklerometrem.

Miejsce badania		BADANIA ZEWNĄTRZ						wiek w dniach		1000	
Z BOKU							stan wilgotności		normalny		
L.p.	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
1	20	20	20	20	20	20	20	20,000	0,000		
2	22	22	20	22	20	20	20	20,857	1,069		
3	20	20	20	22	20	20	20	20,286	0,756		
4	20	22	24	22	22	24	24	22,571	1,512		
6	34	34	34	34	32	34	34	33,714	0,756		
10	34	36	32	32	32	32	34	33,143	1,574		
11	34	34	34	36	38	36	36	35,429	1,512		
							średnia	26,571	1,025		
krzywa regresji						wytrzymałość na ściskanie			15,961	MPa	
a	0,008205					współczynnik wieku			0,6		
b	0,824615					współczynnik stanu wilgotności			1		
c	-11,743590					odchylenie standardowe wytrzymałości			1,293		
							wytrzymałość gwarantowana			13,841	MPa

Miejsce badania		BADANIA ZEWNĄTRZ						wiek w dniach		1000	
OD DOŁU							stan wilgotności		normalny		
L.p.	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
5	36	30	30	32	32	34	34	32,571	2,225		
7	32	32	34	38	36	34	32	34,000	2,309		
							średnia	33,286	2,267		
krzywa regresji						wytrzymałość na ściskanie			18,752	MPa	
a	0,008333					współczynnik wieku			0,6		
b	0,766667					współczynnik stanu wilgotności			1		
c	-16,000000					odchylenie standardowe wytrzymałości			2,997		
							wytrzymałość gwarantowana			13,837	MPa

Miejsce badania		BADANIA ZEWNĄTRZ						wiek w dniach		1000	
Z GÓRY							stan wilgotności		normalny		
L.p.	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
9	10	16	14	16	20	16	14	15,143	3,024		
10	34	36	32	32	32	32	34	33,143	1,574		
12	32	32	38	38	38	32	34	34,857	3,024		
13	38	36	36	38	32	38	38	36,571	2,225		
14	34	38	38	36	34	38	36	36,286	1,799		
15	34	36	40	36	38	38	38	37,143	1,952		
							średnia	32,190	2,266		
krzywa regresji						wytrzymałość na ściskanie			27,552	MPa	
a	0,008560					współczynnik wieku			0,6		
b	0,838500					współczynnik stanu wilgotności			1		
c	-8,310160					odchylenie standardowe wytrzymałości			3,150		
							wytrzymałość gwarantowana			22,386	MPa

Na podstawie badań sklerometrycznych stwierdzono wytrzymałość betonu na ściskanie na poziomie nie mniejszym niż 13,8MPa. Warstwa badana prawdopodobnie była powierzchniową warstwą tynku. Warstwa ta miejscami była mocno uszkodzona.

Zgodnie z dalszymi zaleceniami należy ją skuć oraz uzupełnić nową warstwą.

6.3.1. Badanie „PULL-OFF”

Badanie przeprowadzono na siedmiu próbkach przyklejonych do powierzchni zewnętrznej zbiorników. Uzyskano tym samym pięć wyników na powierzchni zbiornika Imhoffa oraz dwa na powierzchni zbiornika prostopadłościennego w bliskim otoczeniu zbiornika Imhoffa.

Do badania wykorzystano zestaw urządzeń opisany wcześniej. Jako materiał szczepny zastosowano żywicę epoksydową „epidian 5” (żywica epoksydowa o średniej masie cząsteczkowej <700) oraz utwardzacz – UN 2259. Uzyskano tym samym mieszaninę w stosunki 1:10 (utwardzacz : żywica).



Fot. 34 Miejsca badań „PULL-OFF” na powierzchni prostopadłościennego zbiornika – pomiar nr 1 oraz 2.



Fot. 35 Miejsca badań „PULL-OFF” na powierzchni zbiornika Imhoffa – pomiar nr 3.



Fot. 36 Miejsca badań „PULL-OFF” na powierzchni zbiornika Imhoffa – pomiar nr 4.



Fot. 37 Miejsca badań „PULL-OFF” na powierzchni zbiornika Imhoffa – pomiar nr 5.



Fot. 38 Miejsca badań „PULL-OFF” na powierzchni zbiornika Imhoffa – pomiar nr 6.



Fot. 39 Miejsca badań „PULL-OFF” na powierzchni zbiornika Imhoffa – pomiar nr 7.

Wyniki przyczepności przedstawiono w formie tabelarycznej poniżej.

Nr	Miejsce	Wynik	[J]	Uwagi
1	płyta żelbetowa zbiornika prostopadłościennego, wierzch	-	MPa	próbka odkuta
2	ściana żelbetowa zbiornika prostopadłościennego, wierzch	1,4	MPa	
3	żebro nr 1 zbiornika Imhoffa, wierzch	0,4	MPa	nierówność pow.
4	żebro nr 3 zbiornika Imhoffa, wierzch	2,15	MPa	
5	żebro nr 1 zbiornika Imhoffa, wierzch	2,10	MPa	
6	żebro nr 1 zbiornika Imhoffa, wierzch	2,00	MPa	
7	żebro nr 1 zbiornika Imhoffa, wierzch	2,15	MPa	

6.4. Ocena makroskopowa betonu i zbrojenia

Podstawą dokonanej oceny makroskopowej jest zamieszczona dokumentacja fotograficzna:



Fot. 40 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornia Imhoffa – żebro nr 2, bok.



Fot. 41 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornia Imhoffa – żebro nr 3, bok.



Fot. 42 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornia Imhoffa – ściana koryta.



Fot. 43 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornia Imhoffa – żebro nr 3, bok.



Fot. 44 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornia Imhoffa – żebro nr 3, bok.



Fot. 45 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornia Imhoffa – żebro nr 1.



Fot. 46 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornia Imhoffa – żebro nr 3



Fot. 47 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornia Imhoffa – żebro nr 1 od spodu.



Fot. 48 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornia Imhoffa – żebro nr 1 od spodu.



Fot. 49 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornika prostopadłościennego – płyta przekrycia.



Fot. 50 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornika prostopadłościennego – płyta przekrycia.



