

## Badanie wybranych parametrów fizyczno-chemicznych wód ze studni głębinowych z terenu Łodzi

Study of selected physical and chemical parameters of waters from deep wells in Lodz area

Dorota Olejnik\*, Paulina Czubakowska

Instytut Inżynierii Środowiska i Instalacji Budowlanych,  
Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska,  
Politechnika Łódzka

---

### Abstrakt

Wody ze studni głębinowych cieszą się zwykle dużym zainteresowaniem okolicznych mieszkańców, pobierają oni wodę z tych ujęć przede wszystkim w celach konsumpcyjnych, twierdząc, że jest ona smaczniejsza i zdrowsza od dostępnej w kranach. Niestety wody podziemne mogą zawierać substancje mineralne i organiczne w stężeniach przekraczających wartości dopuszczalne dla wód do picia i na potrzeby gospodarcze. Przeprowadzone badania wykazały, że pobieranie wody z ujęć głębinowych przez mieszkańców Łodzi na cele konsumpcyjne jest uzasadnione. Należy pamiętać jednak o tym, że woda ze studni głębinowych nadaje się tylko do spożycia bezpośredniego gdyż w wyniku długotrwałego przechowywania istnieje ryzyko rozwoju organizmów mogących szkodzić zdrowiu.

### Abstract

Water from deep wells is usually very attractive to local residents, and they collect water from these sources primarily for consumption purposes, claiming that it is tastier and healthier than available in taps. Unfortunately, ground water may contain mineral and organic substances in concentrations exceeding the limit values for drinking water and household use. The conducted research has shown that the collection of water from deep wells for consuming purposes is justified. However, it is important to remember that water from wells is only suitable for direct consumption since long-term storage can produce health hazards.

*Słowa kluczowe:* woda, wody podziemne, parametry fizyko-chemiczne, jakość wody;

*Keywords:* water, ground water, physico-chemical parameters, water quality;

---

### 1. Wstęp

Woda jest jednym z głównych elementów środowiska naturalnego i stanowi około 75% powierzchni Ziemi. Obiektem badań inżynierii sanitarnej i środowiska są wody naturalne, tj.

---

\* autor korespondencyjny: Dorota Olejnik: dorota.olejnik@p.lodz.pl

opadowe, podziemne i powierzchniowe. Wody te posiadają różny skład chemiczny oraz jakość, w zależności od środowiska, z którego pochodzą. Wody podziemne dzięki odizolowaniu od powierzchni terenu warstwą gleby i skał są chronione lepiej przed zanieczyszczeniami niż wody powierzchniowe. Niestety mimo ogólnego przekonania o wystarczającej naturalnej ochronie wód podziemnych, a co za tym idzie ich dobrej jakości pod względem sanitarnym, wody te należy okresowo badać i weryfikować ich czystość.

Wędrówka zanieczyszczeń w głąb ziemi jest powolna i długotrwała, przez co często są one wykrywane w rejonach odległych od miejsc ich pochodzenia. Często przyczyna powstawania zanieczyszczeń już nie istnieje, a czynniki powodujące degradację wód nadal się przemieszczają. Z tych powodów zanieczyszczenie wód podziemnych bywa stwierdzane z dużym opóźnieniem. Do najbardziej istotnych źródeł zanieczyszczeń związanych z wpływem człowieka należą przede wszystkim: przemysł, rolnictwo oraz gospodarka komunalna [1-4]. W przypadku niektórych ujęć ważnym czynnikiem pogarszania się jakości wody jest ich nadmierna eksploatacja, w wyniku której następuje zaburzenie naturalnego przepływu wód podziemnych [5]. Powoduje to dopływ do dolnej części poziomu wodonośnego płytkich wód z obszarów przypowierzchniowych lub z płytszych warstw wodonośnych, dopływ wód o złej jakości występujących w innych partiach obszaru wodonośnego oraz dopływ wód o znacznym zasoleniu z niższych poziomów. Ze względu na ogromną ilość źródeł zanieczyszczeń mogących pogorszyć parametry wód podziemnych ważna jest ciągła obserwacja ich jakości i zasobów. Dzięki temu możliwe jest uzyskiwanie na bieżąco pełnych informacji o ich stanie i w razie potrzeby podjęcie efektywnych działań naprawczych. Pomaga to również w racjonalnym zarządzaniu gospodarką wodną [6]. Celem pracy była ocena wybranych parametrów fizykochemicznych wody pitnej, pochodzącej ze studni głębinowych oraz porównanie uzyskanych wyników z wartościami dopuszczalnymi podanymi przez Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [7], Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych [8] oraz wskaźnikami jakości charakteryzującymi łódzką wodę wodociągową publikowanymi na stronie Zakładu Wodociągów i Kanalizacji Sp. z o. o. w Łodzi (ZWIK) [9].

