



Zakład Uzdatniania Wody Raba w Dobczycach

Remont magistrali DN 1000 elementem poprawy niezawodności zasilania Krakowa w wodę

tekst: **ANNA BIEDRZYCKA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, zdjęcia: **WODOCIĄGI MIASTA KRAKOWA SA**

Zakład Uzdatniania Wody Raba jest największym producentem wody w krakowskim systemie wodociągowym. W ciągu dziewięciu miesięcy 2021 r. wyprodukował ponad 28 mln m³ wody, a w całym 2020 r. – przeszło 36 mln m³. Obecnie poddawany jest renowacji jeden z dwóch przewodów tranzytowych prowadzących wodę do Krakowa z ZUW Raba – rurociąg DN 1000.

Kraków na przełomie lat 60. i 70. XX w. borykał się z poważnym deficytem wody. W 1974 r. oddano do użytku Zakład Uzdatniania Wody Raba w Dobczycach, wykorzystujący ujęcie na górskiej rzece Rabe, który na pewien okres rozwiązał problemy. Wraz z upływem czasu i rosnącym zapotrzebowaniem na wodę konieczna była rozbudowa zakładu. Zdecydowano się wówczas na budowę zbiornika retencyjnego – Jeziora (Zbiornika) Dobczyckiego, powstałego przez spiętrzenie wód Raby zaporą. Ukończono go w 1986 r. W ten sposób zostało zapewnione bezpieczeństwo dostaw wody dla Krakowa. Woda z tego ujęcia jest dziś dostarczana do ponad 60% mieszkańców miasta. Zbiornik jest też istotnym elementem ochrony przeciwpowodziowej.

System przesyłowy wody z Dobczyc do Krakowa

Woda jest pobierana ze Zbiornika Dobczyckiego za pośrednictwem ujęcia wieżowego, zlokalizowanego na brzegu jeziora. Istnieje możliwość poboru z trzech poziomów, co pozwala na pobieranie wody o najlepszej jakości i uniezależnia od warunkowań pogodowych. Z ujęcia woda tłoczona jest dwoma rurociągami o średnicy 1000 i 1400 mm do ZUW Raba.

Proces uzdatniania obejmuje kilka etapów, tj. utlenianie wstępne ozonem, koagulację połączoną z adsorpcją na węglu aktywnym i sedymentację, filtrację na filtrach pospiesznych antracytowo-piaskowych oraz dwustopniową dezynfekcję z wykorzystaniem promieni UV i podchlorynu sodu. Tak uzdatniona

woda pompowana jest dwoma rurociągami, również o średnicy 1000 i 1400 mm, w kierunku aglomeracji krakowskiej. Biorąc pod uwagę znaczenie zakładu dla Krakowa, ZUW Raba musi zapewnić sprawny i niezawodny układ przesyłu wody. Układ ten można podzielić ze względu na rodzaj przepływającej wody na:

- rurociągi wody surowej, od ujęcia do komory kontaktowej,
- rurociągi wody uzdatnianej, od komory kontaktowej do stacji dezynfekcji,
- rurociągi wody uzdatnionej, od stacji dezynfekcji do nastawni Piaski Wielkie na terenie Krakowa.

Rurociąg o średnicy 1000 mm został zbudowany na przełomie lat 60. i 70. XX w. i pracuje nieprzerwanie od 1974 r., gdy został uruchomiony pierwszy ciąg technologiczny – Raba I. Oba rurociągi, zarówno o średnicy 1000 mm, jak i o średnicy 1400 mm, zbudowany w latach 80. XX w., posiadają odcinki wykonane z rur stalowych oraz rur kielichowych z żeliwa szarego, łączone w starej technologii (za pomocą sznura konopnego) i zalane ołowiem. Przewody biegną przez grunty korozyjne, ale zostały posadzone w obsypce piaskowej. Wewnętrzną ochronę stanowi zaprawa cementowa. Zewnętrznie rury są chronione warstwą bitumiczną.

