



# 40-lecie Zakładu Uzdatniania Wody Raba

tekst: **ANNA BIEDRZYCKA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne

zdjęcia: **MIEJSKIE PRZEDSIĘBIORSTWO WODOCIĄGÓW I KANALIZACJI SA w KRAKOWIE**

W tym roku mija 40 lat od chwili uruchomienia dostaw wody z Zakładu Uzdatniania Wody Raba, który stanowi główne źródło zaopatrzenia Krakowa w wodę. Jak powstawał i zmieniał się zakład, zanim stał się obiektem, jaki znamy dzisiaj: nowoczesnym, wyposażonym w wysokiej klasy rozwiązania techniczne, gwarantujące uzyskanie bardzo dobrych parametrów wody – o tym w niniejszym artykule.

## Odwrot od zanieczyszczonej Wisły

Prace koncepcyjne nad budową nowego ujęcia wody dla Krakowa rozpoczęły się na początku lat 60. XX w., kiedy okazało się, że istniejące źródła dostaw w niedługim czasie będą niewystarczające dla zaspokojenia potrzeb ludności i przemysłu. Już w 1961 r. projektanci z krakowskiego Biura Projektów Budownictwa Komunalnego przygotowali „Studium nad zaopatrzeniem w wodę Krakowa z karpaccich dopływów Wisły”. W opracowaniu tym Wisła po raz pierwszy przestała odgrywać kluczową rolę na rzecz niezanieczyszczonych rzek górskich: Dunajca (wodociąg pompowy z ujęciem ze zbiornika w Łukanowicach), Czarnego Dunajca i Białki Tatrzańkiej (wodociąg grawitacyjny z ujęciami ze zbiorników) oraz Raby (wodociąg pompowy z ujęciem w Dobczycach). Prace nad przygotowaniem założeń dla nowego źródła wody dla Krakowa przyspieszyła decyzja rządu z początku 1963 r. o rozbudowie kombinatu hutniczego w Nowej Hucie i zwiększeniu produkcji do 10 mln t stali rocznie.

Na podstawie analiz technicznych, jakościowych, ekonomicznych oraz ochrony przeciwpowodziowej w 1964 r. Zespół Rzeczników Gospodarki Wodnej przy Prezesie Centralnego

Urzędu Gospodarki Wodnej zarekomendował budowę ujęcia ze zbiornika zaporowego na Rabie w Dobczycach, zalecając jednocześnie zbadanie możliwości alternatywnego ujęcia wody ze zbiornika na Rabie zlokalizowanego w Stróży.

W 1965 r. Komisja Planowania przy Radzie Ministrów zatwierdziła „Założenia projektu rozbudowy wodociągu dla m. Krakowa” dla wariantu poboru wody ze zbiornika na Rabie w okolicach Dobczyc w zakresie I etapu. Przez następne dwa lata trwało ustalanie rzeczywistego kosztu całego przedsięwzięcia. Podejmowano też próby powrotu do koncepcji poboru wody z Dunajca. Głównym powodem forsowania tego wariantu była najwyższa wartość przepływu gwarantowanego – 6,2 m<sup>3</sup>/s, co pozwoliłoby na pokrycie dużej części przyszłych potrzeb aglomeracji krakowskiej.

## Lokalizacja zbiornika

Przyjęto, że wodociąg z Raby zostanie zaprojektowany w taki sposób, aby mógł być sukcesywnie rozbudowywany. Tymczasowym rozwiązaniem była budowa ujęcia doraźnego na jazie. Wykonanie prac projektowych tymczasowego jazu, ujęcia, zakładu uzdatniania i sieci przesyłowej wody do Krakowa

powierzono projektantom z Biura Projektów Budownictwa Komunalnego w Krakowie, a całość prac projektowych związanych z budową zapory i zbiornika – Hydroprojektowi Warszawa. Oba zespoły pracowały niezależnie od siebie. Projektanci mogli korzystać jedynie z polskiej myśli technicznej, ponieważ z braku dewiz zachodnie technologie były niedostępne.

