

Porównanie metod renowacji studzienek kanalizacyjnych

Dr inż. Jacek Mądrowski, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
mgr inż. Dawid Borkowski, Wodociągi Kościańskie sp. z o. o.

1. Wprowadzenie

Beton w konstrukcji musi charakteryzować się trwałością, czyli zachowaniem właściwości w założonych warunkach środowiska, przy minimalnych nakładach na konserwację, przez zaprojektowany okres eksploatacji. Zgodnie z normą PN-EN 206:2014 warunki środowiska określa się za pomocą tzw. klas ekspozycji, a założony okres trwałości konstrukcji wynosi 50 lat. W okresie użytkowania konstrukcje betonowe narażone są na działanie wielu czynników środowiskowych powodujących degradację betonu. Proces niszczenia betonu w wyniku oddziaływania środowiska definiuje się jako korozję. Wyróżnia się dwa rodzaje korozji betonu: wewnętrzną i zewnętrzną. Przyczyną korozji wewnętrznej mogą być składniki, z jakich wykonano beton (głównie alkalia obecne w cemencie lub domieszkach, a także zbyt duża zawartość gipsu CaSO_4). Korozja zewnętrzna zachodzi pod działaniem niekorzystnych czynników zewnętrznych.

2. Agresywne środowisko panujące w kanalizacji

Studzienki i komory kanalizacyjne stanowią integralną część systemu kanalizacyjnego i podobnie jak kanały ulegają uszkodzeniom. Najczęściej występującym zjawiskiem, jakie obserwuje się w studzienkach kanalizacyjnych jest korozja wżerowa. Materiały konstrukcyjne studzienek kanalizacyjnych są narażone na destrukcyjne działania. Czynniki agresywne mogą występować od zewnątrz układu – np. wody gruntowe, od wewnątrz – związki chemiczne oraz mechaniczne oddziaływanie przepływu ścieków.

Studzienki betonowe wykazujące korozję ścian betonowych, ubytki w połączeniach kręgów, uszkodzone spoczniki i kinyty dolne, brak stopni zjazdowych – wymagają renowacji. Liczba studzienek kanalizacyjnych, które wymagają natychmiastowej naprawy, ciągle wzrasta. Nieszczelności w systemach kanalizacyjnych prowadzą do infiltracji wód gruntowych, a te dodatkowo obciążają oczyszczalnie ścieków. Natomiast eksfiltracja ścieków do gruntu powoduje zagrożenie dla wód gruntowych. Największą przyczyną uszkodzeń, jakie spotykamy w studzienkach kanalizacyjnych, jest agresywność ścieków. Najnowsze konstrukcje betonowe oraz systemy zapraw, które stosuje się do budowy studzienek i systemów rurowych, są odporne na środowisko kwaśne do wartości pH nie mniejszej niż 5. Poniżej tej granicy konieczna jest dodatkowa ochrona.

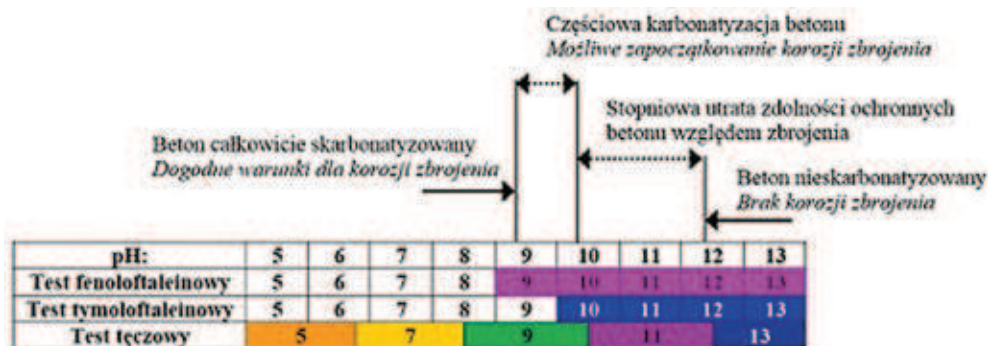
Obniżenie wartości pH =5 do pH =4 oznacza już 10-krotne zwiększenie agresji środowiska kwaśnego.

