

Wybrane problemy inspekcji i bezwykopowej odnowy przewodów kanalizacyjnych



■ prof. dr hab. inż. Andrzej Kuliczkowski, Katedra Sieci i Instalacji Sanitarnych, Politechnika Świętokrzyska

Jak w każdej działalności inżynierskiej, również w zakresie bezwykopowej odnowy kanałów ściekowych popełniane są błędy. W artykule podano przyczyny nieudanych inwestycji oraz wybrane przykłady. Inwestycje bezwykopowe są wysoce kapitałochłonne, stąd szczególnie istotne jest ich staranne zaplanowanie. Często przygotowaniu niezwykle trudnych inwestycji bezwykopowych poświęca się znacznie mniej czasu i środków finansowych niż znacznie łatwiejszym inwestycjom, np. budowie nowych przewodów kanalizacyjnych.

1. Problemy inspekcji przewodów kanalizacyjnych

1.1. Uwagi wstępne

Poniżej wskazano na najistotniejsze problemy związane z wykonywaniem, a następnie interpretacją wyników inspekcji przewodów kanalizacyjnych techniką wideo, a także zwrócono uwagę na inne badania, które w wielu przypadkach są równie nieodzowne, aby zrealizować podstawowy cel stawiany badaniom inspekcyjnym, polegający na zebraniu wszystkich niezbędnych danych, umożliwiających ocenę stanu technicznego badanych kanałów. Ocena taka jest konieczna do podjęcia decyzji dotyczących dopuszczenia badanych kanałów do dalszej eksploatacji lub zaprojektowania określonych technologii ich bezwykopowej odnowy.

1.2. Możliwości oceny stanu technicznego kanałów na podstawie wyników badań techniką wideo

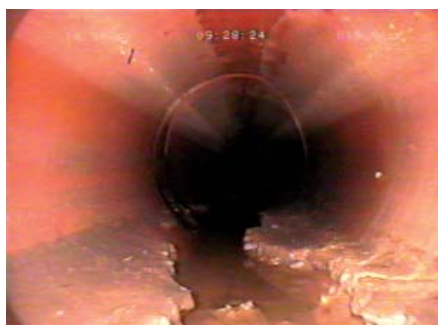
Możliwości dokonania oceny stanu technicznego kanału, w tym oceny jego szczelności oraz oceny bezpieczeństwa konstrukcji kanałowej, na podstawie wyników badań techniką wideo przy zastosowaniu kamer kanalizacyjnych są ograniczone. Kamera pokazuje jedynie wnętrze kanału. Badanie nie dostarcza informacji o jego parametrach geometrycznych, m.in. grubości powłoki konstrukcyjnej, rodzaju złączy rur (dotyczy to głównie rur betonowych – czy jest złącze kielichowe, na styk czy na zakład), szczelności złączy rur w przypadku, gdy zwierciadło wody gruntowej znajduje się poniżej dna kanału, rodzaju zastosowanego uszczelnienia na złączu (uszczelka gumowa czy np. sznur konopny z bitumem). Brakuje też danych o stanie technicznym zewnętrznej powłoki rur (która może być znacząco skorodowana), o sposobie posadowienia kanału (rodzaju podłoża: gruntowe czy betonowe oraz kącie posadowienia kanału na podłożu gruntowym), o rodzaju i parametrach technicznych gruntu otaczającego kanał, w tym o możliwości występowania pustek



Infiltracja wody gruntowej



Korzenie drzew



Osad denny



Nieprawidłowo podłączony przykanalik

powietrznych lub rozluźnień gruntu na zewnątrz konstrukcji kanałowej.

Badania kanalizacji techniką wideo umożliwiają przede wszystkim stwierdzenie występowania wad i nieprawidłowości typu hydrauliczno-eksploatacyjnego, takich jak występowanie osadów dennych, przerostów korzeni drzew do wnętrza kanału, rozsunięć złączy rur, nieprawidłowego spadku podłużnego, niewłaściwego podłączenia przykanalików do kanału czy zjawiska infiltracji wód gruntowych do wnętrza kanału.

Badając kanał techniką wideo, należy zatem pamiętać, że tylko w pewnych przypadkach metoda ta będzie przydatna do oceny jego bezpieczeństwa. Taka ocena eksploatowanej konstrukcji kanałowej dawno wbudowanej jest na ogół możliwa dopiero po wykonaniu ekspertyzy konstrukcyjnej kanału.

