

# WPLYW SIECI WODOCIĄGOWEJ NA JAKOŚĆ SENSORYCZNĄ WODY DO PICIA

## EFFECT OF A WATER-PIPE NETWORK ON THE SENSORY QUALITY OF DRINKING WATER

*Anna Gątorska, Stefan Smoczyński, Marta Wypyska*

Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydział Nauki o Żywności  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

**Słowa kluczowe:** woda pitna, jakość sensoryczna, transport wody

**Key words:** drinking water, sensory quality, transport of water

### STRESZCZENIE

Przedmiotem badań było określenie wpływu sieci wodociągowej na jakość sensoryczną wody pitnej pochodzącej z różnych ujęć. Badania stanowią kolejną część podjętych prac dotyczących jakości wody wodociągowej. Cel pracy realizowano poprzez: zbadanie jakości sensorycznej (zapachu i smaku) wody pitnej pochodzącej z różnych punktów w obrębie olsztyńskiej sieci wodociągowej. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, iż transport wody siecią wodociągową w Olsztynie w okresie zimowym nie wpływa na pogorszenie zapachu i smaku wody dostarczanej konsumentowi. Ponadto gorsza jakość sensoryczna wody pitnej u odbiorców może być warunkowana gorszą jej jakością tuż po uzdatnieniu. W wyniku transportu wody siecią wodociągową możliwe jest obniżenie intensywność pewnych cech zapachowych i smakowych do poziomu niewykrywalnego.

### ABSTRACT

Object of studies was aimed at determining the effect of a water-pipe system on the sensory quality of drinking water originating from various intakes. The aim was to be achieved through analyses of the sensory quality (odor and flavor) of drinking water originating from various reception points within the water-pipe system. Based on the analyses carried out in the research, it may be stated that, transport of water through the water-pipe system in Olsztyn in the winter season does not affect deterioration of odor or flavor of water supplied to consumers. Besides worse sensory quality of drinking water at consumers' reception points may be determined by its worse quality immediately after treatment. As a result of water transport through a water-pipe network, it is possible to reduce the intensity of some odor and flavor attributes to an undetectable level.

### WSTĘP

Na jakość wody pitnej wpływa wiele czynników między innymi takich jak: pochodzenie uzdatnianej wody surowej, technologia uzdatniania i stosowane środki dezynfekcyjne, korozyjność wody, rodzaj użytych materiałów instalacyjnych, sposób eksploatacji i stan techniczny instalacji i urządzeń, czas przebywania wody w sieci wodociągowej [4, 5, 12, 15]. W skład systemu zaopatrzenia w wodę wchodzi trzy podstawowe elementy: stacja uzdatniania wody, zewnętrzna sieć wodociągowa oraz wewnętrzna instalacja budynków, które mogą mieć istotny wpływ na jakość wody.

Właściwą wodę wodociągową uzyskuje się w stacjach uzdatniania wody poprzez zastosowanie procesów fizyczno-mechanicznych, fizyko-chemicznych i biologicznych. W procesach uzdatniania usuwa się nadmiar szkodliwych i niepożądanych związków chemicznych, niszczy bakterie chorobotwórcze oraz ogranicza rozwój innych mikroorganizmów [1]. Woda po uzdatnieniu powinna spełniać wymagania regulowane przepisami o jakości wody pitnej i na potrzeby gospodarcze [4]. Należy pamiętać, iż samo zwiększenie efektywności i wydajności zakładów uzdatniania nie musi warunkować poprawy jakości wody wodociągowej dostarczanej konsumentowi. Fakt ten wynika z