Fot. 51 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornika Imhoffa – żebro nr 2.



Fot. 52 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornika Imhoffa.



Fot. 53 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornika Imhoffa.



Fot. 54 Zdjęcie wykonane na powierzchni zbiornika Imhoffa.



Fot. 55 Zdjęcie wykonane na dnie zbiornika Imhoffa.



Fot. 56 Zdjęcie wykonane na dnie zbiornika Imhoffa.



Fot. 57 Ściana zbiornika Imhoffa – wewnątrz, przy dnie.

6.4.1. Podsumowanie i wnioski

Na podstawie oceny makroskopowej elementów konstrukcyjnych zbiornika Imhoffa oraz przylegającego zbiornika prostopadłościennego stwierdzono następująco:

- *Odlupywanie otuliny betonu na powierzchni zbiornika Imhoffa, jego żeber konstrukcyjnych (spód, bok),*
- *Widoczne braki w otulinie betonowej (odkrycie stali zbrojeniowej) na powierzchniach ścian w strefie suchej zbiornika Imhoffa, żeber (spód, bok), oraz w strefie cieczy na powierzchni koryt (obustronnie),*
- *Odlupywanie otuliny i fragmentów betonu koryt zewnętrznych,*
- *Zniszczenie i spękanie płyty wierzchniej zbiornika prostopadłościennego,*
- *Korozja odkrytej stali zbrojeniowej,*
- *Postępująca korozja biologiczna,*
- *Zanieczyszczenie zalegającym osadem we wnętrzu zbiornika,*

6.5. BADANIA LABORATORYJNE

6.5.1. Wyniki w ściekach nieoczyszczonych – 2013r.

Poniżej przedstawiono wyniki badań wykonanych przez Laboratorium Oczyszczalni Ścieków w Milejowie. Podano dane cieczy mogących znaleźć się w osadniku Imhoffa.

Milejowie
Miejów, ul. Partyzancka 11
tel. 683 352 611
46-041 REGON 430585625
mail: sws-mil@wp.pl

LABORATORIUM
Oczyszczalni Ścieków
w Milejowie

NAJWYŻSZE WYNIKII W ŚCIEKACH NIEOCZYSZCZONYCH W 2013ROKU.(od czerwca).

DATA	BZT wmg/l	CHZT w mg/l	ZAW. OGÓL. w mg/l	ODCZYN pH	AZOT	FOSFOR
18.06.13.		6527,0	3320,0	5,48		
24.06.13		5182,0	2640,0	6,91		
19.07.13.	1613,0	3067,0	600,0	5,48		
24.07.13.	2555,0	4551,0	1460,0	6,05	51,0	10,3
05.08.13.		6647,0	1860,0	5,12		
06.08.13.		6441,0	400,0	6,13		
26.08.13.		4150,0	2200,0	12,45		
13.09.13.	3056,0	11178,0	580,0	4,39		
10.10.13.	4215,0	9976,0	2670,0	4,98		
24.10.13.	3616,0	10734,0	4440,0	5,60		
30.10.13.	3433,0	8581,0	1600,0	5,98		
22.11.13.	3368,0	10558,0	5940,0	6,53	137,0	24,0
27.11.13.	3328,0	11850,0	9200,0	7,09		
04.12.13.	2190,0	6144,0	4480,0	7,53	37,7	12,3
06.12.13.	4250,0	7970,0	1840,0	6,59		

Laborant
Alina Pytlak

Kierownik
Biologiczno-Mechanicznej
Oczyszczalni Ścieków w Milejowie
inż. Adam Kuszyk

CZĘŚĆ BADAWCZA

Spółka w Milejowie
21-020 Milejów, ul. Partyzancka 11
tel. 883 352 611
IP 713-10-46-041 REGON 430585625
e-mail sww-mil@wp.pl

LABORATORIUM
Oczyszczalni Ścieków
w Milejowie

NAJWYŻSZE WYNIKI W ŚCIEKACH NIEOCZYSZCZONYCH 2013r.

TYDZIEŃ

DATA	BZT ₅ mg/l	CHZTcr mg/l	ZAW. OGÓL. Mg/l	N mg/l	P mg/l	ph
25.09.		4144,0	1320,0			8,54
26.09.		8478,0	5400,0			6,51
27.09.	3328,0	11850,0	9200,0			7,09
28.09.	1763,0	5506,0	3560,0			10,77
29.09.	1435,0	4103,0	6820,0	74,5	22,6	6,90
średnio	2175,0	6816,0	5260,0			

12.06.2014r

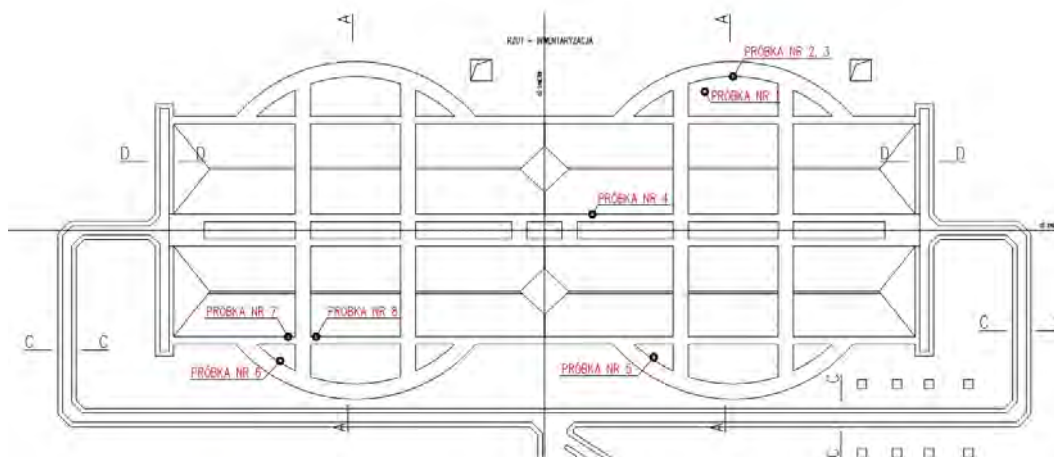
Laborant

Alina Pytlak

Kierownik
Biologiczno-Mechanicznej
Oczyszczalni Ścieków w Milejowie
inż. Adam Kuszyk

Jak widać spektrum właściwości cieczy mogących znaleźć w zbiorniku jest bardzo obszerny, zarówno pod kątem możliwych do występowania związków chemicznych jak i ich odczynu pH (od odczynu kwaśnego po zasadowy)

6.5.2. Miejsca poboru próbek do badania zasolenia



Fot. 58 Miejsce poboru próbek do badania zasolenia



Fot. 59 Miejsce poboru próbek do badania zasolenia – ściana zbiornika Imhoffa, wewnątrz przy dnie, nr 2 i 3.



