

Anna DOMINIAK, Elwira TOMCZAK

*Zakład Wodociągów i Kanalizacji,
Łódź
Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska,
Politechnika Łódzka*

ŁÓDZKI SYSTEM UJMOWANIA I DYSTRYBUCJI WODY

THE WATER SUPPLY SYSTEM IN LODZ

This paper describes how the water supply system has been adapted over the last century to meet these challenges, and in particular how the source of water (surface or underground) and structure of the supply system has been adapted to maintain drinking water quality. The economic and commercial situation of Lodz was having a significant affect on the economics of operating the municipal water supply.

1. Wprowadzenie

Łódzki system ujmowania, uzdatniania i dystrybucji wody ulegał na przestrzeni lat licznym zmianom z uwagi na wciąż zwiększające się zapotrzebowanie rozwijającego się miasta. Gwałtowny spadek poboru wody, zapoczątkowany przemianami ustrojowymi pod koniec XX wieku wpłynął znacząco na gospodarkę eksploatacyjną Zakładu Wodociągów i Kanalizacji w Łodzi. Priorytetem było i jest zapewnienie odpowiedniej jakości wody pitnej, spełniającej polskie i europejskie wymagania prawne.

Obecnie miasto zasilane jest w większości wodą podziemną z 58 studni głębinowych, przy niewielkim (poniżej 10%) udziale wody powierzchniowej z rzeki Pilicy. Z 43 studni umiejscowionych na terenie Łodzi i obrzeżach, w 22 woda jest tak dobrej jakości, tak że nie wymaga uzdatniania. Rozpoczęta w 2000 roku modernizacja sieci wodociągowej, a także stosowane procesy i technologie uzdatniania ujmowanej wody powierzchniowej oraz podziemnej zapewniają stabilność biologiczną i chemiczną wody pitnej w łódzkim systemie dystrybucji oraz spełnienie wymagań prawnych (krajowych, Unii Europejskiej, a także zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia) dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [4,6,9].

Celem pracy jest przedstawienie miejsc poboru wody i struktury sieci wodociągowej, której budowa ulegała zmianom w zależności od potrzeb dużego miasta, w powiązaniu z uzyskiwaniem wody pitnej najwyższej jakości [2,3,5].

2. Opis systemu dystrybucji oraz technologii uzdatniania

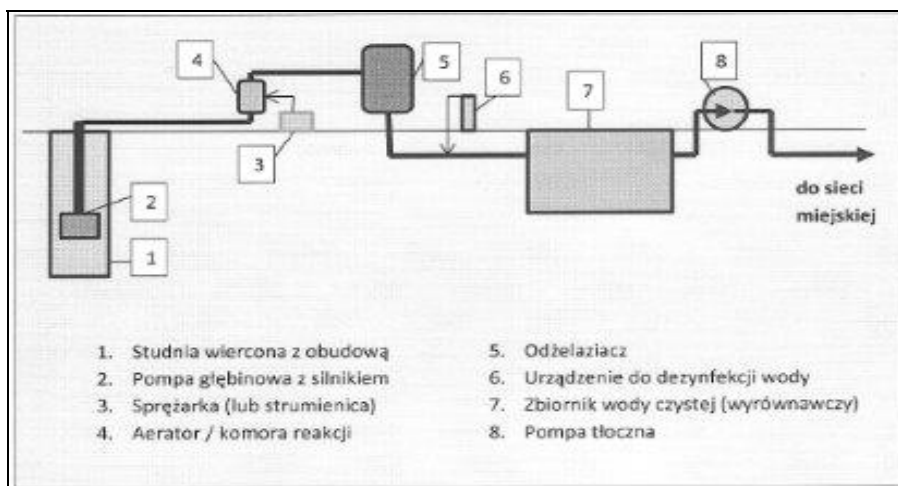
Miasto Łódź oraz okoliczne miejscowości zaopatrywane są w wodę pitną pochodzącą z trzech systemów [1]:

a) Łódzki system produkcji wody (Rys. 1) oparty na ujęciach wód podziemnych z 37 studni głębinowych. Woda ujmowana jest z pokładów wodonośnych:

- dolnej kredy – średnia głębokość studni – 400 – 900 m
- górnej kredy – średnia głębokość studni – 200 – 350 m
- czwartorzędu – średnia głębokość studni – 30 – 130 m.