**Adres do korespondencji:** Anna Gątorska, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności, Wydział Nauki o Żywności, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, 10-957 Olsztyn, Pl. Cieszyński 1, tel. 89 5234 139, fax 89 5233 554, e-mail: gicz@uwm.edu.pl

możliwości wtórnego zanieczyszczenia wody podczas transportu przewodami sieci dystrybucyjnej. Najczęstszą przyczyną zmian jakości wody w sieci rozdzielczej są produkty korozji, osady oraz osiadły na ścianach przewodów wodociągowych tzw. biofilm. Na obniżenia jakości transportowanej wody wpływają przerwy w przepływie między punktem uzdatniania a punktami odbioru przez konsumentów [14]. Nie bez znaczenia pozostaje także sposób transportu wody przewodami sieci wodociągowej. Czynniki wpływającymi na parametry jakościowe wody pitnej są m.in.: właściwości chemiczne transportowanej wody, materiał, z jakiego wykonano przewody sieci dystrybucyjnej, jej szczelność, a także czas przebywania wody wewnątrz sieci rozdzielczej. Ponadto badania innych autorów wskazują, że szczególne właściwości chemiczne wody mogą przyczyniać się do wtórnego zanieczyszczenia związkami pochodzącymi z przewodów stalowych, żeliwnych oraz miedzianych sieci wodociągowych. Nie zaobserwowano tego typu problemów w przypadku przewodów wykonanych z różnego rodzaju tworzyw sztucznych [15].

Prowadzone dotychczas badania wody pitnej w Polsce dotyczyły wyłącznie oceny jakości parametrów fizykochemicznych, mikrobiologicznych i hydrobiologicznych, nie uwzględniając oceny cech sensorycznych. Przykładem takich badań może być ocena wskaźników fizykochemicznych, bakteriologicznych i hydrobiologicznych wody przesyłanej siecią wodociągową w Warszawie [15]. Natomiast konsumenci oceniając jakość wody pitnej polegają głównie na swoich zmysłach. W konsumenckiej ocenie jakości wody bierze się pod uwagę przede wszystkim jej wygląd, smak oraz zapach. Woda zabarwiona, mętna, czy też o zmienionym smaku lub zapachu często uważana jest przez konsumenta za nie nadającą się do picia, a także stanowiącą zagrożenie dla zdrowia [6]. Czysta woda nie jest zupełnie pozbawiona smaku. Woda pitna będzie bezsmakowa, jeśli zawartość w niej jonów soli będzie na poziomie zbliżonym do ich zawartości w ślinie. Gorzki smak może utrzymywać się nawet przez minutę od chwili wypicia wody. Niezależnie od zawartości w wodzie związków o smaku gorzkim można w niej zidentyfikować organoleptycznie jony miedzi oraz żelaza występujące w stężeniach 1-10 mg/l, sole zaś przy stężeniach 100-1000 mg/l. Określenie zapachu wody jest dużo trudniejsze, gdyż większość konsumentów z trudem wykrywa zapach próbki wody pitnej. Jest to spowodowane głównie tym, iż zapach odbiera się częściej w przypadku, gdy spodziewa się jego obecności [13].

Celem pracy było określenie wpływu sieci wodociągowej na jakość sensoryczną wody pitnej pochodzącej z różnych ujęć. Badania stanowią kolejną część podjętych prac dotyczących jakości wody wodociągowej. Cel pracy realizowano poprzez: zbadanie jakości senso-

rycznej (zapachu i smaku) wody pitnej pochodzącej z różnych punktów odbioru w obrębie olsztyńskiej sieci wodociągowej. W celu określenia wpływu sieci wodociągowej na jakość sensoryczną wody pitnej porównano otrzymane wyniki z wynikami (przeprowadzonej w tym samym okresie) oceny jakości sensorycznej wody pobranej bezpośrednio po uzdatnieniu - w Stacji Uzdatniania Wód, gdzie wykorzystano wyniki własne [3].

