

Elwira TOMCZAK¹ i Anna DOMINIAK²

HISTORYCZNE ZMIANY STRUKTURY SIECI WODOCIĄGOWEJ NA TLE UTRZYMANIA STANDARDÓW WODY PITNEJ DLA MIASTA ŁODZI

HISTORICAL CHANGES IN THE WATER SUPPLY SYSTEM AND MAINTENANCE OF DRINKING WATER QUALITY STANDARDS IN THE CITY OF ŁODZ

Abstrakt: Projekt łódzkiej sieci wodociągowej, wykonany przez najlepszego europejskiego fachowca W. Lindleya, powstał już w 1909 roku. Realizację rozpoczęto w 1934 roku przy współudziale polskiego inżyniera S. Skrzywana. Po II wojnie światowej dokonano wiercenia dalszych studni głębinowych i zbudowano system wodociągowy oraz stację uzdatniania wody. Zbudowano 50 km rurociągu Tomaszów-Łódź (1955 rok), zbiornik retencyjny na Pilicy (1968-1973) i kolejne studnie głębinowe. W 2010 roku istniało już 58 ujęć wód podziemnych, dlatego też w 2013 roku zapadła decyzja o rezygnacji z ujmowania wody powierzchniowej z Zalewu Sulejowskiego. Celem pracy było przedstawienie miejsc poboru wody i struktury sieci wodociągowej, której budowa ulegała zmianom w zależności od potrzeb i rozwoju dużego miasta, w powiązaniu z uzyskiwaniem wody pitnej najwyższej jakości. Pieczę nad eksploatacją i dystrybucją nieprzerwanie od 1925 roku sprawuje Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o. w Łodzi.

Słowa kluczowe: wodociąg łódzki, eksploatacja wody, jakość wody pitnej

Wstęp

Gwałtowny rozwój fabrykanckiej Łodzi w XIX i początkach XX wieku spowodował intensywną eksploatację naturalnych zasobów wodnych oraz drastyczny spadek jakości wód gruntowych. Industrializacja obszaru miasta, przeprowadzone prace regulujące i zmieniające koryta i biegi łódzkich rzek oraz osuszanie terenów podmokłych doprowadziły do zmian hydrograficznej mapy terenu. Powstanie miejskich wodociągów zaspokoiło pierwsze potrzeby zaopatrzenia w wodę mieszkańców i przemysłu. Dalszy rozwój miasta wymuszał kolejne poszukiwania obfitych i niezawodnych (choć odległych) źródeł wody pitnej dla miasta oraz budowę infrastruktury ujęć, uzdatniania i transportu wody. Opracowywano wciąż nowe technologie zapewniające dostarczenie mieszkańcom odpowiedniej ilości wody o jak najwyższej jakości.

Władze Łodzi opracowanie projektu wodociągów i kanalizacji miejskiej w 1909 r. zleciły inżynierowi Lindleyowi, który jako miejsca ujęcia wody dla Łodzi wskazał:

1. Wodonośne warstwy formacji kredowych górnej jury z rejonu powyżej Tomaszowa - Sulejowa oraz wody głębinowe z okolic Łodzi.
2. Wodonośne warstwy z okresu czwartorzędu w rejonie na północny zachód od Pilicy i na południe i południowy zachód od Łodzi.
3. Otwarte zasoby wodne rzeki Pilicy.

¹ Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 213, 90-924 Łódź, tel. 42 631 37 88, email: tomczak@wipos.p.lodz.pl

² Zakład Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o.o., ul. Wierzbowa 52, 90-133 Łódź, tel. 42 677 82 54, email: adominiak@zwik.lodz.pl

*Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole'12, Zakopane, 10-13.10.2012

Projekt wodociągów był gotowy już 30 października 1909 r., a w listopadzie gotowe były plany miasta w skali 1:10.000 z przebiegiem linii wodociągów i kanalizacji, wykonane nową wówczas techniką heliografii.

Ówczesna Łódź była najęściej zaludnionym miastem w Polsce - na 1 km² mieszkało wtedy 10 439 osób. Tak duża liczba mieszkańców zdana była wyłącznie na wodę (często zanieczyszczoną) czerpaną z indywidualnych, płytkich studni. Wody podskórne zasilające te studnie powoli zaczynały się wyczerpywać z uwagi na ich powszechną eksploatację oraz dodatkowo coraz większe zużycie przez liczne manufaktury włókiennicze.