## **2. Metodyka badań**

Odpowiednie pobranie próbki wody jest bardzo istotne i ma ogromne znaczenie podczas badań, ze względu na to, iż powinna ona przedstawiać stan rzeczywisty oraz warunki panujące w punkcie jej czerpania. Wszystkie czynności od poboru próbki wody do jej przechowywania powinny być przeprowadzone, tak aby nie została zmieniona zawartość określonych wskaźników czy też właściwości wody [10]. Próbki wody pobrano w grudniu 2015 r. z czterech ujęć wód podziemnych znajdujących się na terenie miasta Łodzi. Próbki wody pobierano do polietylenowych pojemników zgodnie z PN-ISO 5667-11:2004. Przy każdym pobraniu wody dodatkowo napełniano po dwie butelki tlenowe (z korkiem szlifowanym ściętym na skos) o pojemności 125 ml do oznaczenia tlenu rozpuszczonego. Do butelek przeznaczonych do badania tlenu, na miejscu pobrania, dodawano odczynniki: jodek potasu (KJ) i siarczan manganu II (MnSO<sub>4</sub>) w celu utrwalenia próbki. Zakres analiz fizyczno-chemicznych wód ze studni obejmował oznaczenie: temperatury wody (PN-77/C-04584), barwy (PN-EN ISO 7887:2012 metoda D), mętności (PN-EN ISO 7027:2003), odczynu (PN-EN ISO 10523:2012), zapachu na zimno i ciepło (PN-C-04557:1972), przewodności właściwej (PN-EN 27888:1999), twardości ogólnej (PN-C 04554-4:1999), azotu azotynowego (PN-EN 26777:1999), azotu amonowego (PN-ISO 7150-1:2002), fosforu (PN-EN ISO 6878:2006), żelaza (PN-ISO 6332:2001), manganu (test HACH LANGE 8149) oraz tlenu rozpuszczonego (PN-EN 25813:1997).

## **3. Lokalizacja miejsc poboru wody i ich charakterystyka**

Woda została pobrana z czterech ujęć wód podziemnych znajdujących się na terenie Łodzi kolejno przy ulicach: Przykłasztorze (lokalizacja 1), Wycieczkowej (lokalizacja 2), Zbocze (lokalizacja 3) oraz przy skrzyżowaniu al. Hetmańskiej i ul. Rokicińskiej (lokalizacja 4) (rys. 1). Są to źródła publiczne wykorzystywane do poboru wody przez mieszkańców i według badań prowadzonych przez łódzki Zakład Wodociągów i Kanalizacji woda ta nadaje się do spożycia przez ludzi.



**Rys. 1.** Mapa Łodzi z zaznaczonymi lokalizacjami poboru wód, [www.mapa.targeo.pl/lodz](http://www.mapa.targeo.pl/lodz) [11]. Legenda: 1 – ujęcie przy ul. Przyklasztorze, 2 – ujęcie przy ul. Wycieczkowej, 3 – ujęcie przy ul. Zbocze, 4 – ujęcie przy skrzyżowaniu al. Hetmańskiej i ul. Rokicińskiej.

