

Joanna CHWIAŁKOWSKA

Politechnika Poznańska
e-mail: okretjoanna@wp.pl

Bezwykopowe metody renowacji sieci wodociągowej na przykładzie miasta Bydgoszczy

System zaopatrzenia ludności w wodę, jak również odprowadzenia ścieków dla miasta Bydgoszczy, z uwagi na swój wiek, jak i wieloletnie zaniedbania w minionych latach, wymagał intensywnych prac modernizacyjnych. MWiK Bydgoszcz podpisały kontrakty na roboty i usługi z Programu Inwestycyjnego „Bydgoski System Wodny i Kanalizacyjny II”, w dużej mierze współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej w ramach Funduszu Spójności. Realizację kontraktów Bydgoskiego Systemu Wodnego i Kanalizacyjnego II rozpoczęto 10.04.2002 r. Projekt ten obejmował renowację 65 596 metrów magistralnych przewodów wodociągowych i był zarazem jednym z największych takich projektów realizowanych na terenie Europy. Modernizacja miejskiej sieci wodociągowej obejmowała oczyszczenie i uszczelnienie magistral wodociągowych, co miało na celu zwiększenie niezawodności ich działania, ponadto wyeliminowanie zjawiska wtórnego zanieczyszczenia wody, uzyskanie lepszej jakości wody pitnej oraz ograniczenie kosztów eksploatacyjnych. Modernizacja prowadzona była za pomocą metod bezwykopowych, wśród których wyróżnić należy: Proces Phoenix, cementację, Compact Pipe, Relining, Sliplining. Przeprowadzone czyszczenia i uszczelniania magistral wodociągowych o średnicach od 400 do 1000 mm zwiększyły ich niezawodność i wyeliminowały zjawisko wtórnego zanieczyszczenia wody, co pozwoliło na uzyskanie lepszej jakości wody pitnej przy niższych kosztach eksploatacyjnych.

Słowa kluczowe: zaopatrzenie, modernizacja, kontrakt, Program Inwestycyjny, Fundusz Spójności, projekt, sieć wodociągowa, oczyszczanie, uszczelnianie, magistrala wodociągowa, niezawodność, wtórne zanieczyszczenie, jakość wody, koszt eksploatacyjny, metoda bezwykopowa, cementacja, średnica

1. Współczesne cele i metody modernizacji sieci wodociągowej

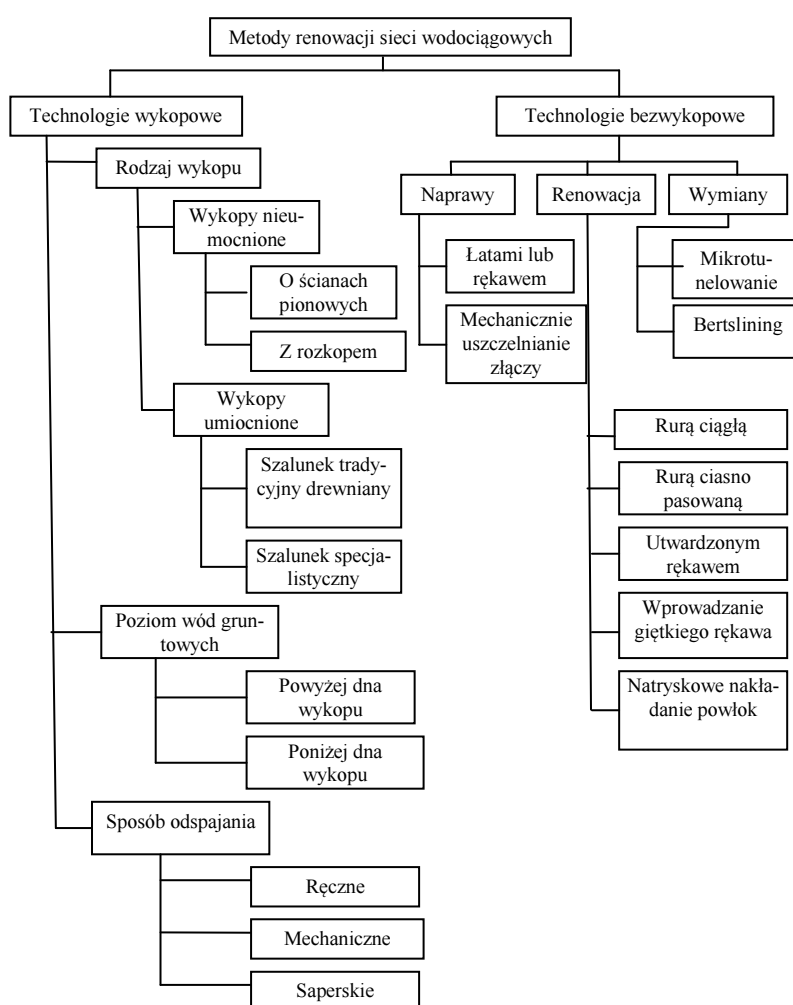
Przedsiębiorstwa wodociągowe w obecnych uwarunkowaniach swej działalności z jednej strony podejmują trud zaspokojenia rosnących wymagań klientów, czyli dążą do ciągłego podnoszenia poziomu jakości świadczonych usług, z drugiej zaś strony poszukują rozwiązań obniżających koszty eksploatacji systemów zaopatrzenia w wodę. Powyższe aspekty, a w szczególności aspekt ekonomiczny, kształtują strategię rozwojowe firm.