Budowa łódzkiego wodociągu

Prace nad siecią wodociągową rozpoczęły się dopiero w 1934 roku. W wyniku szalejącego kryzysu budowę rozpoczęto w najtańszej z możliwych wersji - opartej na studniach głębinowych. Początkowy etap zakładał wywiercenie 5 ujęć i budowę sieci o długości 100 km. Na Dąbrowie miała powstać stacja pomp i odżelaziaczy, połączona rurociągami ze studniami i zbiornikiem wody pitnej na Stokach, skąd 3 magistralami i siecią rurociągów rozdzielczych woda miała być grawitacyjnie doprowadzana do miasta. Bardzo kapitałochłonnym elementem projektu był zbiornik na Stokach, który powstał pomiędzy 1935 a 1937 rokiem i służy miastu do dziś.

Składa się on z dwóch bliźniaczych zbiorników (15 000 m³), z których każdy zbudowano na planie kwadratu o boku 60 metrów. Ich wysokość wynosi 7 metrów, a lustro wody sięga 5 metrów. Sklepienie każdego zbiornika tworzy 100 ceglanych kopuł wspartych na 81 kolumnach. Każda z kopuł to murowana konstrukcja, mająca u swej podstawy kwadrat o boku 5,5 metra.

W dniu wybuchu drugiej wojny światowej miasto miało zaledwie: 3 studnie głębinowe, rozpoczętą budowę stacji filtrów i pomp tłocznych, 9,4 km rurociągu tłoczego, zbiornik wyrównawczy na Stokach o pojemności 30 000 m³ oraz około 62 km przewodów rozprowadzających. Wodociąg nie przeszedł jeszcze nawet pierwszych prób.

Po zakończeniu II wojny światowej, pod koniec 1945 r., do wodociągu podłączono już 204 nieruchomości, w których mieszkało prawie 20 000 osób. Do końca 1949 r. wybudowano 21,6 km miejskiej sieci wodociągowej. W tym samym czasie zaczęła się eksploatacja kolejnych 3 studni, sięgających zasobów górnokredowych.

Zwiększająca się szybko liczba domowych przyłączy powodowała coraz bardziej odczuwalny deficyt wody. Sytuację ratowano, budując uliczne źródła i dowożąc wodę beczkowozami, ale i tak w 1950 r. zaczęto w Łodzi wodę racjonować. Było to wówczas jedyne miasto w Polsce, w którym obowiązywało kontyngentowanie wody dla prywatnych odbiorców (80, a później 100 litrów na osobę).

W 1951 r. rząd podjął długo oczekiwaną przez miasto decyzję o rozpoczęciu budowy wodociągu Tomaszów-Łódź. Budowa pierwszej nitki wodociągu zajęła 3 lata. Uregulowano wówczas brzegi Pilicy na długości 2 km i wybudowano piętrzący wodę jaz. Powstała hala pomp tłoczących wodę do oddalonej o około 1,5 km stacji uzdatniania. Tam rzeczna woda poddawana była procesom uzdatniania i już jako krystalicznie czysta płynęła specjalnym rurociągiem do przepompowni w Rokicinach i dalej do zbiorników na Stokach. Zaopatrzenie w wodę zwiększyło się do 92 000 m³.

W dalszym etapie zaprojektowano spiętrzenie wody Pilicy w Smardzewicach przez budowę dużej zapory i sztucznego jeziora o długości 17 km, pojemności 75 000 000 m³ i powierzchni 23 km². Zalew napełniono wodą w maju 1973 r., jednocześnie uruchamiając stację pomp we wsi Bronisławów leżącej nad brzegami zbiornika. Pół roku później z zalewu można było czerpać ponad 132 000 m³ wody na dobę.

Pod koniec lat 90. ubiegłego wieku powstała koncepcja stopniowego zastępowania wody powierzchniowej wodą podziemną pochodzącą ze studni wierconych w sąsiedztwie zalewu. W Bronisławowie powstało kolejno siedem studni, które pobierają wodę z pokładów górnokredowych. Mogą one pracować z wydajnością ponad 18 000 000 m³ wody rocznie (50 000 m³ na dobę).