1.3. Niewłaściwe klasyfikacje stanu technicznego kanałów przyczyną błędnych strategii odnowy sieci kanalizacyjnych

Opracowywane w wielu krajach strategie odnowy sieci kanalizacyjnych [3] bazują głównie na badaniach kanałów techniką wideo wykonywanych w tych krajach i klasyfikowaniu stanu technicznego kanałów na podstawie uzyskanych wyników.

Niektóre z nich są obarczone ewidentnymi błędami [12, 14]. Przykładowo stosuje się w nich umowną punktację wszystkich zaobserwowanych uszkodzeń i nieprawidłowości kanałowych. Następnie do łącznej liczby punktów dodaje się punkty dotyczące zarówno uszkodzeń mających wpływ na bezpieczeństwo konstrukcji kanałowych (np. wynikające z istnienia pęknięć podłużnych), jak również punkty niemające wpływu na bezpieczeństwo konstrukcji kanałowych, a dotyczące nieprawidłowości hydrauliczno-eksploatacyjnych (np. wynikające z istnienia osadów dennych w kanale). Suma uzyskanych w ten sposób punktów nie powinna stanowić kryterium pilności podjęcia robót

odnowieniowych, co obecnie ma miejsce w przypadku stosowania tych klasyfikacji.

W niektórych krajowych klasyfikacjach uwzględniany jest wiek kanału poprzez zastosowanie odpowiedniego współczynnika zwielokrotniającego wspomnianą wcześniej liczbę punktów. Współczynnik taki ustalono, uwzględniając specyfikę kraju, w którym opracowano określoną klasyfikację, i jest on tym większy, im starszy jest oceniany kanał. Zastosowanie takiego współczynnika w Polsce prowadzi do błędnych ocen stanu technicznego ocenianych kanałów. Bardzo często stan techniczny np. betonowych kanałów z lat 60. czy 70. ubiegłego wieku jest bardziej niekorzystny niż budowanych wcześniej, np. w okresie międzywojennym.

Podane wyżej przykłady występowania błędów w stosowanych w kraju klasyfikacjach oceny stanu technicznego kanałów są przyczyną opracowywania niewłaściwych strategii odnowy sieci kanalizacyjnych i typowania do odnowy niewłaściwych kanałów.

Propozycję klasyfikacji niezawierającej wyżej wymienionych błędów zamieszczono w [14].

1.4. Częstotliwości badań kanałów techniką wideo

Elementem każdej krajowej strategii odnowy sieci kanalizacyjnych powinien być także plan diagnozowania stanu technicznego sieci kanalizacyjnych, którego ważnym etapem są badania kanałów techniką wideo.

W przypadku badań CCTV z użyciem kamer kanalizacyjnych zaleca się po zbadaniu całej sieci kanalizacyjnej danego miasta powtarzanie tych badań w określonych przedziałach czasowych. Z reguły w dużych miastach europejskich pierwsze badanie sieci kanalizacji miejskiej trwało ok. 10 lat. Proponowane częstotliwości powtarzania badań są różne. Przykładowo w Niemczech [1] zaleca się wykonywanie takich badań w kanałach nieprzełazowych standardowo co 10 lat i co dwa lata w przypadkach szczególnych, np. przy lokalizacji kanału w strefie sanitarnej ochrony ujęć wody, natomiast w kanałach przełazowych standardowo co 5–10 lat oraz co dwa lata w przypadkach szczególnych. Częstotliwości badania przykanalików nie określono.

Proponowane cykle badań nie uwzględniają jednak wpływu stanu technicznego kanału, jego wieku, warunków eksploatacji czy materiału, z którego jest wykonany. Istnieje pilna potrzeba opracowania zaleceń dotyczących określania terminu kolejnego badania bezpośrednio po wy-

konaniu pierwszego, ale w ścisłym powiązaniu z oceną stanu technicznego kanału i z uwzględnieniem także innych czynników zewnętrznych i wewnętrznych mających wpływ na długość tego okresu.