### 3.1. Lokalizacja 1 – ujęcie przy ul. Przyklasztorze

Ujęcie przy ul. Przyklasztorze nie jest punktem poboru wody włączonym do sieci miejskiej. Jest to studnia z zanurzoną w niej pompą głębinową, zasilającą dwa źródła uliczne zlokalizowane w pobliżu studni. Woda ujmowana jest z głębokości 44 metrów z pokładów czwartorzędowych. Według pozwolenia wodnoprawnego dla studni przy ul. Przyklasztorze woda może być pobierana w ilości:  $Q_{\max h} = 5,2 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_{\text{śrd}} = 120,0 \text{ m}^3/\text{d}$  oraz  $Q_{\max a} = 22700 \text{ m}^3/\text{rok}$ . Na skwerze wokół źródeł znajduje się instalacja przeciwołdzeniowa, podgrzewająca chodnik. Co tydzień od godziny 21<sup>00</sup> w niedzielę do godziny 6<sup>00</sup> w poniedziałek ujęcie jest nieczynne ze względu na profilaktyczną dezynfekcję studni.

### 3.2. Lokalizacja 2 – ujęcie przy ul. Wycieczkowej

Podobnie jak w przypadku poprzedniego punktu poboru, studnia przy ul. Wycieczkowej nie jest ujęciem wody włączonym do sieci miejskiej. Woda pobierana jest za pomocą pompy głębinowej, zasilającej dwa źródła uliczne będące tuż przy studni. Według pozwolenia wodnoprawnego  $Q_{\max h}$  dla tego ujęcia wynosi  $4,5 \text{ m}^3/\text{h}$ ,  $Q_{\text{śrd}} = 54,0 \text{ m}^3/\text{d}$  oraz  $Q_{\max a} = 18710 \text{ m}^3/\text{rok}$ . Co tydzień od godziny 21<sup>00</sup> w niedzielę do godziny 6<sup>00</sup> w poniedziałek ujęcie jest

nieczynne ze względu na profilaktyczną dezynfekcję studni.

### **3.3. Lokalizacja 3 – ujęcie przy ul. Zbocze**

Przy ul. Zbocze znajdują się dwie studnie. Pierwsza o głębokości 116 m i wydajności eksploatacyjnej 120 m<sup>3</sup>/h oraz druga mająca głębokość 116,5 m o wydajności 65 m<sup>3</sup>/h. Ujmowana woda znajduje się w warstwie wodonośnej pokładów czwartorzędowych. Większość wody pobieranej ze studni płynie do osiedli mieszkaniowych na północy Łodzi, mieszając się po drodze z wodą z pokładów kredowych pochodzącą z punktu poboru przy ul. Telefonicznej.

### **3.4. Lokalizacja 4 – ujęcie przy skrzyżowaniu al. Hetmańskiej i ul. Rokicińskiej**

Początkowo studnia publiczna przy skrzyżowaniu al. Hetmańskiej i ul. Rokicińskiej była ujęciem awaryjnym i nie podlegała stałemu monitoringowi kontrolnemu. Studnia ma głębokość 50 m. W odległości 40 m od ujęcia znajduje się myjnia samochodowa.

## **4. Analiza wyników badań**

W tab. 1 oraz tab. 2 zestawiono wyniki badań z wartościami parametrów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi z dnia 13 listopada 2015 r. (Dz.U. 2015 poz. 1989) oraz z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2016 poz. 85) a także porównano ze wskaźnikami jakości charakteryzującymi łódzką wodę wodociągową z okresu poboru próbek. Zestawienie ma na celu porównanie wyników badanych próbek z wartościami wybranych parametrów zawartych w wyżej wymienionych Rozporządzeniach, następnie ocenę, czy badana woda z ujęć wód głębinowych nadaje się do picia oraz klasyfikację tychże wód do odpowiednich klas jakości.