Najkosztowniejnymi elementami systemów zaopatrzenia ludności w wodę są układy sieci przewodów, gdyż ich koszt stanowi 80-90% kosztów całego systemu. Z tego też powodu sieci wodociągowe powinny charakteryzować się dużą niezawodnością i niskimi kosztami eksploatacyjnymi.

Pod pojęciem modernizacja należy rozumieć wszelkie zabiegi mające udoskonalić działanie istniejącego układu sieci wodociągowej, a także przystosować go do

nowych zadań. Modernizacja może dotyczyć całego układu, lub tylko wybranych elementów, i może obejmować zarówno działanie inwestycyjne i remontowe, jak i organizacyjne. Celem modernizacji przewodów wodociągowych jest:

- poprawa ich stanu technicznego,
- zmniejszenie awaryjności sieci wodociągowej,
- zmniejszenie kosztów eksploatacji sieci wodociągowej,
- zmniejszenie strat wody na sieci,
- zwiększenie bądź zmniejszenie niewłaściwego ciśnienia wody w sieci wodociągowej,
- zmniejszenie nadmiernej oporności hydraulicznej rurociągów,
- niedopuszczanie do wtórnego zanieczyszczenia w sieci wodociągowej,
- sprostanie wzrostowi zapotrzebowania na wodę ponad przepływność sieci.



Rys. 1. Klasyfikacja stosowanych technologii odnowy przewodów wodociągowych

W Polsce od początku lat 90. ubiegłego stulecia obserwuje się wzrost działań inwestycyjnych zmierzających do poprawy stanu technicznego sieci wodociągowej. Zasadniczym czynnikiem powodującym konieczność odnowy przewodów jest ich niewystarczająca wytrzymałość konstrukcyjna. Utrata stabilności konstrukcyjnej spowodowana jest głównie zużyciem i starzeniem się materiału, które wywołane są najczęściej skutkami procesów korozyjnych, skutkiem czego jest wzrost liczby awarii sieci. Ponadto zmiana jakości wody w sieci wodociągowej to druga przyczyna nakładająca na służby eksploatacyjne konieczność podejmowania działań zmierzających do poprawy stanu techniczno-sanitarnego sieci wodociągowej. Obecnie do odnowy przewodów wodociągowych stosuje się nadal technologie tradycyjne wykopowe, jednak coraz częściej inwestorzy decydują się na prowadzenie remontu metodami bezwykopowymi. Poniżej na rysunku 1 została przedstawiona klasyfikacja stosowanych technologii odnowy przewodów wodociągowych.

2. Znaczenie i kryteria doboru metod renowacji w modernizacji sieci wodociągowej

Decyzja inwestora o wyborze technologii modernizacji sieci wodociągowej musi być poprzedzona szeroką analizą uwarunkowań technicznych, ekonomicznych, społecznych i ekologicznych. Analiza uwarunkowań technicznych powinna uwzględniać nie tylko realizację danej technologii modernizacji, czy też stosowanych materiałów, ale również odnosić się do uwarunkowań technicznych późniejszej eksploatacji sieci wodociągowej. W przygotowanych opracowaniach koncepcji odnowy uwarunkowania ekonomiczne powinny uwzględniać zarówno rzeczywiste koszty realizacji inwestycji, przykładowo koszty wykonania wykopu, odwodnienia, bądź koszty zajęcia pasa drogowego, odtworzenia konstrukcji nawierzchni, jak również koszty ewentualnego ryzyka inwestycji jak np. uszkodzenie innych elementów infrastruktury podziemnej w czasie prowadzenia robót metodami tradycyjnymi.

Uwarunkowania społeczne uwzględniane powinny być przede wszystkim przy modernizacji sieci w centrach miast, gdzie roboty prowadzone metodami tradycyjnymi znacznie utrudniają warunki życia mieszkańców. Ponadto mogą być one przyczyną licznych skarg właścicieli sklepów i obiektów użyteczności publicznej z tytułu zmniejszonych obrotów z prowadzonej przez nich działalności gospodarczej na obszarze i w sąsiedztwie prowadzonych prac wykopowych oraz remontowych. Czynnikiem ekologicznym uwzględnianym w opracowaniach koncepcji modernizacji to ocena ryzyka związanego z potencjalną możliwością zanieczyszczenia wód gruntowych i obniżenia poziomu ich zwierciadła w efekcie prowadzonych prac w wykopach odwadnianych. Innymi zagrożeniami dla środowiska naturalnego mogą okazać się straty wody w zieleni miejskiej (uszkodzenie systemu korzeniowego) czy też wzrost emisji spalin oraz natężenia hałasu (Bielecka-Turek, 2000).