1.5. Inne badania kanałów

Z powodu ograniczonych możliwości oceny stanu technicznego kanałów na podstawie wyników badań techniką wideo zaleca się wykonywanie innych, dodatkowych analiz. Szczególnie ważne są badania szczelności [4, 6, 8, 9, 15] eksploatowanych kanałów z uwagi na negatywne dla otoczenia konsekwencje ich nieszczelności.

W przypadku podjęcia decyzji o odnowie kanałów istotne jest także wykonanie np. badań kształtu przekroju poprzecznego, szczególnie przy realizacji odnowy technikami krótkiego i długiego reliningu. Ustalając technologię odnowy kanałów, trzeba potwierdzić lub wykluczyć występowanie pustek powietrznych lub istotnych rozluźnień gruntu w zewnętrznym otoczeniu kanałów, wywołanych np. infiltracją wód gruntowych do ich wnętrza. Badania takie realizowane są za pomocą georadarów.

Przed podjęciem decyzji o odnowie szczególnie ważne jest wykonanie ekspertyzy konstrukcyjnej kanału. Należy wtedy przeprowadzić pomiary geometryczne powłoki kanału oraz zbadać własności materiałowe, w tym głównie parametry wytrzymałościowe jego konstrukcji. Te ostatnie badania realizowane są najczęściej metodami nieniszczącymi. Istotne jest także dokonanie oceny sposobu posadowienia kanału w gruncie. W przypadku kanałów żelbetonowych konieczne jest ustalenie rodzaju zastosowanych prętów zbrojeniowych (rodzaj stali, średnica prętów), odległości rozmieszczenia prętów zbrojeniowych oraz zastosowanej otuliny zbrojenia.

Wskazane jest również sprawdzenie szczelności złączy rur oraz sposobu ich uszczelniania. Znaczące dla oceny bezpieczeństwa konstrukcji kanałowych są też geotechniczne badania gruntu wokół kanału. Umożliwiają one określenie rodzaju gruntu zasypowego oraz stopnia jego zagęszczenia. Wielkości te są niezbędne do ustalenia obciążeń działających na kanał z uwzględnieniem wpływów reologicznych, jakie zaistniały w gruncie w okresie od wbudowania kanału do momentu jego badania.

Po wykonaniu wymienionych badań materiałowych i geotechnicznych należy wykonać obliczenia statyczno-wytrzymałościowe [5, 13, 15] badanej konstrukcji kanałowej w celu ustalenia aktualnego

współczynnika jej bezpieczeństwa, niezbędnego do przygotowania projektu konstrukcyjnego powłoki odnawiającej kanał.

Korzyści ekonomiczne wynikające z realizacji ekspertyz konstrukcyjnych kanałów przedstawiono w [10].

2. Problemy dotyczące bezwykopowej odnowy przewodów kanalizacyjnych

2.1. Stan wiedzy w zakresie uwarunkowań stosowania technologii bezwykopowej odnowy przewodów

Ukazało się już wiele publikacji omawiających bezwykopowe technologie odnowy kanałów ściekowych; łatwo dostępne są także prospekty renomowanych krajowych firm stosujących technologie bezwykopowe. Wskazuje się w nich na ich efektywność, liczne zalety techniczne, imponujące tempo robót, a także niezwykle korzystne wskaźniki kosztowe.

Istnieje już także spory, ok. 20-letni dorobek, w zakresie doświadczeń zebranych w trakcie dotychczasowych zastosowań technologii bezwykopowych. Prace bezwykopowe należy zaliczyć do grupy najtrudniejszych robót inżynierskich z uwagi na ich realizację w bardzo uciążliwych warunkach (we wnętrzu zniszczonych konstrukcji kanałowych) przy równoczesnym istnieniu szeregu ograniczeń, często sprzecznych ze sobą, a związanych np. z trudnymi do realizacji zaleceniami zachowania ciszy w okresie nocnym, tj. wtedy, gdy istnieją najkorzystniejsze warunki realizacyjne, ponieważ w kanałach są mniejsze przepływy ścieków, a na ulicach nad kanałami mniejszy ruch uliczny oraz mniejsza liczba pieszych.

Realizacji prac bezwykopowych towarzyszą także wysokie wymagania dotyczące jakości, często konieczność ścisłego przestrzegania określonych reżimów czasowych, a chwilowa awaria sprzętu czy brak zasilania może spowodować np. w technologiach utwardzanych powłok żywicznych niemożność dokończenia odnowy połączonej z bezpowrotną utratą powłoki żywicznej i niemożnością jej powtórznego wykorzystania.

