

WOJCIECH BILIŃSKI, KAZIMIERZ PISZCZEK\*

ZASTOSOWANIE SYSTEMU KERASAL<sup>®</sup> DO REMONTU  
POWIERZCHNI WEWNĘTRZNEJ  
ŻELBETOWEGO ZBIORNIKA NA WODĘ PITNĄ

APPLICATION OF KERASAL<sup>®</sup> SYSTEM  
FOR REHABILITATION OF INTERNAL SURFACE  
OF REINFORCED CONCRETE CONTAINER  
FOR DRINKING WATER

Streszczenie

W artykule przedstawiono informacje dotyczące zastosowania systemu KERASAL<sup>®</sup>, opartego na bazie mikrokrzemionki, stosowanego do remontów i prac naprawczych w celu doszczelnienia wewnętrznych powierzchni elementów konstrukcyjnych, tj. płyt fundamentowych, ścian zewnętrznych i wewnętrznych, słupów oraz płyt stropowych w żelbetowych zbiornikach przeznaczonych do gromadzenia wody czystej do spożycia.

*Słowa kluczowe: zbiornik żelbetowy, mikrokrzemionka, remont*

Abstract

The micro-silica based KERASAL<sup>®</sup> system, designed for repair of surfaces of bottom slabs, internal and external walls, columns and roofs of reinforced concrete containers for drinking water, is presented in the article.

*Keywords: reinforced concrete reservoirs, microsilica, repair*

\* Dr inż. Wojciech Biliński, dr inż. Kazimierz Piszczek, Instytut Geotechniki, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Krakowska.

## 1. Wstęp

Zbiorniki żelbetowe (podziemne lub częściowo zagłębione w podłożu) służące do gromadzenia wody czystej przeznaczonej do spożycia są ważnymi obiektami budowlanymi w dziedzinie budownictwa wodnego. Struktura powierzchni betonowych ścian wewnątrz tych obiektów, mająca bezpośrednią styczność z wodą do picia, stanowi ogromne znaczenie szczególnie dla Zakładów Miejskich Przedsiębiorstw Wodnych i Kanalizacyjnych, które dbają o dobrą jakość przechowywanej wody. W Europie Zachodniej m.in. w Niemczech, w ostatnim trzydziestoleciu zostały przeprowadzone remonty starych zbiorników na wodę, w efekcie których uzyskano doszczelnienie i wzmocnienie wewnętrznej powierzchni betonu zbiorników przez zastosowanie betonu natryskowego z mikrokrzemionką [1, 2]. W latach 80. ubiegłego wieku przeprowadzono w zakładach wodociągowych „Gelsenwasser” w Gelsenkirchen w Niemczech wiele prac badawczych materiałowo-technologicznych dotyczących wpływu działania powszechnie używanych w pracach remontowych powłok z tworzyw sztucznych i PCC na skuteczność remontu oraz jakość gromadzonej wody do picia. Zawarte w artykule rozwiązania materiałowo-technologiczne rozpoczęto stosować w obiektach budowlanych zlokalizowanych w naszym kraju służących do gromadzenia wody pitnej. Obejmują one zbiorniki o konstrukcji żelbetowej [2, 4, 5] i to zarówno obiekty stare o znacznym zużyciu technicznym, jak i te, które są eksploatowane dopiero od kilku lat.

## 2. Stan techniczny zbiornika przed remontem

Rozważanym obiektem jest pojedyncza komora cylindrycznego, żelbetowego, dwukomorowego zbiornika na wodę czystą, zlokalizowanego w Raciborzu [5]. Zbiornik o łącznej objętości 500 m<sup>3</sup> składa się z dwóch, symetrycznie rozmieszczonych komór, o pojemności 250 m<sup>3</sup> każda. Na rys. 1–2 przedstawiono rzut poziomy oraz przekrój poprzeczny tego zbiornika. Ekspertyza konstrukcyjna wraz z projektem remontu dotyczyła tylko jednej komory zbiornika. Obiekt ten przewidziano do remontu ze względu na konieczność zapewnienia wymaganego standardu czystości i jakości gromadzonej wody do picia. Stąd przed podjęciem działań remontowych na etapie projektowym [5] zaistniała konieczność wykonania bieżącej oceny stanu technicznego zbiornika.

