

Małgorzata KUTYŁOWSKA*

INSPEKCJA TELEWIZYJNA KANALIZACJI DESZCZOWEJ WE WROCŁAWIU

Praca przedstawia informacje dotyczące dotychczas przeprowadzonej inspekcji telewizyjnej kanalizacji deszczowej we Wrocławiu w latach 1995-2014. Łącznie przebadano 3283 odcinki o łącznej długości ok. 110,7 km, wykonane głównie z kamionki i betonu. Analiza protokołów stanu technicznego wykazuje, że kanalizacja deszczowa (podobnie jak i kanały ściekowe oraz budowane w systemie ogólnospławnym) podlegają podobnym procesom awaryjności, a także typowym procesom starzenia się. Uszkodzenia i nieprawidłowości występujące na czynnych odcinkach kanalizacji związane są m. in. z niekontrolowanym przerostem korzeni drzew oraz z nieprawidłowym wykonaniem innych obiektów liniowych. Ponadto często obserwowane są uszkodzenia (np. pęknięcia lub rozszczenia) kanałów, które spowodowane są upływem czasu, a także niewłaściwą eksploatacją, co prowadzi do utraty pierwotnych cech materiałowych i wytrzymałościowych.

1. WPROWADZENIE

Inspekcja telewizyjna sieci kanalizacyjnych jest od dawna stosowana w Polsce i na świecie do oceny stanu technicznego przewodów eksploatowanych przez wiele lat oraz oddanych do użytkowania całkiem niedawno [6, 12]. W ostatnim czasie pojawiły się nowe sposoby analizy występujących w kanale uszkodzeń. Jedną z takich technologii jest metoda elektro-skanowania z powodzeniem zastosowana w Nowej Zelandii. Dyskusję możliwości stosowania tej metody oraz porównanie z wynikami otrzymanymi tradycyjną techniką wideo zaprezentowała E. Kuliczowska [7]. Jak wykazano w opracowaniu [7] metoda elektro-skanowania okazała się skuteczniejsza w liczbie wykrytych nieprawidłowości, w porównaniu do typowej inspekcji telewizyjnej. Jednakże istniejące ograniczenia możliwości stosowania tej metody powodują konieczność wykonywania dodatkowych badań również techniką wideo.

* Politechnika Wroclawska, Wydział Inżynierii Środowiska, Katedra Wodociągów i Kanalizacji, Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław, malgorzata.kutylovska@pwr.edu.pl.

Poza standardową analizą uszkodzeń wykrytych podczas badania kanału mającą na celu określenie liczby, rodzaju i miejsca występujących nieprawidłowości, rozpowszechnione są ostatnio metody przewidywania stanu technicznego kanalizacji oraz technik jej odnowy z wykorzystaniem matematycznego modelowania [16, 18, 20]. Przewidywanie liczby i rodzaju uszkodzeń, a także metod renowacji wiąże się z koniecznością posiadania wiarygodnej bazy danych, którą uzyskać można wykonując najpierw kompleksowe badania stanu technicznego np. techniką wideo, co jest właśnie przedmiotem badań eksploatacyjnych w wielu polskich miastach.

Głównym celem tej pracy jest ukazanie stanu zaawansowania inspekcji telewizyjnej kanalizacji deszczowej we Wrocławiu. Praca ta jest kontynuacją i uzupełnieniem opracowań dotyczących kanalizacji ogólnospławnej i ściekowej [9, 10].

2. METODYKA BADAŃ

Inspekcja telewizyjna kanalizacji deszczowej była przeprowadzana przez Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji we Wrocławiu (MPWiK) od połowy lat dziewięćdziesiątych XX wieku, czyli równoległe z badaniami kanalizacji ogólnospławnej i ściekowej. Jednakże dopiero od 2010 roku kanalizacja deszczowa jest własnością MPWiK, co spowodowało, że planowe inspekcje przeprowadzane są właściwie od 2011 roku. W latach wcześniejszych prace były jedynie zlecane i inspekcję prowadzono doraźnie w momencie wystąpienia poważnej awarii lub podczas odbioru nowych odcinków sieci.

