

Beata NIENARTOWICZ*

OCENA STANU TECHNICZNEGO LINIOWYCH OBIEKTÓW INFRASTRUKTURY PODZIEMNEJ MIAST – WYBRANE ZAGADNIENIA

W niniejszej pracy przeanalizowano wybrane zagadnienia związane z oceną stanu technicznego obiektów infrastruktury podziemnej miast – rurociągów i kanałów ściekowych. Omówienie ogólnych zasad prowadzenia takich badań uzupełniono przykładem oceny stanu technicznego betonowego kolektora ogólnospławnego. Zaprezentowano przedmiotowe badania, których wyniki decydują o konieczności przeprowadzenia renowacji w wymaganym zakresie, a także dostarczają istotnych informacji o możliwości zastosowania określonych technologii renowacji.

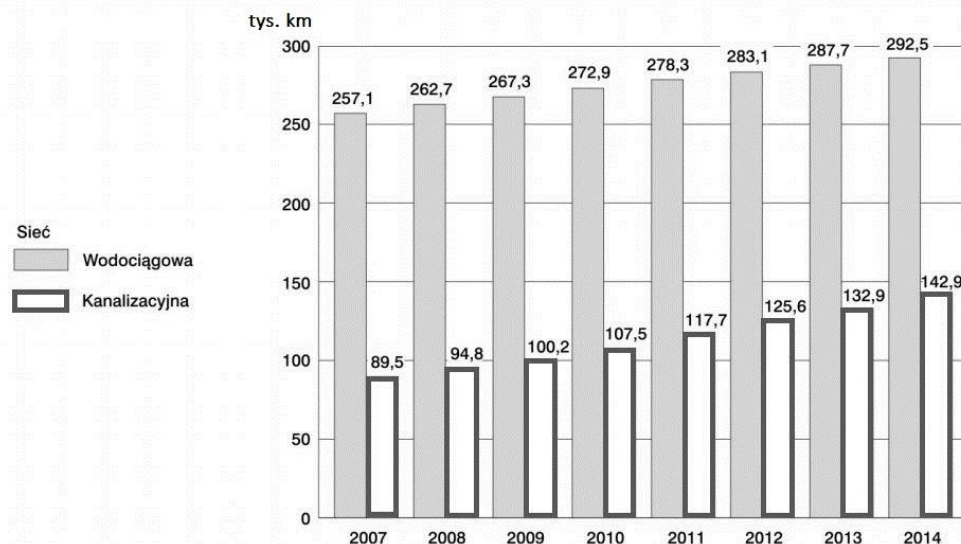
1. WPROWADZENIE

Inwestycje związane z utrzymaniem i rozwojem gospodarki wodno-ściekowej wiążą się zawsze ze znacznymi nakładami finansowymi. Jedynie w latach 2007–2014 w Polsce zostało wybudowanych 53,4 tys. km nowych sieci kanalizacyjnych (rys. 1). W dużych miastach zarządcy sieci stale borykają się z problemami złego stanu technicznego rurociągów/kanałów już istniejących, wymagających często wzmocnienia konstrukcyjnego, uszczelniania, częściowej renowacji lub nawet pełnej wymiany konstrukcji. Wszelkie wysiłki podejmowane w celu doskonalenia bezwypokopowych technologii budowy i renowacji obiektów infrastruktury podziemnej miast są czynione od lat. Dynamiczny rozwój i znaczący wzrost zastosowań wspomnianych technologii na terenie naszego kraju związany był początkowo z faktem wejścia Polski do Unii Europejskiej i koniecznością wypełnienia złożonych w tym zakresie zobowiązań. Koncepcja zapew-

* Politechnika Wroclawska, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego, Katedra Mechaniki Budowli i Inżynierii Miejskiej, Wybrzeże Stanisława Wyspiańskiego 27, 50–370 Wrocław, beata.nienartowicz@pwr.edu.pl.

nienia oczyszczania całości ścieków bytowo-gospodarczych wymagała podjęcia działań na szeroką skalę w zakresie budowy nowej i rewitalizacji istniejącej podziemnej infrastruktury transportującej ścieki, jak również budowy licznych obiektów naziemnych związanych ściśle z procesem ich oczyszczania. Efekty tych działań, podnoszące znacząco standard życia mieszkańców, są jednak i będą pożądane także po zakończeniu realizacji programów unijnych.

