

Edward W. Mielcarzewicz

Modernizacja sieci wodociągowych i kanalizacyjnych

Najkosztowniejszymi elementami systemów zaopatrzenia w wodę oraz usuwania i unieszkodliwiania ścieków są układy sieci przewodów, gdyż ich koszt stanowi 80+90% kosztów całego systemu. Z tego powodu sieci wodociągowe i kanalizacyjne powinny się charakteryzować dużą niezawodnością i niskimi kosztami eksploatacyjnymi.

Pod pojęciem modernizacji należy rozumieć wszelkie zabiegi, które mogą udoskonalić działanie istniejącego układu sieci wodociągowej lub kanalizacyjnej, a także przystosować go do nowych zadań. Modernizacja może dotyczyć całego układu, lub tylko wybranych jego elementów, i może obejmować zarówno działania inwestycyjne i remontowe jak i organizacyjne.

Niniejsza praca ma na celu zwrócenie uwagi na to, jak – drogą modernizacji – można osiągnąć te właściwości istniejących już sieci wodociągowych i kanalizacyjnych.

Kryteria podejmowania decyzji o modernizacji

Modernizacja sieci wodociągowych i kanalizacyjnych podejmowana jest wówczas, gdy istniejący system nie spełnia należycie swoich zadań merytorycznych, lub gdy jest nadmiernie energochłonny i kapitałochłonny, albo gdy nie jest już w stanie sprostać zwiększonemu zakresowi zadań.

W pierwszym wypadku powodem modernizacji jest niewystarczająca niezawodność działania systemu wynikająca z:

- wadliwego rozwiązania technicznego systemu,
- zbyt niskiego ciśnienia wody w sieci wodociągowej,
- nadmiernej oporności hydraulicznej rurociągów,
- wtórnego zanieczyszczenia wody w sieci wodociągowej,

– wzrostu zapotrzebowania na wodę lub odpływu ścieków ponad przepływność sieci wodociągowej lub kanalizacyjnej,

- nadmierne odkładanie się osadów w przewodach kanalizacyjnych.

W drugim wypadku do modernizacji sieci skłaniają:

- nadmierna uszkadzalność elementów sieci,
- nadmierne straty wody w sieci wodociągowej lub nadmierna infiltracja wód podziemnych do sieci kanalizacyjnej,
- nadmierne ciśnienie w sieci wodociągowej.

W trzecim wypadku modernizację wymusza rozbudowa miasta czy aglomeracji, wymagająca zwiększenia obszaru zaopatrywanego centralnie w wodę i objętego systemem usuwania ścieków bytowo-gospodarczych i deszczowych, a tym samym zwiększenia zapotrzebowania na wodę i ilości usuwanych ścieków.

W każdym wypadku podstawę do racjonalnej decyzji o sposobie i zakresie modernizacji stanowić musi rzetelna znajomość obecnego i prognozowanego stanu technicznego istniejących systemów i warunków ich działania, jak i programu rozwoju miasta.

Ocena i prognoza stanu technicznego sieci

Najbardziej wiarygodna jest ocena istniejącego i prognozowanego stanu technicznego sieci, dokonana na podstawie szczegółowej inwentaryzacji oraz kompleksowych badań terenowych, uzupełnionych analizami i symulacjami komputerowymi [15,16,18–20,22–24]. Program badań powinien być opracowany na podstawie szczegółowych informacji o systemie [7,14–16].

Inwentaryzacja sieci wodociągowej i kanalizacyjnej

Inwentaryzacja sieci ma na celu określenie:

- przebiegu tras i profilów podłużnych wszystkich przewodów danego systemu,
- rozmieszczenia na sieci wszelkiej armatury, obiektów, urządzeń pomiarowych itp.,
- materiału, roku budowy, nominalnego przekroju poprzecznego każdego odcinka sieci wodociągowej lub kanalizacyjnej,
- miejsc uszkodzeń przewodów i wycieków wody lub ścieków albo infiltracji wody podziemnej.

Do określania tras, zagłębień i miejsc wycieków wody z przewodów wodociągowych pomocne są specjalistyczne urządzenia, natomiast lokalizację miejsc i rodzajów uszkodzeń przewodów kanalizacyjnych najdokładniej określa się techniką wideo [25].

Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji opracowywany jest plan sytuacyjno-wysokościowy danej sieci (1:500), z oznaczaniem miejsc występowania armatury i obiektów sieciowych, a także miejsc uszkodzeń i wycieków lub infiltracji wody. Ponadto przedstawia się w formie rysunkowej wszystkie zinwentaryzowane obiekty, a w formie tabelarycznej wyniki pomiarów i obserwacji sieci i obiektów (np. stan techniczny studzienek rewizyjnych, komór zasu w itp.), a także parametry charakteryzujące poszczególne odcinki przewodów. Przedstawione w ten sposób informacje można wykorzystać do budowy komputerowego modelu sieci.