Lokalizacja terenowa, czyli usytuowanie studzienek w stosunku do obiektów, z których odprowadzane są ścieki do kanalizacji, ma również wpływ na zjawiska korozyjne zachodzące w kolektorach kanalizacyjnych. Ten podział zawierać będzie również informacje dotyczące odległości studzienek od budynków komunalno-mieszkaniowych, budynków typowo gospodarczych zajmujących się produkcją przemysłową lub rolną, pompowni czy oczyszczalni ścieków.

W procesie rozkładu zawiesiny ścieków przez bakterie następuje wydzielanie siarkowodoru (H_2S), który bardzo łatwo uwadnia się, dalej jest wykorzystywany przez bakterie i wydzielany w postaci kwasu siarkowego. Korozja siarczanowa jest jedną z najgroźniejszych korozji występujących w trakcie cyklu życia konstrukcji betonowej. Korozja ta występuje najczęściej w konstrukcjach narażonych na działanie wód gruntowych, ścieków lub wody morskiej. Siarczany w wodzie gruntowej są zazwyczaj pochodzenia naturalnego, ale ich źródłem mogą być również nawozy sztuczne i ścieki przemysłowe. Do skutków fizycznych agresji siarczanowej należy zaliczyć ekspansję, spękania, łuszczenie czy spadek wytrzymałości, a w przypadku silnej korozji może dojść nawet do całkowitej destrukcji betonu w konstrukcji. Korozja siarczanowa szczególnie gwałtownie przebiega w grawitacyjnych kanałach ściekowych położonych poniżej przewodów ciśnieniowych. Powodem jest zanikanie tlenu w ściekach, powstają w ten sposób warunki atoksyczne – tlen nie jest dostępny dla mikroorganizmów w postaci rozpuszczonego gazu, występuje w azotanach i w siarczynach. Dopóki dostępne są azoty, to azot zostaje zredukowany przez bakterie, a nie siarka. Natomiast bakterie z grupy *Thiobacillus* utleniają tę siarkę do kwasu siarkowego. Według Madryasa [1] działanie korozyjne siarczanów polega na reakcji wodorotlenku wapnia z siarczanami, w wyniku czego powstaje ekspansywny gips. Gips może dalej reagować z związkami glinu, prowadząc do dalszego wzrostu substancji ekspansywnych, a w konsekwencji prowadzić do mikropęknięć betonu.

3. Diagnostyka stanu technicznego studzienek kanalizacyjnych

Wykonując prace na działającym kolektorze kanalizacyjnym, należy zachować szczególne zasady bezpieczeństwa. Po otwarciu pokrywy włazowej należy wykonać pomiar stężenia



Rys. 1. Określenia pH betonu według Mazurkiewicz [2]



Rys. 2. Badanie za pomocą młotka Schmidta (materiały z instrukcji)



Rys. 3. Badanie przyczepności metodą pull-off (fot. D. Borkowski)

siarkowodoru. Przy ocenie zagrożenia na stanowisku pracy należy sprawdzać, czy nie przekraczane są dopuszczalne stężenia. Zdefiniowane są trzy rodzaje stężeń: *NDS*, *NDSch* i *NDSP*. Dla siarkowodoru *NDS* wynosi 10 mg/m³ (7 ppm = 0,0007%), a *NDSch* 20 mg/m³ (14 ppm = 0,0014%). Niestety, nie określono dla siarko-

wodoru *NDSP*. Przy stężeniach 60–70 mg/m³ działa drażniąco na oczy, 140–210 mg/m³ – po paru godzinach występuje zatrucie, przebywanie w stężeniu powyżej 700 mg/m³ grozi ciężkim zatruciem, a nawet śmiercią.

4. Określenie odczynu pH powierzchni betonu

Najdokładniejszym z dostępnych obecnie testów wskaźnikowych jest test tęczowy (kompozycja płynów wskaźnikowych – preparat Rainbow – test do betonu), który pozwala ocenić zasięg (głębokość) i intensywność (profil) procesu karbonatyzacji, dzięki przebarwianiu się na różne kolory w zakresie od pH = 5 do pH = 13.

5. Badanie nieniszczące betonu

Badania betonu w konstrukcjach za pomocą młotka Schmidta typu N określa norma PN-EN 12504–2:2002, do której odnosi się instrukcja ITB. Badanie pozwala określić wytrzymałość betonu na ściskanie.