DLUGOŚĆ SIECI INFRASTRUKTURY WODOCIĄGOWEJ I KANALIZACYJNEJ W LATACH 2007–2014



Rys. 1. Wzrost sumarycznej długości sieci kanalizacyjnej i wodociągowej na terenie Polski w latach 2007–2014 [3]

2. STAN TECHNICZNY PRZEWODÓW KANALIZACYJNYCH

2.1. UWAGI OGÓLNE

Wyniki wieloletnich badań prowadzonych przez pracowników Katedry Mechaniki Budowli i Inżynierii Miejskiej Politechniki Wrocławskiej pozwalają określić podstawowe i najczęściej występujące przyczyny powstawania korozji i uszkodzeń przewodów kanalizacyjnych w polskich miastach [7]. Analiza wyników wykazuje, że ze względu na wiek i związany z nim naturalny proces starzenia oraz niekorzystne zmiany obciążeń mechanicznych, hydraulicznych, chemicznych i biologicznych, pełnej rekonstrukcji wymagają obecnie najczęściej kolektory ceglane i betonowe.

Oddziaływania chemiczne, będące najczęstszą przyczyną postępującej degradacji stanu technicznego konstrukcji wspomnianych typów przewodów, mogą występować zarówno od strony zewnętrznej (wody podziemne i grunt), jak i od strony wewnętrznej obiektu. Ścieki bytowo-gospodarcze są wodami silnie zanieczyszczonymi, znajdują się w nich pewne ilości chlorków, azotanów, siarczanów, siarczków, węglanu sodowego, detergentów, tłuszczu oraz duża ilość substancji organicznych. Typowe ścieki bytowo-gospodarcze cechują się: odczynem pH od 6,5 do 7,0; zawartością siarczanów od 100 do 250 mg/l, chlorków 20 do 150 mg/l, a azotanów od 30 do 200 mg/l. Ich skład wykazuje stosunkowo słabą agresywność w stosunku do betonu, jednakże procesy gnilne, które powodują powstanie siarkowodoru i dwutlenku węgla, przyczyniają się wyniku dalszych procesów chemicznych do pojawienia siarczanów, powodujących biologiczną korozję betonu. Dodać należy, że obecność siarczanów stanowi podstawowe zagrożenie korozyjne w przewodach kanalizacyjnych murowanych na zaprawie cementowej lub wykonanych z betonu [5].

Częstą przyczyną uszkodzeń przewodów kanalizacyjnych są także błędy wykonawcze, do których można zaliczyć m. in.:

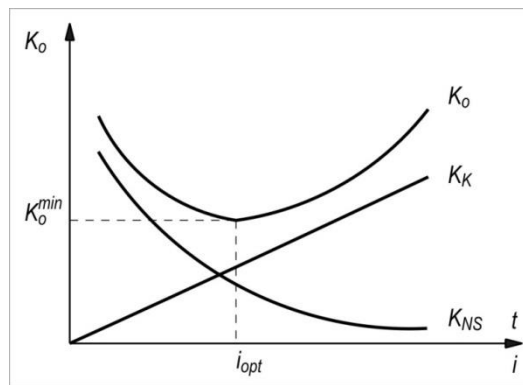
- niestaranne przygotowanie podłoża,
- niewłaściwe odwadnianie wykopu podczas wykonywania prac,
- stosowanie niezgodnego z projektem zabezpieczania ścian wykopu i ich usuwania,
- wykonanie wykopu o geometrii niezgodnej z projektem,
- nieprawidłowy montaż uszczelki, w tym stosowanie nieodpowiedniego smaru do uszczelki,
- niestosowanie króćców przy studzienkach,
- stosowanie w kanałach narażonych na korozję siarczanową wyrobów produkowanych na cemencie nie spełniającym wymagań dla cementu siarczanoodpornego, a zwłaszcza wyrobów produkowanych na cemencie szybko-sprawnym [5].