Badania sieci wodociągowej

Zakres badań powinien być dostosowany do przewidywanego zakresu modernizacji sieci. Ich wyniki powinny umożliwić określenie:

- wskaźników uszkodzalności elementów sieci i kosztów ich napraw, obliczonych na podstawie co najmniej dziesięcioletnich notowań [8, 9, 13, 28],
- aktualnego rozkładu dobowego i godzinowego zapotrzebowania na wodę i sieciowych strat wody z okresu co najmniej jednego tygodnia, najlepiej w wydzielonych rejonach sieci [4, 10, 19],
- wysokości ciśnień w wybranych węzłach sieci oraz w źródłach jej zasilania w wodę, podczas różnych poborów wody [14–16,20],
- oporności hydraulicznych wszystkich czynnych rurociągów [14–16],
- jakości wody przepływającej siecią z możliwie najdłuższego czasu.

Tak opisany stan sieci daje podstawy do prognozowania jej stanu po dalszej eksploatacji [19, 21, 24], a także do programowania działań modernizacyjnych dostosowujących sieć do jej przyszłych zadań. Badania takie, łącznie z inwentaryzacją, umożliwiają wykazanie wszelkich nieprawidłowości w pracy sieci i wyjaśnienie ich przyczyn.

Badania sieci kanalizacyjnej

Zakres badań należy każdorazowo dostosować do przewidywanego zakresu modernizacji sieci. Badania te powinny obejmować:

- określenie granic zlewni kanałów zbiorczych i kolektorów,
- pomiary ciągle natężeń odpływów ścieków bytowo-gospodarczych w wybranych przekrojach kolektorów, przez co najmniej jeden tydzień, przy jednoczesnym pomiarze dostawy wody do zlewni ciężającej do przekroju pomiarowego,
- pomiary ciągle natężeń opadów deszczowych i odpływów ścieków deszczowych przez co najmniej trzy miesiące letnie (czerwiec–sierpień) w wybranych przekrojach kolektorów deszczowych, jeśli to możliwe w okresie 3+5 lat,
- określenie przepływności wszystkich odcinków kanałów, przy założeniu napełnienia kanałów ściekowych do 60%, a deszczowych do 80% wysokości przekroju,
- określenie wskaźników intensywności uszkodzeń sieci i kosztów ich napraw, obliczonych na podstawie co najmniej 10-letnich notowań,
- badanie wytrzymałości podłoża, zwłaszcza na trasie kolektorów o znacznej liczbie uszkodzeń,
- badanie cech fizycznych i chemicznych próbek pobranych z konstrukcji kanałów betonowych,
- badania chemiczne próbek wody podziemnej.

Porównanie dostawy wody z odpływem ścieków jest przydatne do oszacowania wielkości infiltracji wód podziemnych do sieci lub wielkości eksfiltracji ścieków do gruntu. Podczas pomiarów natężeń odpływów ścieków deszczowych wskazane jest jednoczesne pobieranie próbek ścieków w odstępach 5+15 minut przez okres 90+180 minut od chwili rozpoczęcia odpływu [5,6]. Wyniki analiz fizyczno-chemicznych tych próbek umożliwią określenie właściwego sposobu unieszkodliwiania ścieków deszczowych.

Zastosowanie Systemu Informacji Geograficznej (GIS) w wodociągach i kanalizacji

System Informacji Geograficznej (GIS) wraz z Systemem Informacji o Terenie (SIT) składa się na komputerowy System Informacji Przestrzennej. Systemy te tworzone są w celu systematycznego gromadzenia, aktualizacji, przetwarzania i udostępniania informacji przestrzennych o identyfikowanych obiektach. Mogą one służyć między innymi:

- utrzymaniu w sprawności infrastruktury technicznej,
- planowaniu przestrzennemu i ochronie środowiska,
- utrzymaniu ładu prawnego w zagospodarowaniu terenu,
- zarządzaniu i gospodarowaniu majątkiem różnych podmiotów gospodarczych i instytucji, a także wielu innym celom.

Rozróżnia się kilka poziomów systemów informacyjnych, w zależności od stopnia szczegółowości baz danych odniesionych do map numerycznych odpowiedniego typu [27]. Systemy wodociągowe i kanalizacyjne odnoszone są zazwyczaj do map gospodarczych w skali 1:500.

Zasadniczym celem wprowadzania GIS jest istotne usprawnienie zarządzania majątkiem przedsiębiorstwa, dzięki zawartej w nim spójnej bazy aktualnych danych wspomagających podejmowanie racjonalnych decyzji, zwłaszcza w zakresie bieżącej eksploatacji i modernizacji [1,11,12,27]. Realizacja tego celu wymaga między innymi:

- rzetelnej i stale aktualizowanej inwentaryzacji obiektów,
- ciągłej rejestracji i kontroli parametrów charakteryzujących stan i działanie obiektów,
- usprawnienia rejestracji występowania i usuwania uszkodzeń,
- scentralizowania danych usprawniającego kontrolę i pracę obiektów,
- ułatwienia dostępu i korzystania z danych,
- umożliwienie symulacji działania obiektów w dowolnych warunkach dla potrzeb planowania modernizacji i rozwoju systemów,
- usprawnienie obsługi użytkowników systemów.