Fot. 60 Miejsce poboru próbek do badania zasolenia – ściana zbiornika Imhoffa, wewnątrz przy dnie nr 3.



Fot. 61 Miejsce poboru próbek do badania zasolenia – ściana zbiornika Imhoffa, wewnątrz przy dnie nr 2.



Fot. 62 Zestawienie próbek do zasolenia z wnętrza zbiornika Imhoffa, nr 1,2,3.



Fot. 63 Miejsce poboru próbki do zasolenia – nr 5.



Fot. 64 Miejsce poboru próbki do zasolenia – nr 5.

Nr próbki	Uwagi
1	Próbka pobrana z dna zbiornika.
2	Ściana przy dnie zbiornika.
3	Ściana wewnątrz zbiornika na wys. 1,5m
4	Próbka pobrana na żebro środkowym
5	Ściana zewnętrzna – 50 cm od szczytu
6	Ściana zewnętrzna – 50 cm od szczytu
7	Żebro w strefie gazowej
8	Zbiornik prostopadłościenny

6.5.3. Wyniki badania laboratoryjnego na obecność soli

Poniżej przedstawiono założenia i wyniki badań pobranych próbek.

6.5.4. Opis badania próbek

Podstawowy zakres badań chemicznych powinien określać:

- odczyn pH wyciągów wodnych,
- zawartość chlorków,
- zawartość siarczanów,
- zawartość azotanów.

6.5.5. Założenia interpretacji danych

1. Chlorki:

- przy $CL < 0,32 \text{ ‰}$ beton zachowuje swe własności ochronne względem zbrojenia,
- przy $CL 0,32$ do $0,64 \text{ ‰}$ nie wyklucza się słabych objawów korozji betonu, zwłaszcza w przypadku pogorszonej szczelności otuliny zbrojenia oraz cyklicznym zwilżaniu jej przez wody powierzchniowe i wysychaniu,
- przy $CL > 0,64 \text{ ‰}$ istnieją warunki chlorkowej korozji stali zbrojeniowej.

2. Siarczany:

- przy $SiO_4^{2-} < 0,2 \text{ ‰}$ brak objawów korozji siarczanowej, możliwość zanieczyszczenia wbudowanego kruszywa lub cementu związkami siarki,
- przy $SiO_4^{2-} < 0,4 \text{ ‰}$ korozja nie występuje, wbudowane kruszywo lub cement zawiera domieszki siarczanów,
- przy $SiO_4^{2-} > 0,4 \text{ ‰}$ występują objawy korozji siarczanowej (niszczenie struktury warstw przypowierzchniowych betonu).


3. Odczyn pH:

- przy odczynie $pH \geq 9$ beton zachowuje własności pasywacyjne względem stali,
- przy odczynie $pH < 9$ występuje proces utraty własności ochronnych betonu względem zbrojenia.

6.5.6. Badania laboratoryjne ścian od wewnątrz zbiornika

Badaniu zasolenia i pH poddano próbki z 10 punktów. Próbki wysuszono do stałej masy, a następnie metodą kwatrowania (mieszanie i dzielenie próbki na cztery, odrzucanie trzech części) uzyskano pożądaną masę do oznaczenia. Po przeprowadzeniu próbek do roztworu oznaczono pH i procentową zawartość soli w próbce.

Oznaczenie zasolenia wykonano za pomocą testów firmy Merck. Oznaczaniu podlegały trzy główne grupy soli budowlanych: siarczany, azotany i chlorki.

Fundacja Rozwoju Politechniki Lubelskiej ul. Nadbystrzycka 38D/7, 20-618 Lublin	Data: 08.07.2013
Ocena stanu konstrukcji zbiornika oczyszczalni w Milejowie ze względu na obciążenie solami budowlanymi i pH betonu	Kierownik Projektu: Dr inż. Maciej Trochonowicz 

PUNKT POMIAROWY	SIARCZANY	AZOTANY	CHLORKI	pH
	[%]	[%]	[%]	
1	0,42	0,05	0,09	9,5
2	0,35	0,04	0,05	9,0
3	0,40	0,02	0,03	7,0
4	0,37	0,05	0,05	8,0
5	0,30	0,04	0,04	8,0
6	0,32	0,02	0,03	7,0
7	0,40	0,04	0,05	8,0
8	0,38	0,04	0,05	7,0
9	0,33	0,07	0,03	8,0
10	0,39	0,06	0,04	9,5

pH:	KWAŚNY	OBOJETNY	ZASADOWY
	0-6,5	6,5-7,5	7,5-14

W badanych próbkach stwierdzono co następuje:

- Brak istotnego obciążenia azotanami, chlorkami i siarczanami
- Utrata właściwości pasywacyjnej betonu dla próbki numer 3,6 i 8

Wykonał

Dr inż. Maciej Trochonowicz



7. PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE

7.1. Podsumowanie

Zbiorniki nadają się do wykorzystania jako obiekty technologiczne oczyszczalni ścieków pod warunkiem wykonania szeregu prac wzmacniających i zabezpieczających.

Beton zbiornika swoimi parametrami wytrzymałościowymi spełnia wymagania dla tego typu obiektów, zaś wielkość wytrzymałości na odrywanie pozwala na pokrycie go warstwą zabezpieczającą. Istotnym problemem jest postępująca korozja zbrojenia. Zaproponowano ochronę aktywną katodową dla powstrzymania dalszego procesu korozji zbrojenia. Warstwę ochronną dobrano tak aby spełniała wymagania ochronne w zakresie pH podanego przez Technologa zakładowego.