Na podstawie przeprowadzonych wizji lokalnych i analiz stwierdzono ogólnie dość dobry stan techniczny przedmiotowej komory zbiornika. Przyczyny zidentyfikowanych uszkodzeń nie leżały po stronie złej pracy statycznej lub wytrzymałościowej konstrukcji zbiornika, lecz były one spowodowane przyjętymi, na etapie dokumentacji projektowej, rozwiązaniami materiałowo-technologicznymi (np. małe grubości otuliny zbrojenia). Rozmiary i zakres tych uszkodzeń w większości miały raczej charakter lokalny, ale wpływający w znaczący sposób na obniżenie walorów technologiczno-użytkowych zbiornika i w przyszłości mogły doprowadzić do wydatnego obniżenia jego trwałości. W wielu przypadkach wykazane uszkodzenia sygnalizowały wyraźnie zapoczątkowanie procesu miejscowej korozji poszczególnych materiałów, której dalszy rozwój w przypadku braku działań naprawczych mógł mieć charakter gwałtownie przyspieszony w czasie (lokalne odstonięcia zbrojenia). Stąd zalecono przeprowadzenie działań naprawczych remontowo-modernizacyjnych polegających na usunięciu występujących uszkodzeń oraz zmierzających do poprawienia



a)



b)



c)



d)



Fot. 1a), b), c), d) Stan betonowych powierzchni wewnątrz żelbetowej komory zbiornika przed podjęciem działań remontowych

Photo 1a), b), c), d) The condition of concrete surfaces inside the reinforced the concrete chamber of the reservoir before the undertaking of redecorating workings

Na podstawie oględzin obiektu i przeprowadzonych wybranych badań ustalono:

1. Na wewnętrznych powierzchniach ścian żelbetowej komory nie stwierdzono uszkodzeń powierzchni w postaci zarysowań lub pęknięć, które świadczyłyby o przekroczeniu stanów granicznych nośności lub użytkowości, dlatego pod względem samej pracy statycznej stan techniczny przedmiotowego obiektu oceniono jako dość dobry.
2. Nieniszczące badania jakości betonu tworzącego zewnętrzną i wewnętrzną ścianę komory przeprowadzone za pomocą sklerometru Schmidta typu N w 12 punktach pomiarowych wykazały beton klasy B37 o niskim współczynniku zmienności wytrzymałości wskazującym na jego bardzo dobrą jakość.
3. Samą jakość wykonania konstrukcji żelbetowej komory oceniono jako bardzo niską ze względu na znaczne przemieszczenie się powierzchni betonowych w miejscach technologicznych szwów roboczych (fot. 1a), b)) z równoczesnym powstaniem ciągu zagłębień i kawern, które umożliwiają osiadanie i gromadzenie się nieczystości, tym samym wydatnie obniżając zdolność utrzymania czystości gromadzonej wody.

