

Barbara Jachimko

Koncepcja modernizacji systemu zaopatrzenia Zielonej Góry w wodę

System zaopatrzenia w wodę Zielonej Góry i okolic został ukształtowany w drugiej połowie XX w. Składa się on z ujęć wody podziemnej w Zawadzie, ujęcia wody powierzchniowej z Obrzycy w miejscowości Sadowo, stacji oczyszczania wody w Zawadzie (ok. 10 km na północ od Zielonej Góry) oraz wielostopniowego systemu magazynowania i przepompowywania wody w mieście. Ujęcie i stację oczyszczania wody w Zawadzie wybudowano w 1968 r., a ujęcie wód powierzchniowych z Obrzycy w 1975 r., natomiast pompownie i zbiorniki magazynowe powstały w latach osiemdziesiątych XX w. [1]. Do czasu budowy stacji oczyszczania wody w Zawadzie Zielona Góra korzystała z czwartorzędowych wód podziemnych ujmowanych za pomocą licznych studni rozmieszczonych na terenie całego miasta. Spośród nich obecnie eksploatowane są dwa ujęcia w północnej części miasta – przy ul. Zjednoczenia (trzy studnie – woda nie wymaga oczyszczania i jest bezpośrednio tłoczona do sieci wodociągowej) oraz przy al. Wojska Polskiego (woda jest oczyszczana w stacji „Zacisze”).

Pochodzące z ubiegłego wieku obiekty wymagają pilnej modernizacji, przy czym zakres ich przebudowy powinien wynikać z perspektywicznej koncepcji zaopatrzenia miasta w wodę [2, 3]. W niniejszej pracy przedstawiono koncepcję modernizacji systemu zaopatrzenia w wodę Zielonej Góry, z uwzględnieniem następujących zagadnień:

- analiza istniejącego systemu zaopatrzenia w wodę pod względem optymalnego wykorzystania wydajności ujęć wód podziemnych,
- wyznaczenie granic obszarów zasilania w wodę z poszczególnych źródeł w 2011 r. i w modelu docelowym,
- określenie roli stacji oczyszczania wody w Zawadzie i ujęcia wody powierzchniowej w przyszłym systemie zaopatrzenia w wodę,
- wyznaczenie niezbędnego zakresu inwestycji.

Do systemu zaopatrzenia w wodę wprowadzono następujące zmiany:

- wykorzystanie zasobów wód podziemnych zainwentaryzowanych w południowej części miasta [2],
- rozszerzenie obszaru zasilanego w wodę podziemną ze studni przy ul. Zjednoczenia,
- wykorzystanie wody zmieszanej, oczyszczanej w stacji w Zawadzie, głównie do zaopatrzenia przemysłu.

Źródła danych i założenia koncepcji

Analizę istniejącego systemu zaopatrzenia w wodę przeprowadzono na podstawie danych pochodzących z 2011 r. Jako podstawę rozważań przyjęto wartość średniego godzinowego zapotrzebowania na wodę ($Q_{\text{h,sr}}$) w dobie o maksymalnym zapotrzebowaniu na wodę (Q_{dmaks}). Przyjęto założenie, że godzinowa nierównomierność poboru wody będzie wyrównana wodą zmagazynowaną w zbiornikach sieciowych oraz że na terenach obecnie objętych systemem wodociągowym nie nastąpi wzrost zapotrzebowania na wodę. Założenie to oparto na analizie danych i prognoz demograficznych, z których wynika, że liczba ludności Zielonej Góry od kilkunastu lat nie zmienia się [4, 5]. Przyjęto również założenie, że – podobnie jak w innych miastach [6] – jednostkowy pobór wody przez mieszkańców nie będzie ulegał istotnym zmianom. W modelu docelowym uwzględniono zwiększenie zapotrzebowania na wodę przez przemysł spowodowane utworzeniem Parku Naukowo-Technologicznego w Nowym Kisielinie (gm. Zielona Góra). Przyjęto założenie, że zapotrzebowanie na wodę (Q_{dmaks}) na tym terenie wyniesie $1,2 \text{ m}^3/\text{ha}\cdot\text{d}$, tj. $218 \text{ m}^3/\text{d}$. Analizę możliwości wykorzystania pozostałych zasobów wód podziemnych na terenie miasta oparto na archiwalnych dokumentacjach hydrologicznych oraz książkach eksploatacji istniejących i zlikwidowanych studni [7–9].