Poniżej podano prace niezbędne do wykonania wraz z technologią ich wykonywania. Jako dodatkową ujęto wykonanie barier ochronnych, nie mająca znaczenia dla technologii ale niezbędną ze względu na BHP.

7.2. Prace niezbędne do wykonania

Zakres prac niezbędnych do wykonania w celu umożliwienia właściwej pracy zbiorników jest następujący:

- usunięcie pozostałości roślinnych (korzeni, mchów itp.),
- usunięcie nalotów i zabrudzeń z powierzchni betonu,
- piaskowanie powierzchni betonu,
- śrutowanie miejsc uszkodzonych,
- usunięcie luźnych i odspojonych fragmentów,
- pomiary rezystancji prętów, określenie stopnia ich korozji i dobór niezbędnej ilości protektorów ochronnych,
- reprofilacja powierzchni betonu, naprawy betonu,
- przygotowanie powierzchni pod warstwę ochronną,
- wykonanie warstwy ochronnej,
- wykonanie barier ochronnych.

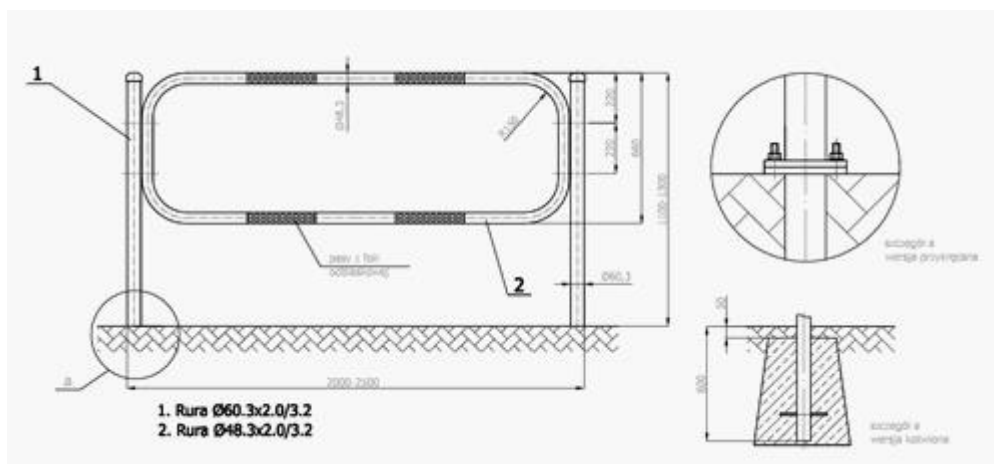
Poniżej opisano łącznie z propozycjami materiałowymi technologię wykonania poszczególnych etapów zabezpieczenia zbiorników.

7.2.1. Wykonanie barier BHP po obwodzie zbiorników

Niezbędne jest wykonanie poręczy ochronnych po obrysie zbiorników. Poniżej propozycja wykonania barierki typu Olsztyńskiego mocowanej do wierzchu żelbetu na kotwy wklejane.

Łączna długość barier na podstawie rzutu inwentaryzacyjnego:

- ok. 135 metrów bieżących.



Rysunek 1 Projekt barierki typu Olsztyńskiego

Rozwiązanie może zostać zmienione oraz musi spełniać wymagania wszystkich dokumentów regulujących bezpieczeństwo w tego typu obiektach.

7.2.2. Piaskowanie powierzchni betonu

Zaleca się oczyszczenie powierzchni wewnętrznej ścian zbiornika i koryt przez piaskowanie.

Piaskowanie to sucha metoda obróbki powierzchni, nazywana również kulowaniem, groszkowaniem lub blastrkowaniem. Metoda śrutowania stosowana jest do czyszczenia powierzchni betonowych oraz uszorstnienia podłoża. Metalowe kulki (śrut) są „wystrzeliwane” z maksymalną szybkością do 23 m/s przez koło rzutowe w podłoże, następnie śrut po uderzeniu wraca do zbiornika maszyny wraz z kurzem i innymi odbitymi nieczystościami z posadzki. Ścierniwo nadaje się do ponownego użycia, a całą resztę pochłania wysokowydajny odkurzacz przemysłowy. Śrutowanie można wykonywać za pomocą śrutu różnej granulacji - drobniejszej bądź grubszej.

7.2.3. Rekonstrukcja płyty górnej zbiornika prostokątnego

Płytę wierzchnią zbiornika prostokątnego należy poddać rekonstrukcji.

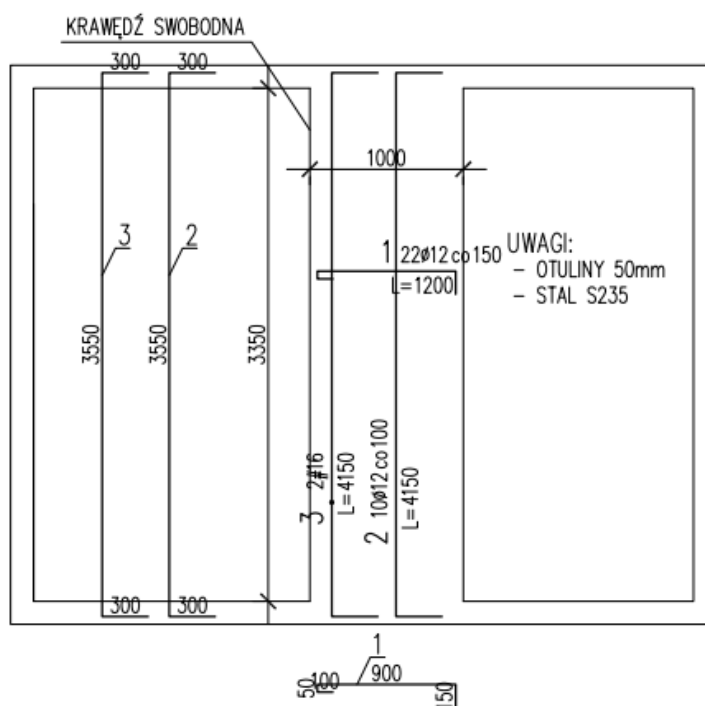


Fot. 65 Płyta wierzchnia zbiornika.