W zależności od składu fizykochemicznego wody w studni głębinowej stosuje się odpowiednie procesy uzdatniania. Jakość wody ujmowanej z niektórych studni jest tak dobra, że nie wymaga stosowania procesów uzdatniania i nadaje się do bezpośredniego spożycia.

Uzdatnienie wody głębinowej polega na utlenieniu poprzez napowietrzanie wody związków Fe^{2+} i Mn^{2+} do związków Fe^{3+} i Mn^{4+} , wytrącanych w postaci wodorotlenku żelaza i uwodnionego tlenku manganu jako czerwono-brunatnych kłaczków, zatrzymywanych następnie na złożu filtracyjnym w procesie filtracji ciśnieniowej.



Rys. 1. Schemat układu technologicznego stacji wodociągowej z uzdatnianiem wody

Fig. 1. Technological system of water station with water treatment

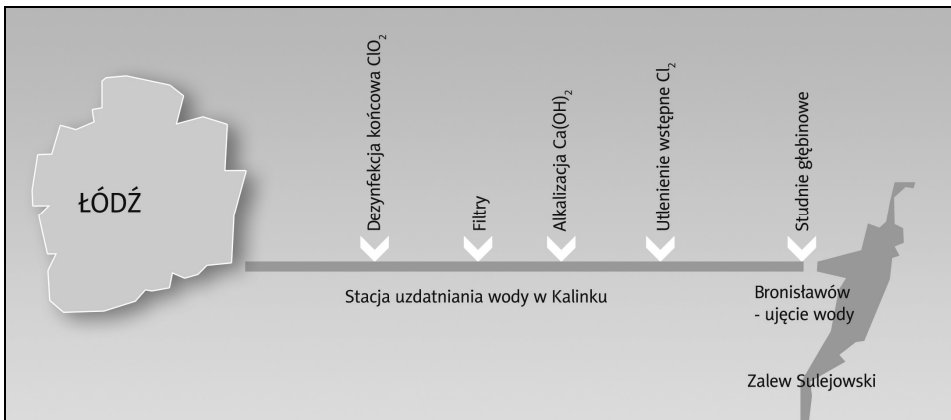
Napowietrzanie wody surowej w poszczególnych stacjach uzdatniania wody odbywa się w różny sposób, tj.:

- poprzez strumienicę,
- poprzez agregat sprężarkowy,
- poprzez kontakt z powietrzem atmosferycznym w beciśnieniowych zbiornikach reakcji,
- poprzez kontakt z powietrzem atmosferycznym i poprzez strumienicę (łącznie, w beciśnieniowych zbiornikach reakcji). Ilość powietrza stosowana w procesach aeracji uzależniona jest od składu fizykochemicznego ujmowanej wody, w szczególności od zawartości żelaza i manganu.

Procesy filtracji prowadzone są w zamkniętych zbiornikach stalowych (odżelaziaczach), wypełnionych warstwami żwiru kwarcowego o różnej granulacji. Całkowita wysokość złoża filtracyjnego dobierana jest odpowiednio do potrzeb technologicznych uzdatniania wody ujmowanej z poszczególnych studni.

Produkowana (wydobywana, uzdatniona) woda przed wpływieniem do zbiorników wyrównawczych poddawana jest procesowi dezynfekcji, prowadzonemu w zależności od rodzaju stacji wodociągowej, przy użyciu:

- podchlorynu sodu – wytwarzanemu na miejscu na drodze elektrolizy nasyconego roztworu soli spożywczej, o stężeniu chloru około 0,6%,
 - kupowanemu jako gotowy produkt, o stężeniu chloru około 15%,
 - dwutlenku chloru – wytwarzanemu na miejscu z kwasu solnego i chlorynu sodu.
- b) Sulejowski system produkcji wody – oparty na ujęciach wód podziemnych z 8 studni głębinowych w okolicach Zalewu Sulejowskiego w Bronisławowie (Rys.2). Surowcem w tym systemie jest woda z górnokredowych i czwartorzędowych pokładów wodonośnych. Ujmowana woda podlega w Bronisławowie jedynie procesowi utlenienia wstępnego przy użyciu podchlorynu sodu, po czym transportowana jest rurociągiem stalowym o długości 36,6 km i średnicy \varnothing 1600 mm do stacji uzdatniania w Kalinku k/Rzgowa, gdzie najpierw podlega procesowi alkalizacji wapnem hydratyzowanym.