Charakterystyka systemu zaopatrzenia w wodę

Zielonogórski system zaopatrzenia w wodę obejmuje obszar administracyjny Zielonej Góry oraz wsie należące do gminy Zielona Góra – Przylep i Łężyca (Osiedle Czarakowo). Liczba ludności w Zielonej Górze obsługiwana przez system w 2011 r. wynosiła 112 155, a w Przylepie i Łężycy odpowiednio 2 960 i około 1 000. Roczna sprzedaż wody w ostatnich trzech latach wyniosła około $6,5 \text{ mln m}^3$ (tab. 1). Od 65% do 70% sprzedanej wody trafiło do gospodarstw domowych, natomiast wśród pozostałych odbiorców dominowały zakłady przemysłowe (głównie elektrociepłownia). Pozostała część wody zużywana była głównie przez podmioty użyteczności publicznej, handel i usługi. Jednostkowy wskaźnik zapotrzebowania na wodę przez mieszkańców w 2011 r. wyniósł $97,8 \text{ dm}^3/\text{Mk}\cdot\text{d}$. W latach 2010–2012 od 80% do 82% dostaw wody pochodziło ze stacji w Zawadzie, która oczyszcza wspólnie wodę powierzchniową z Obrzycy i podziemną z ujęcia w Zawadzie. Ujęcie „Zacisze” pokrywało 12÷13%, a studnie przy ul. Zjednoczenia 6÷8% zapotrzebowania na wodę.

Tabela 1. Pobór wody i struktura wykorzystania źródeł wody w latach 2010–2012
Table 1. Water demand and water source exploitation structure in the period from 2010 to 2012

Parametr		2010	2011	2012
Pobór wody, tys. m ³ /a		8274	8331	8052
Ilość wody wtłoczonej do sieci wodociągowej, tys. m ³ /a		7904	7959	7706
Zużycie wody na potrzeby własne, % poboru wody		4,5	4,5	4,3
Sprzedaż wody, tys. m ³ /a		6516	6627	6400
Straty wody, % ilości wody wtłoczonej do sieci		18	17	17
Udział w strukturze poboru wody, %	woda powierzchniowa – ujęcie z Obrzycy	37	39	38
	woda podziemna – ujęcie „Zawada”	45	41	43
	woda podziemna – ujęcie ul. Zjednoczenia	6	8	6
	woda podziemna – ujęcie „Zacisze”	12	12	13

Porównanie wartości poboru wody i zatwierdzonych zasobów eksploatacyjnych poszczególnych ujęć wód podziemnych wskazuje na ich około 30% rezerwę (tab. 2), lecz zwiększenie stopnia wykorzystania wód podziemnych nie jest obecnie możliwe. Studnie przy ul. Zjednoczenia są wpięte bezpośrednio do sieci wodociągowej zasilanej z pompowni przy ul. Sulechowskiej w układzie włącz-wyłącz. Maksymalna wydajność tego ujęcia wynosi obecnie 174 m³/h. Zwiększenie poboru wody wymagać więc będzie budowy zbiornika magazynowo-wyównawczego i hydroforni oraz przyłączenia dodatkowych odbiorców.

Tabela 2. Wykorzystanie zasobów poszczególnych ujęć wody
Table 2. Individual water intake site resources exploitation

Źródło wody	Zasoby eksploat. m ³ /h	Pobór (2011) (Q _{dmaks}) m ³ /d	Rezerwa % zasobów eksploat.
Obrzyca*	1440	19180	45
Ujęcie** „Zawada”	770	12010	35
Ujęcie** i stacja „Zacisze”	236	3965	30
Ujęcie** przy ul. Zjednoczenia	190	3237	29

*woda powierzchniowa, **woda podziemna

Rozszerzenie obszaru zasilanego z ujęcia i stacji oczyszczania wody „Zacisze” wymagałoby budowy hydroforni strefowych. Ujęcie to będzie źródłem dostawy wody dla odbiorców w osiedlach mieszkaniowych planowanych w zachodniej części miasta.