W celu rekonstrukcji należy uprzednio zdemontować istniejącą konstrukcję. Brzegi płyty na połączeniu ze ścianami należy rozkuć, formując tym samym gniazdo pod nową płytę przekrycia. Rozkucie powinno umożliwiać zakotwienie prętów zbrojenia nowej płyty. Zachować otulinę 50mm oraz użyte średnice i liczbę prętów zaproponowanych na poniższym schemacie.

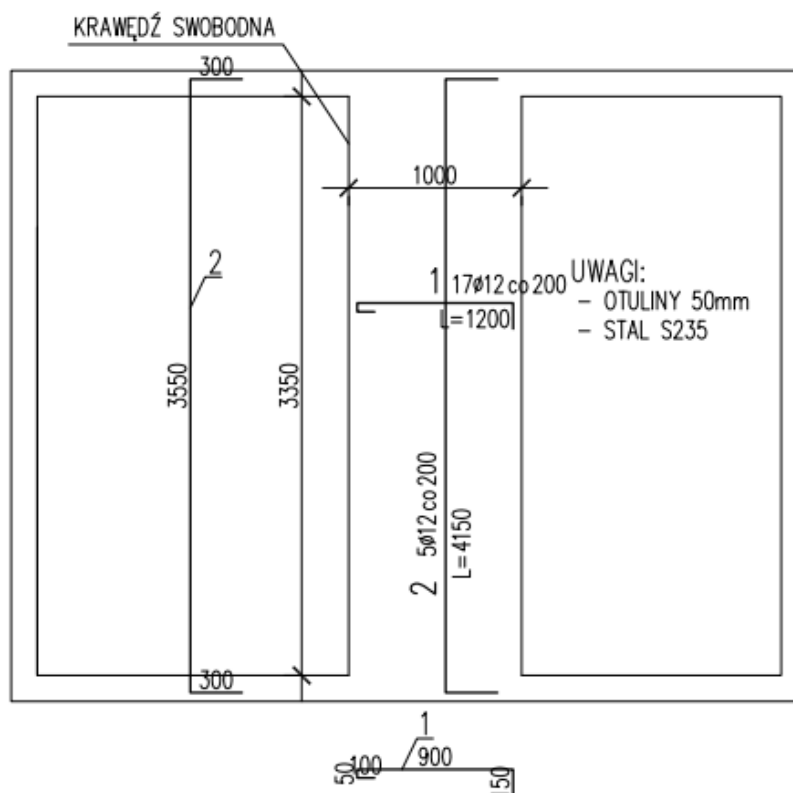
Należy ułożyć zbrojenie dodatkowe w postaci 2#16 dolne przy swobodnej krawędzi niepodpartej.

ZBROJENIE DOLNE



Fot. 66 Zalecane zbrojenie dolne płyty.

ZBROJENIE GÓRNE



Fot. 67 Zalecane zbrojenie górne płyty.

7.2.4. Reprofilacja uszkodzonego betonu

W przypadku odkrycia zbrojenia na skutek piaskowania należy wykonać reprofilację betonu.

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

Zabezpieczyć antykorozyjnie zbrojenie – niezwłocznie po jego oczyszczeniu – wykonać powłoką ochrony przeciwkorozyjnej na bazie szlamu cementowego, ulepszanego polimerami przy użyciu materiału o nazwie Zentrifix KMH posiadającego znak CE zgodnie z EN 1504-7, deklarację zgodności oraz certyfikat zakładowej kontroli produkcji.

Dodatkowo należy przestrzegać następujących wymogów dla powłok mineralnych do antykorozyjnego zabezpieczenia prętów zbrojeniowych:

- temperatura powierzchni prętów zbrojeniowych $> 5^{\circ}\text{C}$,
- wilgotność względna powietrza poniżej 95 %.

Uzupełnienie ubytków betonu, otuliny zbrojenia oraz wykonanie wyoblenia na styku ściany z dnem zbiornika metodą obróbki ręcznej

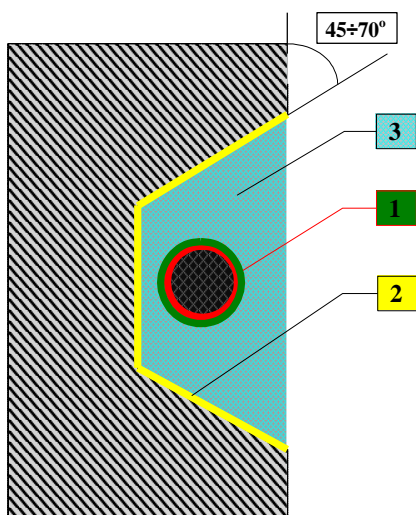
- zwilżyć podłoże wodą do stanu matowo-wilgotnego,
- na powierzchnię ubytku przeznaczoną do reprofilacji należy nanieść (dobrze wetrzeć w podłoże przy użyciu pędzla) warstwę szczepną o nazwie Nafufill HB-HS na bazie cementu odpornego na siarczany (nie zawiera C3A=0 - cement bez zawartości trójtlenku wapniowego) i wyprowadzić na około 1 cm poza obszar ubytku. W przypadku materiałów

modyfikowanych tworzywami sztucznymi obowiązują zasady obróbki jak w przypadku materiałów mineralnych, dlatego też należy zwrócić szczególną uwagę na prawidłowe zwilżenie podłoża oraz na nanoszenie szlamu w odpowiedniej ilości i o odpowiedniej konsystencji. Warstwa szcpea (tzw. pomost łączący) zwiększa w sposób znaczący przyczepność zaprawy naprawczej do podłoża.

- nanieść metodą „świeże na świeże” na aktywną pod względem sklejenia warstwę szcpeą zaprawę naprawczą typu PCCII (Polimer-Cement-Concrete) o wysokiej odporności na siarczany o nazwie Nafufill KM 250 HS (nie zawiera C3A=0 - cement bez zawartości trójtlinianu wapniowego), o klasie ekspozycji XA1÷XA3 zgodnie z Tablicą 2 normy PN-EN 206-1) oraz do napraw konstrukcyjnych klasy R4 zgodnie z PN-EN 1504-3. Zastosowanie zgodnie z zasadą 3, 4 i 7 - Metoda 3.1, 3.3, 4.4, 7.1 i 7.2 wg PN-EN 1504-9. Spełnia wymagania dla klas ekspozycji X0, w zakresie korozji zbrojenia XC1÷XC4, XD1÷XD3, XS1÷XS3 oraz w zakresie korozji betonu XF1÷XF4 zgodnie z tablicą 1 normy PN-EN 206-1:2003.