Pełna i rzetelna analiza powyższych uwarunkowań odniesiona do przydatności poszczególnych metod dla rozpatrywanego przypadku winna stanowić podstawę

podjętych kierunków metod rehabilitacji sieci wodociągowej. Niekiedy w szczególnych przypadkach uwarunkowania techniczne oraz społeczne sprawiają, iż metody bezwypokopowe stanowią jedyne racjonalne rozwiązanie prowadzonych inwestycji.

2.1. Wybór optymalnej techniki modernizacji rurociągu

W momencie, kiedy optymalną metodą modernizacji rurociągu jest renowacja, to należy przeanalizować, która z dostępnych na rynku technik zapewni uzyskanie najlepszych rezultatów. Bardzo ważnym elementem optymalnej modernizacji przewodu wodociągowego jest analiza wydajności hydraulicznej, jaką powinien posiadać odnowiony przewód. Analiza ta powinna obejmować zmiany w zapotrzebowaniu na dostawy wody oraz wpływ tych zmian na pracę całej sieci. Dobór optymalnej techniki należy zacząć od określenia, czy w procesie renowacji ma być zastosowana wykładzina luźno czy ciasno pasowana.

Wykładziny luźno pasowane mogą być stosowane w tych przypadkach, gdy wykonana analiza dopuszcza ograniczenie dotychczasowej wydajności rurociągu (np. ze względu na wtórne skażenie wody bądź zbyt niskie prędkości przepływu). Wybór wykładziny luźno pasowanej oznacza, że we wnętrzu starego rurociągu instalowany jest nowy przewód o średnicy zewnętrznej mniejszej od jego średnicy wewnętrznej. W zależności od zastosowanej średnicy i grubości ścianki wydajność odnowionego rurociągu zmniejsza się o ok. 25-40%. Dzięki względnej prostocie montażu i zastosowaniu prostych maszyn i urządzeń renowacja wykładzinami luźno pasowanymi jest zazwyczaj najtańszym sposobem modernizacji przewodu wodociągowego.

W przypadku, gdy analiza hydrauliczna wyklucza redukcję wydajności rurociągu po jego odnowie, należy zastosować jedną z technik ciasno pasowanych. W zależności od kondycji wytrzymałościowej odnawianego rurociągu należy dobrać wykładzinę niezależną (mocno osłabiona konstrukcja przewodu) bądź też interaktywną (wytrzymałość przewodu jest dobra, lecz trzeba uszczelnić, lub oddzielić transportowaną wodę od materiału rurociągu). Technologia Compact Pipe umożliwia instalowanie wykładzin ciasno pasowanych niezależnych i interaktywnych w rurociągach ciśnieniowych i grawitacyjnych o średnicy od DN 100 do DN 500.

3. Zakres i metody prac renowacyjnych w modernizacji sieci wodociągowej w Bydgoszczy

Głównym celem przyjętego w Bydgoszczy programu pod nazwą „Bydgoski System Wodny i Kanalizacyjny II” było dostosowanie infrastruktury wodno-kanalizacyjnej do standardów Unii Europejskiej (realizacja zadań przewidziana na lata 2002-2009). Obejmowała ona:

1. budowę lub rozbudowę:
 - 140 km sieci wodociągowej,
 - 200 km sieci kanalizacyjnej,

- 89 km sieci kanalizacji deszczowej,
 - oczyszczalni ścieków o wydajności 45 tys. m³/d,
2. modernizację lub renowację:
- 66 km sieci wodociągowej,
 - 151 km sieci kanalizacyjnej,
 - stacji wodociągowej o wydajności 140 tys. m³/d,
 - pompowni zasilających o wydajności 12,6 tys. m³/d.

Łączna długość sieci wodociągowej objętej modernizacją i renowacją w ramach środków Funduszu Spójności wynosi 65 596 m zlokalizowanych w siedemnastu dzielnicach: Czyżkówko, Jachcice, Zawisza, Osiedle Leśne, Bartodzieje, Bydgoszcz Wschód, Brdyujście, Fordon, Flisy, Osowa Góra, Okole, Śródmieście, Wilczak, Szwederowo, Wzgórze Wolności, Wyżyny, Kapuściska. Projekt renowacji magistral wodociągowych został podzielony na 7 części. Zadania 2, 4, 6 realizowało konsorcjum (Rabmer Rohrtechnik GmbH&Co.KG, TECO Sp. z o.o., Preuss Pipe Rehabilitation Polska Sp. z o.o., Diringer & Scheidel Rohrsanierung GmbH&Co.KG, Alstal Budownictwo Alojzy Szczupak), a obejmowały one modernizację około 29,1 km sieci z całości liczącej ok. 66 km magistralnych przewodów wodociągowych o przekroju od DN400-1000 mm na terenie prawie całego miasta. Wymienione zadania obejmowały oczyszczenie i uszczelnienie magistral wodociągowych, czego kluczowym celem było zwiększenie niezawodności ich działania, ponadto wyeliminowanie zjawiska wtórnego zanieczyszczenia wody, uzyskanie lepszej jakości wody pitnej oraz ograniczenie kosztów eksploatacyjnych.