Możliwości wykorzystania ujęcia wody w Zawadzie są ograniczone spadkiem wydajności studni połączonych układem lewarowym [10]. Łączna wydajność 22 studni układu lewarowego nie przekracza 200 m³/h. Docelowo planuje się zastąpić lewarowy sposób poboru wody systemem pompowym składającym się z ośmiu studni o łącznej wydajności 600 m³/h. Obecnie oddano do eksploatacji już trzy studnie, za pomocą których ujmuje się wodę łącznie w ilości 150 m³/h.

Potencjalne dodatkowe źródła wody dla miasta powinny spełniać następujące kryteria:

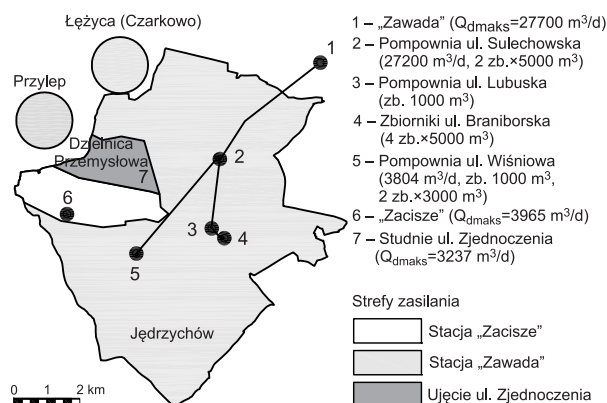
- lokalizacja w południowej części miasta,
- ujmowanie i oczyszczanie wody powinno być możliwe z użyciem istniejących obiektów wodociągowych.

Zgodnie z inwentaryzacją studni w południowej części Wału Zielonogórskiego, pochodząca z 1975 r., ówczesne Wodociągi Miejskie eksploatowały studnie położone przy ul. Nowej, Botanicznej i J. Kilińskiego. Ujęcie przy

ul. Nowej pracowało z wydajnością 146,4 m³/h i zostało zlikwidowane w 1976 r. ze względu na kolmatację filtrów studziennych. Studnia przy ul. Piwnej była eksploatowana do 1999 r. na potrzeby zakładów piwarskich. Brak jest danych archiwalnych na temat wydajności eksploatacyjnej ujęcia przy ul. Botanicznej i J. Kilińskiego. Do dziś w południowej części miasta pozostały tylko cztery nieeksploatowane studnie. Dwie z nich (st. 14 i st. 26) znajdują się w pobliżu przepompowni strefowej przy ul. Wiśniowej. Studnia 29a stanowi ostatnią pozostałość po ujęciu wody przy ul. Nowej. W likwidacji znajduje się studnia o symbolu 5h przy ul. Botanicznej (rezygnacja z eksploatacji w tym miejscu spowodowana jest założeniem w pobliżu ogrodu botanicznego). Zwierciadło wody w istniejących studniach kształtuje się na poziomie około 130 m n.p.m. Stan techniczny studni jest zły, a ponowna eksploatacja wymagać będzie wykonania otworów zamiennych. Wody podziemne ujmowane w południowej części miasta nie spełniają obecnych wymagań stawianych wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi i wymagają oczyszczania w zakresie usuwania związków żelaza i manganu.

Charakterystyka systemu dystrybucji wody

System dystrybucji wody w Zielonej Górze podzielony jest na dwa niezależne obszary zasilania: ze stacji oczyszczania wody w Zawadzie, do którego przyłączone są również studnie przy ul. Zjednoczenia (woda dopływa do Dzielnicy Przemysłowej i wsi Przylep) oraz ze stacji „Zacisze” (rys. 1). Obszar dostaw wody ze stacji „Zacisze” obejmuje osiedla mieszkaniowe w zachodniej i centralnej części miasta. W związku ze znacznym zróżnicowaniem wysokościowym



Rys. 1. Obecny zasięg dostawy wody z układów zasilania
Fig. 1. Current range of water delivery from water supply systems