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

Poniżej rys. ilustrujący zagadnienie.



1. Zabezpieczenie antykorozyjne zbrojenia

Zentriifix KMH - powłoką ochrony przeciwkorozyjnej na bazie szlamu cementowego, ulepszonego polimerami

2. Warstwa szcpea Nafufill HB-HS na bazie cementu odpornego na siarczany (nie zawiera C3A=0 - cement bez zawartości trójtlinianu wapniowego),

2. Zaprawa naprawcza Nafufill 250HS typu (S)PCCII o wysokiej odporności na siarczany (nie zawiera C3A=0 - cement bez zawartości trójtlinianu wapniowego) o klasie ekspozycji XA1÷XA3 zgodnie z Tablicą 2 normy PN-EN 206-1) oraz do napraw konstrukcyjnych klasy R4 zgodnie z PN-EN 1504-3. Zastosowanie zgodnie z zasadą 3, 4 i 7 - Metoda 3.1, 3.3, 4.4, 7.1 i 7.2 wg PN-EN 1504-9. Spełnia wymagania dla klas ekspozycji X0, w zakresie korozji zbrojenia XC1÷XC4, XD1÷XD3, XS1÷XS3 oraz w zakresie

Likwidacja nierówności, jam usadowych i innych drobnych ubytków do głębokości 10 mm

- oczyścić podłoże metodą strumieniowo-ścierną np. przez piaskowanie lub hydropiaskowanie,
- zwilżyć podłoże wodą do stanu matowo-wilgotnego,

- nanieść szpachlę wyrównawczą na bazie cementu siarczanoodpornego o nazwie Nafufill KM 110 HS nakładanej w grubościach do 10 mm metoda obróbki ręcznej lub metodą natrysku na mokro.

Uwagi

- Do naprawy można używać środków zaproponowanych w projekcie lub równoważnych

7.2.5. Uzupełnienie ubytków w betonie

Napraw konstrukcji żelbetowej według poniższej technologii należy wykonać we wszystkich miejscach z widocznymi popękaniem, luźnymi warstwami wierzchnimi, odkrytym zbrojeniem oraz we wszystkich innych miejscach, których stan techniczny na to wskazuje.

Opis technologii wykonania:

- 1) Skucie luźnych, skorodowanych fragmentów betonu, usunięcie zniszczonych warstw do powierzchni „zdrowej” nośnej warstwy
- 2) Jeżeli korozja dotarła do zbrojenia należy z niego usunąć beton aż do miejsc nieskorodowanych
- 3) Pręty należy oczyścić ze rdzy ręcznie lub mechanicznie do uzyskania jasnego, metalicznego wyglądu, a potem oczyścić sprężonym powietrzem
- 4) Na tak przygotowaną powierzchnię stali zbrojeniowej należy nałożyć mineralną powłokę antykorozyjną Ceresit CD 30. Zaprawę należy ułożyć nie później niż 3 godziny po oczyszczeniu stali zbrojeniowej – stal może być wilgotna podczas aplikacji
- 5) Po wykonaniu zabezpieczeń stali zbrojeniowej, tuż przed przystąpieniem do uzupełnienia ubytków betonu przygotowaną powierzchnię należy zwilżyć wodą i doprowadzić do stanu matowo-wilgotnego. Na tak przygotowane podłoże nakłada się kontaktową warstwę środka CERESIT CD 30.
- 6) Kolejne zaprawy systemu Ceresit PCC nakładać po wstępnym przeschnięciu warstwy kontaktowej, gdy zaprawa stanie się matowo-wilgotna, czyli w ciągu 30-60 minut. W zależności od głębokości ubytku do jego uzupełnienia należy zastosować jedną z zapraw Ceresit CD 25 lub Ceresit CD 26.
- 7) W celu uzyskania gładkiej powierzchni np. pod farbę można ją wyrównać drobnoziarnistą szpachlówką Ceresit CD 24.

Uwagi

- Do naprawy można używać środków zaproponowanych w projekcie lub równoważnych

7.2.6. Zabezpieczenie stali zbrojeniowej zbiornika Imhoffa

Jako zalecane należy wykonać zabezpieczenie stali zbrojeniowej na wewnętrznej stronie ścian zbiornika Imhoffa przed uszkodzeniem wynikającym z korozji materiału. Ponieważ na większości elementów w strefie suchej oraz cieczy zlokalizowaną już postępującą korozję stali zbrojeniowej, należy przedłużyć trwałość obiektu stosując aktywną ochronę katodową np. wg technologii i materiałów firmy TopZinc. Należy skorzystać z wiedzy i doświadczenia firmy zajmującej się zawodowo zagadnieniami aktywnej ochrony antykorozyjnej.

Zasada działania

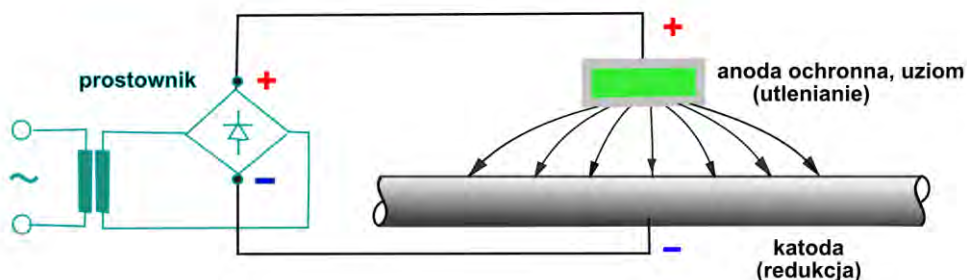
Podano za opracowaniem firmy TopZinc:

Ochrona katodowa jest metodą elektrochemiczną ochrony stali przed korozją, która polega na stworzeniu takiego układu, w którym chroniony metal będzie katodą.

