

Mariusz TARNOWSKI*

PROBLEMY EKSPLOATACYJNE KANALIZACJI A MONITORING TV

W referacie przedstawiono obserwacje z monitoringu działania systemu kanalizacyjnego w Białymstoku. Zaprezentowano przykładowe awarie kanałów, zidentyfikowane podczas prowadzenia prac inspekcyjnych przy zastosowaniu kamer TV. Zasygnalizowano też nieprawidłowości występujące na nowo budowanych kanałach, ujawnione dzięki wprowadzeniu monitoringu TV, jako stałego elementu procedury przekazywania nowo wybudowanych kanałów do użytkowania. Duża liczba rodzajów i przyczyn awarii pokazuje, jak ważne jest prowadzenie działań konserwacyjnych przy użyciu kamer telewizyjnych do monitorowania działania sieci kanalizacyjnych. Takie postępowanie umożliwia właściwe reagowanie na nieprawidłowości w odpowiednim czasie, co pozwala zapobiegać wypadkom i zakłóceniom w działaniu systemów kanalizacyjnych.

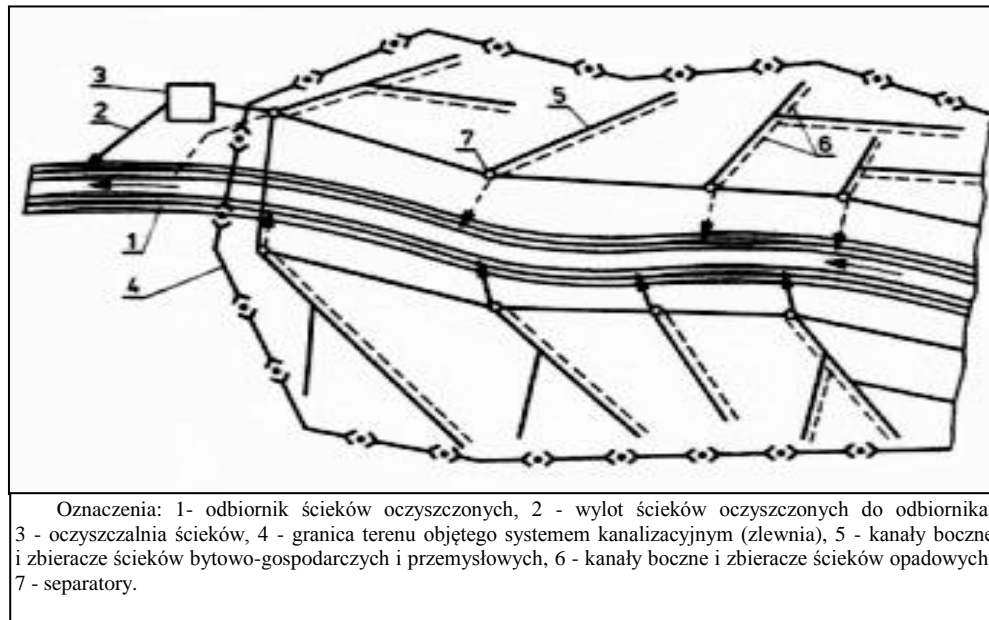
1. UKŁADY SIECI KANALIZACYJNYCH

Kanalizacja jest to system składający się z sieci i obiektów służących do odprowadzania ścieków (tj. wód zużytych i opadowych) [1–4]. W przypadku ścieków bytowo-gospodarczych i przemysłowych (w żargonie „sanitarnych”) taka kanalizacja nazywana jest kanalizacją ściekową, natomiast w przypadku odprowadzania ścieków opadowych (tj. deszczowych i roztopowych) nazywana jest kanalizacją deszczową. W przypadku starszych systemów kanalizacyjnych występuje kanalizacja ogólnospławna do odprowadzania razem ścieków bytowo-gospodarczych i przemysłowych oraz opadowych (komunalnych) [3].