### **4.1. Porównanie parametrów badanej wody z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia (Dz.U. 2015 poz. 1989)**

W wodzie z ujęcia przy ul. Przyklasztorze (próbka 1) pod względem parametrów fizycznych nie stwierdzono nieprawidłowości. Wartości parametrów chemicznych takich jak: obie formy azotu, żelazo i mangan są znacznie niższe od wartości granicznych zawartych w

Rozporządzeniu. W próbie wody z ujęcia przy ul. Wycieczkowej (próbka 2) wartości wskaźników fizycznych nie przekraczają wartości granicznych zawartych w Rozporządzeniu. Jedynie badanie zapachu po podgrzaniu wykazało słaby zapach roślinny, co nie wyklucza zdatności do picia tejże wody. Badania wody ze źródła ulicznego nie wykazały nieprawidłowości pod względem parametrów chemicznych. Woda z tego ujęcia charakteryzuje się najniższą wartością twardości ogólnej, co jest równoznaczne z najniższą zawartością jonów wapnia i magnezu spośród wszystkich punktów poboru wody. Badania wykazały, że w wodzie z ujęcia przy ul. Wycieczkowej występuje najniższa przewodność właściwa spośród wszystkich ujęć, co świadczy o również najniższej zawartości w niej związków mineralnych. Woda ze studni głębinowej przy ul. Zbocze (próbka 3) nie wykazuje nieprawidłowych zmian organoleptycznych i fizycznych. Również pod względem chemicznym jakość wody z tego ujęcia jest bardzo zadowalająca i żaden wskaźnik nie przekracza wartości granicznych. W wodzie z ujęcia przy skrzyżowaniu al. Hetmańskiej i ul. Rokicińskiej (próbka 4) pod względem parametrów fizycznych nie stwierdzono nieprawidłowości. Wartości parametrów chemicznych takich jak: obie formy azotu, żelazo i mangan są znacznie niższe od wartości granicznych zawartych w Rozporządzeniu. Woda ze wszystkich ujęć posiada twardość ogólną na pograniczu wody miękkiej oraz średnio-twardej.

#### **4.2. Porównanie parametrów badanej wody z Rozporządzeniem Ministra Środowiska (Dz.U. 2016 poz. 85)**

Wszystkie wartości badanych wskaźników wody z ujęcia przy ul. Przyklasztorze należą do najwyższej klasy jakości wód podziemnych, klasy I, z wyjątkiem temperatury, która spełnia wymagania klasy II.

Próby z pozostałych punktów poboru spełniają wszystkie wymagania dla najwyższej klasy I, a więc są to wody o bardzo dobrej jakości i ich parametry nie wskazują na wpływ człowieka, a wartości wskaźników kształtują się jedynie w wyniku naturalnych procesów zachodzących w wodach podziemnych i mieszczą się w zakresie wartości stężeń dopuszczalnych.

**Tab. 1.** Zestawienie wyników badań z aktualnym Rozporządzeniem Ministra Zdrowia (Dz.U. 2015 poz. 1989) oraz Rozporządzeniem Ministra Środowiska (Dz.U. 2016 poz. 85).

Wskaźnik	Próbka 1	Próbka 2	Próbka 3	Próbka 4	Dz.U. 2015 poz. 1989 [7]	Dz.U. 2016 poz. 85 [8]				
						Wartości graniczne w klasach czystości I-V				
						I	II	III	IV	V
Temperatura, °C	10,5	8,9	8,9	8,8	-	<10	12	16	25	>25
Barwa, mg/l	0	0	0	0	akceptowalna	-	-	-	-	-
Mętność, NTU	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-
Zapach zimno	0	0	0	0	akceptowalny	-	-	-	-	-
Zapach ciepło	0	R(2)	0	0		-	-	-	-	-
Przewodność elektrolityczna, µS/cm	410	220	500	350	2500	700	2500	2500	3000	3000
pH	7,48	7,07	7,18	7,66	6,5-9,5		6,5-9,5		<6,5 lub >9,5	
Azotyny, mg/l	0,008	0,011	0,003	0,01	0,5	0,03	0,15	0,5	1	>1
Jon amonowy, mg/l	0,04	0,03	0,05	0,03	0,5	0,5	1	1,5	3	>3
Żelazo, mg/l	nw	nw	nw	nw	0,2	0,2	1	5	10	>10
Twardość ogólna, mg CaCO <sub>3</sub> /l	258	128	354	226	60÷500	-	-	-	-	-
Stężenie tlenu rozpuszczonego, mg/l	7,44	7,92	5,92	6	-	>1	0,5÷1	<0,5	<0,5	<0,5
Mangan, mg/l	0,029	0,026	0,028	0,027	0,050	0,05	0,4	1	1	>1
Fosforany, mg/l	0,29	0,41	0,25	0,4	-	0,5	0,5	1	5	>5