Inspekcja telewizyjna przewodów deszczowych we Wrocławiu przeprowadzana jest przez zespół diagnostyczny MPWiK. Dokładny opis metodyki prowadzenia pomiarów przez grupę inspekcyjną został zawarty w pracach dotyczących kanalizacji ogólnospławnej i ściekowej [9, 10]. Początkową analizę awaryjności sieci deszczowej we Wrocławiu zaprezentowano w opracowaniu [11]. Niniejsza praca jest uzupełnieniem wspomnianych wyżej trzech opracowań.

Analizę zapisów inspekcji wideo kanałów deszczowych, podobnie jak w przypadku kanalizacji ogólnospławnej i ściekowej, MPWiK we Wrocławiu przeprowadza stosując własne instrukcje opracowane w 1995 roku [4]. Na podstawie tych wytycznych szacowany jest ogólny stan techniczny badanego odcinka. Ponadto każdemu przebadanemu odcinkowi kanału przypisywane są tzw. punkty karne. Wartości punktów karnych zależą od rodzaju zaobserwowanych uszkodzeń oraz ich istotności z punktu widzenia prawidłowego działania wybranego fragmentu sieci kanalizacyjnej. Wytyczne, opracowane przez MPWiK 20 lat temu, powstały na podstawie zagranicznych zaleceń (Water Research Center), które w wielu krajach są już od dawna niestosowane. Mając na uwadze krytyczne opinie o tej metodzie [6, 8], oraz brak obecnie jej wykorzystywania w wielu krajach, zaleca się zmianę sposobu oceny stanu kanalizacji

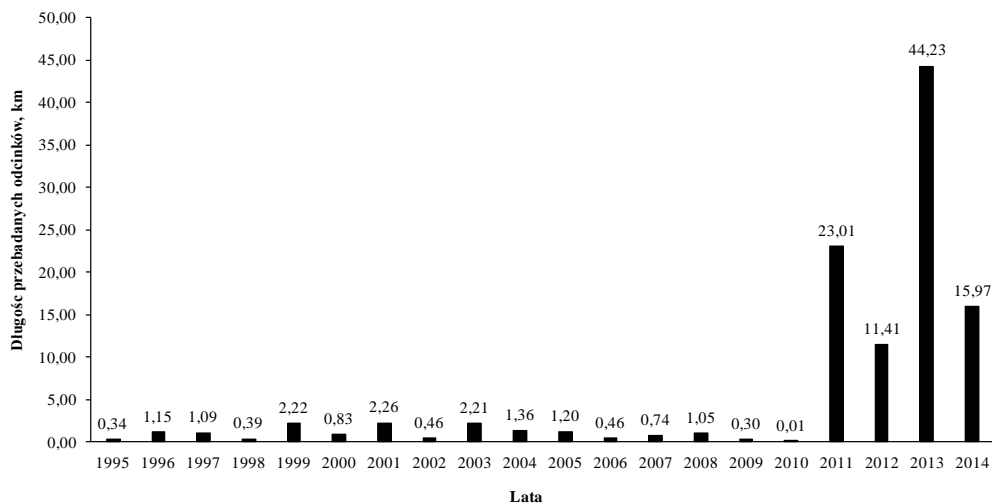
na nowszą metodykę, bardziej popularną i dokładniejszą. Kilkanaście lat temu opracowano w Niemczech wytyczne ATV-M 143 oraz ATV-M 149, które zawierają wskazówki, jak należy przeprowadzać inspekcję telewizyjną sieci kanalizacyjnej oraz jakie informacje dotyczące zaobserwowanych uszkodzeń wymagają odnotowania [1-3, 17]. Ponadto, kilka lat temu powstała norma PN-EN 13508-2:2006 [15], która zawiera sposób notacji zmian zaobserwowanych podczas badania kanału. Opis uszkodzeń powinien być zatem prowadzony w oparciu o normę i/lub wewnętrzne wytyczne oraz, zalecane przez specjalistów z różnych krajów, instrukcje [8, 19]. Takie podejście umożliwi dokonanie porównań rodzaju i liczby uszkodzeń kanalizacji w Polsce i Europie, a także będzie pomocne podczas analizy wyboru metod odnowy.

