

Jan Pawełek, Tomasz Bergel

**OCENA JAKOŚCI WODY DO SPOŻYCIA DOSTARCZANEJ
PRZEZ WODOCIĄGI WYBRANEGO POWIATU
WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO**

***EVALUATION OF THE POTABLE WATER QUALITY
PROVIDED BY THE WATERWORKS FROM THE
SELECTED LESSER POLAND VOIVODESHIP'S POVIAT***

Streszczenie

Przeprowadzono ocenę fizyczno-chemiczną jakości wody do spożycia, dostarczanej przez systemy wodociągowe wybranego powiatu woj. małopolskiego. Ocena obejmuje lata 2003–2006. Przedmiotem badań objętych było 20 wodociągów w zakresie jakości wody, obejmujących następujące wybrane wskaźniki: mętność, odczyn, przewodność, amoniak, azotyny, azotany i fluor. Do analizy zostały wykorzystane wyniki badań kontrolnych jakości wody prowadzone przez Stację Sanitarno-Epidemiologiczną. W celu poznania zmienności poszczególnych wskaźników, oprócz ich wartości średnich, obliczono także wartości maksymalne i minimalne, odchylenie standardowe oraz liczbę przekroczeń dopuszczalnej wartości wskaźnika. Badania wykazały duże zróżnicowanie w wartościach wskaźników między poszczególnymi wodociągami na przestrzeni analizowanych lat. Różnica ta jest szczególnie widoczna przy porównaniu systemów wodociągowych z wód podziemnych z systemami korzystającymi z wód powierzchniowych. Lepsza jakość wody występuje w przypadku tych pierwszych. Woda badanych wodociągów, pod względem fizyczno-chemicznym w 64,3% spełnia wymagania stawiane w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Główny problem w grupie wskaźników fizyczno-chemicznych stanowią przekroczenia mętności wody. W przypadku ujęć wód podziemnych dopuszczalna mętność 1 NTU była przekroczona w 19,2%, natomiast wód powierzchniowych aż w 41,1%.

Słowa kluczowe: jakość, woda do spożycia, mętność

Summary

The physico-chemical quality of the potable water, provided by the waterworks of the selected poviat from Lesser Poland voivodeship, was evaluated. The evaluation included the period of 2003–2006. The objects of the research were 20 waterworks' and they were tested for the following water quality indexes: turbidity, reaction, conductivity, ammonia, nitrites, nitrates and fluorine. The results from the water quality examination, performed by the Sanitary and Epidemiological Station, were also used for the analysis. In order to find the variability of each index, apart from their average values, also the maximum and minimum amounts were counted, as well as standard deviation and the amount of transgressions of the admissible value of the index. The research showed high variability of the indexes' values between different waterworks during the analyzed period. These differences are clearly seen when comparing the waterworks which use the groundwater and the waterworks which use the surface water. These first waterworks provide water of better quality. The physico-chemical properties of water taken from the tested waterworks are 64,3% consistent with the Ministry of Health Regulation on the potable water quality. The majority of problems in the group of physico-chemical indexes is caused by the transgressions of the water turbidity indexes. In case of the groundwater intakes, the admissible value – 1 NTU was exceeded by 19,2% of samples, whereas in case of the surface water intakes – there were as much as 41,1% transgressions.

Key words: quality, potable water, turbidity

WPROWADZENIE

Skład fizyczno-chemiczny wody decyduje o jej przydatności eksploatacyjnej, sposobie uzdatniania i przeznaczeniu do spożycia. System wodociągowy musi dostarczać wodę zdatną do spożycia, odpowiadającą warunkom stawianym w rozporządzeniu wydawanym przez Ministra Zdrowia. Aktualnie obowiązujące rozporządzenie z dnia 29 marca 2007 roku [Rozporządzenie ... 2007]. Rozporządzenie to zastąpiło wcześniejsze z 2002 roku. W Polsce w okresie przygotowywania się do wstąpienia do UE, a także w początkowym okresie przynależności, następowały intensywne prace związane z dostosowaniem prawa do UE. Dotyczyło to również wymagań stawianych wodzie do spożycia, stąd były one w ostatnim dziesięcioleciu trzykrotnie nowelizowane.

