



Nowa technologia dezynfekcji wody w MPWiK SA w Krakowie

tekst: **ANNA BIEDRZYCKA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, zdjęcia: **MPWiK SA W KRAKOWIE**

Wzrost bezpieczeństwa bakteriologicznego i poprawa walorów smakowych wody dostarczanej mieszkańcom Krakowa to główne cele dużej inwestycji, jaką Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji SA w Krakowie zrealizowało w Zakładzie Uzdantniania Wody Raba, który jest największym producentem wody dla Krakowa.

ZUW Raba, znajdujący się w Dobczycach (ok. 30 km od Krakowa), uzdatnia ok. 55% wody dostarczanej do krakowskiego systemu dystrybucji. Woda z Dobczyc jest również podstawowym źródłem zasilania dla gmin Dobczyce, Siepraw, Świątniki Górne oraz jednym z głównych źródeł dla gmin Wieliczka, Myślenice, Mogilany, Igołomia-Wawrzeńczyce. Obszar dystrybucji jest rozległy, co wymaga szczególnego reżimu technologicznego, tak aby docelowo woda w kranach odbiorców zachowała odpowiednie walory smakowe.

Woda pobierana jest z Jeziora Dobczyckiego, sztucznego zbiornika uruchomionego w 1986 r. na Rabie. Zakład produkuje średnio ok. 100 tys. m³

wody na dobę, natomiast jego maksymalna zdolność produkcyjna wynosi 186 tys. m³/d. Bezpieczeństwo bakteriologiczne wody zapewnia skomplikowany układ technologiczny oraz uruchomiona w 1995 r., dostarczona w ramach pomocy rządu amerykańskiego, instalacja wykorzystująca w procesie dezynfekcji chlor gazowy. Po prawie 20 latach pracy instalacja ta wymagała modernizacji. Ponadto chciano zaprzestać składowania na terenie zakładu beczek z chlorem, ponieważ duże jego ilości zawsze stanowią potencjalne zagrożenie. Dobczycki ZUW jest ostatnim zakładem uzdatniania Wodociągów Krakowskich, w którym do dezynfekcji stosowany jest chlor gazowy.

Według obszernej informacji Tadeusza Żaby, dyrektora ds. produkcji MPWiK SA w Krakowie, nowa technologia dezynfekcji polega na zastosowaniu podchlorynu sodu otrzymanego z soli kuchennej oraz dodatkowo promieniowania ultrafioletowego. Główną korzyścią jest poprawa jakości uzdatnianej wody, jej bezpieczeństwa bakteriologicznego, a także wyeliminowanie zapachu chloru.

Instalację UV oraz elektrolizery do produkcji podchlorynu sodu wraz z potrzebną infrastrukturą umieszczono w specjalnie wybudowanej komorze. Prace budowlane rozpoczęły się w 2013 r. Wykonawcą jest Instal Kraków SA, wyłoniony w trybie przetargu nieograniczonego. Aktualnie trwają koń-



Zakład Uzdatniania Wody Raba – ujęcie wieżowe

Uzdatnianie wody **KRAKÓW**

cowe prace rozruchowe, a uruchomienie całego ciągu technologicznego nastąpi na przełomie września i października 2014 r.

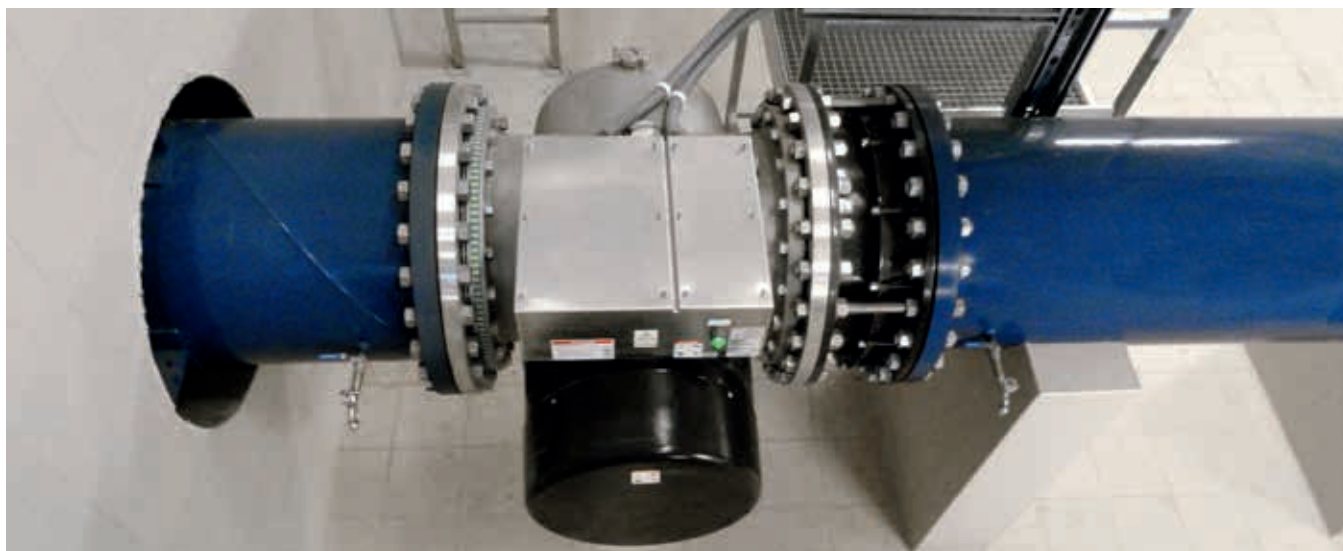
Całość projektu składa się z części budowlanej, technologicznej, mechanicznej, elektrycznej oraz automatyki, sterowania i nadzoru. Wszystkie urządzenia technologiczne mające kontakt z wodą przeznaczoną do spożycia posiadają wymagane atesty PZH.