3. WYNIKI I DYSKUSJA

Od maja 1995 roku do końca kwietnia 2014 roku przebadano 3283 odcinków kanalizacji deszczowej o łącznej długości ok. 110,7 km. Dla porównania w okresie o ok. 2,5 roku krótszym inspekcji telewizyjnej poddano 4778 odcinków kanalizacji ogólnospławnej o łącznej długości ponad 179 km oraz 13507 odcinków kanalizacji ściekowej o łącznej długości ponad 500 km [9, 10]. Biorąc pod uwagę fakt, że właściwie dopiero od początku 2011 roku inspekcja kanalizacji deszczowej była prowadzona systematycznie, to powyższy rezultat można uznać za satysfakcjonujący.

Długość odcinków kanalizacji deszczowej poddanych inspekcji w każdym analizowanym roku pokazano na rysunku 1. Długość przebadanych kanałów wahała się od ok. 10 m w roku 2010 do ok. 44 km w roku 2013. Od 2011 roku obserwowany jest znaczący wzrost długości badanych odcinków kanalizacji, co wynika z prowadzenia planowej i systematycznej inspekcji związanej z przejęciem kanalizacji deszczowej przez MPWiK od Zakładu Zieleni Miejskiej.

W tabeli 1 przedstawiono strukturę materiałową przebadanych kanałów deszczowych. Kamionka jest materiałem sprawdzonym i stosowanym do budowy przewodów kanalizacyjnych od ponad 100 lat. Również teraz jest to materiał zalecany m. in. przez MPWiK [14]. Nie dziwi więc fakt, że właśnie ten materiał stanowi prawie 49% wszystkich przebadanych odcinków kanalizacji deszczowej. Natomiast w przypadku ok. 21% kanałów poddanych inspekcji nie był znany materiał z którego zostały wykonane. Znaczącą długość stanowią też odcinki kanalizacji deszczowej wykonane z betonu (14,5%). Pozostała przebadane kanały wykonane są m.in. z cegły, tworzyw sztucznych, żelbetu oraz żywic poliestrowych.



Rys. 1. Długość przebadanych kanałów deszczowych

Kanalizacja deszczowa we Wrocławiu wykonana jest głównie jako przewody o przekroju kołowym (110,4 km). Pozostałe 300 m poddanych inspekcji odcinków miało przekrój jajowy oraz prostokątny.

Tabela 1. Długość i struktura materiałowa kanałów deszczowych poddanych inspekcji

Materiał	Długość odcinków, km	Udział procentowy, %
Beton	16,09	14,53
Cegła	0,16	0,14
GRP	3,65	3,3
Kamionka	54,06	48,83
PVC	6,04	5,46
PE	4,86	4,39
PP	0,77	0,7
Żelbet	1,13	1,02
Żeliwo	0,04	0,04
Nieznany	23,90	21,59
Suma	110,70	100,00

Analiza tabeli 2 pokazuje, że w większości (odpowiednio 33,9; 18,0; 16,0 i 10,1%) przebadano kanały kołowe o wymiarach 0,3; 0,25; 0,4 i 0,5 m. Udział pozostałych wymiarów nie był już tak znaczący i nie przekraczał 10%.

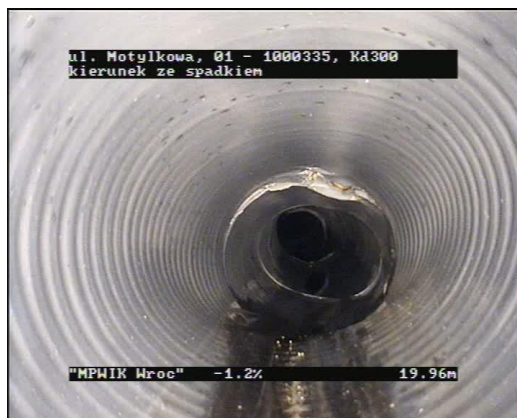
Tabela 2. Długość i struktura materiałowa kanałów deszczowych poddanych inspekcji

Wymiar			Liczba odcinków	Długość odcinków, m
Kołowy, d	Jajowy, bxh	Prostokąt, bxh		
0,10			1	1,7
0,15			32	420,0
0,20			198	4083,4
0,25			597	19905,9
0,30			1144	37484,2
0,35			59	2443,2
0,40			506	17687,3
0,45			11	457,0
0,50	0,5x0,75		290	11179,2
0,55			7	391,4
0,60	0,6x0,9		189	6989,3
0,70			36	1836,6
0,75			1	61,4
0,80		0,8x1,2	133	4988,7
0,90			10	467,3
1,00			48	1585,6
1,20			21	728,5
Suma			3283	110710,7