Ze względu na długość rurociągów wynoszącą ok. 20 km na trasie ich przebiegu zlokalizowanych jest szereg komór przełączających, regulacyjnych i pomiarowych. W komorach przełączających rurociągi są ze sobą połączone za pośrednictwem układu zasuw, co ma szczególne znaczenie w przypadku wystąpienia awarii któregoś z nich – umożliwia wyłączenie jednego rurociągu na odcinku tylko między dwiema komorami, a nie na całej jego długości. Również w najwyższych punktach na trasie rurociągów zamontowane są zawory napowietrzająco-odpowietrzające, a w najniższych spusty z rurociągów. Objętość przesyłanej wody zależy od bieżącego zapotrzebowania, prognoz na najbliższe godziny wynikających z funkcjonowania innych zakładów uzdatniania, a także planowanych prac na sieci wodociągowej. Wielkość natężenia przepływu wody można zmieniać, włączając lub wyłączając pompy na ujęciu w odniesieniu do odcinka ujęcie – ZUW lub na stacji uzdatniania dla odcinka ZUW – zbiorniki Gorzków. Uzdatniona woda ze stacji o rzędnej 313,70 m n.p.m. pompowana jest do zbiorników zapasowo-wyrównawczych Gorzków (376,70 m n.p.m.), położonych w najwyższym punkcie całego tranzytu wody z Dobczyc do Krakowa. Ze zbiorników Gorzków woda grawitacyjnie spływa do zbiorników Siercza (336,50 m n.p.m.), a niewielka część kierowana jest do zbiorników Rajsko (337,30 m n.p.m.). Zbiorniki Siercza pełnią bardzo ważną funkcję, stanowiąc zapas wody uzdatnionej, która dodatkowo grawitacyjnie może być przesłana do Krakowa. Kompleks Siercza tworzą cztery zbiorniki o pojemności 34 tys. m³ oraz trzy zbiorniki o pojemności 7,5 tys. m³. Ze zbiorników Siercza woda przepływa do nastawni Piaski (314 m n.p.m.), gdzie jej strumień rozdziela się w czterech kierunkach: do Nowej Huty, zbiornika Kopicz (na Bielanych) oraz do zbiorników Kosocice i Krzemionki. Za pośrednictwem rozległego systemu sieci wodociągowej woda trafia do odbiorców.

Systematyczna rehabilitacja przewodu wodociągowego DN 1000

Sieć wodociągowa jest bardzo ważnym elementem infrastruktury miejskiej. Na tę sieć składa się zespół obiektów technicznych, których sprawność oraz poprawne



Czyszczenie rurociągu



Fragment rurociągu po czyszczeniu



Wciąganie rękawa do rurociągu



Odcinki przewodu poddane renowacji



Przebieg renowacji w rejonie komory KP-3

funkcjonowanie istotnie wpływa na jakość życia odbiorców. Możemy tutaj mówić o niezawodności systemu wodociągowego, która definiowana jest jako zdolność systemu do realizacji swoich funkcji w określonych warunkach istnienia i w ciągu założonego czasu. Możliwość niezawodnego przesyłu wody z ZUW Raba jest wręcz kluczowa, gdyż w sytuacjach awaryjnych zakład ten może dostarczyć ok. 85% wody niezbędnej dla krakowian.

Z uwagi na wiek oraz stan techniczny magistrała DN 1000 od kilku lat jest poddawana systematycznej rehabilitacji. Program funkcjonalno-użytkowy zakłada zastosowanie rękawa filcowego na bazie włókna poliestrowego wzmocnianego włóknem szklanym z dodatkową powłoką z PE, PP lub PU, impregnowanego żywicą epoksydową i utwardzanego gorącą wodą, parą lub promieniami UV. Wykładziny przeznaczone do renowacji wodociągu powinny zapewniać minimalne zmniejszenie średnicy wewnętrznej rurociągów, tak aby istniejąca armatura

wodociągowa była zamontowana bez dodatkowych zwężeń. Rękaw powinien być równomiernie utwardzony i przylegać do powierzchni wewnętrznej rury przewodowej na całej długości. Wykładzina, żywice i inne użyte materiały muszą posiadać atest higieniczny PZH dopuszczający do kontaktu z wodą przeznaczoną do spożycia. Zastosowanie rękawa umożliwia sprawne przeprowadzenie renowacji. Rękaw jest wsuwany do przewodu z prędkością od 1–3 m/min do nawet 5 m/min. Warunki hydrauliczne rury poddanej renowacji ulegają znaczącej poprawie na długie lata. Na ich polepszenie wpływa także fakt, że rękaw jest ciągły, nie ma na nim żadnych złączy czy szwów, a jego powierzchnia jest bardzo gładka.

Renowacja najbardziej zagrożonych odcinków

Przystępując do typowania poszczególnych odcinków magistrali do remontu, dokonano oceny ryzyka wystąpienia awarii rurociągu DN 1000. Zgodnie z artykułem 5. ustawy o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków, przedsiębiorstwo wodociągowo-kanalizacyjne ma obowiązek zapewnić zdolność posiadanych urządzeń wodociągowych i urządzeń kanalizacyjnych do realizacji dostaw wody w wymaganej ilości i pod odpowiednim ciśnieniem oraz dostaw wody i odprowadzania ścieków w sposób ciągły i niezawodny, a także zapewnić należytą jakość dostarczanej wody. Działania związane z systematycznym remontem wytypowanych odcinków przewodów wodociągowych wpisują się w realizację postanowień ustawowych. Wodociągi Miasta Krakowa SA mają opracowany system oceny ryzyka wystąpienia awarii, co pozwala na typowanie do remontu najbardziej zagrożonych odcinków. Z uwagi na długość rurociągu i wynikający z tego czas niezbędny do przeprowadzenia prac oraz ryzyko wystąpienia poważnej awarii drugiego rurociągu nie jest możliwe całościowe wykonanie renowacji. W związku z tym po wytypowaniu najbardziej zagrożonych odcinków dla każdego z nich opracowano program funkcjonalno-użytkowy, w którym znalazły się wszystkie wymagania, jakie zamawiający stawiał renowacji. Program obejmował poszczególne fragmenty rurociągu, a zakres remontu stanowił oddzielną całość.