Podstawowym celem dla jakiego prowadzi się badania stanu technicznego kanałów jest wykrycie i określenie lokalizacji ewentualnych zmian i uszkodzeń, powodujących ich nieprawidłową pracę, a w dalszej kolejności ustalenie i wyeliminowanie przyczyn ich zaistnienia oraz przywrócenie sprawności działania systemu.

Oceny stanu technicznego przewodu kanalizacyjnego dokonuje się poprzez rozpatrzenie trzech następujących kryteriów: ekologicznego, hydraulicznego i wytrzymałościowego [5]. Rozpoznanie nieszczelności rurociągu/kanału, której skutkiem staje się występowanie zjawiska eksfiltracji ścieków do gruntu lub infiltracji wód podziemnych do wnętrza przewodu jest podstawowym kryterium oceny stanu technicznego rurociągu pod względem ekologicznym. Systematyczne zanieczyszczanie gruntu i wód podziemnych będące skutkiem eksfiltracji ścieków lub długotrwała infiltracja wody podziemnej do wnętrza kanału i odprowadzanie jej wraz ze ściekami do oczyszczalni nie tylko wpływa niekorzystnie na środowisko naturalne, ale także przyczynia się do zwiększania

kosztów eksploatacji kanalizacji. Wynikające z drugiego kryterium – badania przepustowości przewodu pozwalają w prosty sposób ocenić jego hydrauliczną sprawność i ustalić czy spełnia ona oczekiwania eksploatatora sieci. Określenie nośności i trwałości budowli, czyli zdolności konstrukcji do przenoszenia obciążeń oraz ustalenie długości okresu, w którym zachowa ona odpowiednie własności użytkowe, stanowi zakres czynności koniecznych do sprawdzenia trzeciego ze wspomnianych kryteriów – wytrzymałościowego. W odniesieniu do przewodów sztywnych (betonowych, polimero-betonowych, murowanych lub kamionkowych) zakres wspomnianych czynności sprowadza się przede wszystkim do określenia aktualnej nośności przewodu (w oparciu o badania stanu technicznego uzupełnione pomiarami wartości parametrów wytrzymałościowych materiałów konstrukcyjnych). W przypadku przewodów podatnych, wykonanych z tworzyw sztucznych (termoplastów lub duroplastów) konieczna jest m.in. ocena deformacji przekroju poprzecznego oraz całościowa ocena stateczności konstrukcji.

Poza sytuacjami związanymi z doraźną obserwacją nieprawidłowości w funkcjonowaniu rurociągów/kanałów, kontrole stanu technicznego powinny być także prowadzone okresowo, w ramach programowej strategii eksploatacji systemu. Pomimo faktu, że regularne okresowe kontrole generują dodatkowe koszty w rozliczeniach długoterminowych mogą one istotnie obniżyć koszty eksploatacji związane z utrzymaniem sprawności sieci. Na rysunku 2 przedstawiono teoretyczną zależność pomiędzy krotnością kontroli a kosztami odnowy sieci [1].



Rys. 2. Zależność kosztów odnowy systemu od krotności kontroli: K_0 - koszt odnowy, K_K - koszt kontroli, K_{NS} - koszt niesprawnego działania systemu, i - krotność kontroli [1]

Wstępna identyfikacja i lokalizacja uszkodzeń implikuje zazwyczaj podjęcie działań konserwacyjnych lub, jeśli to konieczne, przeprowadzenie pełnej lub częściowej renowacji obiektu.