4. Lokalnie na obwodzie styku płyty stropowej ze ścianami komory oraz w centralnym obszarze samej płyty stropowej tkwiły pozostałości części deskowań (fot. 1c, d)), które uległo zespoleniu z układaną mieszanką betonową w trakcie realizacji zbiornika; niektóre z tych elementów w sposób widoczny traciły z biegiem czasu przyczepność z podłożem betonowym, co skutkowało ciągłym, bezpośrednim zanieczyszczeniem wody magazynowanej w zbiorniku.
5. Wewnątrz komory zbiornika, w szczytowych partiach ściany zewnętrznej, zaobserwowano wyraźną koncentrację pionowych, pasmowo przebiegających zacieków mleczka cementowego (fot. 1c, d)), pochodzących najprawdopodobniej z mieszanki betonowej podczas realizacji płyty stropowej.
6. Na powierzchni zewnętrznej ściany komory, w obszarach poniżej miejsca ulokowania wpustów bocznych kominków wentylacyjnych występowały rdzawe, pochodzenia korozyjnego, pasmowe zacieki (fot. 1d)); ich obecność wskazywała na możliwość wnikania wód opadowych do wnętrza zbiornika na skutek wadliwie działającej izolacji przeciwwilgociowej bądź też na możliwość powstawania kondensacji pary wodnej w obszarze nieizolowanych termicznie przewodów wentylacyjnych.
7. Wpusty kominków wentylacyjnych zarówno stropowych, jak i bocznych, wprowadzonych do wnętrza komory, były w całości silnie skorodowane.
8. Orurowanie instalacji technologicznej obejmujące przelew górny, rurę spustową oraz rurę zasilającą zbiornik były miejscami dość silnie skorodowane; postępująca korozja elementów stykających się z powierzchnią betonu tworzyła, w obszarach położonych poniżej miejsca przejścia rur przez ścianę żelbetową, lokalne, powiększające się z biegiem czasu, rdzawe nacieki.
9. Stwierdzono intensywnie rozwiniętą korozję części stalowych elementów pomostu komunikacyjnego oraz drabinek zejściowych (fot. 1b, d)), która obejmowała wszystkie zatopione w konstrukcji betonowej marki mocujące i podpierające drabiny, elementy drabiny szczególnie pozostające w zanurzeniu, tj. w jej dolnych partiach (kabłak ochronny obejmujący obręczę wraz z pasami), kratkę pomostu usytuowaną pod rurą doprowadzającą wodę do komory oraz elementy konstrukcji nośnej pomostu.
10. Na podstawie oględzin przeprowadzonych jedynie z poziomu gruntu zauważono postępującą korozję powierzchni pobocznie kominków wentylacyjnych (stropowych i bocznych), szczególnie w obszarach na styku przejścia tych elementów przez podłoże gruntowe; ponadto stwierdzono w obszarze poniżej poziomu podłoża brak jakiegokolwiek powłoki ochrony antykorozyjnej powierzchni stalowych.
11. W przypadku wentylacyjnych kominków stropowych stwierdzono lokalną, wgłębną deformację podłoża gruntowego wokół rury kominka, stwarzającą możliwość gromadzenia się wód opadowych oraz ich wgłębną skupioną infiltrację w kierunku płyty stropowej (kołnierz mocujący rurę kominka).
12. Rozwiązanie terenowych włączów remontowych zostało zaprojektowane i wykonane bez izolacji termicznej, co w przypadku dużych różnic temperatury powietrza znajdującego się bezpośrednio po obu stronach stalowej kłapy włączowej stwarza możliwości kondensacji pary wodnej i jej wykroplenia od strony wnętrza komory, a następnie skapywania do wody w zbiorniku.

### 3. Zakres prac remontowych

Działania remontowe komory zbiornika, w zakresie prac związanych z doszczelnieniem i wzmocnieniem wewnętrznych powierzchni betonowych, wykonano w systemie KERASAL®.

Prace naprawcze objęły następujące etapy:

- 1) oczyszczenie strumieniowo-ścierne [8] wszystkich powierzchni betonowych poszczególnych elementów komory z nacieków rdzawo-brunatnych (fot. 1a), b), c), d)) (fot. 2a), b));

a)



b)



Fot. 2a), b) Czyszczenie strumieniowo-ścierne wszystkich powierzchni betonowych poszczególnych elementów komory zbiornika

Photo 2a), b) The cleaning stream-abrasive of all concrete surfaces of the individual elements of the chamber of the reservoir