W układach konwencjonalnych (grawitacyjnych) kanalizację można realizować w zależności od rodzaju systemu do odprowadzania ścieków, jako ogólnospławną, rozdzielczą i półrozdzielczą.

* Politechnika Białostocka, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, 15-381 Białystok
ul. Wiejska 45A, kamerkawb@wp.pl.

Kanalizacja ogólnospławna jest to rodzaj kanalizacji, do której spływają wszystkie rodzaje ścieków z terenu zlewni ścieków, czyli z obszaru objętego jej zasięgiem. Taka kanalizacja wyposażona jest w przelewy burzowe, odprowadzające w okresie intensywnych opadów mieszaninę ścieków i wód opadowych do odbiornika, na przykład ciek wodnego. Układ kanalizacji ogólnospławnej był głównie stosowny w XIX wieku. Innym rodzajem kanalizacji jest kanalizacja rozdzielcza. Jest to układ, w którym występuje rozdział ścieków bytowo-gospodarczych i przemysłowych od ścieków opadowych. Funkcjonują tutaj dwa niezależne układy sieci do odprowadzania ścieków, tj. kanalizacja ściekowa i kanalizacja deszczowa. Kanalizacja ściekowa przeważnie charakteryzuje się tym, że stanowi jeden złożony układ (dla miejscowości, gminy lub kilku gmin), zakończony oczyszczalnią ścieków. Kanalizacja deszczowa składa się zwykle z kilku do kilkunastu niezależnych układów do odprowadzania ścieków opadowych. Układy te są zakończone separatorami zanieczyszczeń. Wspólną cechą obu rodzajów kanalizacji jest odbiornik, którym może być rzeka, jezioro lub inny ciek wodny. W kanalizacji półrozdzielczej (rys. 1), na kanałach deszczowych występują separatory objętości – do kierowania części strumienia ścieków opadowych do kanałów ściekowych [4]. Dotyczy to tzw. pierwszej fali spływu, zawierającej zanieczyszczenia spłukiwane z powierzchni terenu – kierowane do kanału ściekowego (i do oczyszczalni). Pozostała część ścieków opadowych kierowana jest przez separator do kanału deszczowego (i trafia do odbiornika).



Rys. 1. Schemat ogólny półrozdzielczego systemu kanalizacyjnego

2. AWARIE KANAŁÓW

Awarie sieci i obiektów kanalizacyjnych powodują zaburzenia w prawidłowym działaniu danego systemu [4, 6]. Szybkie przywrócenie poprawnego stanu zależy jest od dokładnego zlokalizowania awarii i ustalenia jej przyczyny oraz zasięgu. Najlepszym urządzeniem do lokalizacji zakłóceń, w szczególności, gdy skutki awarii nie są widoczne na powierzchni terenu, jest kamera inspekcyjna. Dzięki monitoringowi TV możliwe jest określenie dokładnego miejsca awarii, jak również zwizualizowanie pierwszych symptomów (rys. 2), jeszcze przed ujawnieniem się awarii na powierzchni terenu. Dzięki takiej praktyce zapobiega się zakłóceniom pracy sieci kanalizacyjnej. Dużo łatwiej przywraca się sieć do stanu pierwotnego, umożliwiając jej dalsze bezproblemowe użytkowanie. W wymiarze ekonomicznym przekłada się to na mniejsze koszty poniesione na naprawy, w stosunku do kosztów awarii uwidocznionej na powierzchni terenu. Więcej jest czasu na dobranie odpowiedniej metody zlikwidowania powstałego problemu i możliwość przygotowania się usunięcia usterki [5].



Rys. 2. Przesunięcia osiowe kanałów (tzw. klawiszowanie) jako miejsca awarii

W sieciach kanalizacyjnych awarie są niepowtarzalne i chociaż niektóre wyglądają na podobne, ich specyfika, skutki i sposób naprawy są różne. Wynika to z zakresu

napraw, usytuowania, zastosowanej technologii, materiałów i sposobu prowadzenia takich prac.