2.2 RENOWACJE RUROCIĄGÓW

Bezwykopowe metody renowacji sieci z zastosowaniem różnego typu linerów są obecnie bardzo rozpowszechnione, m.in. ze względu na ich liczne zalety związane np. z organizacją pracy i ograniczeniem utrudnień w ruchu lądowym. Specyfikacja wymagań technicznych przy zamówieniach tego typu wymaga określenia m.in. geometrii lineru oraz wyznaczenia jego minimalnej nośności. Sama inwentaryzacja wymiarów przekroju poprzecznego kanału zazwyczaj nie przysparza większych trudności, dobór odpowiedniej nośności lineru wymaga jednak przeprowadzenia precyzyjnych badań in situ. Przed rozpoczęciem obliczeń statyczno-wytrzymałościowych konieczne jest określenie rzeczywistego stanu technicznego istniejącego przewodu oraz szczegółowe rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych w jakich pracuje. Typowe postępowania obliczeniowe na poziomie analiz inżynierskich polegają na wyznaczeniu parametrów statyczno-wytrzymałościowych linerów, zgodnie z algorytmami opisanymi w ogólnie znanych wytycznych [2, 8].

Alternatywnym sposobem projektowania linerów do renowacji jest modelowanie komputerowe z wykorzystaniem Metody Elementów Skończonych (MES). Jej zastosowanie pozwala uzyskać zdecydowanie dokładniejsze wyniki, narzuca jednak konieczność spełnienia szeregu dodatkowych warunków, m.in. pozyskania pogłębionej wiedzy na temat stanu technicznego istniejącego obiektu, poznania dokładnego zakresu występujących w nim uszkodzeń i ich lokalizacji, określenia sprecyzowanych wartości parametrów ośrodka gruntowego i ich zmienności na długości obiektu, a także określenia dokładnych parametrów wytrzymałościowych wszystkich materiałów konstrukcyjnych. Kluczowe jest także odpowiednie doświadczenie w komputerowym modelowaniu konstrukcji złożonych, umieszczonych w gruncie. Wyniki otrzymywane na podstawie rzetelnie przeprowadzonych analiz MES są jednak bardzo precyzyjne i pozwalają na dobranie parametrów lineru bez konieczności przyjmowania znacznych zapasów nośności, co często zachodzi w przypadku korzystania z gotowych algorytmów obliczeniowych – w sytuacjach, gdy konieczne jest uzyskanie wzmocnienia konstrukcyjnego obiektu. Metoda Elementów Skończonych umożliwia także przeprowadzenie wiarygodnych obliczeń dla obiektów nietypowych, np. o skomplikowanym kształcie przekroju poprzecznego.

Zarówno wstępne badania stanu technicznego, konstrukcji przeznaczonej do renowacji, pozwalające na optymalne dobranie sposobu projektowania lineru do oczekiwań inwestora, jak również późniejsze badania uzupełniające, prowadzone w celu dopełnienia zbioru danych do projektowania, winny być zawsze wykonane z zachowaniem odpowiedniego toku postępowania, zgodnego z obecnym stanem wiedzy. Szczegółowe wytyczne dotyczące sposobu prowadzenia badań stanu technicznego obiektów infrastruktury podziemnej zawarto w publikacji [1], sporządzonej przez zespół pracowników Politechniki Wrocławskiej. Raport badawczy przygotowany w oparciu o wyniki badań

naukowych, wsparte ponad dwudziestoletnim doświadczeniem członków zespołu stanowi rzeczowe opracowanie zawierające zarówno część teoretyczną, dotyczącą możliwości badawczych oraz zaleceń ich stosowania jak również część praktyczną w postaci wytycznych prowadzenia czynności podczas wykonywania prac badawczych.

2.3. OCENA STANU TECHNICZNEGO OBIEKTU

Punktem wyjścia do podjęcia prac projektowych związanych z renowacją rurociągu/kanału jest zawsze inspekcja wizualna oraz badania uzupełniające, których zakres określa się niezależnie dla każdego przypadku i z odpowiednim uwzględnieniem faktu, że staranna ocena stanu technicznego konstrukcji jest elementem kluczowym i wpływającym bezpośrednio na końcowe powodzenie podejmowanej inwestycji.