Zielonej Góry (Chynów – 85 m.n.p.m., Wzgórza Braniborskie – 200 m.n.p.m.), na terenie miasta eksploatowane są przepompownie strefowe oraz zbiorniki magazynowo-wyrownawcze. Woda ze stacji w Zawadzie jest tłoczona do powstałej w latach 80. XX w. pompowni przy ul. Sulechowskiej. Pierwotnie pompownia wyposażona była w siedem połączonych równolegle zespołów pompowych o jednostkowej wydajności 950 m³/h. Obecnie, w okresach szczytowych (ok. 4,5 h/d), pracują dwie pompy z łączną wydajnością 1900 m³/h, a przez pozostały czas pracuje jedna pompa. Maksymalna dobowo wydajność pompowni w 2011 r. wyniosła 27200 m³. Obecnie trwają prace przedprojektowe nad modernizacją tego obiektu. Pompownia przy ul. Sulechowskiej tłoczy wodę do dwóch pompowni strefowych przy ul. Lubuskiej i Wiśniowej oraz w kierunku północnej części miasta i Czarkowa. Do rurociągów magistralnych zasilających pompownie strefowe przyłączeni są odbiorcy w centralnych dzielnicach miasta. Pompownia przy ul. Lubuskiej przetłacza wodę do zbiorników przy ul. Braniborskiej, z których spływa ona grawitacyjnie do południowej i wschodniej części miasta. Ilość wody wpływającej ze zbiorników przy ul. Braniborskiej nie jest opomiarowana. Obiekt przy ul. Wiśniowej dostarcza wodę do dzielnic mieszkaniowych południowej i zachodniej części miasta. W 2011 r. maksymalna wydajność tej pompowni wynosiła 5507 m³/d

Obecny system zaopatrzenia w wodę Zielonej Góry ma trzy zasadnicze wady:

- niedostateczne wykorzystanie eksploatowanych ujęć wód podziemnych,
- niewłaściwa struktura wykorzystania poszczególnych rodzajów wody, tj. dostarczanie do elektrociepłowni i Dzielnicy Przemysłowej wód podziemnych, a do osiedli mieszkaniowych wody o gorszych walorach smakowych, pochodzącej ze stacji w Zawadzie,
- kosztowny system wielostopniowego tłoczenia wody ze stacji w Zawadzie w celu zaopatrzenia odbiorców w południowej części miasta; zasilanie Jędrzychowa z ujęcia w Zawadzie wymaga pompowania wody na wysokość około 150 m i odległość około 30 km.

Proponowane rozwiązania

Przebudowa zielonogórskiego systemu zaopatrzenia w wodę spowoduje ograniczenie dostaw wód podziemnych na potrzeby przemysłu oraz zwiększenie udziału wód podziemnych w strukturze poboru wody. W tabeli 3 zestawiono zdolność produkcyjną poszczególnych źródeł wody w 2011 r. oraz w modelu docelowym, wyznaczone na podstawie następujących założeń:

- planowana stacja oczyszczania wody „Wiśniowa” będzie zaopatrywać w wodę obszar zasilany obecnie przez pompownię przy ul. Wiśniowej; w czasie maksymalnego poboru wody układ musi być dodatkowo zasilany z pompowni przy ul. Sulechowskiej (zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych szacuje się na 225 m³/h),

- planowana stacja oczyszczania wody „Jędrzychów” będzie zaopatrywać w wodę południową część miasta, głównie Jędrzychów (zasoby eksploatacyjne ujęcia szacuje się na 150 m³/h),

- zostanie wydzielona osobna strefa dostaw wody ze studni przy ul. Zjednoczenia, obejmująca Dzielnicę Przemysłową (z wyłączeniem elektrociepłowni) oraz Czarkowo (wydajność ujęcia zostanie zwiększona),

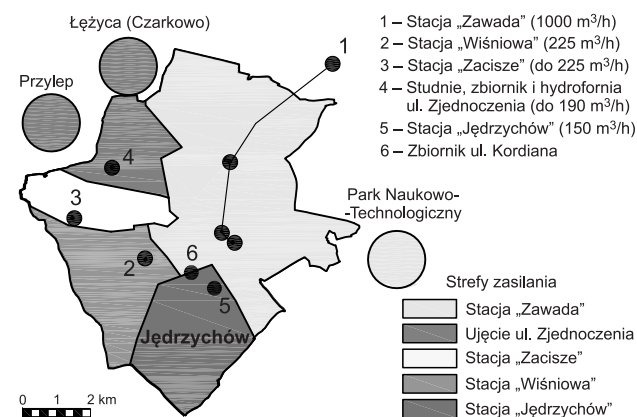
- obszar zasilania ze stacji „Zacisze” pozostanie bez zmian; w wyniku budowy nowych osiedli mieszkaniowych w zachodniej części miasta może nastąpić zwiększenie poboru wody; docelowo ujęcie będzie eksploatowane z maksymalną wydajnością eksploatacyjną,

- do Parku Naukowo-Technologicznego będzie dostarczana woda ze stacji w Zawadzie poprzez zbiorniki przy ul. Braniborskiej,

- układ lewarowy na ujęciu wód podziemnych w Zawadzie zostanie zastąpiony przez studnie wyposażone w pompy głębinowe o łącznej wydajności 600 m³/h,

- ujęcie wód powierzchniowych z Obrzycy stanowić będzie uzupełniające i rezerwowe źródło wody; wydajność ujęcia (z uwzględnieniem zapotrzebowania na wodę ze strony Parku Naukowo-Technologicznego) szacowana jest na 400 m³/h.