Jeśli metal, który należy ochronić przed procesami korozyjnymi będzie katodą, to na nim zawsze będą zachodziły tylko i wyłącznie reakcje redukcji, natomiast na anodzie będą zachodziły reakcje utleniania, czyli korozji.

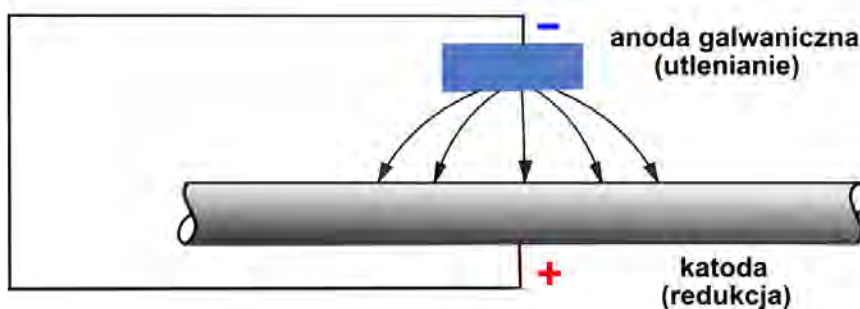
Taki układ, to znaczy, aby chroniony metal był katodą można stworzyć w dwojaki sposób:

Stosując zewnętrzne źródło napięcia, i wówczas taki typ ochrony jest nazywany ochroną katodową elektrochemiczną rysunek numer 1.



Fot. 68 Ochrona katodowa - elektrochemiczna

Stosując połączenie metalu chronionego z metalem o niższym potencjale w stosunku do potencjału metalu chronionego. Wówczas metal o niższym potencjale staje się anodą, na której zachodzą reakcje utleniania (korozji) a metal chroniony jest katodą i jest trwale chroniony. Taki typ ochrony nazywany jest ochroną katodową galwaniczną, lub ochroną katodową protektorową, lub ochroną katodową metodą traconej anody.



Fot. 69 Ochrona katodowa - galwaniczna, protektorowa, lub traconej anody.

Przedmiotowe wytyczne odnoszą się do drugiego typu ochrony katodowej, a mianowicie do ochrony katodowej metodą traconej anody. Protektory cynkowe TopZinc R i TopZinc R+ ze względu na niższy potencjał (~ - 700 mV) od potencjału stali (~ - 400 mV) po połączeniu ze stalą i zabetonowaniu stają anodami i na nich przebiegają reakcje utleniania czyli korozji, aż do momentu całkowitego utlenienia anody.

Stosowanie metody traconej anody, jako antykorozyjnego zabezpieczenia stali zbrojeniowej ma następujące zalety:

- najprostsza metoda antykorozyjnej elektrochemicznej,
- brak potrzeby stosowania zewnętrznego źródła zasilania,
- możliwość zaprojektowania czasu trwania ochrony - racjonalność ekonomiczna,
- natychmiastowe działanie,

PODSUMOWANIE I WNIOSKI KOŃCOWE

- *odporność na czynniki mechaniczne,*
- *ze względu na generowanie przez protektory potencjału lokalnego, możliwość ochrony wydzielonych stref.*

Projektując ochronę antykorozyjną stali zbrojeniowej metodą traconej anody należy posługiwać się normą PN-EN ISO 12696:2012.

UWAGA 1.

Nie należy projektować ochrony katodowej prętów zbrojeniowych dla więcej niż 50 lat.

UWAGA 2.

W przypadku projektowania ochrony katodowej prętów zbrojeniowych dla liczby lat ochrony większej niż 15, obowiązkowo po 15 latach eksploatacji obiektu należy dokonać inspekcji i powtarzać takie inspekcje co 5 lat od 15 roku eksploatacji obiektu. W przypadku każdej inspekcji należy wykonać oględziny i sprawdzenie obiektu zgodnie z rozdziałem 5 normy PN-EN ISO 12696:2012. W przypadku stwierdzenia uszkodzeń lub w przypadku zmiany warunków eksploatacji obiektu, należy przeprowadzić ponowną analizę pod względem doboru protektorów i stworzyć nowy projekt ochrony katodowej dla obiektu.

Zakłada się wykonanie serii punktowych odkrywek do odstonięcia zbrojenia sprężającego, a następnie zamocowanie protektorów i obetonowanie ich lub pokrycie materiałem naprawczym na bazie cementu.

7.2.1. Zabezpieczenie powłoką polimocznikową BASF

Zaleca się wykonanie powłoki na wewnętrznej ścianie zbiornika oraz korytach.

Opracowano na podstawie karty technicznej producenta:

MasterSeal M 689 jest bezrozpuszczalnikową, dwuskładnikową membraną wodochronną. Jest ona bardzo reaktywna i może być nakładana tylko za pomocą specjalnego urządzenia natryskowego do produktów dwuskładnikowych.

Membrana MasterSeal M 689 jest używana w licznych zastosowaniach hydroizolacyjnych, w których wymaga się dużego stopnia odporności chemicznej. Obejmują one zabezpieczenia przed wyciekami ścieków oraz bariery systemów ochrony pośredniej w branży gospodarki wodnej, ściekowej, chemicznej i petrochemicznej. MasterSeal M 689 może być nakładana na większości podłoży poziomych i pionowych. Natryskowe stosowanie i ultraszybkie utwardzanie umożliwiają łatwe nałożenie w celu utworzenia monolitycznej membrany wodochronnej na prostych i złożonych powierzchniach.

Przygotowanie powierzchni:

Pierwszorzędne znaczenie ma przygotowanie podłoża i użycie odpowiedniego gruntu. Wszelkie powierzchnie, na które nakładany jest środek MasterSeal M 689, muszą mieć stabilną konstrukcję, być czyste, suche, wolne od oleju lub smaru, luźnych cząstek i innych substancji mogących negatywnie wpłynąć na przyczepność.

