

Włodzimierz Możaryn, Eugeniusz Latawiec, Leszek Dydyca, Jacek Pasewicz, Barbara Chmielarz, Stanisław Filip

Koncepcja modernizacji i rozbudowy Zakładu Uzdatniania Wody „Zwięczyca” w Rzeszowie na podstawie badań pilotowych

Wodociągi miejskie Rzeszowa korzystają obecnie wyłącznie z zasobów wód powierzchniowych Wisłoka, który jest typową rzeką górską o dużej zmienności przepływów i jakości wody, zależnie od warunków atmosferycznych i pory roku. Ze względu na odprowadzanie ścieków komunalnych i przemysłowych powyżej Rzeszowa, ujmowana woda zawiera nadmiar substancji biogennych i związków organicznych, powodujących jej eutrofizację w okresie letnim, czego dodatkowym skutkiem jest wysoka barwa i utlenialność oraz występujący okresowo stęchło-mulisty zapach i smak wody, a także jej znaczne zanieczyszczenie bakteriologiczne. W okresie zimowym, w obecności pokrywy lodowej, wzrasta zawartość azotu amonowego oraz liczebność bakterii przetrwalnikujących. Stąd też woda w Wisłoku nie mieści się w żadnej klasie czystości.

Woda do picia dla miasta produkowana jest w dwóch odrębnych zakładach, położonych na tej samej działce, tj. „Zwięczyca I”, oddanego do eksploatacji w 1956 r. i rozbudowanego w latach 1960–1965 do wydajności 36,5 tys. m³/d, oraz „Zwięczyca II”, o wydajności 47,5 tys. m³/d, oddanego do eksploatacji w 1980 r.

Uzdatnianie wody w obu zakładach odbywa się w identyczny, typowy dla większości wodociągów w Polsce sposób, tj. koagulację siarczanem glinu, sedymentację w osadnikach poziomych, filtrację pospieszną oraz dezynfekcję chlorem gazowym. Technologia ta, pomimo starań użytkownika zakładów, z trudnością radzi sobie w okresach złej jakości wody surowej, co stanowi przyczynę częstych skarg konsumentów, przede wszystkim na zapach i smak wody, ale także okresowo na jej mętność i barwę. Problem niedostatecznej jakości wody do picia był bodźcem dla władz miasta do podjęcia decyzji o modernizacji i rozbudowie zakładów uzdatniania wody, przy czym stawiając wymagania dla nowych rozwiązań technologicznych kierowano się normami zawartymi w Dyrektywie Rady Wspólnoty Europejskiej nr 80/778/EEC z 15 lipca 1980 r.

Kierunki modernizacji i rozbudowy obu zakładów zostały oparte na ostatnich doświadczeniach w dziedzinie uzdatniania wody oraz na wynikach badań technologicznych, wykonanych przez firmę ELIMP na stacji pilotowej o wydajności 1 m³/h w okresie od stycznia 1996 r. do marca 1997 r. Oprócz procesów uzdatniania wody, powielonych ze stacji technicznej, układ pilotowy realizował dodatkowo wstępne utlenianie wody ozonem, równoległe filtrację pospieszną na złożach piaskowym i antracytowo-piaskowym, ozonowanie końcowe oraz sorpcję na węglu aktywnym.

Równoległe z badaniami pilotowymi prowadzono dodatkowe, zakrojone na szeroką skalę, porównawcze analizy efektywności pracy poszczególnych urządzeń układu technicznego w obu zakładach. Celem takiego postępowania była ocena możliwości poprawy efektywności oczyszczania wody w poszczególnych procesach technologicznych.

Badania pilotowe

Okres badawczy był typowy, z uwagi na jakość wody poddawanej uzdatnianiu, z charakterystycznymi dla Wisłoka – rzeki górskiej – zjawiskami znacznego wzrostu wskaźników zanieczyszczenia wody (mętność, barwa, utlenialność), spowodowanymi warunkami atmosferycznymi. Wyjątkowość roku 1996 polegała jedynie na całkowitym braku zakwitów planktonu w lecie, co wzięto pod uwagę podczas analizy wyników badań.