Można z przekonaniem stwierdzić, że stan wiedzy o bezwykopowych technologiach i dostępność do nich są w kraju powszechne. Odczuwalny jest jednak brak publikacji dotyczących ograniczeń w stosowaniu poszczególnych technologii, w tym ograniczeń dotyczących oferowanych w nich rozwiązań materiałowych, głównie z uwagi na ich własności mechaniczne oraz odporność na różne czynniki mogące wystąpić w kanałach przewidzianych do odnowy. Brakuje także informa-

cji o ryzyku stosowania poszczególnych technologii oraz o zakresie niezbędnych badań i ekspertyz poprzedzających wykonanie projektu odnowy, mających na celu zminimalizowanie ryzyka. Zauważalnym jest też brak publikacji ukazujących błędy nieudanych inwestycji bezwykopowych. Popelniane są także błędy w zakresie projektowania robót bezwykopowych.

Poniżej przedstawiono spostrzeżenia autora dotyczące przyczyn nieudanych inwestycji bezwykopowych kanałów ściekowych, z jakimi miał on okazję zapoznać się głównie w trakcie wykonywania przez Politechnikę Świętokrzyską badań kanałów techniką wideo. Opisane nieudane realizacje były wykonywane w kraju, zwykle przez początkujące w tej branży polskie firmy, ale także przez renomowane firmy zagraniczne. Niektóre z tych problemów omówiono w [2].

2.2. Przyczyny niepowodzeń w realizacjach robót bezwykopowych

Z dotychczasowych obserwacji realizowanych w kraju robót bezwykopowych wynika, iż przyczynami niepowodzeń w zakresie ich realizacji są najczęściej:

1. Zastosowanie niewłaściwych danych do projektu konstrukcji powłoki odnowieniowej. Problem sprowadza się do błędnie wykonanej ekspertyzy konstrukcji kanałowej poddawanej renowacji lub rekonstrukcji czy przyjęcia danych bez wykonania ekspertyzy, wyłącznie opierając się na danych projektowych tego kanału.

2. Popelnianie błędów w obliczeniach wytrzymałościowych kanałów przeznaczonych do bezwykopowej odnowy i w wymiarowaniu powłok odnowieniowych [11, 13]. Brak jest wytycznych do ustalania obciążeń, sił wewnętrznych i analizy nośności konstrukcji kanałowych dawno ułożonych w gruncie i często do obliczeń stosowane są niewłaściwe metody obliczeniowe. Podobna sytuacja jest w zakresie konstrukcyjnego wymiarowania powłok renowacyjnych i rekonstrukcyjnych. Wykorzystywane metody podane są w [13].

3. Brak znajomości ograniczeń w stosowaniu poszczególnych technologii bezwykopowych, często niepodawanych przez oferentów w opracowanych przez nich prospektach i informatorach technicznych.

4. Dobór nieprawidłowych rozwiązań materiałowych lub konstrukcyjnych powłok odnowieniowych, np. niewykazujących wymaganej odporności na ścieranie, odporności korozyjnej czy termicznej.

5. Brak znajomości wszystkich elementów ryzyka towarzyszących zastosowaniu

poszczególnych technologii bezwykopowych.

6. Podejmowanie się przez firmy odnowy kanałów metodami bezwykopowymi w sytuacjach ewidentnych przeciwskazań do ich realizacji tymi metodami. Metody bezwykopowe tak bardzo się upowszechniły, że w wielu przypadkach nie rozważa się już możliwości odnowy czy wymiany kanału metodą wykopową. Autorowi znanych jest wiele przypadków, w których zastosowano technologie bezwykopowe, mimo iż istniała możliwość uzyskania lepszych efektów technicznych przy niższych kosztach w przypadku zastosowania metod wykopowych zamiast bezwykopowych.

2.3. Przykłady błędnych zastosowań technologii bezwykopowych

1. Zastosowanie techniki Sanipor do odnowy silnie spękanego kanału. Nie uzyskano pożądanego efektu odnowy kanału gdyż nie jest to metoda rekonstrukcyjna, lecz służąca głównie do uszczelniania kanałów.