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły próbki wody uzdatnionej pobrane z 11 punktów odbioru, pochodzącej z sześciu ujęć w Olsztynie. Punkty poboru wyznaczono przy współpracy ze Stacją Uzdatniania Wód w Olsztynie, dobierając tak aby były jak najdalej oddalone od ujęcia, z którego pochodziła dana woda. W przypadku wody pochodzącej z pięciu ujęć, próbki pobierano w dwóch różnych punktach (próby oznaczono odpowiednio: A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>), zaś w przypadku wody z jednego ujęcia, obejmującego niewielki zasięg odbiorczy, próbkę pobierano tylko w jednym punkcie (próbka D<sub>1</sub>). Przyjęto analogiczne oznaczenia badanych próbek wody pobranych w danym punkcie odbioru pochodzących z danego ujęcia do oznaczeń próbek pobranych z danego ujęcia bezpośrednio po uzdatnieniu, np. odpowiednio: A1, A2 i A. Poboru próbek wody dokonywał uprawniony do tego pracownik Stacji Uzdatniania Wód w Olsztynie. Materiał badawczy pobierano do czystych, zakręcanych, butli szklanych wykorzystywanych wyłącznie do tego typu badań.

Próbki badanej wody były kodowane. Materiał badawczy dostarczano do pracowni sensorycznej przy zachowaniu odpowiednich warunków transportu (bez dostępu światła, w niskiej temperaturze), a następnie przechowywano w warunkach chłodniczych (temp. 4-5°C). Czas przechowywania pobranych próbek od chwili pobrania do czasu oceny nie przekraczał 24 godzin.

Ponieważ materiał badawczy pochodził z kontrolowanych ujęć, wodę uznaliśmy za bezpieczną dla zdrowia, nie zagrażającą zdrowiu osobom oceniającym.

### *Woda odniesienia*

Metodyka badań wskazuje na zastosowanie wody odniesienia, którą otrzymywano z wody wodociągowej pobranej z kranu w pracowni i odpowiednio przygotowanej zgodnie z polską normą [8]. Wodę odniesienia przygotowywano w dniu wykonywania badań. Woda ta była wolna od wszelkich zapachów i smaków.

Woda odniesienia wykorzystywana była bezpośrednio do analizy, do wykonywania rozcieńczeń badanej próbki oraz płukania szkła.

### Przygotowanie próbek do badań

Ocenę zapachu i smaku przeprowadzono stosując szkło o znormalizowanych wymiarach (odpowiednie kolby stożkowe na szlif i kieliszki) zgodnie z obowiązującą w tym zakresie normą [8]. Bezpośrednio przed oceną materiał badawczy oraz wodę odniesienia ogrzewano w łaźni wodnej do uzyskania temperatury  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ . Próbkę do oceny podawano w formie zakodowanej kodami trójcyfrowymi.

### Metodyka oceny sensorycznej wody

Ocenę wody przeprowadzono z wykorzystaniem metody opierającej się na ilościowym określeniu zapachu i smaku poprzez oznaczenie liczby progowej zapachu (TON) i liczby progowej smaku (TFN), zgodnie z procedurą zawartą w normie PN-EN 1622.

Liczbę progową zapachu (TON) określano na podstawie wzoru:

$$\text{TON} = (A + B)/A$$

Liczbę progową smaku (TFN) obliczono ze wzoru:

$$\text{TFN} = (A + B)/A$$

gdzie:

A - objętość badanej próbki

B - objętość wody odniesienia użytej do rozcieńczenia

W badaniach jako rodzaj testu wykorzystano jedną z metod różnicowych oceny sensorycznej - metodę trójkątową. Każdy oceniający dokonał oceny w trzech powtórzeniach. Wyniki wszystkich osób oceniających po zsumowaniu poddano weryfikacji statystycznej.

Ocenę dokonano w Pracowni Sensorycznej w Katedrze Towaroznawstwa i Badań Żywności Uniwersy-

tetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie w okresie zimowym 2006 roku.