Przed wdrożeniem GIS użytkownik musi zdefiniować własny opis danych, obejmujący sposób ich organizacji i związki zachodzące między nimi. Informacje grupowane są w postaci tzw. obiektów, jak np. odcinek przewodu, zasuwa, studzienka rewizyjna itp. Każdy obiekt musi być jednoznacznie zdefiniowany i scharakteryzowany, a jego związki z innymi obiektami powinny być ściśle określone (np. studzienka rewizyjna związana jest z określonym odcinkiem kanału, ułożonym pod określonym ciągiem komunikacyjnym). Konieczne jest również określenie źródła danych o każdym obiekcie (np. spis środków trwałych, plik tekstowy, mapa itp.).

Wprowadzenie GIS jest bardzo kosztowne, jednak korzyści jakie z niego wynikają są znacznie większe od poniesionych kosztów. Jedną z najważniejszych korzyści jakie daje GIS jest dobre udokumentowanie przepływu danych i wszelkich procedur z tym związanych. Umożliwia to jednoznaczne określenie odpowiedzialności za wprowadzanie, gromadzenie, analizowanie danych i wyprowadzanie wyników oraz zmniejszenie ilości dublujących się danych, a także ujednoclenie sposobu przechowywania danych.

Zakresy modernizacji sieci i ich efekty

Sieci wodociągowe

Modernizacja ma na celu usprawnienie działania, zwiększenie niezawodności lub przystosowanie sieci do nowych zadań, a także obniżenie kosztów jej eksploatacji [17]. Zakres przedsięwzięć modernizacyjnych musi gwarantować spełnienie tych oczekiwań.

Udoskonalenie układu geometrycznego sieci może przyczynić się do:

- zwiększenia niezawodności systemu dystrybucji wody,
- zwiększenia dostawy wody do odbiorców,
- zmniejszenia strat hydraulicznych w sieci oraz podwyższenia i stabilizacji ciśnień w sieci,
- zmniejszenia wysokości podnoszenia pomp i kosztów eksploatacji pompowni.

Renowacja lub wymiana wybranych rurociągów przyczynia się do:

- zmniejszenia uszkodzalności sieci i kosztów jej napraw,
- zwiększenia niezawodności sieci,
- zwiększenia i stabilizacji ciśnień w sieci,
- zmniejszenia strat hydraulicznych i strat wody w sieci,
- poprawy jakości wody w sieci (wcześniej wtórnie zanieczyszczonej),
- zmniejszenia wysokości podnoszenia pomp i kosztów eksploatacji pompowni.

Budowa rurociągów odcciążających umożliwia:

- zwiększenie dostawy wody do odbiorców,
- zmniejszenie strat hydraulicznych w sieci i wysokości podnoszenia pomp, a tym samym kosztów eksploatacji pompowni.

Sieci kanalizacyjne

Modernizacja ma na celu, oprócz usprawnienia działania i zwiększenia niezawodności sieci, umożliwienie przyjęcia przez system dodatkowych ilości ścieków, obniżenie kosztów eksploatacji, a także przedłużenie żywotności kanałów. Modernizacja sieci kanalizacyjnej najczęściej sprowadza się do odnowy przewodów i obiektów sieciowych, obejmującej zarówno naprawę poszczególnych uszkodzeń jak i renowację lub wymianę odcinków sieci, a nawet całych ciągów kanalizacyjnych wraz z przynależnymi do nich obiektami.

Odnowa przewodów kanalizacyjnych przyczynia się do:

- zmniejszenia uszkodzalności i zwiększenia niezawodności sieci,
- zmniejszenia oporów hydraulicznych i usprawnienia samooczyszczania przewodów,
- zabezpieczenia kanałów przed korozją i erozją, a także przed infiltracją wód podziemnych lub eksfiltracją ścieków do gruntu.

Wentylacja kanałów znacznie spowalnia proces korozji sklepień przez gazy wydzielające się ze ścieków, zwłaszcza przy podwyższonej temperaturze.

Komory płuczące wspomagają proces samooczyszczania kanałów o małych spadkach i małych natężeniach przepływu ścieków.

Retencjonowanie ścieków umożliwia:

- obniżenie szczytowych natężeń przepływu w kanałach,

– wprowadzenie dodatkowych ilości ścieków do istniejącej sieci.