Modernizacja miejskiej sieci wodociągowej w Bydgoszczy prowadzona była za pomocą metod bezwykopowych, wśród których wyróżnić możemy: Proces Phoenix, cementację, Compact Pipe, Relining, Sliplining. Poniższa tabela przedstawia dane techniczne uwzględniające metodę renowacji zastosowaną dla miast Bydgoszczy ponadto średnicę remontowanego odcinka przewodu oraz długość remontowanego odcinka.

Za pomocą metody **Proces Phoenix** zostało zrehabilitowane 40 790,76 m przewodów wodociągowych o średnicach od DN 300 do DN 1000. Prace realizowała firma Preuss Pipe Rehabilitation Polska Sp. z o.o. jako pierwsza z firm pracujących nad projektem. Realizowane były odcinki o długości do 240 m od wykopu początkowego do końcowego. Przed przystąpieniem do procesu wprowadzania rękawa następowało każdorazowo czyszczenie hydrodynamiczne odcinka przewodu za pomocą metody VACUJET. Czyszczenie hydrodynamiczne miało na celu odsolenie złogów, ich transport do wykopu roboczego oraz osuszenie rurociągu. Na ściance rurociągu powstawała temperatura ok. 70°C i następowało jego całkowite wysuszenie w celu przyklejenia rękawa do powierzchni rury na całej jej długości. Liner utkany z włókien nylonowych i poliestrowych najpierw wprowadzany był do wyczyszczonego rurociągu w trakcie procesu rewersji za pomocą sprężonego powietrza. Swobodne poruszanie się rękawa w otoczce kleju ściśle przylegającego do starej rury pozwalało na pokonywanie łuków. Przyklejenie rękawa następowało przy pomocy pary wodnej, w czasie od 6 do 10 godzin (każdy odcinek). Wewnętrzna powierzchnia linera powlekana była cienką i szczelną powłoką PE.

Całkowita grubość rękawa z klejem w zależności od średnicy rurociągu wynosiła 3-8 mm.

Tabela 1

Przegląd metod bezwykopowych stosowanych do renowacji miejskich rurociągów z uwzględnieniem długości remontowanych odcinków oraz średnic przewodów (opracowanie własne, źródło: MWiK Bydgoszcz)

Nazwa metody renowacji	Średnica remontowanego przewodu, mm	Długość remontowanego odcinka przewodu, m
Proces Phoenix, rękaw Tubetex z filcem	300	43,95
	400	2520,88
	450	4446,72
	500	422,73
	600	14 511,19
	800	4 732,44
	900	281,05
	1000	13 831,8
Cementacja	1000	5,95
Compact Pipe	400	4484,56
	500	15 124,43
Relining z punktowym wypełnieniem betonem	500/450	189,75
	1000/280	1091,65
Sliplining z wypełnieniem masą inicjacyjną	1000/800	728,7
Relining bez wypełnienia betonem	500/400	102,25
Razem		65 596,96

Metodzie tej można przypisać wiele zalet, wśród których wyróżnić należy: szerokie zastosowanie zarówno dla dużego wachlarza średnic, jak przekrojów, ponadto stabilizuje ona jakość wody w trakcie przepływu, co czyni ją najbardziej efektywną ze wszystkich metod, zapewnia poprzez pełne czyszczenie rurociągu i jego trwale zabezpieczenie redukcję zawartości żelaza oraz manganu, oraz w znacznej mierze poprawia parametry organoleptyczne wody. Stosowana w tej metodzie powłoka polietylenowa powoduje znaczną poprawę parametrów przepływu oraz stanu bakteriologicznego wody w sieci wodociągowej, co przyczynia się do wykluczenia wtórnego zanieczyszczenia wody.

Firma INFRA S.A. za pomocą metody **Compact Pipe** zmodernizowała 19 608,99 m przewodów wodociągowych o średnicach DN 400 i DN 500. Compact Pipe jest ciągłym odcinkiem rury polietylenowej, która na całej swej długości została z jednej strony wygięta do środka tak, że przekrój poprzeczny przypomina literę „C”, dzięki czemu zmniejszają się jej poprzeczne wymiary gabarytowe. W takim stanie rura Compact Pipe była dostarczana na plac budowy. Na placu budowy do końca rury przymocowywana była głowica prowadząca, do której podłączano linę wyciągarki. Dzięki zagięciu w kształt litery C oraz przez wzgląd na znaczną podatność rury Compact Pipe na zginanie, rury wprowadzane były do

wnętrza odnawianego przewodu poprzez niewielki wykop punktowy. Odpowiednie podgrzewanie rur parą wodną wyzwalała „pamięć kształtu” tworzywa, na skutek czego rura powracała do swego pierwotnego, okrągłego kształtu. Następnie do wnętrza rury dostarczane było sprężone powietrze, które na tyle „rozdmuchiwało” uplastycznioną rurę, że zaczynała się ona stykać z wewnętrzną powierzchnią odnawianego rurociągu uzyskując w ten sposób efekt ciasnego pasowania. Po schłodzeniu rury do temperatury otoczenia uzyskiwało się nowy przewód osadzony w starym, niesprawnym rurociągu.