Beton i wylewka cementowa

Beton i inne podłoża cementowe muszą wykazywać wytrzymałość na odrywanie od podłoża wynoszącą co najmniej 1,5 N/mm². Występujące na powierzchni zaschnięte mleczko cementowe należy usunąć mechanicznie. Preferowaną metodą jest śrutowanie. Wycieki oleju i inne zanieczyszczenia, które mogą pogorszyć przyczepność, muszą zostać usunięte przed

nałożeniem gruntu. Należy użyć gruntu MASTERTOP P 617 lub MASTERTOP P 621. Produkt należy wymieszać zgodnie z zaleceniami producenta.

Nakładanie produktu:

Produkt MasterSeal M 689 może być nakładany tylko za pomocą odpowiedniego aparatu natryskowego do produktów dwuskładnikowych. Wybór aparatu zależy w dużej mierze od rodzaju i wielkości planowanych robót. W celu zasięgnięcia porady należy skontaktować się z BASF Construction Chemicals.

Środek MasterSeal M 689 powinien być nakładany tylko na odpowiednio przygotowane podłoża. W celu uzyskania najlepszych wyników temperatury podłoża i powietrza powinny mieścić się w zakresie 5 - 35°C. Aparat natryskowy przed nałożeniem wstępnie doprowadzi składniki membrany do prawidłowej temperatury 70 - 80°C. Jednak w bardzo zimnych warunkach może być konieczne użycie podgrzewaczy beczek w celu zapewnienia optymalnego działania pomp beczkowych.

Środek MasterSeal M 689 powinien być nakładany w zalecanych granicach temperatur i wilgotności względnej. Temperatura podłoża powinna być o co najmniej 3 razy wyższa od temperatury punktu rosy. Na początku natryskiwania i regularnie przez cały czas trwania natryskiwania należy kontrolować prawidłowość proporcji mieszania. Ze względu na szybką reakcję możliwe jest nagłe nagromadzenie grubości warstwy od 1,5 do > 6 mm.

Obszary otaczające powinny być przykryte w celu zabezpieczenia przed rozpryskami. Należy zapobiegać przeniesieniu rozprysniętej mgiełki z wiatrem poprzez wzniesienie odpowiedniej bariery.

Produkt MasterSeal M 689 jest zwykle nakładany w ilości 2,2 - 2,5 kg/m². Odpowiada to grubości ok. 2,0 - 2,3 mm. Detale wymagają większego współczynnika krycia do 4,0 kg/m² lub więcej. Powyższe wartości dotyczące zużycia mają charakter wyłącznie orientacyjny i mogą być wyższe na bardzo szorstkich lub porowatych podłożach.

Narzędzia wielokrotnego użytku powinny być dokładnie oczyszczone preparatem Cleaner 40 lub np. benzyną lakierniczą.

Podczas pracy należy zachować ostrożność oraz stosować się do przepisów BHP. Przed przystąpieniem do prac należy zapoznać się z kartą techniczną produktu.

7.3. Uwagi ogólne

- wszystkie roboty należy wykonywać zgodnie z zatwierdzonym projektem przestrzegając przepisów zawartych w „Warunkach technicznych wykonania odbioru robót budowlano - montażowych” oraz w odpowiednich normach,
- wszystkie materiały stosować zgodnie z ich przeznaczeniem i wytycznymi producenta, dochowując technicznych warunków wykonania robót,
- wszystkie prace należy wykonywać pod nadzorem uprawnionych do tego osób. Załoga powinna być przeszkolona, wyposażona w odpowiedni sprzęt i posiadać wymagane kwalifikacje. Teren prowadzonych prac powinien być oznakowany i zabezpieczony przed dostępem osób postronnych.

7.4. Wnioski i zalecenia

- Po przeprowadzonych badaniach sklerometrycznych stwierdzono wytrzymałość betonu na ściskanie we wnętrzu zbiornika na poziomie 24MPa, natomiast na elementach

konstrukcyjnych zewnętrznych rzędu 13,8MPa. Badania na elementach zewnętrznych przeprowadzono na otulinie betonowej, która może być znacznie słabsza od betonu użytego do konstrukcji.

- Badanie PULL-OFF wykazało średnią wytrzymałość betonu na rozciąganie po oczyszczeniu go z zabrudzeń na poziomie większym niż 1,5MPa.
- Na podstawie makroskopowej oceny stanu technicznego elementów konstrukcyjnych stwierdzono konieczność wykonania prac naprawczych. W powyższym opracowaniu zaproponowano system napraw oraz rekonstrukcji najbardziej zniszczonych elementów.
- Zaleca się wykonanie piaskowania lub śrutowania elementów żelbetowych, które docelowo mają zostać pokryte żywicą ochronną. W przypadku uszkodzeń betonu podczas wykonywania tego zbiegu zaleca się wykonanie reprofilacji według opisanej w opracowaniu technologii.
- Badania laboratoryjne wykazały zbyt niski poziom pH świadczący o utracie przez beton właściwości pasywnych. Zbrojenie w takim wypadku należy chronić metodą katodową. Zaproponowano w opracowaniu technologię TopZinc – opisano ją w opracowaniu.
- Badania laboratoryjne nie wykazały istotnego obciążenia azotanami, chlorkami oraz siarczanami.
- Niezbędne jest zabezpieczenie kompleksu zbiorników zgodnie z obowiązującymi normami oraz przepisami. Należy wykonać zabezpieczenie zbiorników barierkami BHP.
- Zbiornik należy zabezpieczyć odpowiednią warstwą ochronną. W opracowaniu została zaproponowana powłoka polimocznikowa firmy BASF wraz z technologią wykonania.

7.5. Uwagi końcowe

Zbiorniki podlegające badaniom nadają się do wykorzystania w zakresie podanym przez technologów pod warunkiem wykonania wzmocnień i zabezpieczeń o charakterze i zakresie podanym powyżej.

Opracował:

mgr inż. Tomasz Nicer

LUB/0107/PWOK/08

8. INWENTARYZACJA RYSUNKOWA

Inwentaryzacja rysunkowa wykonana na podstawie pomiarów własnych z Lipca 2014 roku. Spis dołączonych rysunków inwentaryzacyjnych znajduje się poniżej.

8.1. Spis rysunków

Nr rys.	Nazwa rysunku	Skala
PE-01	ZBIORNIK IMHOFFA – INWENTARYZACJA - RZUT	1:50
PE-02	ZBIORNIK IMHOFFA – PRZEKRÓJ A-A	1:25