Kanalizacja deszczowa, pomimo że działa tylko okresowo z uwagi na nieregularność dopływu ścieków deszczowych, jest podobnie narażona na uszkodzenia i podatna na awarie, jak przewody pracujące w systemie ogólnospławnym czy kanały ściekowe. Poniżej pokazano, w celu zobrazowania skali problemu, kilka wybranych przykładów nieprawidłowości i uszkodzeń zaobserwowanych na kanalizacji deszczowej we Wrocławiu.

Awariom ulegają nie tylko stare odcinki kanalizacji wykonane kilkadziesiąt lat temu z cegły lub kamionki, lecz również nowe przewody z tworzyw sztucznych oddane do użytku stosunkowo niedawno. Przykłady nieprawidłowości występujących w kanałach z tworzyw sztucznych pokazano na rysunkach 2 i 3. Na rysunku 2 widoczny jest rozerwany w górnej części obwodu oraz lekko zdeformowany kanał o średnicy 0,3 m. Przez to rozerwanie możliwa jest infiltracja do wnętrza kanału wód podziemnych wraz z elementami otaczającego gruntu, co niewątpliwie ma wpływ na zwiększenie strumienia objętości płynących kanałem ścieków deszczowych, a także na gromadzenie się, a w konsekwencji nawet cementowanie na dnie zanieczyszczeń stałych zmniejszających czynny przekrój poprzeczny. Oba wspomniane skutki są nie do zaakceptowania. Coraz częściej występują w kanalizacji deszczowej zjawiska ekstremalne tzn. nagle lub długotrwałe opady [5]. W takich sytuacjach strumień objętości ścieków nie powinien być jeszcze dodatkowo zwiększony o infiltrującą do kanału wodę oraz

powinien mieć zapewniony swobodny przepływ, co wyklucza możliwość istnienia na dnie jakichkolwiek stałych cząstek np. gruntu.



Rys. 2. Rozerwany kanał [13]

Na rysunku 3 pokazano prawie całkowicie zdeformowany (zgnieciony) przewód o średnicy 0,7 m wykonany z PE. Nie są znane dokładne przyczyny wystąpienia takiej nieprawidłowości, gdyż dostępny protokół stanu [13] zawiera jedynie informacje o nieprawidłowościach występujących wewnątrz, zaobserwowanych podczas inspekcji telewizyjnej. Można jedynie domyślać się, że podczas układania tego fragmentu kanalizacji nie zostało w sposób prawidłowy wykonane zagęszczenie gruntu powyżej sklepienia przewodu, co skutkowało wystąpieniem np. nadmiernych obciążeń od ruchu pojazdów.

Bardzo często zdarza się, że przepływ ścieków jest uniemożliwiony przez przeszkody występujące w świetle kanału, co zilustrowano na rysunku 4. W tym przypadku nieprawidłowo wykonano inny obiekt liniowy, który przechodzi w poprzek istniejącego kanału deszczowego. Taka sytuacja może mieć miejsce w przypadku projektowania i budowy obiektów liniowych z pominięciem informacji o istniejącej już infrastrukturze podziemnej. Ma to miejsce zwłaszcza na terenach, na których istnieją stare tzw. poniemieckie kanały (o których często nic nie wiadomo), a odpowiednie mapy (które zawierają istotne dane o wybudowanych wcześniej przewodach) są już niedostępne lub niezycielne z uwagi na upływ czasu i działania wojenne.



Rys. 3. Zgnieciony kanał [13]



Rys. 4. Przecisk w istniejącym kanale [13]

Przykładowo, dalsza inspekcja telewizyjna kanału deszczowego (rys. 5) wykonanego z kamionki nie była możliwa, gdyż przepływ ścieków oraz przejazd wózka z kamerą blokowany był przez połamane fragmenty części tego przewodu. W takim przypadku uzasadnione jest mówienie nie tyle o uszkodzeniu kanału, ile o wystąpieniu katastrofy budowlanej. Tak zniszczony odcinek kanalizacji nie nadaje się do renowacji. Konieczne jest zastosowanie częściowej lub całkowitej rekonstrukcji kanału. Należy pamiętać również o tym, że zawalenie się lub połamanie fragmentu kanału powoduje też szkody na powierzchni terenu, np. zapadnięcie się jezdni (rys. 6) i możliwość uszkodzenia mienia czy wypadku komunikacyjnego w miejscu wystąpienia awarii.