- 2) sprawdzenie przed rozpoczęciem natrysku zaprawy wyrównawczej KERASAL ANS 14 A VSM [1] wytrzymałości betonu na odrywanie metodą PULL-OFF (fot. 3a), b), c), d)), która powinna wynieść nie mniej niż 1,0 MPa wg wymagań normowych [10]; po przeprowadzeniu badania średnia wytrzymałość wyniosła 2,8 MPa, czyli podłoże nadawało się do zastosowania ww. zaprawy;

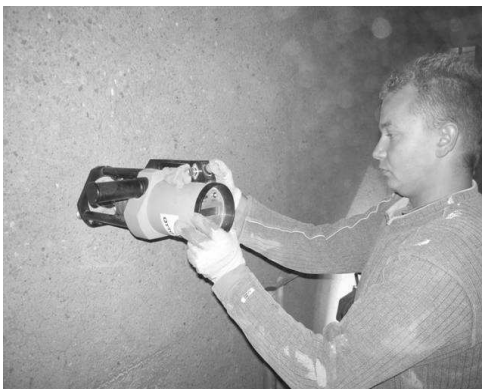
a)



b)



c)



d)



Fot. 3a), b), c), d) Sprawdzenie wytrzymałości betonu na odrywanie metodą PULL-OFF

Photo 3a), b), c), d) Checking the endurance of the concrete on tearing off the method PULL-OFF

- 3) naniesienie zaprawy przez zastosowanie metody nieciągnięgo strumienia w odmianie mokrej podawania mieszanki. Do utrzymania równomiernego współczynnika w/c stosowano stałą, określoną w recepturze ilość wody zarobowej. Po wstępnym mieszaniu w agregatach mieszająco-pompujących, np. typu MTEC M300, do zapraw droбноziarnistych, w czasie nie krótszym niż 5 minut, następuje pneumatyczny transport mieszanki do wnętrza komory. Zaprawę natryskową z dodatkiem mikrokrzemionki naniesiono jednowarstwowo do kilku centymetrów o grubości: na płycie dennej zastosowano warstwę o grubości 20 mm, na powierzchni ścian i sufitu o grubości 10 mm (fot. 4a), b)). Warstwę natrysku pozostawiono bez obróbki w stanie surowym jako podłoże pod natrysk drobnego betonu natryskowego KERASAL MRM 02 [1];
- 4) wykonanie wykończeniowego betonu natryskowego KERASAL MRM 02 wg [1];

a)



b)



Fot. 4a) i b) Prace doszczelniające wewnętrznych powierzchni zbiornika żelbetowego

Photo 4a) and b) Works to seal up of the internal surfaces of the reinforced the concrete reservoir

- 5) prace wykończeniowe związane z ręcznym zacieraniem i wygładzaniem powierzchni ścian (fot. 5a, b)) oraz mechanicznym wygładzaniem płyty dennej komory zbiornika (fot. 6). Powierzchnia płyty stropowej wykonana została na wzór stalaktytów, aby umożliwić lepsze skraplanie wody (fot. 7a, b)).

a)



b)



Fot. 5a), b) Prace wykończeniowe. Ręczne zacieranie i wygładzanie powierzchni ścian komory zbiornika

Photo 5a), b) Finishing works. The hand effacing and polishing the surface of walls chamber of the reservoir





Fot. 6. Prace wykończeniowe. Mechaniczne zacieranie i wygładzanie powierzchni płyty dennej komory zbiornika

Photo 6. Finishing works. The mechanical effacing and polishing the surface of the plate of the demersal chamber of the reservoir

a)



b)

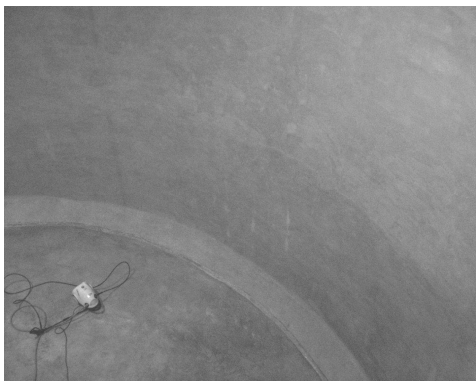


Fot. 7a), b) Stan płyty stropowej po przeprowadzonej modernizacji z zastosowaniem systemu KERESAL®