Uzdatnianie ujmowanej wody

Proces technologiczny zastosowany w ZUW Raba polega na wstępnym ozonowaniu wody surowej, koagulacji, sedymentacji, filtracji oraz dezynfekcji. Do procesu technologicznego woda pobierana jest z trzech poziomów czerpania, zlokalizowanych na głębokościach 3,55 m, 9,65 m, 15,87 m poniżej poziomu wody Jeziora Dobczyckiego. Taki układ pozwala pobierać wodę z poziomu, na którym w danym okresie jest najczystsza. Kontrola jakości wody odbywa się w sposób ciągły, a każdy z poziomów jest automatycznie monitorowany co godzinę. System komputerowy podaje podstawowe informacje związane z jakością wody na poszczególnych poziomach, a dyspozytor podejmuje decyzję o poziomie poboru wody, uwzględniając zarówno informacje o jakości wody, jak



Zakład Uzdatniania Wody Raba



Promienniki UV zabudowane na rurociągu Raba I

i uwarunkowania techniczne. Przy obecnym zapotrzebowaniu na wodę możliwe jest takie ustawienie pomp, w którym odpowiednie poziomy są im przypisane na stałe przez odpowiednie ustawienie przesłon w oknach wlotowych, a dyspozytor, chcąc zmienić poziom poboru wody, zmienia tylko zestaw pracujących pomp. Z ujęcia woda pompowana jest do zakładu uzdatniania dwoma rurociągami DN 1000 i DN 1400 o długości ok. 1800 m każdy. Pobrana woda tłoczona jest na wysokość ok. 68 m do zbiornika kontaktowego, który jest pierwszym elementem w procesie uzdatniania. W zbiorniku kontaktowym odbywa się wstępne utlenianie przy użyciu ozonu.

Woda surowa po wstępnym ozonowaniu przepływa przez komorę rozdzielczą, do której dawkuje koagulant, środek wspomagający oraz węgiel pylisty. Następnie kierowana jest do dwóch ciągów technologicznych: Raba I i Raba II. W ZUW Raba I woda z dodatkiem reagentów wpływa do mieszaczy szybkich, a następnie do komory kontaktowej i 12 komór wirowych, gdzie następuje proces flokulacji. Kolejnym etapem jest sedymentacja prowadzona w osadnikach poziomych. Pozbawiona osadów woda przepływa następnie przez filtry dwuwarstwowe piaskowo-antracytowe, po czym jest dezynfekowana. Z kolei w ciągu technologicznym Raba II woda z komory rozdzielczą kierowana jest do czterech akceleratorów, w których zachodzą procesy koagulacji, flokulacji oraz sedymentacji. Dalej poddawana jest filtracji na filtrach dwuwarstwowych piaskowo-antracytowych i dezynfekowana.

Uzdatniona woda z obu ciągów technologicznych spływa do zbiorników wody uzdatnionej na terenie zakładu, skąd grawitacyjnie spływa do układu ssawnego pomp.

System dezynfekcji promieniami UV

I właśnie na końcowym etapie uzdatniania wody, jakim jest dezynfekcja, wprowadzono zmiany technologiczne, w których chlor gazowy zastąpiły promienie UV i podchloryn sodu.

Wytwarzane w promiennikach promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali 230–290 nm (przedział UV-C) ma oddziaływanie bakteriobójcze. Drobnostrój, jak bakterie i wirusy, poddane naświetleniu promieniami UV-C ulegają w ciągu kilku sekund dezaktywacji.

Zaprojektowano montaż trzech średniociśnieniowych promienników UV w reaktorach DN 900, DN 700 i DN 300. Reaktory o średnicach 900 i 700 mm zainstalowano na rurociągach tłocznych w nowej komorze, natomiast reaktor o średnicy 300 mm w pompowni Raba I na rurociągu grawitacyjnym zasilającym w wodę miasto Dobczyce.