Ścieki bytowo-gospodarcze można retencjonować w komorach akumulacyjnych w rejonie ich powstawania lub w krytych sieciowych zbiornikach retencyjnych. Ścieki deszczowe natomiast można retencjonować na obszarze zlewni (łąki, trawniki itp.) i wprowadzać częściowo do gruntu albo gromadzić w otwartych lub krytych zbiornikach sieciowych, umieszczanych m.in. na końcówkach kanałów, do których przewiduje się włączenie odpływów z terenów dotychczas nie skanalizowanych.

Rozbudowa systemu kanalizacyjnego umożliwia:

- odciążenie istniejącego systemu, jeśli jego przepływność nie wystarcza do sprawnego odprowadzania ścieków,
- skanalizowanie nowych terenów w miarę rozwoju miasta.

Metody renowacji przewodów

Renowacja przewodu obejmuje bezodkrywkowe oczyszczenie go z osadów, inkrustacji, czy korzeni drzew (kanalizacja), a następnie wykonanie w nim powłoki lub wykładziny izolacyjno-wzmacniającej.

Renowacja przewodów wodociągowych

Renowacja polega na oczyszczeniu mechanicznym rurociągów z osadów i inkrustacji oraz resztek starej izolacji, a następnie wykonaniu powłoki izolacyjno-wzmacniającej oraz wymianie zasuw, hydrantów i przyłączy domowych. Współcześnie znanych jest kilkanaście metod renowacji, różniących się rodzajem materiału i technologią wykonania wykładzin [1,3,17,20,26]. Są to:

- powłoki cementowe lub z żywicy epoksydowej,
- elastyczne powłoki z tkanin i folii z tworzyw sztucznych,
- wykładziny z długich lub krótkich rur z tworzyw sztucznych.

Powłoki cementowe zabezpieczają przed korozją rurociągi stalowe i żeliwne na skutek reakcji chemicznych zachodzących na styku metalu z cementem i powstania tam strefy o wysokiej alkaliczności oraz wskutek utrudnienia dostępu wody do metalu przez szczelną warstwę powłoki. Powłoka cementowa jest gładka, likwiduje nieszczelności, powstrzymuje proces inkrustacji rur, zapewnia klarowność wody, a jej trwałość szacuje się na 40+50 lat. Wykonanie powłoki polega na odśrodkowym narzuceniu zaprawy cementowej na ścianę rury i wygładzeniu jej metalową wygładzarką. Metoda ta stosowana do rur o średnicach 100+2000 mm wykonywana jest z prędkością 200+240 m/d. Odstępy odkrywek udostępniających wnętrza rurociągów wynoszą około 150+600 m przy rurociągach nieprzełazowych, a przy przełazowych wystarcza jedna odkrywka na całą długość rurociągu. Zmniejszenie średnicy rurociągu przez powłokę jest w dużej mierze rekompensowane gładkością powierzchni.

Powłoki z żywicy epoksydowej zabezpieczają rury przed korozją i uszczelniają je od wewnątrz. Powłoki nakładane są metodą woporową (EPOXY LINING), polegającą na przepychaniu sprężonym powietrzem zestawu dwóch kul połączonych krótką linką stalową, przez odcinek rurociągu wypełniony częściowo odpowiednią ilością żywicy epoksydowej. Kule wyciskają na ścianie rury warstwę powłoki charakteryzującą się dużą gładkością ($k=0,1$ mm).

Elastyczne powłoki utwardzalne stosowane są zarówno do renowacji przewodów wodociągowych jak i kanalizacyjnych o średnicach 75+3000 mm, jednorazowo na odcinkach do 500 m. Powłoki wykonywane są z włókna poliestrowego nasączonego żywicą termoutwardzalną lub z tkanin wielowarstwowych, na bazie włókna poliestrowego. Powłoka wprowadzana jest do wnętrza przewodu w formie rękawa foliowego (lub z tkaniny), impregnowanego żywicą. Pod naporem wody lub sprężonego powietrza rękaw ulega inwersji, jego czoło przesuwa się w głąb przewodu, a jednocześnie rękaw jest dociskany do wewnętrznej powierzchni przewodu. Po pokryciu całego odcinka włacza się do rękawa gorącą wodę (temp. ok. 90 °C) lub parę wodną, co powoduje utwardzenie powłoki. Do utwardzania stosowane również bywa nagrzewanie promieniami ultrafioletowymi.