Rys. 2. Schemat technologiczny uzdatniania wody podziemnej z Bronisławowa

Fig.2. Technological scheme of Bronisławów underground water treatment

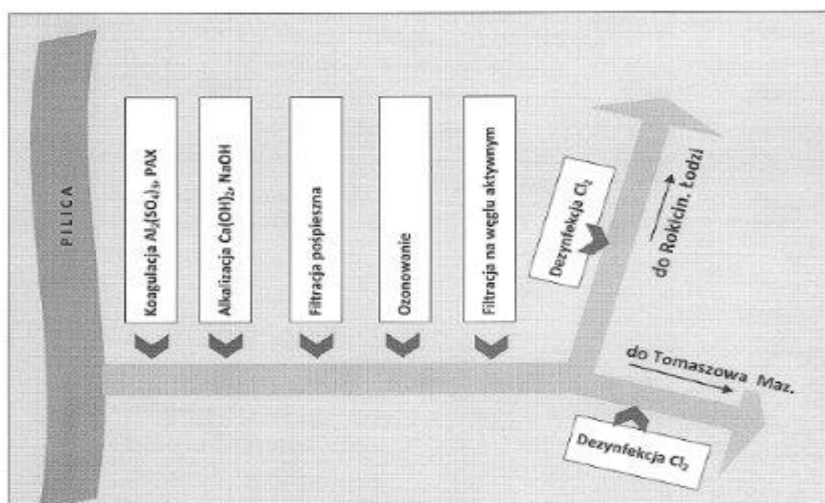
Podniesienie odczynu wody przed skrzynią przelewową powoduje skuteczne wytrącenie związków żelaza i manganu. Powstały osad wstępnie wytrąca się w klarownikach, a w przeważającej ilości na złożu filtracyjnym. Filtracja prowadzona jest w 20 filtrach pośpiesznych otwartych, dwukomorowych, gdzie materiałem filtracyjnym są: piasek kwarcowy i antracyt o różnych granulacjach, a wysokość złoża filtracyjnego wynosi 120 – 130 cm. Końcowym etapem procesu uzdatniania jest dezynfekcja wody prowadzona

przy użyciu dwutlenku chloru. Uzdadniona woda przesyłana jest grawitacyjnym rurociągiem tranzytowym o długości 7,7 km do zbiorników wody czystej na Chojnach w Łodzi.

c) Tomaszowski system produkcji wody – stanowiący uzupełnienie dwóch wyżej wymienionych systemów produkcyjnych. Pokrywa on w pełni zapotrzebowanie na wodę dla Tomaszowa Mazowieckiego i niektórych wsi na trasie rurociągów do Łodzi. Zasilany jest wodą pochodzącą z dwóch ujęć:

- wody powierzchniowej ze spiętrzenia rzeki Pilicy na przedmieściach Tomaszowa Mazowieckiego,
- 8 studni głębinowych czerpiących wodę z poziomu wapieni jurajskich z głębokości około 60 m w Rokicinach (w połowie drogi pomiędzy Tomaszowem Maz. a Łodzią).

Ujmowana z rzeki Pilicy woda powierzchniowa (Rys. 3) podlega poszczególnym procesom uzdatniania odpowiednio do zmienności jej składu powodowanego m.in. występowaniem fal powodziowych, spływów z pól uprawnych, w okresach intensywnych zakwitów sinicowych itp.



Rys. 3. Schemat technologiczny uzdatniania wody powierzchniowej z rzeki Pilicy

Fig.3. Technological scheme of the Pilica river surface water treatment

Pierwszym etapem uzdatniania wody rzecznej jest koagulacja prowadzona przy użyciu siarczanu glinu $Al_2(SO_4)_3 \times 18H_2O$ oraz uwodnionego roztworu chlorku poliglinu (PAX), w dawkach zależnych od jakości wody ujmowanej. Następnie prowadzony jest proces alkalizacji, czyli korekty odczynu wody za pomocą mleka wapiennego i wodorotlenku sodu. Powstały osad odseparowywany jest w procesie filtracji na 24 filtrach pospiesznych otwartych, gdzie materiałem filtracyjnym jest piasek kwarcowy w warstwach o różnej granulacji, przy wysokości złoża filtracyjnego 80 – 100 cm. Kolejnym procesem technologicznym jest ozonowanie wody prowadzone w 2 ozonatorach, ze średnim czasem kontaktu ozonu z wodą około 30 minut. W wyniku tego procesu woda poprawia swoją jakość, zarówno w zakresie fizykochemicznym, jak i bakteriologicznym.