Realizacja proponowanego modelu zaopatrzenia w wodę wymagać będzie budowy dwóch ujęć i stacji oczyszczania wody (przy ul. Wiśniowej i w Jędrzychowie) oraz zbiornika wody czystej i hydroforni przy ul. Zjednoczenia (rys. 2).



Rys. 2. Docelowy zasięg dostawy wody z układów zasilania
Fig. 2. Target range of water delivery from water supply systems

Stacja „Wiśniowa” będzie oczyszczać wody podziemne ujmowane za pomocą studni przy ul. J. Kilińskiego i Morwowej oraz z trzeciego odwiertu na terenie obiektu. Stacja oczyszczania wody zostanie zlokalizowana w budynkach istniejącej pompowni strefowej przy ul. Wiśniowej. Zakres inwestycji obejmować będzie wykonanie trzech studni o średniej głębokości 80 m (jednej nowej i dwóch zastępczych), rurociągów ujmowanej wody o średnicy 200 mm

Tabela 3. Wydajność systemu zasilania Zielonej Góry w wodę (obecnie i docelowo)
Table 3. Efficiency of Zielona Góra water supply system (current and target model)

Termin	Wydajność (Q _{hst}), m ³ /d				
	stacja „Zawada”	stacja „Zacisze”	ujęcie ul. Zjednoczenia	stacja „Wiśniowa”	stacja „Jędrzychów”
2011 r.	1154*	165	135	0	0
Docelowo	1000**	do 225	do 190	225	150

*woda podziemna – maks. 500 m³/h, woda powierzchniowa – maks. 800 m³/h, **woda podziemna – 600 m³/h, woda powierzchniowa – 400 m³/h

i łącznej długości około 1 km oraz urządzeń do usuwania związków żelaza i manganu z wody. Zasilanie rozdzielczej sieci wodociągowej pozostanie w układzie dotychczasowym. Zakłada się, że każda ze studni mogłaby być eksploatowana z wydajnością 75 m³/h, a wydajność stacji oczyszczania wody wyniesie 225 m³/h. Ujęcie dostarczać będzie wodę do dzielnic mieszkaniowych, które obecnie są zasilane z pompowni przy ul. Wiśniowej. Podczas największego poboru wody konieczne będzie dodatkowe zasilanie z pompowni przy ul. Sulechowskiej (woda ze stacji w Zawadzie) poprzez istniejący układ sieci wodociągowej.

Przy ul. Nowej proponuje się budowę całkowicie nowego ujęcia i stacji oczyszczania wody „Jędrzychów”. Zakres inwestycji obejmować będzie ujęcie wody, składające się z trzech studni o głębokości około 80 m, obiekty stacji o wydajności 150 m³/h oraz zbiornik wody czystej. Do układu zasilania można będzie włączyć zbiornik magazynowy o pojemności 1000 m³ znajdujący się przy ul. Kordiana. Obiekt ten będzie zasilac sieć wodociągową poprzez istniejącą magistralę. W celu zwiększenia stopnia wykorzystania wód podziemnych ze studni przy ul. Zjednoczenia planowana jest budowa zbiornika magazynowego i hydroforni. W celu zasilania Czarkowa z ujęć podziemnych wybudowany zostanie rurociąg o średnicy 200 mm i długości około 500 m (obecnie sporządzana jest dokumentacja projektowa).