Rys. 5. Zator z połamanej kamionki [13]



Rys. 6. Zapadnięcie jezdni po zawaleniu się kanału 0,3 m [13]

Na rysunku 7 pokazano właściwie nie uszkodzenie kanału, a znaczącą nieprawidłowość (zalegający na ok. 10 m beton), która powoduje zmniejszenie przekroju poprzecznego i piętrzenie się ścieków. Dokładna analiza poniższego zdjęcia prowadzi do wniosku, że najprawdopodobniej beton ten został wylany wprost do wnętrza kanału. Protokół stanu [13] tego odcinka kanalizacji nie daje odpowiedzi ani jak mogło dojść

do wylania tak znaczącej grubości warstwy betonu na znacznej długości, ani jaki jest stan techniczny kolejnych fragmentów (dalsza inspekcja była uniemożliwiona).



Rys. 7. Beton w kanale [13]

Przerost korzeni drzew (rys. 8) występuje często właśnie w kanałach deszczowych, gdyż są one ułożone najpłycej oraz ścieki płynące w ich wnętrzu (w odróżnieniu od ścieków bytowo-gospodarczych) zawierają składniki odżywcze, z których korzysta naturalna roślinność. Korzenie drzew dostają się do kanału poprzez nawet niewielkie pęknięcia i perforacje występujące w strukturze przewodu, powodując zmniejszenie przekroju poprzecznego. Jeśli inspekcja telewizyjna jest prowadzona planowo i każdy odcinek poddany jest badaniom w równych oraz nie zbyt dużych odstępach czasu, to możliwa jest eliminacja całkowitego „zarosnięcia” kanału przez korzenie drzew, gdyż będą one sukcesywnie wycinane i eliminowane z wnętrza przewodu.



Rys. 8. Korzenie drzew wewnątrz kanału [13]

4. PODSUMOWANIE

W pracy przedstawiono informacje dotyczące dotychczas przeprowadzonej inspekcji telewizyjnej kanalizacji deszczowej we Wrocławiu. Konieczność utrzymania systemów kanalizacyjnych w dobrym stanie technicznym wpływa na wykonywanie planowych i relatywnie częstych badań. Zwłaszcza kanalizacja deszczowa należy w ostatnich latach do tzw. infrastruktury krytycznej. Z uwagi na coraz częściej występujące nagłe zjawiska opadowe powodujące niekiedy ogromne szkody również na powierzchni terenu, należy w sposób szczególny dbać o stan techniczny systemów odprowadzania ścieków deszczowych. Do końca kwietnia 2014 roku przebadano we Wrocławiu 3283 odcinki kanalizacji deszczowej o łącznej długości ok. 110,7 km, wykonane głównie z kamionki i betonu. Przedstawione w pracy przykładowe nieprawidłowości oraz uszkodzenia są typowe i występują zarówno w systemie ogólnospławnym jak i kanałach ściekowych. Zaprezentowano jedynie wybrane typy niesprawności w celu zobrazowania skali problemu, z jakim na co dzień muszą borykać się eksploatatorzy sieci kanalizacyjnych. Oczywiście konieczna jest stała kontrola i badanie stanu technicznego pozostałych odcinków kanalizacji deszczowej, co w sposób systematyczny prowadzone jest przez MPWiK.

Autorka składa podziękowania Pracownikom Miejskiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji we Wrocławiu za udostępnienie danych i możliwość ich wykorzystania do badań naukowych.