Promienniki UV wykonane są w formie rury kwarcowej z wtopionymi na końcach elektrodami. W rurze znajduje się próżnia z niewielką ilością rtęci; źródłem promieniowania jest wyładowanie elektryczne w parach rtęci. Napięcie zasilające promiennik wynosi 400 V, a same lampy zasilane są ze specjalnych zasilaczy umożliwiających płynną regulację wydajności w celu dostosowania dawki promieniowania do przepływu wody.

Całkowita moc elektryczna niezbędna do pracy promienników wynosi ok. 120 kW.

Ponadto system wyposażony jest w przełącznik, którego zadaniem jest kontrola poziomu wody w rurociągach przepływowych i zabezpieczenie lamp w przypadku jego obniżenia. Kolejnym elementem jest panel kontroli zasilania, odpowiadający za zasilanie promienników w energię elektryczną oraz umożliwiający regulację wydajności systemu. Promienniki posiadają także układ oczyszczania mechanicznego. Pozwala on na automatyczne czyszczenie rur promienników dla zapewnienia optymalnych warunków pracy oraz wymaganej wydajności.

System dezynfekcji podchlorynem sodu

Promienie UV są bardzo dobrym środkiem dezynfekcyjnym, ale przynoszącym krótkotrwały efekt. Dlatego proces dezynfekcji składa się z dwóch etapów. Wprowadzenie drugiego stopnia dezynfekcji wody przez dawkowanie podchlorynu sodu (NaOCl) zapewnia pełne bezpieczeństwo mikrobiologiczne.

Podchloryn sodu jest substancją znaną od 200 lat. Wykazuje znaczącą skuteczność przeciw szerokiemu spektrum bakterii, ich zarodników, grzybom, ich zarodnikom oraz wirusom otoczkowym i bezotoczkowym. Podczas pierwszej wojny światowej był stosowany jako roztwór do leczenia ran, obecnie jest wykorzystywany w medycynie, np. w stomatologii. Z chemicznego punktu widzenia podchloryn sodu jest solą sodową kwasu podchlorowego. Istnieje kilka sposobów jego otrzymywania,

a jednym z nich jest elektroliza soli kuchennej.

Podobnie jak w przypadku dezynfekcji promieniami UV, podchloryn sodu będzie podawany w trzech punktach: do rurociągów tłocznych DN 900 i DN 700 w nowej komorze, a do rurociągu DN 300 w pompowni Raba I jako ostatni element procesu technologicznego.

W nowo zbudowanej komorze zainstalowano cztery zespoły elektrolizerów, które będą produkować NaOCl z soli kuchennej w postaci tabletek. Z takich tabletek wytwarza się solankę o stężeniu 25–30 g/l, a następnie poddaje procesowi elektrolizy. Wydajność elektrolizerów wynosi 2 kg w przeliczeniu na Cl₂ na godzinę, a elektrolizer zamontowany w pompowni Raby I osiąga wydajność 0,5 kg chloru na godzinę. Wytwarzany podchloryn sodu ma stężenie 0,6%.

Każdy elektrolizer jest wyposażony w instalację odciągową rozcieńczającą wodór powstający podczas produkcji oraz układ odciągowy wyposażony w czujnik wodoru uniemożliwiający przedostawanie się wodoru do zbiorników produktu. Zakłada się, że zużycie energii elektrycznej na wyprodukowanie 1 kg Cl₂ nie będzie większe niż 5,5 kWh. Natomiast do wyprodukowania 1 kg dezynfektanta oraz do regeneracji zmiękczacza wody będzie zużywane ok. 4,5 kg soli kuchennej.

W celu właściwego wymieszania środka dezynfekcyjnego z przepływającą wodą zastosowano odpowiednio dobrane mieszacze statyczne. Do kontroli prowadzonego procesu dezynfekcji zainstalowano mierniki wolnego chloru, których zadaniem jest współpraca z systemem dozowania NaOCl oraz utrzymanie stałej zadanej zawartości wolnego chloru.

Pomiędzy nowo wybudowaną komorą a dyspozytornią ZUW Raba ułożono światłowód, którym połączono nowe obiekty z istniejącym systemem sterowania i nadzoru nad procesem technologicznym.

Podchloryn sodu będzie produkowany na bieżąco według aktualnego zapotrzebowania, a jedynym produktem zgromadzonym w magazynie zakładu uzdatniania stanie się teraz sól kuchenna. W ten sposób wyeliminowane zostanie zagrożenie, jakie stwarza zmagazynowany na terenie zakładu chlor gazowy, a także transport 500-kilogramowych beczek z tą substancją.



System dozowania roztworu podchlorynu sodu



Promienniki UV zabudowane na rurociągu Raba II



Wnętrze komory z fragmentem rurociągu wraz z zabudowanym promiennikiem UV i mieszaczem statycznym