Prace projektowe przy wodociągu rozpoczęto i prowadzono jeszcze przed podjęciem ostatecznej decyzji o lokalizacji zbiornika, który był niezbędny, bowiem Raba, będąc rzeką górską, charakteryzuje się dużą zmiennością przepływu. O lokalizacji zbiornika decydowały władze centralne. By rozstrzygnąć spory, sięgano po dodatkowe opinie ekspertów zagranicznych, czas mijał, a deficyt wody w Krakowie pogłębiał się. W 1970 r. władze miasta, nie chcąc dłużej czekać, podjęły decyzję o zaprojektowaniu tymczasowego ujęcia wody w czaszy zbiornika w Dobczycach. Ujęcie to, z tymczasowym jazem w nurcie rzeki, zlokalizowano tak, aby można z niego przerzucić wodę do ujęcia definitywnego. Warunkiem dodatkowym przy lokalizacji ujęć tymczasowego i definitywnego było utrzymanie ciągłości dostaw wody od momentu rozpoczęcia jej pompowania do Krakowa. Lokalizacja ujęcia w czaszy zbiornika Dobczyce umożliwiała pobór wody bezpośrednio z tego zbiornika, a także przyjęcie wody ze zbiornika w Stróży, o ile wybrano by jednak tę lokalizację.

Na podstawie krzywej sumowej trwania przepływów wyliczono, że w profilu Dobczyce minimalny przepływ wynosi  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , a maksymalny kilka tysięcy  $\text{m}^3/\text{s}$ . Na potrzeby wodociągu można było więc ująć  $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$  przy zachowaniu wymagań wynikających z przepisów o nienaruszalnym przepływie poniżej ujęcia. Przy tej wielkości poboru pojemność dyspozycyjna zbiornika zapewniała ciągłość dostawy wody w ciągu całego roku hydrologicznego. Z lokalizacji zbiornika w Stróży ostatecznie zrezygnowano ze względu na znacznie trudniejsze warunki geologiczne (liczne osuwiska oraz nieszczelności podłoża, mogące spowodować niedające się przewidzieć trudności techniczne zarówno w czasie budowy, jak i późniejszej eksploatacji) oraz mniejszą pojemność zbiornika, przez co przepływ dyspozycyjny w Rabie poniżej zbiornika byłby poniżej oczekiwań.

Wodociąg miał zostać oddany do eksploatacji przed ukończeniem budowy zbiornika, która, jak przewidywano, potrwa 6–7 lat (do 1979 r.), ale liczono się z opóźnieniem. Dlatego realizacja całego przedsięwzięcia została podzielona na dwa etapy. Etap I to budowa doraźnego ujęcia i zakładu uzdatniania wody o wydajności  $1,1 \text{ m}^3/\text{s}$  (projekt Raba I), etap II – rozbudowa zakładu do wydajności  $3,5 \text{ m}^3/\text{s}$  wraz z powstaniem docelowego ujęcia ze zbiornika dobczyckiego po jego całkowitym napełnieniu (Raba II). Generalnym wykonawcą było krakowskie Przedsiębiorstwo Robót Wodno-Inżynierskich Hydrobudowa 2. Program inwestycyjny, obejmujący zespół inwestycji pod nazwą Raba I oraz Raba II, był realizowany do 1994 r.

Budowa zbiornika (Jeziora Dobczyckiego), powstałego w wyniku przegrodzenia koryta Raby zaporą ziemno-betonową o wysokości 30,6 m, zlokalizowaną w przewężeniu doliny, w rejonie Góry Zamkowej, powyżej Dobczyc, zakończyła się w 1987 r. Wymagało to zalania ok. 1000 ha gruntów, głównie rolnych, co było powodem opóźniających budowę protestów. Jezioro ma pojemność 127 mln  $\text{m}^3$ , w tym ok. 85 mln  $\text{m}^3$  pojemności użytkowej, co pozwala na pobór wody w ilości 186 tys.  $\text{m}^3/\text{d}$ .