Badanie przyczepności metodą pull-off – pomiar wytrzymałości betonu na odrywanie/rozciąganie. Norma PN-EN 1542: Wyroby i systemy do ochrony i naprawy konstrukcji betonowych – Metody badań – Pomiary przyczepności przez odrywanie.

6. Sposoby renowacji studzienek

Celem pracy było określenie wpływu środowiska agresywnego panującego w studzienkach na stan betonowych studzienek kanalizacyjnych za pomocą badań nieniszczących oraz określeniu stopnia (głębokości korozji betonu). Studzienki w zależności od głębokości badano w kilku strefach: strefa przy władzie, strefa przy kinecie i w zależności od głębokości w strefie środkowej.

Badaniom terenowym poddane zostały studzienki kanalizacyjne usytuowane na terenie miasta Kościan. Studzienki wytypowano losowo z wybranych odcinków kanalizacji. Ze względu na ich usytuowanie dobór studzienek do badań uwzględniał zarówno warunki terenowe, jak i sąsiedztwo obiektów o różnicowanym sposobie użytkowania (produkcja przemysłowa, produkcja rolna, mieszkalnictwo itp.), a także ich lokalizację pod względem położenia w układzie kanalizacji (studnie rozprężne, przed i za pompownią, przed terenem oczyszczalni i na nim). Wytypowano do badań studzienki w liczbie minimum 3 sztuki na danej ulicy. Całkowita liczba badanych studzienek nie przekroczyła 60 sztuk. Studzienki w badanych kolektorach wykonane były w latach 60., 70. i 80. XX w. i od tego czasu nie podlegały szczegółowej kontroli jakościowej.

Wyniki badań wytypowanych studzienek kanalizacyjnych na terenie miasta Kościan potwierdziły zły stan techniczny. Wytrzymałości betonowych kręgów różniły się w zależności od ich usytuowania. Wyższą wytrzymałością charakteryzowały się elementy bliżej dna, najniższe były zwężki. Uzyskane wyniki wytrzymałości na ściskanie, obliczone zgodnie z instrukcją ITB wyniosły średnio: 5 MPa dla dna oraz 1,5 MPa dla zwężki studzienek. Wytrzymałość na odrywanie potwierdziła zmienność zależną od odległości od dna studzienki. Przy dnie wartości wytrzymałości na odrywanie wynoszą 0,2 do 0,4 MPa, w części zwężki 0 do 0,2 MPa. Stężenie siarkowodoru w badanych studzienkach wynosiło od 5 do 14 ppm i było związane z lokalizacją studzienki w długości kolektora. Stopień destrukcji betonowych elementów jest wprost proporcjonalny do stężenia siarkowodoru.

Kanalizacja wykonana z tych elementów wykazuje bardzo słabą wytrzymałość na ściskanie i odrywanie.

Na podstawie przeprowadzonych badań betonu wewnątrz studzienek określono wytyczne co do sposobu renowacji i zabezpieczenia powierzchni wewnętrznych.

Wybór systemu naprawczego wymaga analizy występujących uszkodzeń, czynników korozyjnych oraz właściwości materiałów do naprawy i ochrony konstrukcji betonowych. Na podstawie wyników badań określono wytyczne co do sposobu renowacji i zabezpieczenia powierzchni wewnętrznych studzienek. Normy europejskie grupy PN-EN 1504, od PN-EN 1504-1 do 1504-10 pod wspólnym tytułem „Wyroby i systemy do naprawy i ochrony konstrukcji betonowych” pokazują różne możliwości napraw, jednak nie narzucają konkretnych rozwiązań.

Zewnętrzne zabezpieczenie betonów można wykonać, stosując:

- żywice epoksydowe,
- żywice poliuretanowe,
- powłoki bitumiczne,
- polimoczniki,
- zaprawy specjalne,
- cienkopowłokowe panele.

Renowacja studzienek o wysokim stopniu korozji oraz niskich wartościach wytrzymałości mechanicznych wiąże się z wyborem metod naprawczych podnoszących właściwości wzmacniające. Takimi technologiami są: wykorzystanie wkładów GRP, laminowanie ręczne lub natrysk polimocznikiem.

7. Wkłady GRP

Zakres naprawy studzienek jest uzależniony od stopnia jej degradacji. Od uszkodzonych stopni wiazowych, ubytków w kinetach, przecieków wód gruntowych, pęknięć – wszystko to musi być trwale naprawione i uszczelnione.