LITERATURA

- [1] ATV-Arbeitsblatt A 149: Zustandklassifizierung und Zustandbewertung von Abwasserkanälen und-leitungen, Hennef, 1994.
- [2] ATV-Merkblatt M 149: Zustandklassifizierung und -bewertung von Entwässerungssystemen ausserhalb von Gebäuden, Entwurf, 1998.
- [3] ATV-Merkblatt M 143, Teil 2: Inspektion, Instandsetzung, Sanierung und Erneuerung von Abwasserkanälen und-leitungen. Teil 2. Optische Inspektion, St. Augustin, 1991.
- [4] Inspekcja przewodów kanalizacyjnych przy użyciu telewizji przemysłowej. Podstawowe definicje i podręcznik fotograficzny. Materiały opracowane przez MPWiK we Wrocławiu, 1995.
- [5] KOTOWSKI A., KAŻMIERCZAK B., DANCEWICZ A., *Modelowanie opadów do wymiarowania kanalizacji*, Polska Akademia Nauk, Komitet Inżynierii Lądowej i Wodnej, Warszawa 2010.
- [6] KULICZKOWSKA E., *Kryteria planowania bezwykopowej odnowy nieprzelazowych przewodów kanalizacyjnych*, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2008.
- [7] KULICZKOWSKA E., *Diagnostyka stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych z zastosowaniem metody elektro-skanowania*, Instal, 2014, Vol. 1, 37–41.
- [8] KULICZKOWSKI A., *Uwagi krytyczne dotyczące stosowanych klasyfikacji uszkodzeń przewodów kanalizacyjnych*, Instal, 2007, Vol. 4, 42–47.
- [9] KUTYŁOWSKA M., *Inspekcja telewizyjna kanalizacji ogólnospławnej we Wrocławiu w latach 1994-2011*, Instal, 2014, Vol. 3, 61–66.

- [10] KUTYŁOWSKA M., *Kanalizacja ściekowa we Wrocławiu – inspekcja telewizyjna w latach 1995-2011*, Instal, 2015, Vol. 1, 45–49.
- [11] KUTYŁOWSKA M., *The beginning of CCTV inspection of storm water sewerage system in city of Wrocław*, 6th IWA International Conference for Young Water Professionals, conference proceedings.
- [12] MADRYAS C., PRZYBYŁA B., WYSOCKI L., *Badania i ocena stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych*, Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2010.
- [13] Materiały udostępnione przez Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji we Wrocławiu.
- [14] Miejskie sieci, urządzenia i przyłącza wodociągowe i kanalizacyjne. Wytoczne projektowania i budowy. Warunki, standardy, wymagania. Materiały opracowane przez MPWiK we Wrocławiu, 2010.
- [15] Norma PN-EN 13508-2:2006: Stan zewnętrznych systemów kanalizacyjnych. Część 2: System kodowania inspekcji wizualnej.
- [16] PRZYBYŁA B., *Propozycja metody oceny stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych z wykorzystaniem elementów teorii zbiorów rozmytych*, Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 2014, Vol. 2, 46–52.
- [17] SCHAAF O., *Stand der europäischen Normung für die optische Inspektion von Abwasserkanälen und –leitungen, Schächten und Inspektionsöffnungen*, Korrespondenz Abwasser, 1999, Vol. 46, 186–190.
- [18] SOUSA V., MATOS J.P., MATIAS N., *Evaluation of artificial intelligence tool performance and uncertainty for predicting sewer structural condition*, Automation in Construction, 2014, Vol. 44, 84–91.
- [19] STEEN A.J., DIRKSEN J., CLEMENS F., *Visual sewer inspection: detail of coding system versus data quality*, Structure and Infrastructure Engineering, 2014, Vol. 10, No. 11, 1385–1393.
- [20] TRAN D. H., NG A.W.M., MCMANUS K.J., BURN S., *Prediction models for serviceability deterioration of stormwater pipes*, Structure and Infrastructure Engineering, 2008, Vol. 4, No. 4, 287–295.

TV INSPECTION OF STORM WATER SYSTEM IN WROCLAW

The paper show the information about the TV inspection of storm water system in Wrocław which was carried out in years 1995-2014. Totally 3283 sections with the total length of ca. 110,7 km made of vitrified clay and concrete were inspected. The analysis of special protocols shows that storm water system (as well as combined and sanitary systems) is deteriorated at the similar degree due to damages and age. The observed failures are connected among other things with root penetration and improper building another buried infrastructure. Moreover, such damages as cracks and improper connections are caused by e.g. age and improper exploitation.