

Ryzyko zdrowotne związane ze spożywaniem wody pitnej ze studni kopanych na przykładzie gminy Chmielnik

Health risks associated with the consumption of dug well drinking water on the example of the Chmielnik municipality

Natalia Żurek^(b, c, d, e), Maciej Bilek^(a, c, e)

Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski
Kierownik Katedry: prof. dr hab. inż. S. Sosnowski

^(a) koncepcja

^(b) zebranie materiału do badań

^(c) badania laboratoryjne

^(d) statystyka

^(e) opracowanie tekstu i piśmiennictwa

STRESZCZENIE

Wstęp. W Polsce znaczny odsetek populacji pozyskuje wodę pitną ze studni kopanych, podatnych na zanieczyszczenia przemysłowe i rolnicze. Woda pochodząca z tzw. prywatnych ujęć wodnych, zgodnie z polskim prawodawstwem, nie podlega jednak ustawowej kontroli, a jej spożywanie naraża konsumentów na negatywne skutki zdrowotne.

Celem pracy było oszacowanie wybranych parametrów fizykochemicznych wody pitnej ze studni kopanych oraz odniesienie uzyskanych wyników do norm ujętych w rozporządzeniu ministra zdrowia.

Materiał i metody. W przeprowadzonych analizach 36 próbek wody studziennej z terenu gminy Chmielnik, zawartość azotanów (III) i jonu amonowego badano za pomocą fotometru, odczyn i przewodność elektrolityczną miernikiem wieloparametrowym, mętność za pomocą turbidymetru, zaś stężenie chlorków oznaczono metodą miareczkową.

Wyniki. Dla badanych parametrów chemicznych, tj. azotanów (III), chlorków i jonu amonowego nie stwierdzono przekroczeń dopuszczalnych norm, podobnie jak dla parametru fizycznego, tj. przewodności elektrolitycznej. Ponadnormatywne wartości odnotowano natomiast dla dwóch parametrów fizycznych, tj. odczynu (2 próbki) i mętności (33 próbki).

Wnioski. Wodę z badanych studni kopanych można określić jako bezpieczną dla konsumentów pod względem badanych parametrów chemicznych, dla których spodziewano się przekroczeń dopuszczalnych norm w związku z terminem poboru. Problem ponadnormatywnych wartości mętności dla większości kontrolowanych studni

może być rozwiązany poprzez wprowadzenie prostych metod uzdatniania, natomiast wprowadzenie regularnych badań wszystkich parametrów jakości wody pitnej pozwoliłoby ustalić, czy przekroczone normy dla odczynu wiążą się z niedopuszczalnymi stężeniami wskaźników chemicznych, które nie były badane w niniejszej pracy.

Słowa kluczowe: studnie kopane, woda pitna, bezpieczeństwo zdrowotne żywności

ABSTRACT

Introduction. In Poland, a significant part of the population obtains drinking water from dug wells, susceptible to industrial and agricultural contamination. Meanwhile, so-called private water intakes, according to the Polish law, are not subject to the statutory control. This exposes the consumers to negative health effects. The aim of the study was to estimate the selected physicochemical parameters of drinking water from dug wells and to compare results to the permissible standards.

Material and methods. 36 samples taken from dug wells from the Chmielnik community were tested. Nitrites and ammonium content was examined using a photometer, the pH value and electrolytic conductivity were measured by a multi-parameter meter, and turbidity by a turbidimeter. Chloride concentration was determined by the titration method.

Results. For the chemical parameters tested, i.e. nitrites, chlorides and ammonium, the permissible standards were not exceeded. Similarly, for the electrolytic conductivity,

no violation of the standards was reported. In contrast, pH value (2 samples) and turbidity (33 samples) were found to fall beyond the permissible standard.

Conclusions. Water from the dug wells studied can be described as safe for consumers in terms of controlled chemical parameters, which were found not to exceed the standards. The problem of high turbidity value can

be solved by introducing simple water treatment methods. Regular testing of all quality water parameters could explain whether the exceeded pH norm is associated with unacceptable concentrations of chemical indicators which were not studied in this work.