Photo 7a), b) The condition of ceiling plate after conducted modernization near the use of the system KERESAL®

Na fotografiach 8a) i b) przedstawiono finalny gładki stan wykończenia ścian zbiornika uzyskany w wyniku ręcznego zacierania natrysku betonu z dodatkiem mikrokrzemionki.

a)



b)



Fot. 8a), b) Stan ścian i płyty dennej zbiornika po modernizacji

Photo 8a), b) The condition of walls and the demersal plate of the reservoir after the modernization

#### 4. Zapewnienie wymaganej jakości prac remontowych

##### 4.1. Wymagania w zakresie zapewnienia należytej jakości prac naprawczych

Zbiorniki na wodę czystą, a szczególnie na wodę do picia cechują szczególne wymogi związane z zapewnieniem jakości. W spełnieniu tych wymogów, gwarantujących możliwość użytkowania oraz trwałości obiektu pod względem konstrukcyjnym, nieodzowne jest zapewnienie odpowiedniej jakości dotyczącej zarówno produktów budowlanych wykorzystywanych podczas naprawy, jak i samego wykonania prac budowlanych. Odnosi się to w szczególnym stopniu do budowli, które związane są z zaopatrywaniem w wodę do picia. Wymogi stawiane naprawom tego typu budowli są bardzo wysokie, a dotyczą przede wszystkim zawodowych kwalifikacji wszystkich pracowników, a także higienicznie nienagannego wykonania prac oraz starannego doboru odpowiednich materiałów, które stanowiły wierzchnie warstwy wnętrza zbiornika. Podczas prowadzenia remontowych prac budowlanych prawej komory zbiornika na wodę do picia w Raciborzu zapewniono możliwość przeprowadzenia kontroli dotyczącej przestrzegania obowiązujących zasad materiałowo-technologicznych i wykonawczych [1].

Wszystkie wymagania i zalecenia, które zostały uwzględnione na etapie projektu [1, 5] były spełnione także na etapie realizacji prac remontowych [6–13, 17]. Zgodnie z wymaganiami zawartymi w odpowiednich przepisach technicznych istotnym zagadnieniem jest zapewnienie m.in. higienicznych wymagań stawianych materiałom cementowym stosowanym w zbiornikach wody pitnej [14–16, 18]. Natomiast eksploatacja zbiorników, utrzymanie ich w dobrym stanie technicznym wiąże się ze spełnieniem kolejnych przepisów i wytycznych w zakresie m.in. stosowania środków eliminujących rozrost mikroorganizmów na materiałach w strefie oddziaływania wody pitnej [14, 16, 18].

#### 4.2. Certyfikacja wykonawcy prowadzącego remont obiektu

Zgodnie z niemiecką normą DIN 2000 zarówno eksploatacja, jak i naprawa obiektów zaopatrujących w wodę pitną, powinna być prowadzona wyłącznie przez firmy specjalistyczne o udokumentowanych kwalifikacjach oraz zdobytych doświadczeniach realizacyjnych. Szczegółowe wymagania stawiane firmom podejmującym się prowadzenia prac remontowych zbiorników wody pitnej są zawarte w karcie technicznej DVGW W 316-1 [19]. Remont budowli opisany w artykule wykonała Firma K&K HYDROBUD Sp. z o.o. [20], która posiada wymaganą certyfikację oraz liczne doświadczenia realizacyjne uzyskane na rynku niemieckim. Na każdym etapie prowadzonych prac remontowych przedmiotowego zbiornika były zaplanowane i realizowane kontrole, każdorazowo po oczyszczeniu wewnętrznych powierzchni obiektu, po zastosowaniu natrysku, podczas nanoszenia powłok oraz przy odbiorze przeprowadzono m.in. kontrole przyczepności powłok oraz wytrzymałości betonu. Szczególnie istotna była kontrola całkowitej porowatości przeprowadzana na odwiertach, która to porowatość osiągała mniej niż 10% i była mniejsza od dopuszczalnej max wartości 12% objętości wg DVGW W 316-1 [19].