Najczęstszymi powodami awarii są: korozja materiału kanału (rys. 3), pęknięcie przy połączeniu rur, przesunięcia względem osi, zarastanie kanału poprzez odkładające się tłuszcze, pęknięcia wzdłużne, zarastanie kanału przez korzenie (rys. 4), uszkodzenie kanału przez rozrastające się korzenie, zawalenie się kanału, zapadnięcia się kanału (tzw. składanie się kanału) (rys. 5) lub zatory w przepływie ścieków.



Rys. 3. Korozja ścian kanału betonowego

Poszczególne przypadki awarii wynikają z rodzaju zastosowanych rur, używanych w przeszłości do budowy sieci kanalizacyjnych, takich jak: rury betonowe, rury ceramiczne (kamionkowe), rury vipro (z betonu zagęszczanego wibracyjnie) oraz rury żelbetowe. Wszystkie te materiały były niskiej jakości, a dodatkowym elementem powodującym liczne obecnie awarie był niewłaściwy sposób wykonania kanałów oraz brak właściwego i skutecznego nadzoru nad prowadzonymi pracami budowlanymi [5].

Znikoma liczba awarii powstaje natomiast na odcinkach sieci wykonanej z takich materiałów jak: PVC, PP czy GRP. Są to w większości nowe kanały, a duża część z nich (ok. 90%), przed włączeniem do eksploatacji, była monitorowana kamerą TV. Zastosowanie takiej praktyki wyklucza jakiegokolwiek nieprawidłowości wynikające, z jakości zastosowanych materiałów oraz sposobu wykonania.



Rys. 4. Zarastanie kanału przez korzenie



Rys. 5. Składanie się kanału betonowego

Przed pojawieniem się możliwości wykonywania monitoringu bezpośredniego za pomocą kamer TV ujawnienie awarii kanalizacyjnej było możliwe jedynie w dwóch przypadkach. Prace naprawcze prowadziło się metodą odkrywkową, a o sposobie naprawy można było decydować dopiero po dokonaniu pełnego odsłonięcia miejsca awarii. Było to pracochłonne i długotrwałe. Drugim przypadkiem był monitoring bezpośredni. Dotyczył on tylko kanałów przelazowych. Przeprowadzał go bezpośrednio pracownik służb eksploatacyjnych. Metoda ta była skuteczna, umożliwiała wykrycie odpowiednio wcześniej większości miejsc, które mogłyby być potencjalnym miejscem awarii. Awaryjność kanałów przelazowych jednakże jest i była bardzo mała, więc i zakres wykrywalności awarii w stosunku do liczby awarii w całej sieci kanalizacyjnej był mały.

Wprowadzenie monitoringu bezpośredniego przy pomocy kamer TV umożliwiło kontrolowanie sieci kanalizacyjnej w praktycznie pełnym zakresie średnic, od DN 200 mm do DN 2000 mm. Skala awarii jaka została uwidoczniiona była ogromna. W 99% dotyczyła kanalizacji wykonanej z materiałów tradycyjnych, takich jak beton, kamionka, żelbet, i odnosiła się do sieci starszej niż 15 lat.

Niewielką liczbę awarii wywoływali również sami użytkownicy sieci. Z tego powodu na sieciach występują zatory, powodowane przez przedmioty wrzucone wprost do przewodów - traktowanie kanalizacji jako miejsca składowania odpadów (rys. 6).



Rys. 6. Zatory w kanałach

3. KAMERA TV

Kamera TV (rys. 7) do monitorowania sieci kanalizacyjnych jest urządzeniem specjalistycznym, przystosowanym do pracy w trudnych warunkach, takich jakie panują w kanałach. Monitoring kamerami to zadanie typowe dla służb eksploatacyjnych. Korzyści jakie może dostarczyć kamerowanie zależą w dużej mierze od umiejętności zespołu inspekcyjnego oraz jakości samej kamery lub systemu monitorującego.