Uwzględniając obecne wymagania stawiane wodzie do spożycia, rodzi się pytanie, w jakim zakresie woda dostarczana przez systemy wodociągowe odpowiada tym wymaganiom. Próbując odpowiedzieć na tak postawione pytanie można stwierdzić, że dane dotyczące dużych systemów wodociągowych są bardziej dostępne, często publikowane w różnego rodzaju opracowaniach lub też są przedmiotem licznych badań naukowych [Olko 2008], a woda w nich spełnia odpowiednie wymagania. Udzielenie natomiast podobnej odpowiedzi dotyczącej małych wodociągów, a szczególnie wiejskich jest trudne, gdyż częstość wyko-

nywania kontrolnych badań jest mniejsza, a sposób ich opracowywania i próby uogólnienia nie są zbyt częste.

Jednym z bardzo ważnych wskaźników jakości wody jest mętność wody [Bergel i in. 2009]. Mętność wody wywołwana jest obecnością drobnej zawiesiny lub koloidów, pochodzenia mineralnego względnie organicznego. Mętność jest cechą wpływającą na wygląd i pośrednio smak wody. Służy więc ona jako wskaźnik zanieczyszczenia przy ocenie jakości wody.

Autorzy niniejszej pracy postawili sobie cel, aby na przykładzie wybranego powiatu przeprowadzić analizę zgodności jakości wody pod względem wybranych wskaźników z obowiązującymi wymaganiami. Do analizy wybrano powiat, którego systemy wodociągowe korzystają tak z wód powierzchniowych, jak i podziemnych. Powiat leży w południowej części województwa w pasmie Beskidów. Na terenie powiatu znajduje się dziesięć wodociągów korzystających z zasobów wód podziemnych oraz dziesięć z wód powierzchniowych.

METODYKA I MATERIAŁY BADAWCZE

Przedmiotem badań były wybrane wskaźniki jakości wody dostarczanej odbiorcom przez 20 różnych systemów wodociągowych. Badania obejmowały okres czterech lat (2003–2006). Do analizy zostały wykorzystane wyniki badań kontrolnych jakości wody prowadzonych przez Stację Sanitarно-Epidemiologiczną. W tabeli 1 przedstawiono podstawowe dane dotyczące systemów wodociągowych korzystających z zasobów wód podziemnych, natomiast w tabeli 2 systemów wodociągowych korzystających z wód powierzchniowych.

Tabela 1. Charakterystyka systemów wodociągowych opartych na zasobach wód podziemnych

Table 1. Characteristic of the waterworks which use the groundwater intakes

System wodociągowy	Rodzaj studni	Produkcja wody [m ³ d ⁻¹]	Liczba odbiorców	Długość sieci [km]	Materiał sieci
1	wiercona	150	2700	13,7	PE, stal, żeliwo
2	kopana	30	400	3,5	PCV
3	3 kopane	60	820	6,4	PCV, rury ocynkowane
4	3 wiercone	30	460	8	PCV
5	3 kopane	12	98	2	rury ocynkowane
6	wiercona	60	600 + szkoła, przedszkole	1,5	PCV
7	kopana	36	215	1,2	stalowe
8	kopana	25	569	3,1	PCV
9	2 wiercone	30	112 + ośrodek zdrowia	3	żeliwo
10	2 wiercone	70	294	3	PCV

Tabela 2. Charakterystyka systemów wodociągowych opartych na zasobach wód powierzchniowych

Table 2. Characteristic of the waterworks which use the surface water intakes

System wodociągowy	Produkcja wody [m ³ d ⁻¹]	Liczba odbiorców	Długość sieci [km]	Materiał sieci
11	4327	30 000	30,5	PCV, PE, stal, żeliwo
12	300	3819	12,5	PCV, AC
13	23,3	52 gospodarstwa	2,5	PE
14	19	460	6,5	PCV
15	35	240	5,5	PCV
16	170	775	5	PCV
17	37,6	84 gospodarstwa	2,0	PCV, PE
18	42	160 gospodarstw	4,5	PCV, PE
19	160	150 gospodarstw	4,0	PCV
20	300	1500	11,0	Żeliwo, PCV

