

# Metoda ABCDE zarządzania stanem technicznym przewodów kanalizacyjnych

tekst: dr inż. **EMILIA KULICZKOWSKA**, Politechnika Świętokrzyska

Dokładna ocena stanu technicznego przewodu kanalizacyjnego jest możliwa po jego odkrywcie i wykonaniu ekspertyzy konstrukcyjnej. Przeprowadzanie takich ekspertyz na każdym przewodzie kanalizacyjnym w danym mieście byłoby jednak nieuzasadnione względami techniczno-ekonomicznymi.



Ryc. 1. Samochód Politechniki Świętokrzyskiej ze sprzętem badawczym, fot. E. Kuliczowska



Ryc. 2. Wnętrze samochodu, fot. E. Kuliczowska

Wprowadzenie techniki CCTV (ryc. 1, 2) do diagnostyki przewodów kanalizacyjnych [3, 6, 7] umożliwiło ogląd ich wnętrza. W różnych ośrodkach naukowych trwają prace [3, 6, 11, 12] nad metodą ustalenia prawdopodobieństwa awarii przewodów kanalizacyjnych na podstawie rodzaju i wielkości zaobserwowanych w nich uszkodzeń. Zagadnienie to jest trudne, ponieważ badanie CCTV nie dostarcza wielu danych, które są możliwe do uzyskania wyłącznie w wyniku ekspertyzy kanałów po ich odkopaniu, takich jak np. grubość nieskorodowanej lub niestartej ścianki kanału, parametrów wytrzymałościowych rur czy sposobu ich posadowienia na dnie wykopu.

Analizując stan techniczny przewodów kanalizacyjnych, należy brać pod uwagę nie tylko ich bezpieczeństwo konstrukcyjne, ale także bezpieczeństwo eksploatacyjne, z uwzględnieniem możliwych zagrożeń środowiskowych [1, 3, 6]. Ważnym trendem w ocenie przewodów

infrastruktury podziemnej [2, 8, 9, 10] jest określenie ryzyka ich awarii. Ryzyko jest także istotnym kryterium planowania badań inspekcyjnych przewodów kanalizacyjnych.

## Opis metody ABCDE

Metoda ABCDE, opracowana przez autorkę tego artykułu, umożliwia ty-

powanie przewodów kanalizacyjnych do odnowy według jej pilności, przy uwzględnieniu stanu technicznego przewodów, analizowanego oddzielnie dla kryterium bezpieczeństwa konstrukcyjnego i oddzielnie dla kryterium bezpieczeństwa eksploatacyjnego, uwzględniającego także zagrożenia środowiskowe. W metodzie tej – poza prawdopodobień-



Ryc. 3. Rysy podłużne z przemieszczeniem fragmentów konstrukcji [3]



Ryc. 4. Skorodowane wnętrze przewodu kanalizacyjnego [3]



Ryc. 5. Osad stały w nowym przewodzie kanalizacyjnym [3]



Ryc. 6. Osad stały w nowym przewodzie kanalizacyjnym [3]



Ryc. 7. Zapadnięta nawierzchnia uliczna nad nieszczelnym kanałem, fot. E. Kuliczowska

stwem awarii – analizowane jest także ryzyko awarii. Dzięki temu typowanie przewodów kanalizacyjnych do odnowy jest bardziej racjonalne, ponieważ metoda zastosowana do zarządzania stanem technicznym przewodów uwzględnia nie tylko stan techniczny przewodów kanalizacyjnych, ale także konsekwencje ich awarii.

Metoda polega na przyporządkowaniu każdemu odcinkowi przewodu kanalizacyjnego w danym mieście pięcioliterowego kodu A, B, C, D, E, syntetycznie określającego kategorię prawdopodobieństwa awarii i kategorię ryzyka, oddzielnie dla kryterium bezpieczeństwa konstrukcyjnego (uwzględniającego uszkodzenia konstrukcyjne, takie jak np. pęknięcia, ubytki, korozja ścian, starcie dna itp., ryc. 3, 4), oraz dla kryterium eksploatacyjnego (uwzględniającego takie nieprawidłowości eksploatacyjne, jak np. przerosty korzeni drzew, infiltracja wody gruntowej, wystające przykanaliki, osady denne itp., ryc. 5, 6), gdzie:

A – liczba od 1 do 5 określająca kategorię prawdopodobieństwa awarii przewodu kanalizacyjnego przy uwzględnieniu wyłącznie stanu technicznego przewodu uzyskanego z badań CCTV dla kryterium bezpieczeństwa konstrukcyjnego, przy czym:

A = 1, gdy prawdopodobieństwo awarii jest bardzo niskie (stan techniczny kanału jest poprawny), odnowa przewodu nie jest wymagana,

A = 2, gdy prawdopodobieństwo awarii jest niskie (stan techniczny kanału jest niewłaściwy w niewielkim stopniu), konieczna będzie odnowa przewodu w okresie długoterminowym,

A = 3, gdy prawdopodobieństwo awarii jest średnie (stan techniczny kanału jest w dużym stopniu niewłaściwy), konieczna będzie odnowa przewodu w okresie średnioterminowym,

A = 4, gdy prawdopodobieństwo awarii jest wysokie (stan techniczny kanału jest poważny), konieczna jest odnowa przewodu w okresie krótkoterminowym,

A = 5, gdy prawdopodobieństwo awarii jest bardzo wysokie (stan techniczny kanału jest bardzo poważny), konieczna jest natychmiastowa odnowa przewodu (naprawa, rehabilitacja lub wymiana);

B – liczba od 1 do 25 stanowiąca miarę ryzyka awarii przewodu kanalizacyjnego dla kryterium bezpieczeństwa konstrukcyjnego, uwzględniająca prawdopodobieństwo i konsekwencje wystąpienia awarii. Przy tym samym stanie technicznym przewodu kanalizacyjnego inne są konsekwencje awarii np. płytko ułożonego kanału o niewielkiej średnicy w gruntach suchych w terenie zielonym,

a inne np. kanału o dużym przekroju ponawodnionym, w centrum miasta, pod ulicą o dużym natężeniu ruchu ulicznego (ryc. 7, 8). Przyjęto, że:

– ryzyko awarii przewodu kanalizacyjnego uwzględniające prawdopodobieństwo i konsekwencje jego wystąpienia jest marginalne, gdy  $B < 4$ , odnowa przewodu nie jest wymagana,

– ryzyko awarii jest niskie, gdy  $4 \leq B < 8$ , konieczna będzie odnowa przewodu w okresie długoterminowym,

– ryzyko awarii jest średnie, gdy  $8 \leq B < 12$ , konieczna będzie odnowa przewodu w okresie średnioterminowym,

– ryzyko awarii jest wysokie, gdy  $12 \leq B < 16$ , konieczna jest odnowa przewodu w okresie krótkoterminowym,

– ryzyko awarii jest bardzo wysokie, gdy  $B \geq 16$ , konieczna jest natychmiastowa odnowa przewodu (naprawa, rehabilitacja lub wymiana);

C – liczba od 1 do 5 określająca kategorię prawdopodobieństwa awarii przewodu kanalizacyjnego przy uwzględnieniu wyłącznie stanu technicznego przewodu uzyskanego z badań CCTV dla kryterium eksploatacyjnego uwzględniającego zagrożenia środowiskowe, przy czym:

C = 1, gdy prawdopodobieństwo awarii przewodu kanalizacyjnego jest bardzo





Ryc. 8. Katastrofa kanalizacyjna w Tucson (USA) [5]

niskie, brak konieczności eliminacji nieprawidłowości eksploatacyjnych.

$C = 2$ , gdy prawdopodobieństwo awarii jest niskie, konieczna jest eliminacja nieprawidłowości eksploatacyjnych w okresie długoterminowym,

$C = 3$ , gdy prawdopodobieństwo awarii jest średnie, konieczna jest eliminacja nieprawidłowości eksploatacyjnych w okresie średnioterminowym,

$C = 4$ , prawdopodobieństwo awarii jest wysokie, konieczna jest eliminacja nieprawidłowości eksploatacyjnych w okresie krótkoterminowym,

$C = 5$ , gdy prawdopodobieństwo awarii jest bardzo wysokie, konieczna jest natychmiastowa eliminacja nieprawidłowości eksploatacyjnych;

$D$  – liczba od 1 do 25, jak w przypadku  $B$  stanowiąca miarę ryzyka dla kryterium eksploatacyjnego uwzględniającego zagrożenia środowiskowe;

$E$  – ostatnie dwie cyfry roku, w którym wykonano badanie stanu technicznego przewodu kanalizacyjnego.