Rura Compact Pipe jest wykładziną niezależną, a nowy rurociąg przejmuje w całości funkcję starego, co oznacza, że jest to niezależnie działający rurociąg o przewidywanej trwałości takiej samej jak typowa, zupełnie nowa instalacja.



Rys. 2. Metoda Compact Pipe w Bydgoszczy w dzielnicy Fordon (zdjęcia wykonane przez wykonawcę projektu, źródło: www.wydawnictwo.inzynieria.com.pl)

Firma DRINGER & SCHEIDEL Polska Sp. z o.o. wyremontowała lewar wschodni SW-1 Las Gdański w Bydgoszczy za pomocą metody rękawa (Reliningu) o średnicy DN 425 - DN 500 i długości 1,5 km. Metoda Reliningu klasycznego - zwana inaczej metodą „rura w rurę”, ma zastosowanie w przypadku uszkodzeń każdego typu, jeśli możliwa lub wskazana jest redukcja przekroju poprzecznego rury. Relining polega na wprowadzeniu do istniejącego rurociągu nowego, w pełni funkcjonalnego przewodu rurowego. Maksymalna średnica zewnętrzna nowej rury uwarunkowana jest przez średnicę wewnętrzną istniejącej rury. Metoda ta wykorzystuje zwykle rury PE, GFK i PCV lub stalowe, ale także rury z innych materiałów, np. z żeliwa. W Bydgoszczy zastosowano metodę reliningu z punktowym wypełnieniem betonem do 1281,4 metrów przewodów wodociągowych oraz do 102,25 metrów rur bez wypełnienia betonem. Do celów oczyszczania wnętrza rur ciśnieniowych zastosowano różne metody: czyszczenie mechaniczne przy pomocy skrobaka i molcha jako metodę czyszczenia na sucho, czyszczenie pod wysokim ciśnieniem oraz czyszczenie hydrodynamiczne. Czyszczenie miało na celu stworzenie optymalnych warunków do bezkolizyjnego wprowadzenia do wnętrza no-

wej rury i usadowienie jej we właściwej pozycji. W rurę naprawianą wprowadzano pojedyncze krótkie moduły, a ich łączenie odbywało się przy pomocy złączy wtykowych bądź zgrzewania. Po wprowadzeniu nowej rury przestrzeń pomiędzy wewnętrzną ścianką istniejącego i zewnętrzną ścianką nowo wprowadzonego rurociągu w większości przypadków wypełniano wypełniaczem - betonem. Dzięki betonowi nowy rurociąg jest trwale i mocno posadowiony, podłoże jest stabilne, co jest szczególnie ważne w przypadku rurociągów grawitacyjnych, zewnętrzne obciążenia przenoszone są równomiernie oraz unika się nagromadzenia pęcherzyków gazów.

Zaletą zastosowanej metody Reliningu w mieście Bydgoszczy był fakt, że renowacja nie powodowała zakłóceń w ruchu pojazdów i pieszych ani nie wpływa negatywnie na środowisko naturalne, ponadto montowane tą metodą przewody to nowoczesne rury o samonośnej statyce, a koszty stosowania metody Reliningu utrzymywały się na niskim poziomie dzięki krótkiemu okresowi montażu i niewielkim nakładom pracy w wykopach otwartych.



Rys. 3. Metoda Reliningu w mieście Bydgoszczy (zdjęcia wykonane przez firmę DIRINGER&SCHEIDEL POLSKA sp. z o.o., źródło: www.dus.pl)

Zakres robót firmy Rabmer Rohrtechnik GmbH&Co.KG obejmował wykonanie renowacji sieci magistralnych o średnicach DN450-1000 długości ponad 12 km w technologii rękawa utwardzanego na miejscu CIPP, jeden z odcinków o długości 728,7 metra poddany został renowacji metodą **Sliplining** (DN1000/800). W metodzie Sliplining zastosowanej w Bydgoszczy, pojedyncze „sztywne” rury podnosiło się do urządzenia do wciągania i skokowo wprowadzano do rury przeznaczonej do renowacji. Pojedyncze rury wykonane były z tworzywa wzmocnionego włóknem szklanym, PCV albo PE-HD. Przed wprowadzeniem urządzenia do wciągania wykonano wykop początkowy i odpowiednio go zabezpieczono. Łączenie pojedynczych rur w dłuższe odcinki odbywało się w wykopie początkowym lub w zależności od dostępności terenu również poza nim. Długość wsuwania nowej rury

przewodowej na prostych odcinkach wynosiła do 150 m. Skrzywienia rur i odchylenia do 3° opanowywano dzięki możliwości poruszania rur w połączeniach (sprzęgłach) lub dzięki elastyczności materiału. Przestrzeń międzyrurowa pomiędzy starą rurą a nową rurą przewodową była w zależności od potrzeb wypełniana środkiem iniekcyjnym, np. pianobetonem, popiołami lotnymi. Metoda ta idealnie nadaje się do terenów o gęstej zabudowie i intensywnym życiu gospodarczym, gdzie tradycyjne wykopy pochłonęłyby wiele pieniędzy i stworzyłyby znaczne problemy dla ruchu ulicznego i handlu.