Próby z pozostałych punktów poboru spełniają wszystkie wymagania dla najwyższej klasy I, a więc są to wody o bardzo dobrej jakości i ich parametry nie wskazują na wpływ człowieka, a wartości wskaźników kształtują się jedynie w wyniku naturalnych procesów zachodzących w wodach podziemnych i mieszczą się w zakresie wartości stężeń dopuszczalnych.

#### 4.3. Zestawienie badanych parametrów wód podziemnych z wartościami łódzkiej wody wodociągowej

Poniższe zestawienie ma na celu potwierdzenie zasadności wykorzystywania wody z ujęć przez mieszkańców w celach konsumpcyjnych zamiast wody wodociągowej.

W wodzie ze studni głębinowej przy ul. Przyklasztorze (próbka 1) pod względem parametrów fizycznych nie stwierdzono różnic w porównaniu do wody wodociągowej dostarczanej przez łódzki Zakład Wodociągów i Kanalizacji. Dzięki porównaniu parametrów chemicznych obu wód widać, że woda ze źródła ulicznego charakteryzuje się niższą zawartością obu form azotu, żelaza oraz manganu. Posiada również większą twardość ogólną, co pod względem przeznaczenia wody do spożycia jest zaletą.

**Tab. 2.** Zestawienie badanych parametrów wód podziemnych z wartościami łódzkiej wody wodociągowej.

Parametr	Próbka 1	Próbka 2	Próbka 3	Próbka 4	Wartość wskaźnika w łódzkiej wodzie wodociągowej [9]
Barwa, mg/l	0	0	0	0	Akceptowalny przez konsumentów i bez nieprawidłowych zmian
Mętność, NTU	0	0	0	0	Akceptowalny przez konsumentów i bez nieprawidłowych zmian
Zapach	zimno	0	0	0	Akceptowalny przez konsumentów i bez nieprawidłowych zmian
	gorąco	0	R(2)	0	
Przewodność elektrolityczna, $\mu\text{S}/\text{cm}$	410	220	500	350	382÷433
pH	7,48	7,07	7,18	7,66	7,0÷7,5
Azotyny, mg/l	0,008	0,011	0,003	0,01	<0,04
Amonowy jon, mg/l	0,04	0,03	0,05	0,03	<0,06
Żelazo, $\mu\text{g}/\text{l}$	nw	nw	nw	nw	10÷50
Twardość ogólna, mg $\text{CaCO}_3/\text{l}$	258	128	354	226	186÷218
Mangan, $\mu\text{g}/\text{l}$	29	26	28	27	<30

W próbie wody z ujęcia przy ul. Wycieczkowej (próbka 2) barwa, mętność, pH oraz zapach oznaczony na zimno nie odbiegają od wskaźników jakościowych wody wodociągowej. Badanie zapachu oznaczanego na ciepło w wodzie podziemnej wykazało słaby zapach roślinny o stopniu intensywności drugim. Wykryty zapach jednak nie dyskwalifikuje wody z powyższego ujęcia jako zdanej do picia, o ile zostanie zaakceptowany przez konsumentów. Wartość przewodności właściwej wody ze źródła ulicznego jest niższa od przewodności właściwej w wodzie wodociągowej, co świadczy o niższej zawartości związków nieorganicznych w badanej próbce.