Analiza jakości wody uwzględniała wskaźniki fizyczno-chemiczne: mętność, odczyn, przewodność, amoniak, azotyny, azotany, fluor. W celu poznania zmienności poszczególnych wskaźników, oprócz ich wartości średnich, podano także maksymalne i minimalne wartości, odchylenie standardowe oraz liczbę przekroczeń dopuszczalnej wartości wskaźnika. Dodatkowo szczegółowej analizie poddano mętność wody, ustalając liczbę zdarzeń mętności w założonych przedziałach wyższych od wartości dopuszczalnej i wskaźnik zgodności mętności z wymaganiami stawianymi wodzie do spożycia [Rozporządzenie ... 2007].

WYNIKI BADAŃ

Duża liczba danych charakteryzujących jakość wody dostarczanej przez analizowane wodociągi nie pozwala na ich pełną prezentację. Autorzy zamieszczają tylko wybrane wyniki, w tym głównie zestawienia zbiorcze pozwalające na uogólnienia. W tabeli 3 przedstawiono wartości średnie, minimalne i maksymalne analizowanych 7 wskaźników, a także odchylenie standardowe, liczbę prób i liczbę prób z przekroczeniem wartości dopuszczalnej, dla trzech wybranych wodociągów. Zestawienie dotyczy dwóch wodociągów korzystających z wody powierzchniowej i jednego z podziemnej. Przekroczenia wartości dopuszczalnej odnotowano w przypadku wskaźników dotyczących mętności, amoniaku i azotynów. Dwa ostatnie wskaźniki były przekroczone jednokrotnie z rozkładem na obydwie wodociągi korzystające z wody powierzchniowej. Duża liczba przekroczeń miała miejsce w przypadku mętności w wodociągach korzystających z wody powierzchniowej. W jednym było 29 przekroczeń na 109 prób, przy średniej mętności 1,55 NTU, a maksymalnej 15,2 NTU. W drugim natomiast jeszcze gorzej, bowiem wymagań nie spełniało 19 na 26 prób, przy bardzo wy-

sokiej średniej mętności 4,84 NTU, a maksymalnej aż 31,7 NTU. Lepszy stan odnotowano dla wodociągu korzystającego z wody podziemnej, gdzie na 16 prób mętność wody w 3 przypadkach przekraczała wartość dopuszczalną 1 NTU.

Tabela 3. Wartości fizyczno-chemicznych wskaźników jakości wody w latach 2003–2006
Table 3. Values of the physico-chemical water quality indexes in the period of 2003–2006

Wodociąg	Parametr	Mętność [NTU]	Odczyn [pH]	Przewodność [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Amoniak [mg/dm^3]	Azotany [mg/dm^3]	Azotyny [mg/dm^3]	Fluor [mg/dm^3]
11 - woda powierzchniowa	średnia	1,55	–	271,35	0,12	4,62	0,04	0,44
	min	0,1	6,5	165	0,02	0,003	0	0,12
	max	15,2	8,3	617	0,34	11,59	3,5	0,67
	odch. stand.	1,66	0,20	35,04	0,03	0,74	0,27	0,04
	liczba prób	109	109	109	109	109	109	53
	liczba przek.	29	0	0	0	0	1	0
12 - woda powierzchniowa	średnia	4,84	–	492,78	0,21	6,11	0,04	0,47
	min	0,1	6,9	218	0,09	0,35	0,003	0,08
	max	31,7	8,4	690	0,64	15,22	0,13	0,69
	odch. stand.	7,60	0,11	258,58	0,07	2,24	0,01	0,04
	liczba prób	26	26	26	26	26	26	18
	liczba przek.	19	0	0	1	0	0	0
1 - woda podziemna	średnia	0,63	–	652,83	0,18	6,71	0,02	0,45
	min	0,08	7,1	509	0,1	0,53	0,003	0,22
	max	1,62	8	735	0,43	17,94	0,03	0,66
	odch. stand.	0,09	0,05	19,28	0,06	1,62	0	0,02
	liczba prób	16	16	16	16	16	16	16
	liczba przek.	3	0	0	0	0	0	0
Wartość dopuszczalna		1,0	6,5–9,5	2500	0,5	50	0,5	1,5