## Raba I

Realizację I etapu rozpoczęto w 1969 r. od robót odwodnieniowych i melioracyjnych, wykonania dróg, ogrodzenia i obiektów pomocniczych. W 1970 r. przystąpiono do zasadniczej części budowy. Na Rabie wykonano tymczasowy żelbetowy jaz o długości 63 m i wysokości piętrzenia 2 m, zaopatrzone w dwie ruchome zastawki o szerokości 7,5 m. Jak już wspomniano wyżej, został zbudowany w czaszy przyszłego zbiornika, w pobliżu projektowanego ujęcia docelowego. Rzędna maksymalnego poziomu zwierciadła wody piętrzonej jazem była jednocześnie minimalną rzędną poziomu wody w przyszłym zbiorniku, umożliwiającą pracę docelowego ujęcia.

Ujęcie i pompownia doraźna zostały zlokalizowane we wsi Brzączowice (obecnie częściowo zalana). Zakładano, że będą one pracowały do czasu powstania zapory i zbiornika. Pompownię wykonano w formie okrągłej żelbetowej wieży, zapewniającej położenie agregatów pompowych ponad najwyższym możliwym poziomem wezbrań Raby. Woda surowa dostawała się do komór czerpnych przez zestaw płaskich, ruchomych sit, które okresowo czyszczono w przeciwnym kierunku. Ujętą wodę tłoczono rurociągiem o średnicy 1000 mm i długości 3 km do zakładu uzdatniania. Na trasie rurociągu w odległości ok. 200 m od pompowni wzniesiono budynek z dwoma zbiornikami (baniami) wodno-powietrznymi o pojemności 50  $\text{m}^3$  każdy, mającymi tłumić uderzenia wodne, oraz stację transformatorową i rozdzielnię wysokiego napięcia.

ZUW zlokalizowano na północnym stoku wzgórza Węgielnica, ok. 80 m powyżej zwierciadła wody w Rabie. Jego położenie pozwalało na grawitacyjny przepływ wody aż do pompowni głównej, przy jednoczesnym zachowaniu dopuszczalnej wartości ciśnienia (10 atm) na odcinku pomiędzy zakładem a najwyższym punktem trasy rurociągów tłocznych do Krakowa. W skład zakładu zajmującego powierzchnię 13,65 ha weszły: budynek koagulacji wraz z osadnikami wstępnymi, filtry pospieszne, dwa zbiorniki wody czystej o pojemności 3500  $\text{m}^3$ , chlorownia, pompownia główna czystej wody z rozdzielnią wysokiego i niskiego napięcia oraz warsztatami, odmulniki i poletka osadowe, budynek administracyjny wraz z laboratorium, kotłownia. Technologia uzdatniania polegała na zastosowaniu procesów koagulacji, flokulacji oraz sedymentacji z wykorzystaniem siarczanu glinu jako koagulantu. Osad gromadzący się w osadnikach oraz woda popłuczna z filtrów odprowadzane były do odmulników, skąd po sklarowaniu w wodę nadosadową przepompowywano z powrotem do rurociągu wody surowej, a osad kierowano na poletka i następnie na składowisko osadu. Do dezynfekcji wody wykorzystywano chlor gazowy, dodając go do wody czystej.

Po uzdatnieniu woda tłoczona była rurociągiem tranzytowym o średnicy 1000 mm w kierunku Krakowa. Trasa magistrali o długości 22,6 km biegnie od ZUW Raba przez Stojowice, Bieńkowice, Gorzków, Koźmice Wielkie, Sierczę, Krzyszkowice do południowych obrzeży Krakowa – zbiorników Kosocice, gdzie po zredukowaniu ciśnienia woda zasila sieć miejską. Ze względu na niekorzystny układ wysokościowy terenu pomiędzy Dobczycami a Krakowem, konieczność pokonania licznych wzniesień, jak i niekorzystne warunki geologiczne (możliwość występowania osuwisk) rurociąg wyposażono w system zasuw samozamykających oraz regulacyjnych, mających na celu