Osiągnięte w badaniach rezultaty, a także niezależne oceny cech organoleptycznych wody wykazały, że przyjęta technologia uzdatniania zapewniła całkowite rozwiązanie problemu jakości wody do picia w Rzeszowie, gwarantując uzyskanie wody bezpiecznej, stabilnej biologicznie, o bardzo wysokich walorach konsumpcyjnych. Wyniki badań pozwalają na następujące uogólnienia:

- ozonowanie zdecydowanie korzystnie wpływało na sprawność układu koagulacja–sedymentacja–filtracja; łączne zapotrzebowanie na ozon wynosiło około 5 gO₃/m³, przy minimalnych czasach kontaktu ozonowania wstępnego 5 min i końcowego 10 min; układ techniczny powinien mieć możliwość regulacji proporcji podziału dawki ozonu pomiędzy te dwa procesy,

- nie było wystarczających przesłanek do zmiany stosowanego do tej pory siarczanu glinu na inny koagulant glinowy (badano różne odmiany polichlorków glinu i były one tylko nieznacznie efektywniejsze w okresie niskich temperatur); bardzo efektywnie pracowało urządzenie sterujące wielkością dawki koagulantu (*streaming current detector* – SCD),

- zastosowanie flokulantów zdecydowanie poprawiło efektywność układu sedymentacja–filtracja; najlepsze okazały się syntetyczne anionowe wielkocząsteczkowe poliakryloamidy,

- dwuwarstwowy filtr antracytowo-piaskowy miał 2,5-krotnie dłuższy cykl filtracyjny i wyższą sprawność niż filtr piaskowy; płukanie filtrów wodą niedezynfekowaną utrzymywało ich wysoką aktywność biologiczną,

- sprzężona z ozonowaniem końcowym sorpcja na węglu biologicznie aktywnym pozwalała na uzyskanie wysokiej stabilności biologicznej wody i zapewniła jej bardzo wysokie walory konsumpcyjne.

Porównanie pracy układów pilotowego i technicznego wskazało dodatkowo na procesy, w których kryją się znaczne rezerwy poprawy efektywności oczyszczania wody. Modernizacji w pierwszej kolejności wymagają:

- szybkie mieszanie w zakładzie „Zwiężczyca II”, z uwagi na niedostateczną intensywność,
- wolne mieszanie w zakładzie „Zwiężczyca II”, z uwagi na występowanie stref martwych oraz bocznikowanie przepływu,
- filtry pospieszne w obu zakładach,
- osadnik w zakładzie „Zwiężczyca II”, poprzez zastosowanie wkładów wielostrumieniowych.

Koncepcja modernizacji i rozbudowy ZUW „Zwiężczyca”

W oparciu o wyniki badań pilotowych wykonano kompleksową koncepcję modernizacji obu analizowanych zakładów uzdatniania wody. Koncepcja składa się z dwóch podstawowych części A i B. Część A zawiera koncepcję intensyfikacji pracy istniejących urządzeń technologicznych obu zakładów, określoną na podstawie oceny pracy tych urządzeń, z ustaleniem niezbędnego programu realizacyjnego i kosztów intensyfikacji. Część B zawiera koncepcję kompleksowej modernizacji i rozbudowy obu zakładów o nowe obiekty technologiczne do uzdatniania wody, łącznie z gospodarką osadową.

Charakterystyka rozwiązań technicznych (część A)

Obiekty i urządzenia technologiczne zakładów „Zwiężczyca I” i „Zwiężczyca II” wymagają działań zmierzających do poprawy efektów ich pracy. Polegają one m.in. na:

- uzyskaniu równomiernego obciążenia hydraulicznego poszczególnych urządzeń do koagulacji i filtracji („Zwiężczyca I”),
- zastosowaniu płynnej zmiany wydajności zakładów uzdatniania wody przez zainstalowanie falowników w pompowniach I^o obu zakładów,
- zautomatyzowaniu i dawkowaniu koagulantów proporcjonalnie do przepływu wody („Zwiężczyca I”),
- usprawnieniu procesów szybkiego i wolnego mieszania w obu zakładach,
- wdrożeniu nowych koagulantów i ciągłego dawkowania flokulantów w obu zakładach,
- modernizacji filtrów pospiesznych piaskowych przez zastosowanie złóż antracytowo-piaskowych, a docelowo – w ramach kompleksowej modernizacji zakładów – wprowadzenie płukania filtrów wodą niechlorowaną w obu zakładach,
- usprawnieniu pracy osadników przez przeróbki elementów hydraulicznych i wyposażenie ich we wkłady wielostrumieniowe („Zwiężczyca II”).