Rys. 4. Metoda Slipliningu w Bydgoszczy (zdjęcia wykonała firma Rabmer Polska Sp. z o.o. - wykonawca projektu, źródło zdjęć: www.rabmer.pl)

Metodą **cementacji** zrehabilitowano zaledwie 5,95 metra przewodu wodociągowego z Bydgoszczy. Prace realizowała firma Preuss Pipe Rehabilitation Polska Sp. z o.o. Przed nałożeniem warstwy z zaprawy cementowej rurociąg był dokładnie oczyszczony hydrodynamicznie w celu usunięcia inkrustacji i innych luźnych części warstwy bitumicznej.

Po wprowadzeniu turbiny do jednego z końców rurociągu przeciągano ją ze stałą prędkością wstecz do drugiego stanowiska na rurociągu. Podczas ruchu maszyny zaprawa wyrzucana była z szybkością obracającej się głowicy na ścianki rurociągu. Grubość warstwy zaprawy cementowej uzyskiwało się dzięki umiejętnemu zgraniu parametrów takich, jak: stały wypływ zaprawy (jednakowa jej ilość), stała prędkość rotacji głowicy i wcześniej ustalona prędkość przesuwania się urządzenia w przewodzie. Po zakończeniu procesu narzucania warstwy każdy odcinek przewodu natychmiast był zamykany na końcach, żeby nie dopuścić do zbyt szybkiego wyschnięcia zaprawy cementowej. Dzięki zastosowaniu tej metody zahamowuje się korozję w rurach stalowych, eliminuje się straty wody, a woda przeznaczona do spożycia jest dobrej jakości sanitarnej bez możliwości wtórnego skażenia. Metoda ta jest jedną z tańszych metod modernizacji przewodów wodociągowych, a pozwa-

la na utrzymanie odpowiednich wskaźników na żądanym poziomie, w tym odpowiednią hydraulikę przewodu.

4. Ocena efektów renowacji przewodów sieci wodociągowej w Bydgoszczy

Jakość wody do picia dostarczanej mieszkańcom Bydgoszczy kontrolowana jest przez Centralne Laboratorium Badania Wody i Ścieków MWiK w Bydgoszczy mieszczące się na terenie ujęcia wody „Czyżkówko”. Prowadzone badania pozwalają ocenić, czy woda uzdatniona spełnia określone w załączniku do Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. wraz z późniejszymi zmianami wymagania fizyko-chemiczne i bakteriologiczne. Analizy fizykochemiczne wykonywane są według obowiązujących norm, dzięki czemu ich wyniki mogą być porównywane w badaniach międzylaboratoryjnych. Dla miasta Bydgoszczy wyznaczone jest ok. 180 punktów kontrolnych na sieci wodociągowej. Ilość analiz prowadzonych w punkcie kontrolnym jest zróżnicowana i wynosi średnio ok. 1,5 analizy na miesiąc. Od 2005 roku prowadzono dla miasta Bydgoszczy szczegółowe analizy przekroczeń wskaźników fizykochemicznych oraz bakteriologicznych.

Poniższa tabela przedstawia analizę wskaźników przekroczeń parametrów fizykochemicznych i biologicznych dla kilku punktów pomiarowych sieci na przestrzeni lat 2005-2010.

Tabela 2

Analiza wskaźników przekroczeń parametrów fizykochemicznych i biologicznych dla punktów pomiarowych sieci (opracowanie własne, źródło: MWiK Bydgoszcz)

Lp.	Punkt poboru próbki	Osiedle	Przekroczenia %					
			2005	2006	2007	2008	2009	2010
1.	Ciasna	Fordon	20	33	29	54	32	0
2.	Chodkiewicza	Bielawy	-	10	40	13	11	0
3.	Czorsztyńska	Miedzyń	9	31	36	45	33	9
4.	Hutnicza	Łęgnowo	5	18	27	50	29	17
5.	Jednostronna	Jachcice	30	24	33	21	23	18
6.	Księżycowa	Jary	27	17	27	55	47	0
7.	Piaski Hydrofornia	Piaski	32	8	32	16	6	17
8.	Rubinowa	Miedzyń	50	8	39	29	32	6
9.	Szlakowa	Fordon	24	7	41	25	23	0
10.	Wielicza	Fordon	23	7	35	58	8	15
11.	Wierzbowa	Miedzyń	14	0	22	42	27	0
12.	Wyzwolenia/Podgórze	Fordon	23	6	13	73	64	0

Lokalizację miejsc poboru próbek wody do badań pokazano na poniższej mapie.