Wykładziny z długich rur polietylenowych, z wykorzystaniem pamięci molekularnej materiału, są stosowane do renowacji przewodów wodociągowych i kanalizacyjnych. Nie wymagają stosowania procesu inwersji. Wprowadzenie wykładziny do wnętrza przewodu wymaga zmniejszenia średnicy rury wykładzinowej, przy zachowaniu kołowego kształtu jej przekroju poprzecznego, albo zmniejszenia pola przekroju poprzecznego rury przez zmianę kształtu jej przekroju. W pierwszym przypadku rury wykładzinowe wykonywane są z polietylenu średniej gęstości, a ich średnice można zmniejszyć o 7+12% przeciągając je przez odpowiedni kształtownik zwązający, po uprzednim nagrzananiu rur gorącym powietrzem do temperatury 40+50 °C. Po wprowadzeniu rury do przewodu poddawanego renowacji następuje samoistny powrót zmniejszonej średnicy do jej pierwotnej wielkości, co trwa około 12 godzin. Czas ten można skrócić właczając do rury wodę pod ciśnieniem dwukrotnie wyższym od roboczego. Prędkość renowacji tą metodą wynosi w przewodach o średnicy 150+1000 mm około 150 m/h. W drugim wypadku rury wykładzinowe o przekroju kołowym formowane są do kształtu litery „U” za pomocą odpowiedniej maszyny termomechanicznej. Dzięki temu pole przekroju rury zostaje zmniejszone o około 50%, co umożliwia łatwe wprowadzenie jej do przewodu. Po przeciągnięciu rury przez całą długość odcinka przewodu właczana jest do niej gorąca para. Powoduje to rewersję rury „U” do pierwotnego kształtu i początkowej średnicy. Po tym zabiegu rura wykładzinowa ściśle przylega do ściany przewodu poddawanego renowacji, analogicznie jak w pierwszym przypadku.

Renowacja przewodów kanalizacyjnych

Odkrywkowe metody renowacji przewodów kanalizacyjnych są bardzo kosztowne, pracochłonne i w wielu przypadkach bardzo uciążliwe dla mieszkańców. Wymagają one rozbioru nawierzchni, wykonania wykopu odkrywającego sklepienie kanału, połączonego z odwożeniem urobku na miejsce składowania, a następnie rozbioru i przebudowę zniszczonego przez korozję sklepienia, wymianę skorodowanej kinety i najczęściej wzmocnienia ścian bocznych i otaczającego gruntu zastrzykami cementowymi. Prace te wymagają całkowitego lub częściowego wyłączenia z ruchu odcinka ulicy, co utrudnia i podraża komunikację (objazdy), dostęp do budynków, sklepów itd.

Bezodkrywkowe metody renowacji przewodów kanalizacyjnych (przełazowych i nieprzełazowych) są znacznie tańsze, szybsze w realizacji i znacznie mniej uciążliwe dla miasta niż metody odkrywkowe. Renowacja polega na oczyszczeniu przewodu z osadów, okruchów zniszczonego kanału, korzeni

drzew itp., a następnie na wykonaniu w nim wykładziny lub powłoki uszczelniająco-wzmacniającej, ułatwiającej odpływ ścieków wraz z osadami, oraz na uszczelnieniu i ewentualnie rekonstrukcji studzienek rewizyjnych i wszystkich obiektów sieciowych. Stosowane metody renowacji przewodów są zbliżone, a niektóre nawet identyczne do stosowanych w odniesieniu do rur wodociągowych, jak np. powłoki cementowe, z żywicy epoksydowej z tkanin z tworzyw sztucznych, z długich lub krótkich rur z tworzyw sztucznych.

Wykładziny z długich rur polietylenowych (polipropylenowych) dla cieczy o wysokich temperaturach lub polistyrenowych wzmocnianych włóknem szklanym, stosowane są do przewodów o średnicach 63+3000 mm, mających rezerwę przepływności. Wciąganie rur następuje z wykopu startowego, a kończy albo w wykopie końcowym albo w studziencie rewizyjnej.

Wykładziny z krótkich rur (0,5+1,0 m), wykonanych z takich samych materiałów jak rury długie, a prócz tego z nieplastyfikowanego polichlorku winylu i poliuretanu stosuje się do przewodów o średnicach 63+3000 mm, gdy nie można wykonać wykopu startowego. Rury wciska się ze studzienki startowej ręcznie (małe średnice) lub za pomocą siłownika hydraulicznego (duże średnice). Istnieje również możliwość wciągania rury złożonej z rur krótkich, zgrzewanych czołowo w studziencie startowej. W obydwu metodach przestrzeń powstała między rurą wykładzinową a przewodem kanalizacyjnym wypełnia się odpowiednim wypełniaczem.

Powłoki z żywicy epoksydowych wykonywane są metodą natrysku, przy użyciu specjalnej głowicy natryskowej, do której doprowadza się dwoma oddzielnymi przewodami żywicę epoksydową i utwardzacz, gdzie zostają wymieszane. Powstała powłoka powinna mieć w przewodach wodociągowych grubość 0,8+1,0 mm, a w kanalizacyjnych 10+20 mm. Utwardzanie przeprowadza się bezpośrednio albo na zimno (8+24 °C) lub na gorąco (100 °C). Po 16 godzinach przewód może być włączony do eksploatacji. Utwardzone żywice są bardzo dobrze przyczepne, nietopliwe, odporne na działanie związków chemicznych (szczególnie organicznych), wytrzymałe na rozciąganie i praktycznie nie nasiąkliwe.