Wkładami GRP wykłada się całe ściany odnawianego obiektu (rys. 4). Wykonane są z włókna szklanego i żywicy poliestrowej. Jest to wykładzina bardzo odporna na działanie szkodliwych gazów. Pierwszym etapem naprawy jest wyczyszczenie studni wysokim ciśnieniem przy 300 barach, w ten sposób ściągana jest warstwa starego betonu o grubości około 5–10 mm. Uzyskujemy w ten sposób dostęp do czystego i nośnego podłoża gwarantującego mocne i trwałe zespolenie z powłokami renowacyjnymi. Przestrzeń pomiędzy wykładziną a ścianą studni musi być wypełniona zaprawą iniekcyjną o wysokiej wytrzymałości na ściskanie, min. 20 MPa wg PN-EN 206-1:2003/A2:2006. Ostatnim etapem jest założenie nowych stopni wiazowych.

8. Powłoki z polimocznika

Polimoczniki według Banera to 2-składnikowe, szybko utwardzalne systemy żywiczne, mające właściwości elastomerów. Pomimo że są oparte na technologii poliuretanów, znacząco różnią się od nich właściwościami fizycznymi i aplikacyjnymi, co w swojej pracy przedstawił Banera [3].

Polimoczniki dostarczane są na miejsce aplikacji w postaci cieklej żywic i dopiero na miejscu za pomocą agregatu natryskowego są mieszane i nakładane na daną powierzchnię. Dzięki



Rys. 4. Wkłady GRP (fot. D. Borkowski)



Rys. 5. Studzienka po renowacji polimocznikiem (fot. D. Borkowski)

początkowej postaci cieklej izolacji polimocznikowej możliwe jest jej wykonanie bez łączeń czy zgrzewów, które są szczególnie krytycznymi miejscami w innych technologiach izolacyjnych. Szybki czas reakcji pozwala nakładać grube warstwy, 1–2 mm w pojedynczym przejściu nawet na ścianie pionowej! Pozwala to zachować bardzo dobrą kontrolę grubości nakładanej warstwy. Ze względu na krótki czas reakcji polimoczniki można nakładać tylko specjalistycznymi urządzeniami. Składniki A i B są mieszane w pistolecie w sposób dynamiczny i w postaci strumienia pod ciśnieniem około 160–180 barów kierowane są bezpośrednio na obiekt natryskiwany.

Polimoczniki są nakładane na gorąco w temperaturze 60–80°C (do takiej temperatury są podgrzewane składniki A i B). Proces nakładania polimoczników dla laika wygląda podobnie jak malowanie agregatem natryskowym, jednakże powłoka polimocznikowa różni się diametralnie od powłoki malarskiej. Polimoczniki nie zawierają lotnych składników, dlatego grubość warstwy mokrej jest równa grubości warstwy suchej. Pojedyncza warstwa natryśniętego polimocznika wynosi 1,5–3 mm co różni ją istotnie od grubości powłok lakierniczych, które mają ok 0,1–0,3 mm. Szybki proces utwardzania powoduje, że polimoczniki mogą być użytkowane w ciągu kilkunastu minut od nałożenia.

9. Podsumowanie

- Wyniki badań metodą młotka Schmidta typu N oraz przyczepności metodą pull-off są ze sobą silnie skorelowane i można stosować je zamiennie.
- Stopień korozji w studzienkach kanalizacyjnych jest największy w odcinkach zwężki wiazowej.
- Metodę naprawy należy dobrać stosownie do stanu technicznego betonowych studzienek.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Madryas C., Kolonko A., Wysocki L., Konstrukcje przewodów kanalizacyjnych, Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 2002
- [2] Mazurkiewicz K., Pawlak T., Technologia Wody. Bezwykopowa odnowa studzienek kanalizacyjnych, 2014
- [3] Banera J., Maj M., Ubysz A., Powłoki polimocznikowe w budownictwie, DTP: D-CONCEPT, Grupa MD, Poznań, 2017
- [4] PN-EN 206-1:2003: Beton – część I: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- [5] PN-82/B-01801: Antykorozyjne zabezpieczenia w budownictwie. Konstrukcje betonowe i żelbetowe. Podstawowe zasady projektowania