Inspekcja wizualna, wzbogacona o odpowiedni komentarz i dokumentację foto-wideo, prowadzona powinna być bezpośrednio przez wykwalifikowanego pracownika lub z wykorzystaniem zdalnie sterowanych zestawów kamerowych. Zaznaczyć należy jak znaczącą rolę przy wykonywaniu inspekcji pełni operator sprzętu. Do jego zadań nie należy jedynie umiejętna obsługa sprzętu i dostosowanie jego parametrów do warunków inspekcji, ale także stworzenie pełnowartościowego raportu, co wymaga posiadania odpowiednich kompetencji. Niezbędne są tu dysponowanie wiedzą na temat uszkodzeń, przyczyn ich powstawania oraz umiejętność poprawnego ich opisu. Jeżeli w wyniku wstępnej wizualnej kontroli przewodu kanalizacyjnego stwierdzona zostanie jego częściowa lub całkowita niesprawność, kolejne kroki prowadzić powinny do ustalenia przyczyn jej powstania oraz jej znaczenia dla trwałości obiektu. Działania tego typu wymagają zazwyczaj zastosowania odpowiednich procedur diagnostycznych oraz specjalistycznego sprzętu badawczego. Badania wykonane bezpośrednio na obiekcie, często wymagają także laboratoryjnych badań uzupełniających w celu określenia parametrów materiałów konstrukcyjnych oraz stopnia degradacji konstrukcji spowodowanej korozją chemiczną i biologiczną.

Informacje zebrane podczas prowadzonych kontroli podziemnych obiektów trudno-dostępnych poddawane są szczegółowej analizie, która powinna uwzględniać różne aspekty funkcjonowania obiektu (kryterium ekologiczne, hydrauliczne i wytrzymałościowe). Opis stanu technicznego nie stanowi tylko ewidencji występujących w obiekcie uszkodzeń, lecz uzupełniany jest o szeroki zakres danych związanych z jego funkcjonowaniem i otoczeniem [5].

3. KOMPLEKSOWE BADANIA STANU TECHNICZNEGO KOLEKTORA KANALIZACJI OGÓLNOSPŁAWNEJ

3.1. UWAGI OGÓLNE

Przedmiot przeprowadzonych badań stanowił odcinek betonowego kanału kanalizacji ogólnospławnej o jajowym kształcie przekroju poprzecznego i wymiarach 1000/1500 mm. Celem opracowania było sporządzenie ekspertyzy stanu technicznego wyodrębnionego odcinka kanału znajdującego się pod torowiskiem kolejowym.

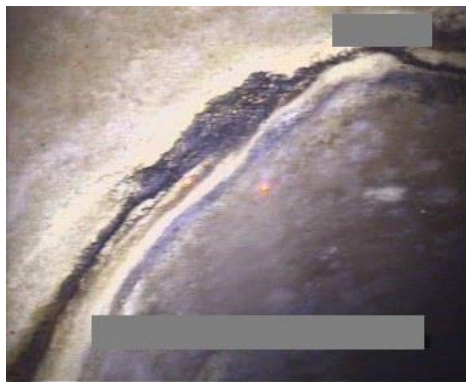
Po wykonaniu wstępnych oględzin obiektu ustalono następujący zakres badań:

- badania elementów konstrukcyjnych, w tym badanie wytrzymałości betonu na odrywanie,
- badanie składu chemicznego i struktury pobranych próbek konstrukcji kanału dla ustalenia zakresu korozji betonu, w tym głębokości karbonatyzacji,
- badania szczelności kolektora,
- wykonanie sprawdzających obliczeń statyczno-wytrzymałościowych,
- wskazanie zakresu i sposobu wykonania prac naprawczych.