Wykładziny segmentowe służą do renowacji kanałów półprzełazowych i przełazowych – kołowych, jajowych i owalnych. Segmenty wykładziny, w postaci krótkich odcinków przewodu o pełnym przekroju lub w postaci półówek przekrojów, wykonane z zaprawy cementowej wzmocnionej włóknem szklanym, z betonu, betonu żywicznego, żelbetu, a także z polistyrenu wzmocnionego włóknem szklanym, montowane są ręcznie wewnątrz zniszczonego kanału. Segmenty (wkładki) cienkościennie mają długość 0,5+6,0 m i są łączone na bardzo płaskie kielichy lub na nakładki i uszczelniane specjalnym kitem. Przestrzeń pomiędzy wykładziną a przewodem wymaga również wypełnienia. Metoda ta jest pracochłonna ze względu na dużą liczbę połączeń i ręczny montaż segmentów.

Metody wymiany przewodów

Wymiana przewodu wodociągowego następuje wówczas, gdy wytrzymałość jego ścian jest za mała aby poddać go czyszczeniu mechanicznemu, lub gdy konieczne jest powiększenie jego średnicy. Wymiana przewodu kanalizacyjnego ma miejsce wtedy, gdy nastąpiła deformacja profilu podłużnego uniemożliwiająca należyty odpływ ścieków i transport

osadów, lub gdy duże zniszczenie kanału uniemożliwia podanie go renowacji, a w końcu gdy konieczne jest zwiększenie przekroju kanału.

Najprostsza jest budowa nowego przewodu równoległe do istniejącego, a następnie odcięcie przewodu wyeksploatowanego. Jeśli nie ma możliwości ułożenia w ulicy dodatkowego przewodu demontowany jest istniejący, a na jego miejsce układany jest nowy. Obydwie te metody zalicza się do konwencjonalnych metod odkrywkowych.

Metoda bezodkrywkowa polega na rozkruszaniu starego przewodu za pomocą przeciąganego przez niego tzw. łamacza, który kruszy istniejący przewód i wciąga za sobą nowy rurociąg o takiej samej lub nieco większej średnicy (w granicach 200+600 mm). Łamacz (młot pneumatyczny) kruszy od wewnątrz rurę, a odłamki wciska w otaczający grunt. Szybkość pracy łamacza wynosi ok. 40 m/h. Jeśli konieczne jest znaczne zwiększenie średnicy przewodu, to w miejsce łamacza stosuje się tzw. rozpychacz (ekspander) o napędzie hydraulicznym. Rozpychacz podzielony jest na cztery segmenty, które po wsunięciu go do przewodu rozwierają się krusząc przewód i wciskają odłamki w otaczający grunt. Działanie to jest cykliczne. Metoda ta jest stosowana do przewodów żeliwnych, kamionkowych, betonowych, azbestocementowych i z tworzyw sztucznych. Zakres powiększania średnic przewodów jest ograniczony i wynosi:

- z ϕ 200 mm na ϕ 315 mm,
- z ϕ 250 mm na ϕ 400 mm,
- z ϕ 300 mm na ϕ 450 mm,
- z ϕ 400 mm na ϕ 500 mm,
- z ϕ 500+600 mm na ϕ 630 mm.

Przebudowa i rozbudowa systemów sieciowych

Rozbudowa miasta czy aglomeracji wymusza dostosowanie istniejącego systemu wodociągowego i kanalizacyjnego do pokrycia zwiększonego zapotrzebowania na wodę i odprowadzania zwiększonej ilości ścieków zarówno bytowo-gospodarczych jak i deszczowych, zwłaszcza z nowych obszarów. W tych warunkach modernizacja obejmuje nie tylko usprawnienie działania istniejących systemów ale także ich rozbudowę.

Rozbudowa systemu wodociągowego i kanalizacyjnego realizowana jest zazwyczaj etapami, w zależności od etapów rozbudowy miasta. Decyzje w tym zakresie muszą nawiązywać do projektu perspektywicznego zagospodarowania przestrzennego miasta, a jednocześnie do wcześniej przygotowanego wieloletniego planu odnowy istniejących systemów. Aby założone efekty modernizacji osiągnąć, przy możliwie najmniejszych nakładach finansowych, konieczna jest daleko idąca korelacja przedsięwzięć w zakresie rozbudowy i usprawnienia istniejących systemów.