2. Zastosowanie niedostatecznej grubości utwardzanej powłoki żywicznej w kanale silnie spękanym o znacznym przemieszczeniu spękanych fragmentów konstrukcji kanałowej. Przy deformacjach silnie spękanych kanałów o konstrukcjach sztywnych (wynoszących ponad 10%) należy wykonać specjalny tok obliczeń dotyczący ustalenia grubości powłoki rekonstrukcyjnej kanału.

3. Renowacja nieszczelnego kanału posadowionego w gruncie spoistym z dużymi pustymi przestrzeniami powietrznymi wokół kanału, powstałymi wskutek wcześniejszego wplukania gruntu z zewnętrznego otoczenia kanału do jego wnętrza przez nieszczelności konstrukcji kanałowej. Renowacja taka nie zapobiegnie w przyszłości zawaleniu się terenu nad kanałem mogącym także spowodować zniszczenie kanału poddanego renowacji.

4. Rekonstrukcja kanału niewłaściwymi rurami PVC (kielichowymi) z iniekcją wolnej przestrzeni międzykanałowej ciężkim betonem. Wystąpiła utrata stateczności powłoki rury i wlanie się betonu do wnętrza kanału.

5. Renowacja kanału krótkimi modułami rur o niskiej jakości. Z uwagi na brak odpowiedniej sztywności rur i brak tolerancji wymiarowych nie uzyskano wymaganej nośności i szczelności rur.

6. Zastosowanie rur z niewłaściwie dobranych materiałów. Na przykład podczas renowacji kanału sanitarnego odprowadzającego gorące ścieki na terenie zakładu przemysłowego zastosowano rury poli-

etylenowe nieodporne na wysokie temperatury.

7. Rekonstrukcja kanału techniką cianopasowaną typu U-Liner. Zaleganie osadu na dnie kanału uniemożliwiło otwarcie się powłoki do przekroju kołowego oraz spowodowało jej uszkodzenie.

3. Uwagi końcowe

Lata 90. XX w., a szczególnie ich druga połowa, to okres kiedy większość firm eksploatujących sieci kanalizacyjne, a także liczne przedsiębiorstwa odnawiające sieci zakupiły kamery kanalizacyjne i zaczęły je powszechnie stosować. W okresie tym często podejmowano decyzje o odnowie sieci kanalizacyjnych wyłącznie na podstawie ich badania techniką wideo.

Dotychczasowe doświadczenia zagraniczne w zakresie odnowy sieci kanalizacyjnych wskazują, iż decyzja o doborze optymalnej technologii odnowy kanału, w tym doborze optymalnego rozwiązania materiałowo-konstrukcyjnego do odnowy, w większości przypadków uzależniona jest od realizacji dodatkowych badań, m.in. od wykonania ekspertyzy konstrukcji kanałowej.

Coraz częściej – także już w kraju – rozpowszechnione jest przekonanie, że badanie kanału, techniką wideo dostarcza decydentowi wyłącznie obraz wnętrza kanału bez jakichkolwiek informacji o własnościach materiału konstrukcyjnego, grubości konstrukcji, jej nośności, w tym współczynnika bezpieczeństwa konstrukcji kanałowej, sposobie posadowienia kanału i bez szeregu innych informacji, ważnych dla podjęcia decyzji o doborze optymalnej technologii odnowy.

Spośród licznych problemów wcześniej zasygnalizowanych należałoby także zwrócić uwagę na konieczność stosowania poprawnych metod oceny stanu technicznego kanałów [13], umożliwiających opracowanie poprawnych wieloetapowych strategii odnowy sieci kanalizacyjnych.

Z obserwacji autora wynika, że rzadko inwestycje te są opiniowane przez uznanych ekspertów, a zupełnie nie spotyka się przypadków opiniowania takich inwestycji przez dwóch lub trzech niezależnych ekspertów, co w niektórych krajach jest prawie na porządku dziennym.

Z reguły nie analizuje się także kilku alternatywnych wariantów odnowy przewodów o zróżnicowanych efektach technicznych, trwałościowych i kosztowych. Autorowi znane są przykłady z innych krajów wykonywania analiz nawet kilkunastu różnych wariantów odnowy przewodów

przed podjęciem decyzji o doborze ostatecznego wariantu do realizacji.