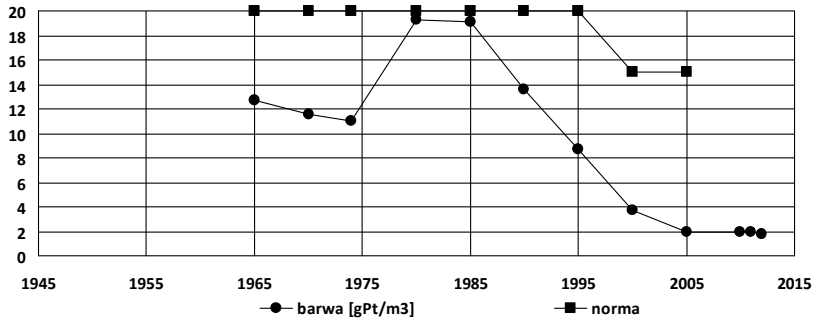
W 2000 roku wprowadzono modernizację usprawniającą funkcjonowanie łódzkiej sieci wodociągowej. W związku ze szczególnym ukształtowaniem terenu, na którym położone jest miasto, podzielono ją na dwie strefy ciśnień. Część północna jest zaopatrywana w wodę dzięki sile grawitacji ze zbiorników na Stokach. Woda stanowi tu mieszaninę tej z ujęć głębinowych z niewielkim dodatkiem pilicznej z ujęcia w Tomaszowie Mazowieckim. Część południowa, mniejsza zarówno jeśli chodzi o zajmowany teren, jak i liczbę mieszkańców, zasilana jest całkowicie ze studni głębinowych w Bronisławowie, a pompowana jest ze zbiorników na Chojnach zaopatrywanych w wodę z wodociągu Sulejów-Łódź. Bezpośrednio na terenie miasta lub jego obrzeżach umiejscowione są 43 studnie, przy czym w 22 z nich woda jest tak dobrej jakości, że nie wymaga uzdatniania. Łódź eksploatuje ponadto 8 studni głębinowych położonych w Rokicinach, 7 w okolicy Zalewu Sulejowskiego i ujęcie na Pilicy w Tomaszowie Mazowieckim, którego całkowity udział w zaopatrzeniu w wodę wynosił w 2010 roku tylko około 10%.

Jakość wody pitnej w latach 1945-2013

W celu odzwierciedlenia wpływu miejsca ujęcia wody na jej jakość w kranie odbiorcy w omawianym okresie wzięto pod uwagę 5 wskaźników jakości łódzkiej wody pitnej: barwę, mętność, utlenialność, zawartość żelaza oraz zawartość manganu [1-5].

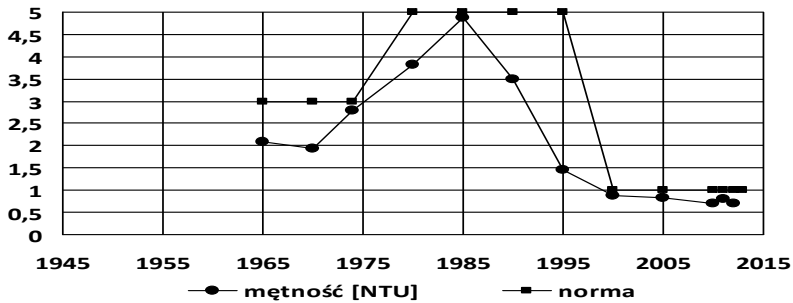
Barwa i mętność

Barwa i mętność, czyli wskaźniki najbardziej widoczne dla konsumenta, ulegały wyraźnym zmianom w zależności od źródeł pozyskiwania wody. W latach 1945-1960 krajowe przepisy prawne nie normowały takich parametrów, zatem brak jest obecnie tych danych. Z chwilą wprowadzenia przez ministra zdrowia w 1965 r. obowiązku badań wody pitnej pod kątem jej barwy i mętności okazało się, że łódzka woda czerpana powierzchniowo z Pilicy wykazuje wartości bliskie górnej granicy prawnie dopuszczalnej. Po uruchomieniu ujęcia na Zalewie Sulejowskim wskaźniki te wciąż utrzymywały się na wysokim poziomie. Dopiero rezygnacja w 2000 r. z większościowego udziału wody powierzchniowej na rzecz ujęć wód podziemnych poprawiła barwę i mętność łódzkiej wody pitnej [6], co przedstawiono na rysunkach 1 i 2.