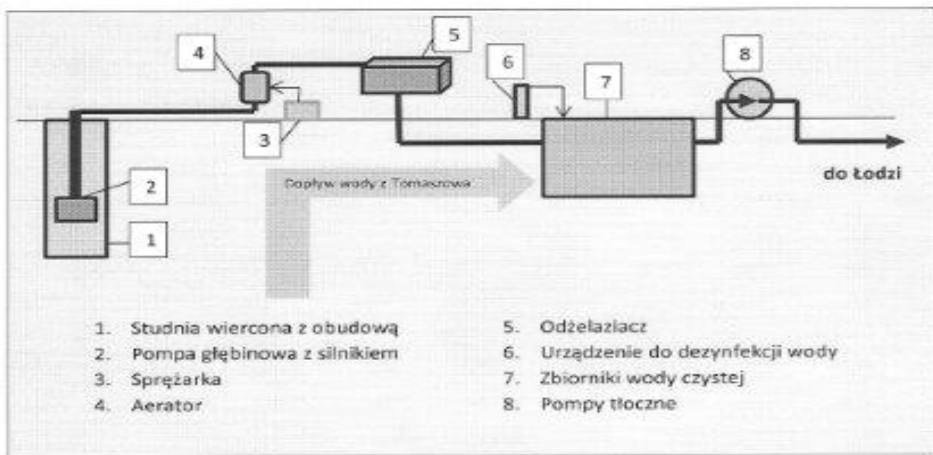
Usunięcie pozostałych w wodzie zanieczyszczeń zapewnia prowadzony proces adsorpcji [7,8] na 8 filtrach ze złożem węgla aktywnego o wysokości 180 cm. Uzdatniona woda magazynowana jest w 2 zbiornikach dwukomorowych, po czym rozdzielana na 2 strumienie:

- dla Tomaszowa Mazowieckiego
- dla Łodzi

Każdy strumień podlega procesowi dezynfekcji w chloratorach. Dezynfektantem jest chlor gazowy dodawany do wody w postaci wody chlorowej. Dawki chloru są różne dla tych strumieni – dla wody transportowanej w kierunku Łodzi dawka chloru jest blisko 2-krotnie większa niż dla wody dla Tomaszowa Maz., ponadto zróżnicowanie dawek chloru występuje w okresie stwierdzenia wysokich stężeń związków humusowych w ujmowanej wodzie, a w pozostałym czasie normowana jest względem stężenia chloroformu w dopływającej wodzie.

Woda transportowana w kierunku Łodzi, przed Rokicinami zasila 5 wodociągów wiejskich: Popielawy, Janków, Janinów, Łaznowek i Maksymilianów.

W Rokicinach woda ujmowana jest z 8 studni głębinowych zlokalizowanych obok stacji uzdatniania (Rys. 4). Woda podziemna poddawana jest procesowi napowietrzania w 2 aeratorach oraz procesowi filtracji w 10 odzłaziaczach poziomych, gdzie materiałem filtracyjnym jest piasek kwarcowy w warstwach o różnej granulacji, przy wysokości złoża 110 – 140 cm.



Rys. 4: Schemat technologiczny uzdatniania wody podziemnej z Rokicin

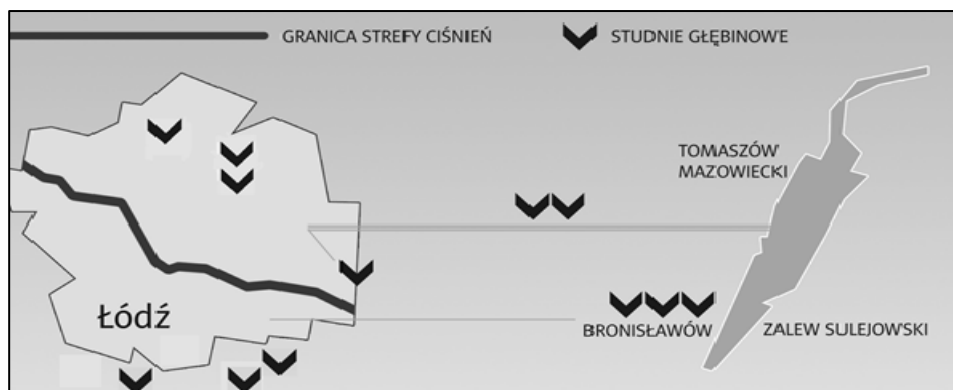
Fig.4. Technological scheme of Rokiciny underground water treatment

Woda po odzłaziaczach miesza się z uzdatnioną wodą pochodzącą z ujęcia powierzchniowego w Tomaszowie Mazowieckim, podlega procesowi dezynfekcji przy użyciu dwutlenku chloru i podchlorynu sodu, po czym transportowana jest rurociągami tranzytowymi do zbiorników wody czystej na Stokach w Łodzi.