#### 4.3. Weryfikacja dopuszczenia stosowanych materiałów.

Zastosowane materiały budowlane w kontakcie z wodą przeznaczoną do spożycia nie mogą mieć negatywnego pośredniego lub bezpośredniego wpływu na zdrowie. Materiały te nie mają również wpływu na zmianę zapachu ani smaku wody pitnej, a także pod względem mikrobiologicznym nie oddziałują negatywnie na jakość wody pitnej oraz nie powodują rozmnażania bakterii. Zapisy w przepisach niemieckich, tj. w arkuszu DVGW W 300 [13], po raz pierwszy uściślają reguły, które definiują zarówno właściwości materiałów budowlanych znajdujących zastosowanie w poszczególnych warstwach zbiorników, jak również ich obróbkę oraz określają minimalne wymagania dotyczące poszczególnych materiałów.

### 5. Podsumowanie

Prezentowany wkraczający na polski rynek budowlany system stosowany do naprawy i wzmocnienia wewnętrznych, betonowych powierzchni żelbetonowych zbiorników na wodę do picia [1]. Jest on oparty na zastosowaniu ekologicznej i nowoczesnej technologii na bazie mikrokrzemionki, tj. materiału nieorganicznego. Został on opracowany w Niemczech i skutecznie ze spodziewanym, przewidywanym poziomem jakości wdrożony od blisko 17 lat. Aktualnie system naprawczy KERASAL<sup>®</sup> nabyła polska firma [1]. W naszym kraju znajduje się znaczna liczba starych zbiorników na wodę do picia wymagających pilnych remontów. System ten dopiero jest wprowadzany na polski rynek, co wiąże się z daleko posuniętą ostrożnością przez właścicieli obiektów w zakresie podejmowanych decyzji o jego stosowaniu. Prowadzone doraźne naprawy zbiorników z wykorzystaniem materiałów powłokowych, organicznych na bazie PCC [2, 3] kończą się niepowodzeniem już po kilku latach eksploatacji, stawiając właścicieli przed koniecznością ponownej kosztownej naprawy. Natomiast przedstawiony skuteczny system naprawy, gwarantuje przedłużenie eksploatacji zbiorników na wodę pitną co najmniej o kolejne kilkadziesiąt lat.