Zgodnie z PN-ISO 8589:1998 pracownia wyposażona była w boksy do oceny i spełniała wszystkie podstawowe wymagania objęte normą. W trakcie przeprowadzanych analiz pomieszczenie do oceny było wolne od obcych zapachów, przeciągu, hałasu oraz innych czynników mogących zakłócać przebieg oceny. W pracowni istniała także możliwość regulacji barwy oświetlenia w boksach, zastosowanie czego pozwalało na eliminację wpływu barwy próbki a wynik oceny. Temperatura w pracowni wynosiła  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ .

### Zespół oceniający

Zespół oceniających stanowił 8 osób o odpowiedniej wrażliwości sensorycznej określonej zgodnie z następującymi normami: PN-ISO 3972, PN-ISO 8586-1, PN-ISO 6658 [9, 10, 11]. Ponadto przed oceną osoby te przeszkolono z zakresu stosowanych metod oceny sensorycznej oraz poinstruowano odnośnie bezpośredniego przygotowania do badań (m.in. nie używania wonnych kosmetyków, nie spożywania posiłków, nie palenia papierosów itp.).

## WYNIKI I DYSKUSJA

Przy udziale ośmiu oceniających, przy zastosowaniu trzech powtórzeń uzyskano 24 oceny każdej próbki. Norma odnośnie oceny sensorycznej wody [PN-EN 1622] zakłada, że dla stwierdzenia istotności różnic, pod względem badanej cechy, pomiędzy próbką badaną a odniesienia udział zgodnych odpowiedzi powinien wynosić ponad 70%, co przy 24 ocenach stanowi minimum 17 zgodnych odpowiedzi. Jeżeli wymagany poziom zgodności wyników w danej ocenie nie został osiągnięty, stwierdza się, iż próbki (badana i odniesienia) nie różnią się między sobą istotnie.

Tabela 1. Wyniki oceny zapachu próbek wody  
Results of the odor evaluation of the water samples

Oznaczenie badanej próbki	Liczba progowa zapachu TON	Liczba uzyskanych zgodnych wyników	Zgodność wyników oceniających [%]	Istotność różnic między próbką badaną a wodą odniesienia
A <sub>1</sub>	1	13	54	próbki nie różnią się istotnie
A <sub>2</sub>	1	16	67	próbki nie różnią się istotnie
B <sub>1</sub>	1	12	50	próbki nie różnią się istotnie
B <sub>2</sub>	1	9	38	próbki nie różnią się istotnie
C <sub>1</sub>	1	6	29	próbki nie różnią się istotnie
C <sub>2</sub>	1	8	33	próbki nie różnią się istotnie
D <sub>1</sub>	1	14	58	próbki nie różnią się istotnie
E <sub>1</sub>	1	19	79	próbki różnią się istotnie
E <sub>2</sub>	1	15	63	próbki nie różnią się istotnie
F <sub>1</sub>	1	12	50	próbki nie różnią się istotnie
F <sub>2</sub>	1	12	50	próbki nie różnią się istotnie

Tabela 2. Wyniki oceny zapachu badanych próbek po zastosowaniu rozcieńczenia  
Results of the odor evaluation of the diluted samples

Badana próbka	Liczba progowa zapachu TON	Liczba uzyskanych zgodnych wyników	Zgodność wyników oceniających [%]	Różnica między próbką badaną a wodą odniesienia
E <sub>1</sub> '	2	11	46	próbki nie różnią się istotnie

Tabela 3. Ocena smaku badanych próbek  
Flavor evaluation of the water samples

Badana próbka	Liczba progowa zapachu TFN	Liczba uzyskanych zgodnych wyników	Zgodność wyników oceniających [%]	Różnica między próbką badaną a wodą odniesienia
A <sub>1</sub>	1	11	46	próbki nie różnią się istotnie
A <sub>2</sub>	1	13	54	próbki nie różnią się istotnie
B <sub>1</sub>	1	13	54	próbki nie różnią się istotnie
B <sub>2</sub>	1	11	46	próbki nie różnią się istotnie
C <sub>1</sub>	1	15	63	próbki nie różnią się istotnie
C <sub>2</sub>	1	12	50	próbki nie różnią się istotnie
D <sub>1</sub>	1	13	54	próbki nie różnią się istotnie
E <sub>1</sub>	1	17	71	<i>próbki różnią się istotnie</i>
E <sub>2</sub>	1	13	54	próbki nie różnią się istotnie
F <sub>1</sub>	1	9	38	próbki nie różnią się istotnie
F <sub>2</sub>	1	8	33	próbki nie różnią się istotnie