Podsumowanie

Głównym niedomaganiem obecnego systemu zaopatrzenia Zielonej Góry w wodę jest mały stopień wykorzystania zasobów wód podziemnych, a także niewłaściwy rozdział poszczególnych rodzajów wody między odbiorców indywidualnych i przemysł oraz kosztowny system wielostopniowego tłoczenia wody. Opracowany model docelowy zaopatrzenia Zielonej Góry w wodę zakłada budowę dwóch nowych ujęć i stacji oczyszczania wody w południowej części miasta oraz rozszerzenie zasięgu obszaru objętego dostawą wód podziemnych. Z przeprowadzonej analizy wynika, że nie jest możliwe wyeliminowanie wody powierzchniowej z zielonogórskiego systemu zasilania. Proponowany model pozwala jednak na zwiększenie udziału wód podziemnych wykorzystywanych do zaopatrzenia ludności. Na podstawie przeprowadzonej analizy sporządzono następujące wytyczne przebudowy obiektów istniejących:

- ujęcie wód powierzchniowych musi zostać utrzymane, przy czym prognozowany pobór wody z tego ujęcia wyniesie 400 m³/h,
- stacja oczyszczania wody w Zawadzie nadal będzie oczyszczać wody zmieszane (powierzchniowe i podziemne) w prognozowanej ilości 1000 m³/h,
- pompownia przy ul. Sulechowskiej powinna w przyszłości zapewnić wydajność 1000 m³/h.

LITERATURA

1. Album jubileuszowy Zielonogórskie Wodociągi i Kanalizacja sp. z o.o, Zielona Góra, 2006.
2. S. DENCZEW: Podstawy nowoczesnej eksploatacji układów wodociągowych i kanalizacyjnych. Wydawnictwo Arkady, Warszawa 2002.
3. M. KWIETNIEWSKI, W. OLSZEWSKI, E. OSUCH-PAJDZIŃSKA: Projektowanie elementów systemu zaopatrzenia w wodę. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2009.
4. Projekt założeń do planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe dla miasta Zielona Góra. Wydanie uzupełnione. „Energoprojekt-Warszawa” SA, Warszawa 2005 (praca niepublikowana).
5. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Zielona Góra. Załącznik nr 1 do uchwały Rady Miasta Zielona Góra nr XXVIII/392/08 z 19 sierpnia 2008 r. w sprawie zmiany studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Zielona Góra (praca niepublikowana).
6. H. HOTŁOŚ, J. GŁOWACKA, A. KOŁODZIEJ: Zmienność poboru wody w systemie wodociągowym Wrocławia (Water demand variations in the water distribution system of Wrocław). *Ochrona Środowiska* 2012, vol. 34, nr 4, ss. 23–28.
7. I WRÓBEL, Z. LIPNICKI: Zasoby wodne Zielonej Góry – element jej zrównoważonego rozwoju. Stan środowiska w Zielonej Górze w 2004 r. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, Zielona Góra 2005, ss. 93–104.
8. W. HUBERT: Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wód podziemnych z utworów czwartorzędowych (studnie 29 i 29a, ul. Lechitów-Ugory, Dychów), 1997 (praca niepublikowana).
9. Książka eksploatacji studni nr 29 i 29a, ul. Lechitów-Ugory, Zielonogórskie Wodociągi i Kanalizacja sp. z o.o, Zielona Góra 1976–2011 (praca niepublikowana).
10. M. HUDAK: Zmiana wydajności studni głębinowych na przykładzie centralnego ujęcia wody dla Zielonej Góry. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego. Inżynieria Środowiska* 2007, nr 135 (15), ss. 115–121.

Jachimko, B. Water Supply System in Zielona Gora (Poland) Reconstruction Concept. *Ochrona Środowiska* 2013, Vol. 35, No. 4, pp. 29–32.

Abstract: The main disadvantages of current water supply system in Zielona Gora include low degree of groundwater exploitation, improper distribution of individual water types among individual consumers and costly multistage pumping system. The target model of Zielona Gora water supply assumes building of the two new intake sites and a treatment plant in the southern part of the town as well as extension of groundwater supplied area. The analysis completed leads to conclusion that eliminating

surface water contribution to Zielona Gora water supply system is not feasible. However, the proposed model allows increasing the contribution of groundwater to the water supply system. The following guidelines regarding existing objects reconstruction were developed based on the performed analysis: surface water intake site shall remain (prognostic efficiency of 400 m³/h), water treatment plant in Zawada shall continue to treat mixed waters (surface and groundwater) according to prognosis of 1000 m³/h, and the pumping system at Sulechowska street should insure future efficiency of 1000 m³/h.

Keywords: Water intake, groundwater, water treatment.