Prace te pozwolą na zintensyfikowanie procesów uzdatniania i uzyskanie lepszej jakości wody w zakresie mętności, barwy, utlenialności, zawartości węgla organicznego, planktonu, glinu, a także obniżenia zapotrzebowania wody na chlor. Zmniejszy się także wpływ jakości wody na niekorzystne procesy zachodzące

w sieci wodociągowej. Nie rozwiążą one jednak istotnych dla konsumenta problemów smaku i zapachu wody, szczególnie podczas zakwitów planktonu latem, czy też nadmiernych ilości azotu amonowego zimą, jak również obecności bakterii przetrwalnikujących, nadmiernej liczebności planktonu, utleniania manganu oraz wysokiego potencjału tworzenia THM-ów. Pozostałe problemy jakościowe rozwiąże w dużej mierze wstępne utlenianie domieszek wody ozonem, a docelowo – ozonowanie końcowe i sorpcja na węglu aktywnym.

Docelowa modernizacja i rozbudowa (część B)

Koncepcja docelowej modernizacji obu zakładów uzdatniania wody obejmuje nie tylko zastosowanie nowych procesów uzdatniania, ale także uporządkowanie gospodarki wodami zużytymi i osadami. Zakres przewidzianych prac jest następujący:

- budowa niezależnej stacji do wstępnego ozonowania wody w nowej hali, wykonanej nad komorami kontaktowymi na ujęciu i pompowni I^o zakładu „Zwiężczyca II”,
- wykorzystanie istniejących komór kontaktowych na ujęciu i pompowni I^o zakładu „Zwiężczyca II” na komory kontaktowe wstępnego ozonowania wody,
- budowa grawitacyjnego przewodu łączącego komorę kontaktową ozonowania wstępnego na ujęciu „Zwiężczyca II” z komorą lewarową na ujęciu „Zwiężczyca I”, wraz z modernizacją komory lewarowej i zamknięcie ujęcia „Zwiężczyca I”,
- modernizacja pompowni I^o w obu zakładach,
- rozbudowa obu zakładów o nowe obiekty technologiczne do ozonowania końcowego i sorpcji na węglu aktywnym, o kubaturze 21900 m³ (część techniczna, komory kontaktowe ozonowania końcowego, komory odgazowania, kolumny sorpcyjne z galeriami, zbiorniki wody czystej),
- budowa pompowni pośredniej do przetłaczania wody po filtrach antracytowo-piaskowych w zakładzie „Zwiężczyca I” do nowego bloku technologicznego,
- budowa pompowni pośredniej z pompami zatapialnymi w zakładzie „Zwiężczyca II”, wraz ze zbiornikiem wyrównawczym,
- budowa stacji transformatorowej do zasilania nowych obiektów,
- budowa sieci energetycznych, ciepłych, technologicznych, sanitarnych i innych obiektów związanych z kompleksową modernizacją obu zakładów.

Nowe technologiczne obiekty sieciowe i pompownie pośrednie rozwiązano jako obiekty podziemne. W zakresie unieszkodliwiania popłuczyn z kolumn węglowych oraz zagęszczania osadów pokoagulacyjnych i popłuczyn zaprojektowano nowy zespół obiektów, który stanowią:

- podziemne pompownie przewalowe popłuczyn,
- czterokomorowy pionowy osadnik popłuczyn,
- budynek pras do osadów i dawkowania flokulantów,
- zbiorniki wyrównawcze popłuczyn i stawy rybne.

Docelowo przewidziano modernizację chlorowni, z uwzględnieniem możliwości stosowania dwutlenku chloru i/lub chloru.

Modernization of the Zwiężczyca-Rzeszów Water Treatment Plant

Making use of the results obtained from 12-month pilot-plant investigations, the authors proposed a modernization and redevelopment concept for the Zwiężczyca-Rzeszów Water Treatment

Plant (south of Poland). The treatment train established for the modernization plant will provide high-quality water.