Rys. 1. Zmiany barwy łódzkiej wody pitnej na przestrzeni lat 1945-2013

Fig. 1. Changes of the color of Lodz drinking water over the year

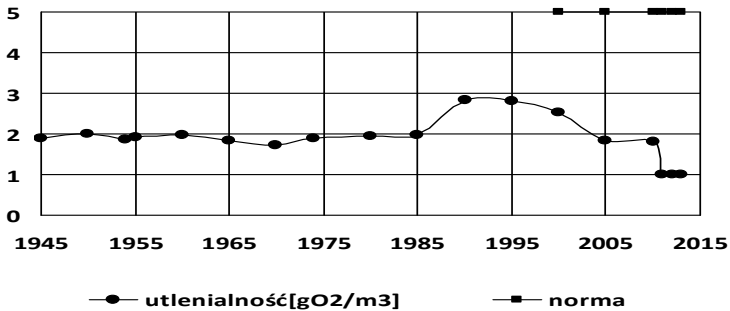


Rys. 2. Zmiany mętności łódzkiej wody pitnej na przestrzeni lat 1945-2013

Fig. 2. Changes of the turbidity of Lodz drinking water over the year

Utlenialność

Utlenialność wody pitnej jest wskaźnikiem zawartości związków organicznych i niektórych nieorganicznych w wodzie przeznaczonej do spożycia. Przez długi czas nie była normowana, dopiero w 2000 roku minister zdrowia objął obowiązkiem badań ten wskaźnik.



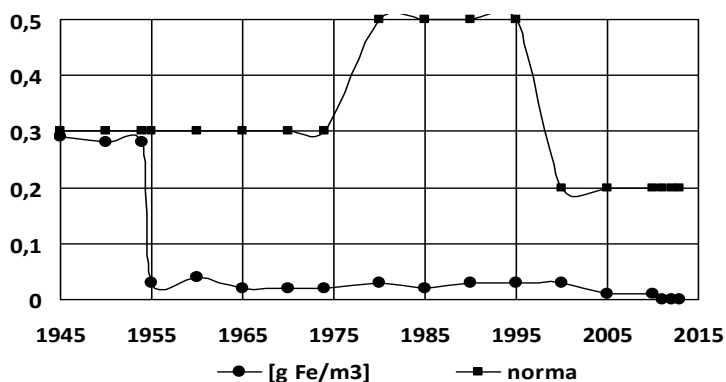
Rys. 3. Zmiany utlenialności łódzkiej wody pitnej na przestrzeni lat 1945-2013

Fig. 3. Changes of the oxidation of Lodz drinking water over the year

W łódzkich wodociągach utlenialność z KMnO_4 oznaczano od 1945 r., ale w ramach wewnętrznych badań technologicznych, przy ocenie dawek chloru stosowanych do dezynfekcji. Najwyższe wartości utlenialności notowano w latach 1985-2000, czyli w okresie ujmowania wody powierzchniowej z Zalewu Sulejowskiego, co było ściśle związane z zakwitami sinic [6] (rys. 3).

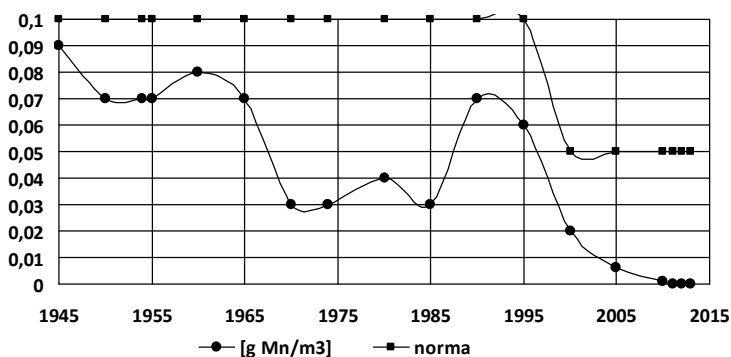
Zawartość żelaza i manganu

Zawartość żelaza i manganu w wodzie pitnej jest charakterystyczna dla ujęć wody podziemnej, wody powierzchniowe z reguły nie zawierają tych pierwiastków bądź znajdują się one w bardzo małych ilościach. Przedstawione na rysunkach 4 i 5 wartości żelaza i manganu w wodzie pitnej obrazują zależność stężeń tych pierwiastków od miejsca ujęcia wody surowej.