### Uwagi końcowe

Przegląd metod zarządzania stanem technicznym przewodów kanalizacyjnych w zakresie oceny ich stanu technicznego oraz typowania do odnowy wskazuje na ich ciągłą ewolucję. Aktualnym trendem jest uwzględnianie w procesie decyzyj-

nym nie tylko stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych, szacowanego na podstawie badań CCTV, ale także ryzyka awarii.

Z uwagi na istniejące rozbieżności w zakresie oceny wpływu wielkości różnych uszkodzeń występujących w przewodach kanalizacyjnych na określenie prawdopodobieństwa ich awarii oraz ocen dotyczących konsekwencji awarii wskazane jest kontynuowanie prac naukowo-badawczych w tym zakresie.

Zaproponowana metoda ABCDE dzięki możliwości oceny stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych oraz ryzyka ich awarii (uwzględniającego konsekwencje awarii) jedynie za pomocą czterech liczb umożliwi zgromadzenie w przedsiębiorstwie na jednej mapie informacji o stanie technicznym i ryzyku awarii wszystkich przewodów kanalizacyjnych w mieście. Pozwala to na sprawne zarządzanie sieciami kanalizacyjnymi w zakresie szybkiego wytypowania przewodów do odnowy lub realizacji określonych zadań eksploatacyjnych, poczynając od tych przewodów, które najpilniej tego wymagają.

### Literatura

[1] Dąbrowski W.: *Oddziaływanie sieci kanalizacyjnych na środowisko*. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2004.

[2] Królikowska J.: *Niezawodność funkcjonowania i bezpieczeństwa sieci kanalizacyjnej*. Monografia nr 382. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2010.

[3] Kuliczowska E.: *Kryteria planowania bezwykopowej odnowy nieprzewodzących przewodów kanalizacyjnych*. Monografia M3. Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 2008.

[4] Kuliczowska E.: *Ryzyko istotnym kryterium planowania badań inspekcyjnych przewodów kanalizacyjnych*. IX Konferencja Naukowo-Techniczna Nowe technologie w sieciach i instalacjach wodociągowych i kanalizacyjnych. Materiały konferencyjne. Politechnika Śląska, Gliwice 2012, s. 387–403.

[5] Kuliczowska E.: *Kategorie awarii przewodów kanalizacyjnych*. W: X Konferencja Naukowo-Techniczna Nowe technologie w sieciach i instalacjach wodociągowych i kanalizacyjnych. Materiały konferencyjne. Politechnika Śląska, Gliwice 2014, s. 221–237.

[6] Madryas C., Przybyła B., Wysocki L.: *Badania i ocena stanu technicznego przewodów kanalizacyjnych*. Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne, Wrocław 2010.

[7] *Technologie bezwykopowe w inżynierii środowiska*. Red. A. Kuliczowski. Wydawnictwo Seidel – Przywecki, Warszawa 2010.

[8] Rak J.R.: *Bezpieczeństwo systemów zaopatrzenia w wodę*. Polska Akademia Nauk, Warszawa 2009.

[9] Rak J.R.: *Wybrane zagadnienia niezawodności i bezpieczeństwa w zaopatrzeniu w wodę*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2008.

[10] Rak, J.R.: *Istota ryzyka w funkcjonowaniu systemu zaopatrzenia w wodę*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2004.

[11] Stein D.: *Instandhaltung von Kanalisationen*. 3 Auflage. Ernst & Sohn, Berlin 1999.

[12] *Sewerage Rehabilitation Manual*. Vol. 1–3. Swindon, Wiltshire: Water Research Centre, 1990.

Artykuł zostanie wygłoszony na konferencji *Technologie Bezwykopowe No-Dig Poland 2014*

Artykuł recenzowany zgodnie z wytycznymi MNiSW.