Rys. 5. Mapa satelitarna sieci wodociągowej miasta Bydgoszczy z uwzględnieniem miejsc poboru próbek do badań: 1. Ciasna 2. Chodkiewicza 3. Czorszyńska 4. Hutnicza 5. Jednostronna 6. Księżycowa 7. Hydrofornia Piaski 8. Rubinowa 9. Szlakowa 10. Wielicza 11. Wierzbowa 12. Wyzwolenia/Podgórze (opracowanie własne)

Na podstawie danych zamieszczonych w tabeli 2 stwierdzić można, że przekroczenia dopuszczalnych wskaźników fizykochemicznych oraz biologicznych były znaczne w latach 2005-2009. Obecnie od roku 2010 prowadzone badania jakości wody odnotowują tylko nieliczne przekroczenia parametrów. Woda w nowo zrehabilitowanym przewodzie sieci spełnia wszystkie rygorystyczne warunki co do jakości nałożone na Polskę przez Unie Europejską. Parametry jakościowe zarówno biologiczne, jak i fizykochemiczne mieszczą się w dopuszczalnych normach. Najczystsza wodę konsumpcyjną otrzymują mieszkańcy miasta w rejonie ulic Ciasnej, Chodkiewicza, Księżycowej, Szlakowej, Wierzbowej oraz Wyzwolenia/Podgórze.

W pozostałych z wyżej wymienionych punktów obserwowane są jeszcze przekroczenia dopuszczalnych wskaźników, jednak są one znacznie mniejsze z porównaniu z latami ubiegłymi. Mogą być one powodowane ciągle prowadzonymi w tych rejonach pracami modernizacyjnymi oraz okresowymi czyszczeniami sieci wodociągowych.

Podsumowanie i wnioski

Miejskie Wodociągi i Kanalizacja w Bydgoszczy Sp. z o.o. nieustannie dbają o poprawę jakości wody pitnej dostarczanej odbiorcom oraz o niezawodność systemu jej rozprowadzania i zwiększenie liczby użytkowników sieci wodociągowej.

Utrzymanie w sprawności tak bardzo rozległego systemu wymaga nieustannych inwestycji. Inwestycje te polegają przede wszystkim na renowacji najstarszych i najbardziej zniszczonych odcinków sieci oraz na rozbudowie systemu na terenach dotychczas niezamieszkałych, a należących obecnie do rozrastającej się aglomeracji bydgoskiej. Dzięki takim działaniom Miejskie Wodociągi i Kanalizacja w Bydgoszczy Sp. z o.o. zapewniają i umożliwiają stały i dynamiczny rozwój miasta.

Jednym ze źródeł finansowania inwestycji sieci wodociągowo-kanalizacyjnej jest Unia Europejska. Dzięki realizacji współfinansowanego przez Fundusz Spójności Projektu „Bydgoski System Wodny i Kanalizacyjny II”, Spółka zainwestowała w rozwój sieci wodociągowej pozwalający na utrzymanie najwyższej jakości wody, uzyskanie dostatecznej przepustowości w systemie przesyłania jej do odbiorców oraz uzyskanie odpowiedniej jakości infrastruktury. Kluczowe cele projektu polegające na renowacji istniejącego systemu wodno-kanalizacyjnego zostały osiągnięte. Realizacja planowanych zadań umożliwiła osiągnięcie standardów Unii Europejskiej zawartych w dyrektywie w zakresie wody pitnej - 98/613/EEC, 75/440/EEC, 80/778/EEC. Spełnienie tych norm pozwoliło na uzyskanie znaczących zmian w zakresie ekologii działalności wodno-kanalizacyjnej miasta. Przeprowadzone czyszczenia i uszczelniania magistral wodociągowych o średnicach od 400 do 1000 DN zwiększyły ich niezawodność i ograniczyły zjawisko wtórnego zanieczyszczenia wody, co pozwoliło na uzyskanie lepszej jakości wody pitnej przy niższych kosztach eksploatacyjnych.

Łączna długość sieci wodociągowej objęta modernizacją i renowacją w ramach środków Funduszu Spójności wynosiła ponad 65 km zlokalizowanych w siedem-

nastu dzielnicach Bydgoszczy. Zgodnie z założeniami Projektu „Bydgoski System Wodny i Kanalizacyjny II”, wszystkie planowane prace zakończone zostały w 2010 roku. Ogromne nakłady finansowe oraz rekordowa skala tego projektu powinna zaprocentować w przyszłości, a jego realizacja stanowić będzie przykład dla innych województw, jak skutecznie doprowadzić do tak ważnego przedsięwzięcia. Modernizacja podziemnej infrastruktury wodnej miast, a tym samym poprawa stanu środowiska naturalnego to obecnie wyzwanie, przed którym stoi większość miast w Polsce. Oby jak najwięcej z nich potrafiło sprawnie pozyskać fundusze oraz jak najlepiej je wykorzystać, mając za wzór miasto Bydgoszcz.