Doprowadzenie wody do terenów nowo zabudowywanych poprzez wydzielone – nie powiązane z istniejącym układem – rurociągi magistralne nie zawsze jest rozwiązaniem najkorzystniejszym. Należy w każdym wypadku przeanalizować techniczne i ekonomiczne skutki powiązania nowego układu magistral z układem istniejącym, nawet jeśli wymagałoby to stosowania pompowni strefowych lub stacji reduktorów ciśnienia. Takie rozwiązania mogą znacznie poprawić warunki zaopatrzenia w wodę terenów już zagospodarowanych,

a istniejący układ magistral może nawet stanowić – w pewnym zakresie – rezerwę dla układu nowego. Może to znacznie poprawić niezawodność całego systemu dystrybucji wody. Optymalną pod względem technicznym, ekonomicznym i społecznym decyzję muszą poprzedzać badania symulacyjne poszczególnych etapów rozbudowy i usprawnienia systemu, a zwłaszcza renowacji rurociągów.

Podobnie odprowadzanie ścieków bytowo-gospodarczych i deszczowych z nowych terenów oddzielnymi kolektorami, poza istniejącymi układami sieci, może być znacznie kosztowniejsze niż wykorzystanie w pełni przepływności istniejących kolektorów i retencjonowania ścieków w zbiornikach sieciowych, bądź też budowa kanałów odciążających tam, gdzie byłoby to konieczne. Takie rozwiązania nie tylko mogą obniżyć koszty rozbudowy sieci kanalizacyjnych ale są korzystne dla pracy oczyszczalni ścieków, a tym samym dla ochrony odbiorników. Decyzję o sposobie i zakresie rozbudowy musi poprzedzać wnikliwa analiza techniczno-ekonomiczna możliwych rozwiązań, a także badania symulacyjne poszczególnych etapów rozbudowy z uwzględnieniem programu odnowy istniejących sieci kanalizacyjnych.

Modernizacja sieci wodociągowych i kanalizacyjnych wymaga zastosowania nowoczesnych materiałów i urządzeń, zapewniających długotrwałą i bezawaryjną pracę wszystkich elementów. Przewody wodociągowe i kanalizacyjne należy wykonywać z materiałów odpornych na korozję i inkrustację, zapewniających gładką przez wiele lat powierzchnię wewnętrzną rur, które powinny mieć dużą wytrzymałość na zginanie i rozciąganie, a ich złącza powinny – nawet w skrajnych warunkach – zapewnić szczelność połączeń.

LITERATURA

1. P. BŁASZCZYK i inni: Poradnik – Diagnostyka i wybór optymalnych metod modernizacji i przebudowy komunalnych wodociągów i kanalizacji. Cz.I. COBR Hydrobudowa, Warszawa 1996.
2. J. F. BOST et al.: Technologies of pipeline rehabilitation. An overview of drinking water mains rehabilitation. IWSA Regional Conference "Rehabilitation", Zürich 1994, p. 73.
3. M. DEMSKI: TROLINING SYSTEM – bezodkrywkowa metoda regeneracji rurociągów. Mat. VI konf. „Infrastruktura podziemna miast”. Instytut Inżynierii Łądowej PWr., Wrocław 1996, s. 60.
4. P. DOHNALIK, T. ZAPIÓR: Rzeczywiste straty wody w systemach wodociągowych regionu południowego Polski. Mat. XII konf. „Zaopatrzenie w wodę miast i wsi”, PZITS, Poznań 1996, s. 509.
5. T. GRUSZECKI i inni: Pomiary zmienności przepływu i stężenia zanieczyszczeń w ściekach deszczowych. Mat. konf. „Postęp techniczny w kanalizacji”. PZITS, Wrocław 1977, s. 23.
6. T. GRUSZECKI, E. W. MIELCARZEWICZ: Ścieki deszczowe z terenów zurbanizowanych jako źródło zanieczyszczenia ich odbiorników. Mat. konf. „Ochrona środowiska człowieka ze szczególnym uwzględnieniem rekreacji”. PZITS, Olsztyn 1978, s. 113.
7. W. HIRNER: Criteria for planning and establishing priorities for distribution network rehabilitation. IWSA Regional Conference "Rehabilitation", Zürich 1994, p. 45.
8. H. HOTŁOŚ, E. W. MIELCARZEWICZ: Analiza uszkodzeń przewodów sieci wodociągowej w Oleśnicy. Mat. XII konf. „Zaopatrzenie w wodę miast i wsi”. PZITS, Poznań 1994, s. 957.
9. H. HOTŁOŚ, E. W. MIELCARZEWICZ: Intensywność uszkodzeń i kosztów napraw przewodów sieci wodociągowych. GWiTS, 1996, nr 1, s. 25.