Porównując parametry chemiczne obu wód, można stwierdzić, że zawartości obu form azotu, żelaza i manganu w wodzie badanej są niższe niż w wodzie ogólnodostępnej w łódzkich kranach. Woda ze studni przy ul. Wycieczkowej posiada niższą twardość ogólną od wody wodociągowej, która charakteryzuje się już i tak twardością na pograniczu wody miękkiej i średnio twardej. Woda ze studni głębinowej przy ul. Zbocze (próbka 3) charakteryzuje się podobnymi wartościami parametrów fizycznych jak woda wodociągowa, jedynie wartość przewodności właściwej wody podziemnej jest nieznacznie wyższa. Woda z ujęcia na Stokach charakteryzuje się wyższą twardością ogólną i niższymi, a co za tym idzie bardziej korzystnymi wartościami parametrów chemicznych. Wartości parametrów fizycznych wody z ujęcia przy ul. Hetmańskiej (próbka 4) nie różnią się znacząco od wartości parametrów wody dostarczanej przez ZWiK. Jedynie wartość przewodności właściwej wody podziemnej jest nieznacznie niższa. Również wartości parametrów chemicznych nie odbiegają od składu wody wodociągowej (oprócz twardości ogólnej, która w wodzie z ujęcia jest większa).



## 5. Wnioski

- 1) Pod względem wybranych parametrów fizyczno-chemicznych woda z badanych studni nadaje się do spożycia.
- 2) Woda z ujęć przy ulicach: Przyklasztorze, Wycieczkowej, Zbocze i Hetmańskiej/Rokicińskiej należy do wód o bardzo dobrej jakości klasy I.
- 3) Badana woda z ujęć na terenie Łodzi pod względem wybranych parametrów fizyczno-chemicznych nie wymaga uzdatniania.

Należy pamiętać o tym, że woda z ujęć wód podziemnych nadaje się jedynie do spożycia bezpośredniego, ponieważ istnieje ryzyko rozwoju organizmów mogących szkodzić zdrowiu. Niestety, z wywiadu z mieszkańcami wywnioskować można, że są oni o tym niedostatecznie poinformowani, robiąc znaczne ilości zapasów wody na dłuższy czas do celów konsumpcyjnych, dotyczy to szczególnie starszych osób.

## Literatura

- [1] Tymczyna L., Gołuszka J., Chmielowiec-Korzeniowska A., Drabik A.: *Jakość wody pitnej i wykorzystywanej na potrzeby gospodarcze w rejonie zagrożeń powodziowych.*, Acta Agrophysica, 1(1), 2003, str. 191–196.
- [2] Siepak M., Frankowski M., Ziola A., Przybyłek J.: *Metale ciężkie oraz żelazo i mangan w wodach podziemnych piętła neogeńskiego miasta Poznania. Współczesne Problemy Hydrogeologii*, Kraków-Krynica, XIII, 2007, str. 879 – 888.
- [3] Macioszczyk A., Dobrzyński D.: *Hydrogeochemia, Strefy aktywnej wymiany wód podziemnych*. Wydawnictwo PWN, Warszawa, 2002.
- [4] Kabata-Pendias A., Pendias H.: *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 1999.
- [5] Chelmiński W.: *Woda. Zasoby, degradacja, ochrona*, Wydawnictwo naukowe PWN, Warszawa, 2001.
- [6] Pawęska K., Malczewska B., Bawiec A., Bauerek A.: *Zawartość żelaza i manganu oraz wybranych metali ciężkich na przykładzie wód ze studni gospodarczych w gminie Gorzyce*, Inżynieria Ekologiczna, 49, 2016, str. 131 – 135.
- [7] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. 2015 poz. 1989).
- [8] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych (Dz.U. 2016 poz. 85).
- [9] <http://www.zwik.lodz.pl/jakosc-i-technologia/wskazniki-jakosci-wody-produkowanej-przez-zwik/z-grudnia-2015-r>.
- [10] Granops M., Kaleta J.: *Technologia wody. Laboratorium*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów, 2001.
- [11] [www.mapa.targeo.pl/lodz](http://www.mapa.targeo.pl/lodz).