Rys. 7. Kamera TV – wózek jezdny L135 z głowicą KS135 i dodatkowym oświetleniem

Podczas inspekcji prowadzone są także prace eksploatacyjne, polegające na usuwaniu zgromadzonego w kanalizacji osadu (rys. 8). Kontrola daje pewność, iż czyszczenie odcinka sieci jest odpowiednio wykonane. Trzeba zaznaczyć, że prowadzenie takich prac w znacznym stopniu wpływa na poprawę pracy danego odcinka sieci.



Rys. 8. Czyszczenie kanału

Przeglądy kontrolne prowadzone są także przed wykonywaniem modernizacji lub remontem sieci, w celu wydania warunków technicznych dotyczących ewentualnej przebudowy kanału. Przykładowo, jeżeli kanalizacja w danej ulicy nie nadaje się do dalszej eksploatacji (rys. 9), to należy zareagować w odpowiednim czasie, czyli przebudować cały kanał lub jego część lub też, jeżeli zachodzi taka potrzeba przed utwardzeniem lub modernizacją pasa drogowego, dokonać miejscowych napraw.



Rys. 9. Zawalenie się kanału kamionkowego

Podobne czynności często wykonuje się przed wydaniem warunków przyłączenia do sieci poszczególnych nieruchomości. Wynika to z funkcjonowania na „starych” kanałach gotowych trójników lub ślepych studni niewykazywanych na mapach geodezyjnych. Podczas budowy nowych odcinków sieci kanalizacyjnej istotnym zadaniem inspekcji TV jest monitoring powykonawczy. Jest on jedną z procedur odbioru nowo wybudowanych odcinków kanałów, przekazywanych do eksploatacji przez wykonawców. Inspekcja TV stwierdza w dużym stopniu poprawność wykonania inwestycji.

Dzięki wskazaniu i wyjaśnianiu popełnianych błędów budowlanych, bezpośrednio na monitorze czy na wydrukach z wykonanej inspekcji, uświadamia się pracowników budujących nową kanalizację o ich błędach, co ma duży wpływ na zwiększanie wiedzy, która przekłada się w późniejszym czasie na dużo lepsze świadczenie usług.

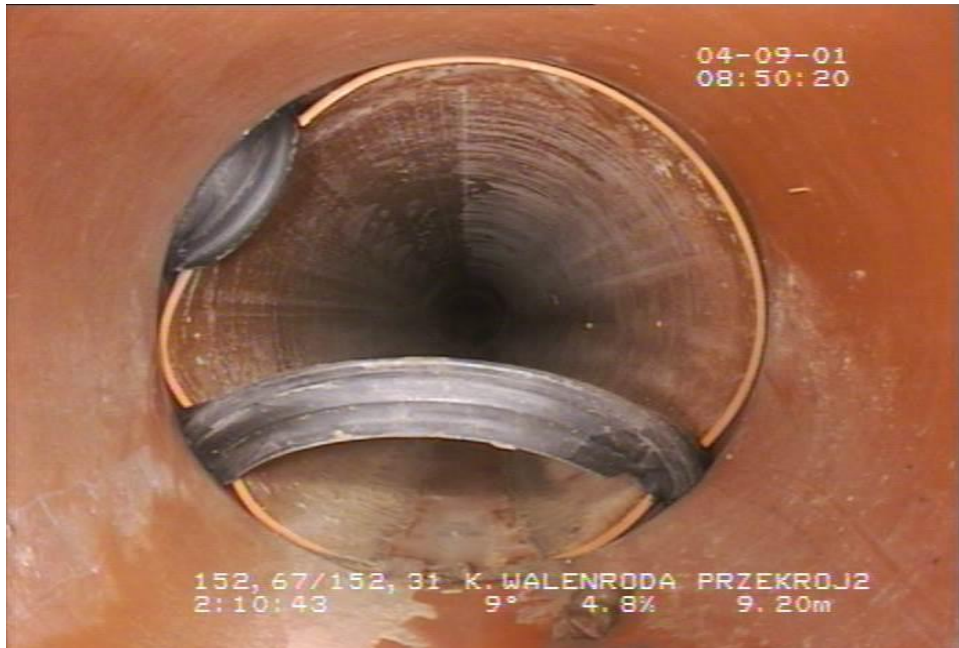
Nieprawidłowościami, które stwierdzane są na nowo wybudowanych odcinkach sieci kanalizacyjnych, wykazywanymi dzięki monitoringowi, są:

- źle wykonane dno studni (tzw. kinety); w nowo budowanych sieciach problem został wyeliminowany poprzez stosowanie kinet prefabrykowanych,
- różnego rodzaju uszkodzenia rur (rys. 10),



Rys. 10. Uszkodzenie rury PVC

- niedostateczne dopchnięcie rury w kielich,
- brak zachowania prawidłowych spadków na odcinkach pomiędzy studniami kanalizacyjnymi,
- niedotrzymywanie wymogów technicznych budowy sieci,
- wypchnięcie uszczelki w połączeniu rury (rys. 11),
- nieprawidłowa podsypka pod rurami kanalizacyjnymi,
- zastosowanie odejścia (trójnika) w nieodpowiednim miejscu, lub jego brak,
- niedostateczne przysypanie kanalizacji przed zagęszczaniem ziemi, powodujące deformację rur,
- pozostawienie “zabrudzonego” odcinka kanalizacji,
- zmniejszanie średnicy kanału (rys. 12),
- nieprawidłowo wykonane przyłączy kanalizacyjnych do sieci,



Rys. 11. Wypchnięta uszczelka w połączeniu odcinków kanałów



Rys. 12. Zmniejszenie średnicy kanału

- brak uszczelki, w wyniku czego występuje infiltracja wód podziemnych, co w konsekwencji może powodować powstawanie nacieku, zmniejszającego czynny przekrój kanału,
- brak korków zaślepiających na trójnikach pozostawionych pod potencjalne przyłącza kanalizacyjne,
- zastosowanie nieodpowiednich rur (np. inna kasa wytrzymałości, brak opisów na wewnętrznej stronie), czy wstawianie zdeformowanych rur.

Obecnie monitoring kamerami jest zadaniem typowym i podstawowym w działalności służb eksploatacyjnych sieci kanalizacyjnych. Prowadzenie kontroli odcinków ustala się na podstawie planów inspekcji, uwzględniając między innymi informacje o liczbie awarii, oraz powtarzających się problemach eksploatacyjnych. Czynnikiem decydującym o kontroli kamerą TV powinna być informacja o wieku oraz materiale, z jakiego została wykonana kanalizacja, jak również „ważności” danego odcinka sieci w całym układzie. Kontrole inspekcyjne pozwalają na zapobieganie awariom, wykrycie potencjalnych miejsc ich występowania, a także na dobranie odpowiedniej technologii naprawy odkrywkowej lub bezwykopowej. Nieodzownym elementem nowoczesnej eksploatacji jest prowadzenie remontów zapobiegawczych z jak najmniejszym i najkrótszym czasem zakłócenia pracy kanalizacji. Renowacje bezwykopowe są remontami przeprowadzanymi w krótkim czasie i w pełni przywracają kanalizację do prawidłowego funkcjonowania. Ważnym elementem jest prawidłowy dobór metody renowacji, który daje pewność, iż fragment sieci będzie ponownie pracował prawidłowo. Odpowiednie dobranie metody renowacji pozwala na optymalne zniwelowanie problemów powstających w odcinkach sieci oraz poprawienie stanu technicznego. Wybór metody do renowacji kanalizacji zależy w głównym stopniu od stanu technicznego danego odcinka sieci określanego za pomocą inspekcji kamerą TV, jak i celu, jaki chcemy osiągnąć w zakresie hydrauliki i wytrzymałości. Stan techniczny w dużym stopniu uwarunkowuje zastosowanie odpowiednich metod renowacji. Innymi czynnikami wpływającym na wybór metody renowacji są: koszt, szybkość wykonania, wielkość redukcji przekroju, średnica i długość odcinka podlegającego renowacji oraz potencjalna możliwość wykonania renowacji własnymi służbami lub zlecenia podmiotom zewnętrznym. Zastosowanie renowacji bezwykopowej, jak sama nazwa wskazuje, ogranicza do minimum ingerencje w nawierzchnie, co jest szczególnie istotne w pasie drogowym czy w terenie wysoko zurbanizowanym.

4. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji – monitoringu kanałów oraz wstępnej weryfikacji wyników można postawić następujące wnioski:

1. Dla „starych” kanałów (z reguły awaryjnych) należy w miarę możliwości prowadzić częste prace „eksploracyjne” w celu wykrywania potencjalnych miejsc

- awarii i ich usuwania.
2. Wprowadzenie monitoringu TV, jako elementu procedury przekazania nowobudowanego odcinka kanalizacji do eksploatacji daje wymierne efekty w późniejszej eksploatacji sieci. Wykorzystanie kamer TV do monitorowania sieci kanalizacyjnych w znaczący sposób przyczynia się do eliminowania zakłóceń i awarii w sieciach.
 3. Monitoring TV zmienił podejście do zagadnień i problemów eksploataowanych systemów kanalizacyjnych. Rozwiązywanie problemów z tym związanych odbywa się z wykorzystaniem nowoczesnej technologii przy udziale kamer TV. Jest to szczególnie istotne w przypadku, gdy żadna inna metoda nie jest w stanie dokonać dokładnej oceny stanu technicznego kanału. Rozstrzyganie różnego rodzaju sporów związanych z wykonawstwem i eksploatacją sieci następuje przy użyciu specjalistycznego sprzętu. Inspekcja kamerą TV staje się obecnie głównym elementem monitoringu eksploataowanych sieci kanalizacyjnych.

LITERATURA

- [1] BŁASZCZYK W., ROMAN M., STAMATELLO H., *Kanalizacja*, Tom I, Arkady, Warszawa 1974.
- [2] DENCZEW S., KRÓLIKOWSKI A., *Podstawy nowoczesnej eksploatacji układów wodociągowych i kanalizacyjnych*, Arkady, Warszawa 2002.
- [3] KOTOWSKI A., *Podstawy bezpiecznego wymiarowania odwodnień terenów*. Tom I – *Sieci kanalizacyjne*, Tom II – *Obiekty specjalne* (Wydanie II), Wydawnictwo Seidel-Przywecki, Warszawa 2015.
- [4] KULICZKOWSKI A., KULICZKOWSKA E., *Ekspertyzy konstrukcyjne kanałów ściekowych*, Inżynieria Bezwykopowa, Kraków 2003.
- [5] KULICZKOWSKI A., KULICZKOWSKA E., *Analiza porównawcza metod oceny niezawodności systemów usuwania i unieszkodliwiania ścieków*, Materiały Ogólnopolskiej Konferencji Naukowo-Technicznej z cyklu „*Funkcjonowanie, eksploatacja i bezpieczeństwo systemów gazowych, wodociągowo-kanalizacyjnych oraz grzewczych*”, Wydawnictwo PZiTS Instal, Kraków 2008.
- [6] KWIETNIEWSKI M., *Awaryjność infrastruktury wodociągowej i kanalizacyjnej w Polsce w świetle badań eksploatacyjnych*, XXV Konferencja Naukowo-Techniczna, 2011.

PROBLEMS IN OPERATION SEWAGE AND MONITORING TV

The paper presents the findings of the monitoring in Białystok using camera inspection. It shows the failures of channels present on sewage systems, which have been disclosed in the conduct of inspections using TV cameras. Signaled anomalies at the newly-built channels, disclosed by the introduction of TV monitoring, as a permanent procedure for the receiving newly built sections of the sewage system to use. A large number of types and causes of the accident shows how important it is to conduct maintenance activities using television cameras to monitor the operation of sewerage systems. This enables to react to anomalies in a timely manner helps prevent accidents and interference functioning sewerage systems.