10. A. KOTOWSKI, H. HOTŁOŚ: Ocena wielkości strat wody w sieciach wodociągowych wybranych miast. GWiTS, 1994, nr 8, s. 254.
11. M. KWIETNIEWSKI: Podstawy geograficznych systemów informacji dla potrzeb wodociągów i kanalizacji. GWiTS, 1996, nr 11, s. 418.
12. M. KWIETNIEWSKI, R. ELŻANOWSKI: Przykłady zastosowań geograficznych systemów informacji w funkcjonowaniu wodociągów i kanalizacji. GWiTS, 1996, nr 12, s. 444.
13. M. KWIETNIEWSKI, M. ROMAN, H. KŁOSS-TREBACZKIEWICZ: Niezawodność wodociągów i kanalizacji. Arkady, Warszawa 1993.
14. Z. LEWICKI: Programowanie badań czynnych sieci wodociągowych w aspekcie oceny ich sprawności hydraulicznej. Mat. XIII konf. „Zaopatrzenie w wodę miast i wsi”. PZITS, Poznań 1994, s. 617.
15. Z. LEWICKI, E. W. MIELCARZEWICZ: Ocena sprawności hydraulicznej eksploatowanych sieci wodociągowych. Mat. XIII konf. „Zaopatrzenie w wodę miast i wsi”. PZITS, Poznań 1994, s. 631.
16. E. W. MIELCARZEWICZ: Obliczanie systemów zaopatrzenia w wodę. Arkady, Warszawa 1977.
17. E. W. MIELCARZEWICZ: Zasady modernizacji systemów dystrybucji wody. Mat. konf. „Eksploatacja wodociągów i kanalizacji”. PZITS, Warszawa 1996, s. 95.
18. E. W. MIELCARZEWICZ, H. PEŁKA: Podstawy programowania renowacji przewodów wodociągowych. Mat. VI konf. „Infrastruktura podziemna miast”. Instytut Inżynierii Lądowej PWr., Wrocław 1996, s. 164
19. E. W. MIELCARZEWICZ, H. PEŁKA, Z. LEWICKI: Optymalne programowanie eksploatacji (renowacji) sieci wodociągowych ze względu na ich sprawność hydrauliczną i niezawodność działania. Projekt badawczy KBN nr 60339.91.01. Inst. Inż. Ochr. Środow. PWr., Wrocław 1993.
20. E. W. MIELCARZEWICZ, J. WARTALSKI: Systemy zaopatrzenia w wodę i usuwania ścieków. Wybrane zagadnienia. Wyd. PWr., Wrocław 1990.
21. H. PEŁKA: Metoda optymalnego wyboru rurociągów sieci wodociągowej do renowacji. Ochrona Środowiska, 1977, nr 1 (64), ss. 39–44.
22. H. PEŁKA: Wzrost oporności hydraulicznej przewodów wodociągowych. Dysertacja. Inst. Inż. Ochr. Środow. PWr., Wrocław 1977.
23. H. PEŁKA, E. W. MIELCARZEWICZ: Oporność hydrauliczna eksploatowanych przewodów wodociągowych. Mat. XII konf. „Zaopatrzenie w wodę miast i wsi”. PZITS, Poznań 1994.
24. H. PEŁKA, E. W. MIELCARZEWICZ: Wyniki badań procesu wzrostu oporności przewodów wodociągowych. Mat. XII konf. „Zaopatrzenie w wodę miast i wsi”. PZITS, Poznań 1994.
25. B. PRZYBYŁA: Analiza stanu sieci kanalizacyjnej za pomocą techniki VIDEO. Eksploatacja wodociągów i kanalizacji PZITS, Warszawa 1996, s. 143.
26. A. ROSZKOWSKI: Wykorzystanie rur z PE 100 w systemach renowacji starych rurociągów. Mat. konf. „Eksploatacja wodociągów i Kanalizacji”. PZITS, Warszawa 1996, s. 191.
27. Z. WASILEWSKA: Wrocławskie doświadczenia przy wdrażaniu systemu informacji o terenie w środowisku programowym INTERGRAPH. Mat. VI konf. „Infrastruktura podziemna miast”. Instytut Inżynierii Lądowej PWr., Wrocław 1996.
28. A. WIECZYSTY: Niezawodność systemów wodociągowych i kanalizacyjnych. Cz. I i II. Wyd. PK., Kraków 1990.

Retrofit of Water-Pipe Networks and Sewerage Systems

The objective of retrofit is to upgrade the existing water-pipe network or sewerage system and, also, to adapt it to the ever increasing demands. Retrofit can be performed either in the entire system or in selected elements, and can include investments or overhaul operations. The author presents some criteria for decision-making with respect to the range or methods of retrofit, which should be based on the knowledge of the actual and predicted condition of the network. To obtain reliable assessments of the pipe condition it is necessary to perform

relevant investigations. The implementation of the Geographic Information System was beneficial to the decision-makers, especially when deciding on the range of retrofit. Examples of retrofitting procedures for water-pipe networks and sewerage systems are discussed in detail. The paper also provides an account of methods for pipe rehabilitation and replacement. Suggestions on how to optimize the decision-making process are formulated with respect to the development or redevelopment of network systems at simultaneous rehabilitation of pipes.