jego ochronę przed skutkami ewentualnych uderzeń wodnych oraz minimalizację szkód w przypadku jego uszkodzenia. Na 5,913 km rurociągu, w miejscowości Gorzków, w najwyższym punkcie trasy, zbudowano zbiorniki wodociągowe o pojemności  $2 \times 7500 \text{ m}^3$ . Od tego miejsca woda spływa już grawitacyjnie w kierunku miasta. Kolejną grupę zbiorników o pojemności  $3 \times 7500 \text{ m}^3$  zlokalizowano w odległości 6,438 km od Gorzkowa, w miejscowości Siercza na wschód od Wieliczki. Przy zbiornikach w Sierczy powstała także pośrednia stacja chlorowania wody. O nowoczesności zastosowanych wówczas rozwiązań świadczy m.in. automatyka filtrów piaskowych czy też ułożenie kabla telemetrycznego z Krakowa do Dobczyc, co pozwoliło na rozwiązywanie problemów z łącznością oraz umożliwiło zdalny monitoring.

Od lipca do września 1974 r. prowadzono rozruch wszystkich obiektów. Do Krakowa popłynęła tak potrzebna miastu woda – początkowo w ilości  $200 \text{ dm}^3/\text{s}$ , lecz już w niecały rok później zakład osiągnął 70% projektowanej wydajności dla etapu budowy Raba I.

### Raba II

Po uruchomieniu Raby I i doraźnym zaspokojeniu zapotrzebowania Krakowa na wodę zwiększenie wydajności tego ujęcia przestało być priorytetem dla władz miasta. Przesunięto termin rozpoczęcia rozbudowy zakładu w Dobczycach, a budowa zapory i zbiornika wodnego przebiegała bardzo wolno. Dopiero gdy z powodu intensywnego rozwoju miasta znowu zaczęło brakować wody, pod koniec lat 70. podjęto decyzję o dalszej rozbudowie ujęcia. Proces inwestycyjny koordynował powołany w lutym 1982 r. specjalny sztab. Na jego czele stanął pełnomocnik prezydenta Krakowa, a w skład weszli główny wykonawca, wszyscy podwykonawcy oraz MPWiK w Krakowie jako przyszły użytkownik.

Ponieważ główną przeszkodą w zwiększeniu dostaw była niewystarczająca wydajność doraźnego ujęcia wody surowej, skoncentrowano się na dwóch podstawowych kierunkach działania – dokończeniu budowy zapory, przy której prace zaawansowane były w 80%, oraz rozbudowie urządzeń wodociągowych. Napełnianie zbiornika trwało od listopada 1985 do grudnia 1987 r., ale ze względu na olbrzymi deficyt wody na terenie Krakowa pobór z ujęcia wieżowego rozpoczęto już w 1986 r., jeszcze przed osiągnięciem docelowej wysokości napełnienia.

Dotychczasowe ujęcie prowizoryczne, które zamiast planowanych pięciu pracowało 13 lat, zostało zlikwidowane. Praktycznie nienaruszone pozostawiono wszystkie elementy betonowe i żelbetowe tymczasowego jazu, piaskownika oraz studni ujmującej wodę, co wynikało z konieczności zachowania ciągłości poboru wody z rzeki w trakcie napełniania zbiornika i rozruchu ujęcia docelowego. Zdemontowano jedynie elementy ruchome i całe wyposażenie pompowni. Ujęcie docelowe w formie monolitycznej żelbetowej wieży o wysokości 38,5 m i wymiarach w rzucie  $33,6 \times 26,4 \text{ m}$  zlokalizowano w wyłomie skalnym ściany zbiornika w rejonie Brzączowic. Olbrzymia budowla dodatkowo zakotwiona w skale miała pomieścić sześć pomp diagonalnych o wydajności po  $4000 \text{ m}^3/\text{h}$ , obecnie dwie pompy mają wydajność  $3000 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Jednocześnie z ujęciem budowano drugą nitkę rurociągu tłoczego wody surowej o średnicy 1400 mm pomiędzy uję-

ciem a ZUW-em oraz rurociąg wody czystej w kierunku Krakowa. Powstawały też kolejne elementy Raby II – budynek chemiczny, zbiorniki kontaktowe, akcelatory, filtry, zbiorniki wody czystej oraz zagęszczacze osadu. Zasadnicze obiekty Raby II zostały oddane do eksploatacji pod koniec 1991 r. Była to największa inwestycja Krakowa w tamtym okresie.