Problemy związane z inwestycjami bezwykopowymi mają charakter interdyscyplinarny (problemy hydrauliczne, statyczno-wytrzymałościowe, konstrukcyjne, materiałowe, geotechniczne, organizacyjne, kosztowe itp.) i w związku z tym brak analizy wariantów możliwych do zastosowania technologii ich odnowy, mającej na celu dobór wariantu optymalnego, oraz brak zaopiniowania tego rozwiązania przez co najmniej dwóch niezależnych kompetentnych ekspertów, zwiększa ryzyko wystąpienia niepowodzeń przy realizacji inwestycji bezwykopowych. Fakt ten potwierdzają przykłady wyżej opisanych nieudanych inwestycji bezwykopowych.

Celowe byłoby, idąc za przykładem tej publikacji, zainauguowanie w kraju dyskusji nad przyczynami niepowodzeń niektórych dotychczasowych zastosowań technologii bezwykopowych.

Literatura

1. ATV-A147 Betriebsaufwand für die Kanalisation. Teil 1. Betriebsaufgaben und Intervalle, 1993.
2. Kuliczkowski A.: *Problemy bezodkrywkowej odnowy przewodów kanalizacyjnych*. Monografia Politechniki Świętokrzyskiej nr 13. Kielce 1998, s. 245.
3. Kuliczkowski A.: *Strategia planowania odnowy sieci kanalizacyjnych*. „Instal” 1999, nr 11, s. 57–60.
4. Kuliczkowski A., Lisowska J.: *Szczelność przewodów kanalizacyjnych, wymagania normowe*. „Rynek Instalacyjny” 2000, nr 11, s. 75–78.
5. Kuliczkowski A.: *Projektowanie konstrukcji przewodów kanalizacyjnych*. Skrypt Politechniki Świętokrzyskiej nr 356. Kielce 2000, s. 290.
6. Kuliczkowski A., Lisowska J.: *Infiltracja wód gruntowych do wnętrza nieszczelnych przewodów kanalizacyjnych*. „Rynek Instalacyjny” 2001, nr 5, s. 41–45.
7. Kuliczkowski A.: *Rury kanalizacyjne. T. I. Własności materiałowe*. Monografia Politechniki Świętokrzyskiej nr 28. Kielce 2003, s. 261.
8. Kuliczkowski A., Lisowska J.: *Problemy infiltracji wód gruntowych do nieszczelnych przewodów kanalizacyjnych*. „Aura. Ochrona Środowiska” 2002, nr 2, s. 14–16.
9. Kuliczkowski A., Lisowska J.: *Pomiary szczelności przewodów kanalizacyjnych*. „Instal” 2002, nr 6, s. 46–49.
10. Kuliczkowski A., Kuliczkowska E.: *Ekspertyzy konstrukcyjne przewodów kanalizacyjnych*. „Gaz, Woda i Technika Sanitarna” 2011, nr 1, s. 18–22.
11. Kuliczkowski A.: *Błędy w obliczeniach wytrzymałościowych przewodów kanalizacyjnych przeznaczonych do renowacji*. „Instal” 2004, nr 2, s. 33–37.
12. Kuliczkowski A., Kuliczkowska E.: *Uwagi krytyczne dotyczące stosowanych klasyfikacji uszkodzeń przewodów kanalizacyjnych*. „Instal” 2007, nr 4, s. 42–47.
13. Kuliczkowski A.: *Rury kanalizacyjne. T. II. Projektowanie konstrukcji*. Monografia Politechniki Świętokrzyskiej nr 42. Kielce 2004, s. 507.
14. Kuliczkowska E.: *Kryteria planowania bezwykopowej odnowy nieprzełazowych przewodów kanalizacyjnych*. Monografia Politechniki Świętokrzyskiej nr 3. Kielce 2008, s. 223.
15. *Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska*. Red. A. Kuliczkowski. Wydawnictwo Seidel – Przywecki. Warszawa 2010, s. 735.

R

E

K

L

A

M

A



Systemy rurowe HOBAS® – nowoczesne i trwałe rozwiązania dla infrastruktury miast i wsi

Wykop otwarty, technologie bezwykopowe, instalacje naziemne i renowacje dla:

Wodociągów i kanalizacji
Instalacji wody chłodzącej i przemysłowej
Osłony gazociągów i ciepłociągów
Energetyki wodnej
Odwodnień