Woda ze stacji uzdatniania w Rokicinach zasila również 4 wodociągi wiejskie: Kolonia Rokiciny, Rokiciny, Cisów i Łaznowska Wola.

Woda zgromadzona w zbiornikach wody czystej na Stokach rozprowadzana jest grawitacyjnie siecią dystrybucji zasilając północno-wschodnią część miasta. Zbiorniki wody na Chojnach stanowią źródło zaopatrujące w wodę pitną południowo-zachodnią część miasta (Rys.5).

Ponadto istnieją lokalne wodociągi zasilające tereny sąsiadujące z ujęciem i stacją uzdatniania wody, m.in. Mileszki, Żabieniec, Teofilów.



Rys. 5 Schemat zaopatrzenia w wodę dla Łodzi

Fig. 5. Scheme of the water supply for Lodz

3. Podsumowanie

Firmą zarządzającą eksploatacją, przesyłem i uzdatnianiem łódzkiej wody jest Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. istniejący od 1925 roku, posiadający wyszkoloną kadrę i specjalistyczny sprzęt. Struktura i dystrybucja wody na przestrzeni lat dopasowywana była do potrzeb miasta i okolic. Rozwój miasta wymuszał kolejne poszukiwania obfitych i niezawodnych (choć odległych) źródeł wody pitnej dla aglomeracji łódzkiej oraz budowę infrastruktury ujęć, uzdatniania i transportu wody. Opracowywano wciąż nowe technologie zapewniające dostarczenie mieszkańcom odpowiedniej ilości wody o jak najwyższej jakości.

Spadek zapotrzebowania na wodę w Łodzi (upadek wodochłonnego przemysłu włókienniczego) i ciągle rozbudowa ujęć wody podziemnej pozwoliły od 2004 roku na stopniowe zastępowanie wody powierzchniowej z Pilicy wodą z 8 studni wywierconych w okolicy Zalewu Sulejowskiego. W 2010 roku miasto miało już 58 ujęć wód podziemnych. W 2013 roku zapadła decyzja o rezygnacji z ujmowania wody powierzchniowej z Zalewu Sulejowskiego, a tym samym utrzymywaniu urządzeń umożliwiających jej ujmowanie i uzdatnianie.

Bibliografia

- [1] Archiwum i materiały wewnętrzne Zakładu Wodociągów i Kanalizacji w Łodzi.
- [2] Bruggen B, Borghgraef K, Vinckier C. Causes of water supply problems in urbanised regions in developing countries. *Water Res. Manag.*, 2010, 24 (9) 1885-1902.
- [3] Chomicki I., Bartosik A. 100 lat eksploatacji infiltracyjnego ujęcia wody Dębina w Poznaniu – czas na zmiany, *Zaopatrzenie w wodę, jakość i ochrona wód*, 2011 (1) 85-98.
- [4] Dyrektywa Rady 98/83/WE z dnia 3 listopada 1998 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
- [5] Rak J. Selected problems of water supply safety. *Environmental Protection Engineering*, 2009, 35 29-35.
- [6] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
- [7] Sarkar B., Venkatesvralu N., Nageswara R., Bhattacharjee Ch., Kale V. Treatment of pesticide contaminated surface water for production of potable water by a coagulation-adsorption-nanofiltration approach. *Desalination*, 2007, 212 129-140.
- [8] Snyder S., Adham S., Redding A., Cannon F., DeCarolis J., Oppenheimer J., Wert E., Yoon Y. Role of membranes and activated carbon in the removal of endocrine disruptors and pharmaceuticals. *Desalination*, 2007, 202 156-181.
- [9] Wytyczne WHO (Światowej Organizacji Zdrowia) dotyczące jakości wody do picia. PZITS, nr 749, Warszawa 1998.