## Literatura

- [1] Remonty zbiorników wody pitnej. Technologia KERASAL<sup>®</sup>. Zaprawy Techniczne dla budowli inżynierskich. Przegląd produktów. Materiały promocyjne Firmy HUF Gard POLSKA Sp. z o.o., 2009, [www.hufgard.pl](http://www.hufgard.pl).
- [2] Olszewski Z., Stankiewicz S., *Remont zbiornika wody pitnej za pomocą zaprawy natryskowej KERASAL<sup>®</sup>*, Materiały Budowlane, nr 4/2009, Warszawa.
- [3] Traczewska T.M., Sitarska M., *Aspekty mikrobiologiczne stosowania materiałów polimerowych w systemach dystrybucji wody*, Instal, nr 4/2009, Warszawa, [www.informacijainstal.com.pl](http://www.informacijainstal.com.pl).
- [4] Biliński W., Piszczek K., *Remont zbiorników wody pitnej WARPIE wraz z przebudową instalacji wewnętrznych i rozbudową sieci zewnętrznych: wodociągowej, kanalizacji deszczowej i elektrycznej-oświetleniowej, budową 4 nowych komór zasuw wraz z wyposażeniem na rurociągach zasilających oraz zagospodarowaniem terenu z komunikacją wewnętrzną i miejscami postojowymi*, oprac. projektu budowlanego oraz wykonawczego w zakresie branży konstrukcyjnej dla MPWiK w Jaworznie, luty 2008, Kraków.
- [5] Biliński W., Piszczek K., *Ekspertyza konstrukcyjno-budowlana wraz z projektem budowlanym modernizacji jednej komory żelbetowego dwukomorowego zbiornika na wodę czystą „Lipki”, zlokalizowanego w Raciborzu*, lipiec 2009, Kraków.
- [6] PN-EN 1508:2002 Zaopatrzenie w wodę. Wymagania dotyczące systemów i ich części składowych przeznaczonych do gromadzenia wody.
- [7] PN-EN 14487-1:2007 Beton natryskowy. Część 1: Definicje, wymagania i zgodność.
- [8] PN-EN 14487-2: 2007 Beton natryskowy. Część 2: Wykonywanie.
- [9] PN-EN 206-1. Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [10] DIN 18551 Spritzbeton. Teil 1: Begriffe, Festlegungen und Konformität. (Beton natryskowy. Część 1: Definicje, wymagania i zgodność).
- [11] DIN 18551 Spritzbeton. Teil 2: Ausführung. (Beton natryskowy. Część 2: Wykonywanie).
- [12] DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton Und Spannbeton. Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung Und Konformität. Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1. (Powierzchnie nośne z betonu, żelbetu i betonu sprężonego. Części 2: Beton – ustalenie właściwości, wykonanie i zgodność. Reguły zastosowane w normie w DIN EN 206-1).
- [13] DVGW W 300:2005-06 Technische regel Arbeitsblatt W 300. Wasserspeicherung – Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von Wasserbehältern in der Trinkwasserversorgung. (DVGW W 300 Karta robocza W 300. Gromadzenie wody – Projektowanie, budowa, użytkowanie i utrzymanie zbiorników wody).
- [14] DVGW W 312:1993-11 Technische Regel. Wasserbehälter – Massnahmen zur Instandhaltung. (Środki do utrzymania w dobrym stanie zbiorników wodnych).
- [15] DVGW W 347:2006-05 Technische Regel. Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich – Prüfung Und Bewertung. (Higieniczne wymagania stawiane materiałom cementowym w zakresie wody pitnej – sprawdzanie i ocena).

- [16] DVGW W 270:2007-11. Technische Regel. Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich – Prüfung Und Bewertung. (Karta techniczna. Rozrost mikroorganizmów na materiałach w strefie oddziaływania wody pitnej – sprawdzanie i ocena).
- [17] Wytyczne DAfStb (Deutscher Ausschuss für Stahlbeton). Ochrona i naprawa betonowych elementów konstrukcyjnych. Wytyczne w sprawie napraw. Załączniki 2.3/11 i 2.3/24 E. Część 2: Wyroby budowlane i zastosowanie 10.2001 i poprawka: 12.2005.
- [18] KTW – Leitlinie. Bekanntmachung: 2005-11-18. Leitlinie für hygienische Beurteilung von organischen Materialien im Kontakt mit Trinkwasser. (Wymagania techniczne i kryteria oceny wyrobu. Ogłoszenie: 2005-11-18. Linia wytyczna dla higienicznej oceny materiałów organicznych w kontakcie z wodą pitną).
- [19] DVGW W 316-1: 2004-03. Technische Regel. Instandsetzung von Trinkwasserbehältern – Qualifikationskriterien für Fachunternehmen. (Karta techniczna. Naprawa zbiorników na wodę pitną – kryteria kwalifikacji dla specjalistycznych przedsiębiorców).
- [20] Polska firma wykonawcza K&K HYDROBUD Sp. z o.o. z Kędzierzyna-Koźła, realizująca naprawy zbiorników na wodę pitną w systemie KERASAL<sup>®</sup>, [www.kk-hydrobud.eu](http://www.kk-hydrobud.eu)