3.2. INSPEKCJA WIZUALNA

Szczegółowy przegląd stanu technicznego kolektora wykonano z zastosowaniem ręcznego zestawu inspekcyjnego. W efekcie przeprowadzonych prac uzyskano zapis wideo wraz z raportem zawierającym uwagi odnotowane podczas wykonywania badań. W rezultacie przeprowadzonego przeglądu stwierdzono następujące uszkodzenia:

- powierzchniowa korozja betonu – spowodowana agresywną aktywnością ścieków – głównie korozja siarczanowa (o głębokości od 0,5 do 1,0 cm),
- nieszczelne złącza – zaobserwowano zjawisko infiltracji wód podziemnych do kolektora (poziom wód gruntowych znajduje się powyżej stropu kanału, występuje parcie hydrostatyczne wody),
- przesunięcia na połączeniach pomiędzy kolejnymi segmentami kolektora (o wartości od 1,0 cm do 2,5 cm, nie stanowiące zagrożenia w zakresie zmniejszenia parametrów statyczno-wytrzymałościowych),
- zamulenie występujące punktowo głównie w miejscach połączeń segmentów kolektora i występujących tam przesunięć, które powodują powstanie progów ułatwiających osadzanie się stałych części znajdujących się w ściekach.



Rys. 3. Uszkodzenia korozyjne betonu na nieszczelnym połączeniu



Rys. 4. Naciek na ścianie kanału spowodowany nieszczelnością



Rys. 5. Znaczna infiltracja spowodowana nieszczelnym złączeniem o widocznej inkrustracji zmniejszającej światło kanału



Rys. 6. Twardy osad odłożony na połączeniu

3.3. BADANIA WYTRZYMAŁOŚCI BETONU NA ROZCIĄGANIE

Badania wytrzymałości betonu na rozciąganie przeprowadzono zgodnie z PN-EN 1542. Zgodnie z wytycznymi dotyczącymi wymagań stawianych podłożu betonowemu, które warunkują możliwość wykonania nowoczesnych napraw powierzchniowych, np. w postaci materiałów typu PCC, w omawianym przypadku przyjęto konieczność spełnienia następujących warunków:

- średnia wartość wytrzymałości na odrywanie, określona w danym miejscu pomiarowym dla wszystkich wykonanych pomiarów (minimum 3 wyników) winna być nie niższa niż 1,5 MPa lub nie niższa niż wymagania producenta materiału,
- minimalna wartość pojedynczego pomiaru powinna wynosić nie najmniej niż 1,0 MPa lub nie niższa niż wymagania producenta materiału.



Rys. 7. Widok urządzenia wykorzystanego do pomiaru wytrzymałości betonu na rozciąganie (odrywanie)

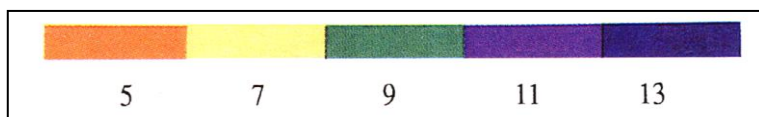


Rys. 8. Widok miejsca przeprowadzenia badania

Pomiary wytrzymałości betonu na rozciąganie przeprowadzono w 3 losowo wybranych punktach pomiarowych, zlokalizowanych na powierzchni ścian przewodu. Średnia wytrzymałość na odrywanie wyniosła 1,40 MPa.

3.4. OZNACZENIE WSPÓŁCZYNNIKA PH W PRZYPOWIERZCHNIOWEJ WARSTWIE BETONU

Wewnątrz badanego odcinka kanału dokonano oceny zasięgu procesu karbonatyzacji przypowierzchniowej warstwy betonu za pomocą „Rainbow-Testu”. Badanie to polega na wykonaniu aerozolowego natrysku badanej powierzchni betonu roztworem o odpowiedniej kompozycji odczynników chemicznych, identyfikujących poszczególne wartości współczynnika pH w zakresie od 5 do 13 (rys. 9). Odczyn pH równy 11, uznawany powszechnie za wartość graniczną, poniżej której obniża się naturalna zdolność betonu do pasywacji zbrojenia odpowiada zabarwieniu betonu na fioletowo. Przejście palety barw z koloru fioletowego na zielony (pH = 9) sygnalizuje spadek pH poniżej wartości uznawanej za potencjalne zagrożenie korozyjne zbrojenia.