Daleka od oczekiwań jakość wody w zakresie mętności skłoniła autorów, niezależnie od już określonych parametrów (średnia, min. max. oraz odchylenie standardowe), do dodatkowej analizy dotyczącej wysokości przekroczeń założonych wartości mętności. W tabeli 4 przedstawiono rozkład wyników badań w zależności od uzyskanej wysokości mętności. Przyjęto granice przedziałów 1;

2; 5; 10 NTU. Najczęściej występującym poziomem mętności są wartości nieprzekraczające 1 NTU. W całym analizowanym okresie było ich 236, co stanowi 66,3% wszystkich prób. W wodociągach ujmujących wody podziemne stanowi to 80,8%, natomiast w przypadku ujmowania wód powierzchniowych 58,9%. Zdarzeń w przedziale 1–2 NTU było ogółem 52 (14,6%), w tym dla wód podziemnych 11 (9,2%), a powierzchniowych 41 (17,4%). W przedziale 2–5 NTU odnotowano 46 (14,6%) zdarzeń z podziałem na wody podziemne 6 (5,0%) i powierzchniowe 40 (16,9%). W kolejnych dwóch przedziałach nastąpiło dalsze zmniejszenie liczby zdarzeń. Niepokojącym faktem było aż ośmiokrotne przekroczenie wartości 10 NTU, w tym były dwie wartości bardzo wysokie 29,1 i 31,7 NTU. Obydwa te przypadki wystąpiły w systemie ujmującym wodę powierzchniową w okresie wiosennym.

Tabela 4. Rozkład zdarzeń mętności wody w latach 2003–2006 w zależności od jej wartości
Table 4. Scheme of relationship between the water turbidity occurrences and its value in the period of 2003–2006

System wodociągowy	Liczba zdarzeń w przedziałach wartości [NTU]					Liczba prób	Liczba prób z przekroczeniami	Wskaźnik zgodności [%]
	M ≤ 1	1 < M ≤ 2	2 < M ≤ 5	5 < M ≤ 10	> 10			
Wodociągi korzystające z wód podziemnych								
1	13	3	0	0	0	16	3	81,25
2	7	0	1	0	0	8	1	87,50
3	10	0	0	0	0	10	0	100,00
4	13	0	0	0	0	13	0	100,00
5	8	0	0	0	0	8	0	100,00
6	8	2	0	0	0	10	2	80,00
7	10	1	1	0	0	12	2	58,33
8	4	2	2	2	2	12	8	33,33
9	12	3	1	0	0	16	4	75,00
10	12	0	1	2	0	15	3	80,00
Suma	97	11	6	4	2	120	23	80,83
Wodociągi korzystające z wód powierzchniowych								
11	80	13	11	2	3	109	29	73,39
12	7	3	14	0	2	26	19	26,92
13	0	8	2	0	0	10	10	0,00
14	9	3	0	0	0	12	3	75,00
15	4	4	5	4	0	17	13	23,53
16	2	4	3	0	0	9	7	22,22
17	10	2	0	0	0	12	2	83,33
18	9	0	0	0	0	9	0	100,00
19	8	2	2	0	0	12	4	66,67
20	10	2	3	4	1	20	10	50,00
Suma	139	41	40	10	6	236	97	58,90
Ogółem	236	52	46	14	8	356	120	66,29

Obliczony dla parametru mętności wskaźnik zgodności (tab. 4), jako stosunek liczby prób odpowiadających wymaganiom do liczby wszystkich prób wskazuje, że w przypadku wód podziemnych 80,8% prób spełniało wymagania jakościowe w zakresie mętności, natomiast w systemach korzystających z wód powierzchniowych tylko 58,9%. Uwzględniając ten wskaźnik, można zatem sądzić, że średnio przez ponad 40% czasu pracy wodociągów korzystających z wód powierzchniowych, woda nie spełniała warunków wody do spożycia w zakresie mętności. Ujmowanie wód na terenach podgórskich i górskich niesie potrzebę dostosowania technologii jej uzdatniania do wysokiej dynamiki zmian jakości wody, a szczególnie jej mętności [Pawełek, Bergel 2008; Pawełek, Dubas 2003].