Po wybraniu wykonawcy i opracowaniu projektu renowacji oraz przygotowaniu prac jednym z pierwszych elementów było czyszczenie magistrali. Zastosowana metoda czyszczenia nie mogła wywołać uszkodzeń przewodu magistralnego. Do końcowego czyszczenia stosowano metodę hydrodynamiczną pod ciśnieniem nie mniejszym niż 1200 atm, przy czym czyszczenie poszczególnych odcinków uznawano za skuteczne, gdy zostały usunięte osady twarde i miękkie (łącznie z ewentualną izolacją antykorozyjną) z wewnętrznej powierzchni rurociągu.

Zakres robót dla każdego wybranego odcinka obejmował kompleksowe wykonanie rekonstrukcji magistrali wodociągowej DN 1000, w tym kolan i łuków wraz z wymianą armatury zamontowanej na przewodzie. Na trasie renowacji zaplanowano lokalizację komór roboczych w miejscach wynikających z technologii oraz w miejscach łuków i załamania rurociągu, tak aby zminimalizować fałdowanie wykładziny. Zamawiający wymagał, aby stosowana technologia renowacji sieci wodociągowej zapewniała możliwość wykonywania po renowacji nowych włączeń do rurociągu, takich jak odwodnienia, odgałęzienia boczne, odpowietrzenia, montaż przepustnic itp.



Parowanie remontowanego odcinka

W ramach renowacji dokonano również kompleksowej wymiany armatury na remontowanych odcinkach. Dostarczany na budowę rękaw był przycinany na odpowiedni wymiar, a następnie na bieżąco nasączany żywicami na miejscu budowy w warunkach próżniowych. Montaż odbywał się przez istniejący właz lub tymczasowo wykonany odcinek pionowy, w którym zamontowano pierścien umożliwiając odwrócenie rękawa. Przymocowany do pierścienia rękaw pod wpływem nacisku sprężonego powietrza ulega odwróceniu, dotykając stroną nasączoną żywicą ścianki remontowanego rurociągu. Następnie odbywa się wklejenie rękawa do istniejącej rury. Po wykonaniu pełnej inwersji rękawa następuje doprowadzenie do rurociągu przegrzanej pary wodnej w celu termicznego utwardzenia żywicy. Po utwardzeniu i schłodzeniu zmniejsza się ciśnienie wewnątrz rurociągu i odcina końcówki rękawa. Po zakończeniu prac renowacyjnych dokonuje się oceny stanu technicznego powierzchni wewnętrznej przewodu przy użyciu kamery TV. Następnie przeprowadzana jest próba szczelności oraz sprawdzenie przepustowości przewodu po wykonaniu renowacji.

Zastosowane powłoki utwardzane żywicą charakteryzują się dużą elastycznością i rozciągliwością, a pewne różnice zależą od rodzaju technologii użytej przez wykonawcę danego odcinka rurociągu. Dzięki tej elastyczności rękawy mogą dopasowywać się do zmian kierunków przewodu, redukować nierówności przewodów w miejscach np. przemieszczeń poprzecznych, a także uzupełniać ubytki konstrukcyjne. Po zakończeniu renowacji rękaw powinien być równomiernie utwardzony i dopasowany do wewnętrznej powierzchni prze-



Utwardzanie remontowanego odcinka

wodu na całej długości, a powierzchnie wewnętrzne gładkie. Mogą występować niewielkie sfałdowania, do 5% średnicy przewodu, spowodowane zmianami średnic oraz sfałdowania na wewnętrznych ścianach łuków, które nie mają wpływu na jakość eksploatacji przewodu wodociągowego po renowacji.

Prace rehabilitacyjne magistrali DN 1000 będą kontynuowane. Dotychczas wyremontowano 7200 m.b. sieci, a obecnie jest przygotowywany przetarg na kolejny odcinek o długości ok. 500 m.b.





WODOCIĄGI
Miasta Krakowa

120 lat! Jesteśmy z Wami. Każdego dnia.

ZRÓWNOWAŻONY ROZWÓJ. KAŻDEGO DNIA.



STAWIAMY NA WSPÓŁPRACĘ
I PARTNERSTWO



KSZTAŁTUJEMY POSTAWY
PROEKOLOGICZNE
WŚRÓD MIESZKAŃCÓW



CHRONIMY
ŚRODOWISKO



ZAPEWNIAMY
BEZPIECZEŃSTWO
ZAOPATRZENIA W WODĘ



ODPOWIEDZIALNA KONSUMPCJA
I PRODUKCJA



JESTEŚMY EFEKTYWNI
ENERGETYCZNIE

WPROWADZAMY
INNOWACYJNE
TECHNOLOGIE