Rys. 9. Rainbow-Test – skala kolorów

Przeprowadzone badania wykazały, że przypowierzchniowa warstwa betonu przed oczyszczeniem charakteryzuje się odczynem wyraźnie kwasowym, co przedstawiono na rysunku 10. Stwierdzone wartości pH zawierają się w przedziale od 4 do 6. Po oczyszczeniu powierzchniowej warstwy betonu (około 5 mm) warstwa betonu wykazała wartość współczynnika pH równą około 10 (rys. 11). Zestawienie wyników laboratoryjnych badań chemicznych betonu ścian kanału podano w tabeli 1.



Rys. 10. Pomiar wartości pH przed oczyszczeniem Rys. 11. Pomiar wartości pH po oczyszczeniu

Tabela 1. Wyniki laboratoryjnych badań chemicznych betonu

Miejsce pobrania próbki	Nr próbki	Wskaźnik pH	Zawartość siarczanów [%]	Zawartość chlorków [%]	Zawartość azotanów [%]
Ściana kanału	I	10,5	1,60	0,04	0,10
	II	9,8	1,70	0,03	0,09
	III	10,8	1,50	0,05	0,10

3.5. WNIOSKI I ZALECENIA

Na podstawie przeprowadzonego przeglądu stanu technicznego, wyników badań in situ, wyników badań laboratoryjnych oraz sprawdzających obliczeń statyczno-wytrzymałościowych sformułowano następujące wnioski:

- zgodnie z wytycznymi ATV A 127 kanał sklasyfikowano jako obiekt w I stanie technicznym (stan dobry, brak zagrożeń konstrukcyjnych),
- beton nie spełnia wymagań wytrzymałościowych warunkujących ewentualne wykonanie napraw powierzchniowych (możliwość zastosowania danego materiału powinna być potwierdzona przez producenta),
- wyniki wykonanych badań wykazały niski wskaźnik pH osadu zalegającego na ścianach komór (około 5,0) i stosunkowo wysoką zawartość siarczanów (takie parametry uznaje się za agresywne w stosunku do betonu – XA3).
- połączenia poszczególnych sekcji kanału są nieszczelne, co istotnie wpływa na sprawność hydrauliczną obiektu oraz stanowi o zagrożeniu środowiska naturalnego w jego bezpośrednim sąsiedztwie.

Ze względu na powierzchniowe uszkodzenia korozyjne zalecono podjęcie prac renowacyjnych. Postawiono propozycje dwóch wariantów renowacji powierzchni wewnętrznej kolektora:

- zastosowanie wyprawy mineralnej z materiałów siarczanoodpornych,
- renowacja polietylenowymi wykładzinami podatnymi.

Za niezbędne uznano także przeprowadzenie iniekcji połączeń w celu eliminacji nieuszczelności.

4. PODSUMOWANIE

Odpowiednie przygotowanie i zaplanowanie działań związanych z oceną stanu technicznego obiektów instalacji kanalizacyjnych, ich prawidłowe przeprowadzenie z zachowaniem wszelkich zasad bezpieczeństwa i przestrzeganiem procedur wykonywania oraz szczegółowa analiza otrzymanych wyników, przeprowadzona przez wykwalifikowanych pracowników powinny zawsze stanowić bezwzględną podstawę do rozpoczynania prac projektowych.

Planowanie renowacji, których skutkiem ma być jedynie uszczelnienie rurociągu lub polepszenie wydajności hydraulicznej przewodu, jest względnie nieskomplikowane obliczeniowo i stosunkowo proste w wykonaniu (nawet w przypadku popełnienia niezamierzonych błędów, nie zachodzi zagrożenie wystąpienia awarii budowlanej).