#### Ocena zapachu wody

Próbki wody poddano ocenie pod względem zapachu bez ich rozcieńczenia, co określało liczbę progową zapachu TON równą 1. Wyniki oceny zapachu dla większości badanych próbek (A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub>) wskazują na brak istotnych różnic w porównaniu z wodą odniesienia, co określa liczbę progową równą 1 (tab. 1). W przypadku powyższych próbek porzeczano na metodzie uproszczonej bez stosowania rozcieńczeń [8], zaś zapach tych próbek zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej określa się jako akceptowalny [2].

Ocena próbki E1 wskazuje na istotne różnice pomiędzy próbką a wodą odniesienia, dlatego też przeprowadzono dalszy etap oceny zapachu tej próbki wody stosując rozcieńczenie. Wyniki oceny rozcieńczonej (1:1) próbki E<sub>1</sub> wskazują na liczbę uzyskanych zgodnych wyników poniżej wymaganego minimum niezbędnego do stwierdzenia istotnego zróżnicowania pomiędzy badaną próbką a próbką odniesienia (tab. 2). Pozwoliło to na stwierdzenie braku istotnych różnic pomiędzy próbką badaną a wodą odniesienia. Liczbę progową zapachu dla tej próbki określono jako mniejszą niż 2.

#### Ocena smaku wody

Analizując uzyskane wyniki oceny smaku podobnie jak w ocenie zapachu tylko w przypadku próbki E<sub>1</sub>, stwierdzono, istotne różnice w porównaniu z wodą

odniesienia (tab. 3). W przypadku tej próbki zgodność uzyskanych wyników wynosiła 71%. Wynik ten daje podstawę do stwierdzenia istotności różnic między badaną wodą a wodą odniesienia. W takim przypadku liczbę progową określa się jako większą od 1. Próbka ta charakteryzowała się gorszym smakiem, gdzie oceniający wskazywali na wyczuwalny posmak roślinny i metaliczny. Próbkę tę poddano dalszej ocenie po zastosowaniu rozcieńczenia.

Stosując rozcieńczenie 1:1 nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy badaną próbką E<sub>1</sub> a wodą odniesienia, a wynik – liczbę progową - określa się jako poniżej 2 (tabela 4).

Dla określenia wpływu sieci wodociągowej na jakość sensoryczną wody uzyskane wyniki porównano z wynikami (przeprowadzonej w tym samym okresie) oceny jakości sensorycznej wody pobranej bezpośrednio po uzdatnieniu w miejscu wprowadzenia wody do sieci wykorzystując wyniki własne [3]. Analizując wyniki stwierdzono, że jakość sensoryczna wody dostarczanej konsumentowi na terenie miasta Olsztyna nie jest gorsza od jakości sensorycznej tej samej wody tuż po uzdatnieniu. Niższa jakość wody z jednego punktu poboru (próbka E<sub>1</sub>) wynika z gorszej jakości tej wody na ujęciu (tuż po procesie uzdatniania). Możemy więc stwierdzić że poszczególne elementy sieci wodociągowej nie wpływają na pogorszenie cech sensorycznych wody. Ponadto wyniki oceny zapachu próbki D<sub>1</sub>, i oceny

Tabela 4. Ocena smaku badanych próbek po zastosowaniu rozcieńczenia  
The flavor evaluation of the diluted samples