Podziękowanie

Dziękuję za udostępnienie materiałów MWiK Bydgoszcz.

Literatura

- [1] Balcerzak W., Zmiana jakości wody w systemie dystrybucji, V Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Zaopatrzenie w wodę i jakość wód, Gdańsk 2002.
- [2] Bielecka-Turek D., Bezwykopowe metody renowacji przewodów wodociągowych, Materiały XVI Krajowej, IV Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód, Kraków 2000, 613-623.
- [3] Błaszczyk P. i in., Poradnik - Diagnostyka i wybór optymalnych metod modernizacji i przebudowy komunalnych wodociągów i kanalizacji, Cz. I. COBR Hydrobudowa, Warszawa 1996.
- [4] Bost J.F. i in., Technologies of pipeline rehabilitation. An overview of drinking water mains rehabilitation, IWSA Regional Conference Rehabilitation, Zürich 1994, 73.
- [5] Demski M., Bezodkrywkowa metoda regeneracji rurociągów, Mat. VI Konf. Infrastruktura podziemna miast, Instytut Inżynierii Lądowej PWr., Wrocław 1996, 60.
- [6] Hibner W., Criteria for planning and established priorities for distribution network rehabilitation, IWSA Regional Conference Rehabilitation, Zürich 1994, 45.
- [7] Kwietniewski M., Gołęberska S., Technologie i rozwiązania materiałowe w procesie odnowy bezwykopowej sieci wodociągowych w Polsce, Mat. XVIII Krajowej, VI Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód, Poznań 2004, 53-68.
- [8] Mielcerzewicz E.W., Pelka H., Podstawy programowania renowacji przewodów wodociągowych, Materiały VI Konferencji Infrastruktura podziemna miast, Instytut Inżynierii Lądowej PWr., Wrocław 1996, 164.
- [9] Miejskie Wodociągi i Kanalizacja Sp. z o.o. w Bydgoszczy - materiały informacyjne.
- [10] Pelka H., Wpływ właściwości chemicznych wody na odporność hydrauliczną przewodów wodociągowych, Ochrona Środowiska 1985, 2-3, 19.
- [11] Pietryja C., Preuss Pipe Rehabilitation Sp. z o.o.: Bydgoski System Wodny i Kanalizacyjny II - pierwsza realizacja renowacji magistrali wodociągowej DN 1000 metodą Process Phoenix, Inżynieria Bezwykopowa 2007 styczeń - marzec.
- [12] Pietryja C., Preuss Pipe Rehabilitation Sp. z o.o.: Process Phoenix - nowoczesna metoda renowacji sieci wodociągowej, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne 2008, listopad - grudzień.

- [13] Nawrocki J., Biłozor S. (red.), Uzdatnianie wody Procesy chemiczne i biologiczne, Praca zbiorowa J. Nawrockiego i S. Biłozora, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa - Poznań 2000.
- [14] Rak J., Podstawy bezpieczeństwa systemów zaopatrzenia w wodę, Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, 28, Lublin 2005.
- [15] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r., (DzU Nr 61, poz. 417).
- [16] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 19 listopada 2002 r. „w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi” (DzU Nr 203, poz. 1218).
- [17] Ustawa z 7 czerwca 2001 r. o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i odprowadzaniu ścieków (DzU Nr 72, poz. 747).

The Method without Excavation of the Renovation of the Water Supply System on the Example of the City Bydgoszcz

System of supplying the population with water as well as sewage disposal for the city of Bydgoszcz, due to its age, as well as long-term negligence in the past years, required intensive modernization works. MWiK Bydgoszcz signed contracts for works and services from the investment programme “Bydgoszcz Water Supply and Sewerage System”, largely co-financed from European Union funds as part of the Cohesion Fund. Implementation of the contracts of the Bydgoszcz water system and Sewer II began on 10 April 2002. The project included the renovation of 62.517 metres of main waterworks conduits and was at the same time one of the largest projects of such type carried out in Europe. The modernization of the municipal water supply system included cleaning and sealing water mains what was aimed at increasing the reliability of their action and additionally eliminating the phenomenon of secondary water pollution, getting better quality of drinking water and reducing operating costs. The modernization was conducted using trenchless methods, among which there are to distinguish: Phoenix Process, cementation, Compact Pipe, Relining, Sliplining. The conducted cleaning and sealing water mains from 400 to 1000 mm in diameter increased their reliability and eliminated the phenomenon of secondary water pollution what allowed to obtain better quality of drinking water at lower operating costs.

Keywords: supply, modernization, contract, investment programme, Cohesion Fund, project, water supply system, cleaning, sealing, water mains, reliability, secondary water pollution, water quality, operating cost, trenchless method, cementation, diameter