W przypadku renowacji obiektów wymagających konstrukcyjnego wzmocnienia, czyli takich, które same nie są w stanie przenieść działających na nie obciążeń bez wywoływania stanu zagrożenia, zarówno proces projektowania jak i wykonawstwa obarczony jest znacznie większą odpowiedzialnością. Awaria konstrukcji kolektora kanalizacyjnego poprzez utratę nośności układu kanał-grunt skutkować już może poważną katastrofą budowlaną. Koszty związane z usuwaniem powstałych strat (koszt odbudowy kanału oraz likwidacja szkód powstałych na poziomie terenu) mogą znacznie przewyższyć koszty prawidłowo przeprowadzonego procesu renowacji, wraz z przeprowadzeniem starannych badań stanu technicznego odnawianego obiektu i użyciem zaawansowanych metod projektowania.

Badania naukowe zostały wykonane w ramach realizacji Projektu „Innowacyjne środki i efektywne metody poprawy bezpieczeństwa i trwałości obiektów budowlanych i infrastruktury transportowej w strategii zrównoważonego rozwoju” współfinansowanego przez Unię Europejską z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka.

LITERATURA

- [1] ABEL T., BIEN J., GLADYSZ-BIEN M., HOŁA J., KAMIŃSKI T., KRAWCZYK B., KRUŻYŃSKI M., KUŻAWA M., KWIATKOWSKA E., MACKIEWICZ P., MADRYAS C., NIENARTOWICZ B., RABIEGA J., RAWA P., SADOWSKI Ł., SCHABOWICZ K., SKOCZYŃSKI W., SZYDŁO A., ZWOLSKI J., Raport Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej 2011/SPR/3 TB 6.2 *Innowacyjne metody badań jako źródło wiedzy o infrastrukturze transportowej. Cz. 1.*, Politechnika Wroclawska, Wrocław 2014.
- [2] ATV-DVWK M127P, *Obliczenia statyczno-wytrzymałościowe dla rehabilitacji technicznej przewodów kanalizacyjnych przez wprowadzenie linerów lub metodą montażową. Uzupełnienie do wytycznej ATV-DVWK A127P*, Seidel Przywecki, Warszawa 2000.
- [3] Dane Głównego Urzędu Statystycznego, Warszawa 2014
- [4] MADRYAS C., *Odnowa przewodów kanalizacyjnych*, Prace Naukowe Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej, Oficyna Wydawnicza PWr, Wrocław 1993.
- [5] MADRYAS C., MOCZKO A., WYSOCKI L., *Metodyka badań przy opracowywaniu ekspertyz betonowych przewodów kanalizacyjnych*, materiały konferencyjne, CRC Press, 2008.
- [6] PRZYBYŁA B., *Ocena i kształtowanie konstrukcji przewodów kanalizacyjnych w ujęciu teorii niezawodności*, Instytut Inżynierii Lądowej Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1999.
- [7] Raporty badawcze Zakładu Inżynierii Miejskiej (do 2014 r.) i Katedry Mechaniki Budowli i Inżynierii Miejskiej (od 2015 r.) Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej.
- [8] WRc/WAA 4th Ed. *Sewerage rehabilitation manual (SRM)*, UK Water Research Centre/Water Authorities Association, Swindon, 2001.

CITY UNDERGROUND LINEAR INFRASTRUCTURAL
OBJECT TECHNICAL STATE EVALUATION

This paper entails the analysis of selected issues involving the technical state of city underground infrastructural objects namely sanitary drainage. In it mentioned have been, the general principles in carrying out of tests supplemented through complete state evaluation of the general raft concrete drainage. Included in it are exemplary juxtapositions of the tests, of which decide on the necessity of renovations as well as their required ranges and hence deliver the information on the possibility of application of a given renovation technology.