Obliczony wskaźnik zgodności dla siedmiu analizowanych parametrów fizyczno-chemicznych wynoszący średnio 64,6% jest bardzo zbliżony do oceny za pomocą wcześniej podanego wskaźnika opisującego mętność (66,3%). Podobieństwo to jest spowodowane faktem, iż parametrem wpływającym przede wszystkim na złą jakość wody jest mętność. Została ona przekroczona w analizowanym okresie w 120 przypadkach, natomiast sześć pozostałych wskaźników tylko w 6 przypadkach. Na rysunku 1 przedstawiono wskaźniki zgodności jakości wody pod względem fizyczno-chemicznym dla wszystkich 20 badanych systemów wodociągowych.

WNIOSKI

Przeprowadzona analiza wyników badań jakości wody przeznaczonej do spożycia w systemach wodociągowych wybranego powiatu woj. małopolskiego w latach 2003–2006 pozwala na postawienie następujących wniosków:

1. Badania obejmujące podstawowe wskaźniki jakości wody wskazują na ich duże zróżnicowanie w wartościach między poszczególnymi wodociągami na przestrzeni analizowanych lat. Różnica ta jest szczególnie widoczna przy porównaniu systemów wodociągowych korzystających z wód podziemnych z systemami korzystającymi z wód powierzchniowych. Lepsza jakość wody występuje w przypadku tych pierwszych.

2. Woda pod względem fizyczno-chemicznym tylko w 64,6% spełnia wymagania stawiane w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia.

3. Główny problem w grupie wskaźników fizyczno-chemicznych stanowi przekroczenia mętności wody. W przypadku ujęć wód podziemnych najwyższa dopuszczalna mętność była przekroczona w 19,2% prób, natomiast wód powierzchniowych aż w 41,1%.

4. Przeprowadzona analiza wskazuje, że systemy te wymagają poprawy warunków eksploatacji i udoskonalenia technologii uzdatniania wody, a w przypadku wód powierzchniowych dodatkowo działań poprawiających jakość ujmowanej wody, dostarczanej do stacji uzdatniania.

BIBLIOGRAFIA

- Bergel T., Pawełek J., Rułka Z. *Mętność wody dostarczanej przez systemy wodociągowe woj. małopolskiego*. Ochrona Środowiska 4/2009, Wrocław 2009, 61–64.
- Olko M. *Analiza zmian jakości wody w sieci wodociągowej miasta Krakowa*. Praca doktorska. AGH. Maszynopis, 2008.
- Pawełek J., Bergel T. *Charakterystyka zdarzeń podwyższonych mętności wody w małych potokach górskich*. Gaz, Woda i Technika Sanitarna 9/2008, 2008, s. 25–27.
- Pawełek J., Dubas S. *Jakość wody w potokach górskich, a możliwość jej wykorzystania dla potrzeb ludności wsi*. X Konferencja Naukowo-Techniczna nt. Infrastruktura i ekologia terenów wiejskich - rozwój i nowe technologie. Inżynieria Rolnicza, 3(45), tom II, 2003, s. 111–124.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. Nr 61, poz. 417).

Prof. dr hab. inż. Jan Pawełek
Dr inż. Tomasz Bergel
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Katedra Inżynierii Sanitarnej i Gospodarki Wodnej
30-059 Kraków, Al. Mickiewicza 24/28
tel. (012) 632-57-88
e-mail: rmpawele@cyf-kr.edu.pl

Recenzent: *prof. dr hab. inż. Jan Kempiański*