Procesy technologiczne uzdatniania wody w obu ciągach technologicznych prowadzone są niezależnie. Pierwotnie polegały na zastosowaniu koagulacji, sedymentacji, filtracji oraz dezynfekcji, a w połowie lat 90. rozszerzono je o wstępne ozonowanie wody surowej. Było to możliwe dzięki pomocy finansowej rządu USA. W 1994 r. Kongres USA przeznaczył 4 mln USD na modernizację wodociągu krakowskiego oraz ochronę źródeł wody pitnej dla miasta. Jednym z beneficjentów uzyskanej pomocy został ZUW Raba, dzięki czemu w 1996 r. uruchomiono tam system wstępnego ozonowania wody. Od tego czasu poza ujęciem wody surowej wspólnym obiektem Raby I i Raby II jest zbiornik kontaktowy, w którym woda jest ozonowana, oraz komora rozdzielcza.

W nowo powstałych obiektach ZUW Raba II zainstalowano nowoczesny, jak na ówczesne czasy, komputerowy system monitoringu pracy zakładu wraz z układami zdalnego sterowania pracą poszczególnych urządzeń. Służył on pierwotnie do monitorowania pracy ujęcia wieżowego. Stopniowo unowocześniano i rozbudowywano go na całym obszarze działania ZUW Raba. Obecnie do monitoringu wykorzystuje się programowalne sterowniki PLC oraz oprogramowanie wizualizacyjne typu SCADA. Ponieważ obiekty wodociągowe związane z funkcjonowaniem ZUW Raba oraz przesyłem wody do Krakowa są rozrzucone na dużej odległości, do zdalnego przesyłu danych wykorzystuje się łącza przewodowe, radiowe oraz światłowodowe.

ZUW Raba jest głównym producentem wody przeznaczonej do spożycia dla Krakowa. Wydajność obu ciągów technologicznych wynosi  $186 \text{ tys. m}^3/\text{d}$ . W okresie wielkiego deficytu wody w Krakowie w latach 80. planowano budowę ciągu technologicznego ZUW Raba III, do której jednak nie doszło z powodu tendencji spadkowej w zakresie zużycia wody. Obecnie średnia wielkość dostaw wody ze zbiornika doboczyckiego kształtuje się na poziomie ok.  $90 \text{ tys. m}^3/\text{d}$ , co stanowi ok. 52–53% łącznego zapotrzebowania. Na terenie Krakowa z Raby zasilane jest Podgórze, osiedla Wolica, Wyciąże, Kościelniki, Ruszcza, Branice, Pleszów oraz częściowo obszar Starego Miasta, Śródmieścia i Mistrzejowic. Ponadto z rurociągu tranzytowego dostarczana jest woda dla mieszkańców Dobczyc, Myślenic, Świątnik Górnych, Sieprawia i Wieliczki.

W 2014 r. Wodociągi Krakowskie zrealizowały kolejne inwestycje modernizacyjne w doboczyckim ZUW-ie. Zakład wyposażono w nowoczesne instalacje do uzdatniania wody za pomocą podchlorynu sodu i promieniowania UV, eliminując dezynfektant, jakim był chlor gazowy. Dzięki temu zwiększyło się bezpieczeństwo bakteriologiczne oraz poprawił się zapach i smak wody dostarczanej krakowianom.

Korzystano z publikacji: Robert Wierzbicki: *Wodociągi Krakowa*. Kraków 2011, s. 209–238; Tadeusz Żaba: *Jubileusz Zakładu Uzdatniania Wody „Raba”*. „Woda i My” 2014, nr 70, s. 3–5 oraz Wacław Kordeusz: *40 lat wody z Raby dla Krakowa i nie tylko*. „Woda i My” 2014, nr 70, s. 6–8.