Rys. 4. Zmiany zawartości żelaza łódzkiej wody pitnej na przestrzeni lat 1945-2013

Fig. 4. Changes of the iron content in Lodz drinking water over the year



Rys. 5. Zmiany zawartości manganu łódzkiej wody pitnej na przestrzeni lat 1945-2013

Fig. 5. Changes of the manganese content in Lodz drinking water over the year

Bardzo wysokie stężenia notowano w latach 1945-1954, czyli w czasie eksploatacji stosunkowo płytkich łódzkich studni głębinowych.

Lata 1945-2000, to jest okres pozyskiwania wody powierzchniowej, wyeliminowały problem wysokich zawartości żelaza i manganu w wodzie pitnej. Obecnie, dzięki ujmowaniu wody z większych głębokości oraz stosowaniu nowych technologii uzdatniania, zawartość tych pierwiastków znajduje się poniżej granicy oznaczalności referencyjnych metodyk badawczych.

Perspektywy eksploatacji i dystrybucji wody

Sytuacja gospodarcza i ekonomiczna w Łodzi wpływa znacząco na gospodarkę eksploatacyjną miejskiej sieci wodociągowej. Z uwagi na mniejsze zapotrzebowanie od 1989 r. notuje się stały spadek wtłoczenia wody do sieci z poziomu 350 000 m³/dobę w 1989 r. do około 90 000 m³/dobę w 2013 r. Dodatkowo w tym okresie długość sieci uległa zwiększeniu o około 260 km. Zatem przy zwiększeniu pojemności całego układu sieciowego w Łodzi ilość wody przepływającej w sieci w funkcji czasu zmniejszyła się znacząco [7, 8]. W konsekwencji każda zmiana kierunku przepływu wody w rurociągu, związana z sytuacjami awaryjnymi czy koniecznym przeregulowaniem pracy sieci, może skutkować pogorszeniem jakości wody u odbiorców [9]. Obecnie priorytetem są prace konserwacyjne oraz przeciwdziałanie zjawisku wtórnego zanieczyszczenia wody w sieci. Przygotowywany jest program pilotażowych badań zanieczyszczeń mikrobiologicznych wody w sieci z zastosowaniem metody luminescencyjnej [10], opartej na wykrywaniu ATP (adenozynotrójfosforanu) zawartego w żywych komórkach. Pozwoli to na natychmiastowy wynik badań bakteriologicznych oraz natychmiastową reakcję w przypadku skażenia biologicznego wody pitnej [11].

Planowany jest również rozwój monitoringu sieci wodociągowej w celu pozyskiwania w czasie rzeczywistym danych o pracy miejskiej sieci, to jest natężenie przepływu, kierunek przepływu, ciśnienie i mętność. Pozwoli to na szybkie reagowanie na niewłaściwą pracę sieci oraz wyeliminowanie bądź ograniczenie zaistniałych niekorzystnych zjawisk. System monitoringu będzie podstawą do zbudowania matematycznego hydraulicznego modelu sieci wodociągowej, za pomocą którego zapadną decyzje w zakresie doboru średnic przewodów do aktualnych potrzeb.

Podsumowanie

Od chwili powstania łódzka gospodarka wodociągowa podlega ciągłym zmianom w odpowiedzi na potrzeby miasta. Jakość wody pitnej w Łodzi uległa zmianom w zależności od rodzaju wody ujmowanej: powierzchniowej, głębinowej lub mieszanej. W latach 1945-2000 priorytetem dla łódzkich wodociągów było zaspokojenie potrzeb rozwijającego się miasta w zakresie ilości dostarczanej wody. Przekładało się to również na jej niższą jakość, tj. wysoką utleniałość i mętność, zaś barwa wody w kranie była częstą przyczyną reklamacji odbiorców, szczególnie w okresie ujmowania wody z Zalewu Sulejowskiego.