Badana próbka	Liczba progowa zapachu TON	Liczba uzyskanych zgodnych wyników	Zgodność wyników oceniających [%]	Różnica między próbką badaną a wodą odniesienia
E <sub>1</sub> '	2	14	58	próbki nie różnią się istotnie

smaku próbek  $D_1$  i  $A_1$  wskazywały na lepszą ich jakość w porównaniu z jakością analogicznych próbek wody pobranej w miejscu wprowadzania do sieci. Może to wskazywać na występowanie w uzdatnionej wodzie pewnych cech smakowych i zapachowych, których intensywność w wyniku transportu wody siecią wodociągową maleje i nie jest wyczuwana w wodzie pobieranej z danych punktów odbioru.

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, iż:

1. Transport wody siecią wodociągową w Olsztynie nie wpływa na pogorszenie zapachu i smaku wody dostarczanej konsumentowi.
2. Gorsza jakość sensoryczna wody do picia u odbiorców może być warunkowana gorszą jakością wody tuż po uzdatnieniu.
3. W wyniku transportu wody siecią wodociągową może nastąpić obniżenie intensywność pewnych cech zapachowych i smakowych do poziomu niewykrywalnego.

## PIŚMIENNICTWO

1. *Anonim.*: Zdrowa woda. *Zdr. Żywn.* 2002, 03, 28–29.
2. Dz. U. Nr 203, poz. 1718 z 2002 r. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
3. *Gątorska A., Białas E., Konstanty J., Klus K., Smoczyński S.*: Sensory evaluation of the quality of potable water in Olsztyn. Ed. *Zieliński R.* Poznań (ISBN 978-83-7417-270-7). *Current Trends in Commodity Science.* 2007, Vol. 1, 18-25.
4. *Ignatowicz-Owsieniuk K., Skoczko I.*: Jakość a wymagania stawiane wodzie do picia i na potrzeby gospodarce. *Ekopartner.* 2001, 11, 22-23.
5. *Leszczyńska M., Sozański M.*: Metodyki kontroli jakości wody w miejskich sieciach wodociągowych. *Przeł. Kom.* 2004, 16 (5), 106–110.
6. *McGuire M.J.*: Off-flavour as the consumer's measure of drinking water safety. *Water. Sci. Technol.* 1995, 31(11), 1-8.
7. PN- ISO: 8589. Ogólne wytyczne dotyczące projektowania pracowni analizy sensorycznej.
8. PN-EN: 1622. Analiza wody. Oznaczanie liczby progowej zapachu (TON) i liczby progowej smaku (TFN).
9. PN-ISO 3972:1998. Analiza sensoryczna Metodologia Metoda sprawdzania wrażliwości smakowej.
10. PN-ISO 6658:1998. Analiza sensoryczna. Metodologia. Wytyczne ogólne.
11. PN-ISO 8586-1:1996. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających. Wybrani oceniający.
12. *Radziszowska I.*: Niezwykłe właściwości wody a wymagania monitoringu w sieciach wodociągowych. *Człow. Środ.* 2001, 25(3), 361-380.
13. *Stelmaszuk W., Salek Z., Podedworny I.*: Organoleptyczna ocena jakości wody skażonej wybranymi truciznami sabotażowo-dywersyjnymi i toksycznymi środkami przemysłowymi. *Ser. Biol. UAM* 1992, 49, 305-314.
14. *Szuster A.*: Jakość wody w sieci wodociągowej i możliwość jej poprawy w wyniku zastosowania polifosforanowych inhibitorów korozji. *Przeł. Kom.* 2004, 16 (5), 110 -114.
15. *Wichrowska B., Życiński D., Krogulska B.*: Wpływ przewodów wodociągowych na jakość wody do picia. *Roczn. PZH* 1997, 48(4), 415-423.

Otrzymano: 12.10.2009

Zaakceptowano do druku: 12.04.2010