Jakość łódzkiej „kranówki” jest wciąż kontrolowana. Przy czym woda do badania jest pobierana nie tylko w stacjach uzdatniania i przy wtłaczaniu do sieci wodociągowej, ale również z rurociągów w blisko 100 punktach miasta. W laboratoriach zakładu sprawdzanych jest kilkadziesiąt parametrów wody. Dodatkowo nad jej jakością czuwają ryby i małże (to tzw. bioindykacja) żyjące w akwariach w 11 obiektach ZWiK. Przez

akwaria wciąż przepływa pompowana do łódzkich domów woda, a okonie i małże to niezwykle czułe organizmy, które natychmiast reagują na zmianę jakości wody czy zanieczyszczenia, mogące stanowić niebezpieczeństwo dla zdrowia lub życia ludzi. Od grudnia 2009 r. małże podłączone są do specjalnej aparatury, która na bieżąco informuje o ich stanie.

Od 2000 r., czyli likwidacji największych zakładów przemysłowych w mieście, problemem stał się nadmiar wody, infrastruktura w punktach ujęć oraz stacjach uzdatniania, przewymiarowanie przewodów oraz zastoje wody w sieci wodociągowej. Podejmowane działania sprawiły, że ujmowana woda podziemna jest jedną z najlepszych dostarczanych mieszkańcom wód w Polsce.

Literatura

- [1] Archiwum i materiały wewnętrzne Zakładu Wodociągów i Kanalizacji w Łodzi.
- [2] Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 4 maja 1990 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i potrzeb gospodarczych.
- [3] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4 września 2000 r. w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze, woda w kąpieliskach, oraz zasad sprawowania kontroli jakości wody przez organy Inspekcji Sanitarnej.
- [4] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
- [5] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
- [6] Świerk D, Szpakowska B. An ecosystem valuation method for small water bodies. *Ecol Chem Eng S.* 2013;20(2):397-418. DOI: 10.2478/eces-2013-0029
- [7] Tynan N. Nineteenth century London water supply: Processes of innovation and improvement, *The Review of Austrian Economics.* 2013;26(1):73-91. DOI: 10.1007/s11138-012-0182-8.
- [8] Bruggen B, Borghraef K, Vinckier C. Causes of water supply problems in urbanised regions in developing countries. *Water Res. Manag.* 2010;24(9):1885-1902. DOI: 10.1007/s11269-009-9529-8.
- [9] Patterson C, Adams J. Emergency response planning to reduce the impact of contaminated drinking water during natural disasters. *Frontiers of Earth Sci.* 2011;5(4):341-349. DOI: 10.1007/s11707-011-0196-8.
- [10] Chmiel MJ. Metoda luminescencyjna jako alternatywa w badaniach zanieczyszczenia bakteriologicznego wody. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna.* 2012;(12):539-541.
- [11] Goncharuk VV, Kovalenko VF, Zlatskii IA. Comparative analysis of drinking water quality of different origin based on the results of integrated bioassay. *Journal of Water Chemistry and Technology.* 2012;34(1):61-64. DOI: 10.3103/S1063455X12010092.

HISTORICAL CHANGES IN THE WATER SUPPLY SYSTEM AND MAINTENANCE OF DRINKING WATER QUALITY STANDARDS IN THE CITY OF LODZ

¹ Faculty of Process and Environmental Engineering, Lodz University of Technology

² Municipal Water and Wastewater Company in Lodz

Abstract: The water supply system for Lodz was designed in 1909 by W. Lindley who was the best European civil engineer. The works started in 1934 and were supervised by a Polish engineer S. Skrzywan. After the World War II another deep water wells were drilled and water-pipe network and water conditioning plant were built: the first line of a 50-kilometre Tomaszow-Lodz pipeline (1955), the reservoir on the Pilica River (1968-1973). Due to that Lodz had 58 groundwater intakes in 2010 a decision was made to stop taking surface water from the Sulejowski Reservoir in 2013. The aim of the paper is to present water intake points and the structure of water supply system that was modified to meet the needs of a big city and provide drinking water of the highest quality. Municipal Water and Wastewater Company in Lodz manages the exploitation, transfer and conditioning of water for Lodz since 1925.

Keywords: Lodz water supply system, water exploitation, quality of drinking water