Key words: dug wells, drinking water, food safety

WSTĘP

Woda pitna to najczęściej spożywany środek spożywczy, od którego prawidłowej podaży zależą wszystkie procesy zachodzące w ludzkim organizmie. Z tego też powodu istnieją regulacje prawne, zarówno na poziomie międzynarodowym, jak i poszczególnych państw, które nakładają na podmioty zajmujące się dostarczaniem wody pitnej szereg obowiązków. Dzięki temu gwarantuje się konsumentom bezpieczeństwo zdrowotne. W Polsce wymagania dotyczące jakości wody pitnej zostały określone w rozporządzeniu ministra zdrowia „W sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi” [1]. W przedsiębiorstwach wodociągowo-kanalizacyjnych, zajmujących się dostarczaniem wody pitnej w zbiorowym systemie zaopatrzenia, jakość jej jest na bieżąco kontrolowana w procedurach kontroli wewnętrznej i zestawiana z wymaganiami ministerialnymi. Ponadto nad jakością wody w zbiorowym systemie zaopatrzenia czuwają organy Państwowej Inspekcji Sanitarnej, prowadzące regularne kontrole. Jeżeli wykazane zostanie, że dostarczana konsumentom woda nie spełnia wymogów, podejmowane są natychmiastowe działania zaradcze, dzięki czemu ryzyko spożywania wody zagrażającej zdrowiu ograniczone jest w zbiorowym systemie zaopatrzenia do minimum. Dzięki rozbudowanemu systemowi kontroli zbiorowy system zaopatrzenia w wodę pitną, z którego korzysta znaczna część mieszkańców Polski, uznaje się za bezpieczny, co potwierdzają sprawozdania z działalności Państwowej Inspekcji Sanitarnej [2,3].

Kilka milionów Polaków znajduje się jednak w grupie poważnego ryzyka zdrowotnego, związanego ze spożywaniem wody nie spełniającej wymogów określonych przez rozporządzenia ministerialne. Są to osoby konsumujące wodę pitną z tzw. prywatnych ujęć wodnych, do których należą najczęściej studnie kopane i wiercone. Na skutek luki prawnej w rozporządzeniach ministra zdrowia „W sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi” woda pochodząca z takich ujęć nie jest objęta jakimkolwiek nadzorem sanitarnym w związku z czym jej użytkownicy latami mogą spożywać

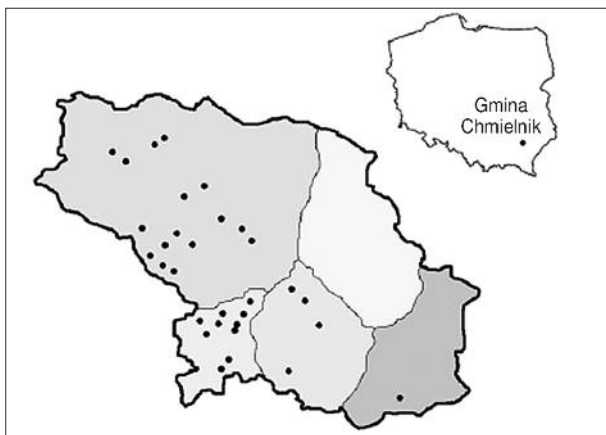
np. substancje bezpośrednio zagrażające nie tylko zdrowiu, ale i życiu [1,4,5]. Na ryzyko to zwracają uwagę od kilkunastu już lat pracownicy polskich uczelni wyższych, prowadzący badania jakości wody pitnej pochodzącej głównie ze studni kopanych [6,7,8]. Pomimo, że prace te mają najczęściej charakter wyrywkowy, a czas i miejsce poboru dobrane są zwykle przypadkowo, wyniki badań uznać należy za wysoce niepokojące i wskazujące przede wszystkim na zbyt wysokie stężenia w wodach studziennych związków azotu, jak również na zanieczyszczenia mikrobiologiczne [9-11,12]. Analizy prowadzone w laboratoriach uczelni wyższych pozwalają zatem choć w niewielkim stopniu szacować ryzyko zdrowotne, wynikające ze spożywania niekontrolowanej wody, a im szersza będzie ich skala, tym więcej zostanie zidentyfikowanych studni z wodą nie spełniającą wymogów.

Celem niniejszej pracy było oszacowanie wybranych parametrów fizykochemicznych wody pitnej, pochodzącej ze studni kopanych oraz odniesienie uzyskanych wyników do norm podanych przez rozporządzenie ministra zdrowia „W sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi” [1].

MATERIAŁ I METODY

Do oceny jakości wód studziennych wybrana została gmina Chmielnik, położona w powiecie rzeszowskim województwa podkarpackiego. Obszarowo gmina zajmuje powierzchnię równą 52,87 km², a liczba mieszkańców przypadająca w 2014 roku wyniosła 6779 osób. Gmina Chmielnik jest typową gminą rolniczą. Przy powierzchni geodezyjnej wynoszącej 5287 ha – 3892 ha stanowią użytki rolne, z czego 62,3% to grunty orne, 34,5% użytki zielone, 3,2% – sady. Pozostałe 782 ha stanowią lasy, a 613 ha – nieużytki.

Na tle innych gmin województwa podkarpackiego gmina Chmielnik charakteryzuje się jednym z najniższych odsetków ludności korzystającej z instalacji wodociągowych, tj. 20,6% w 2014 roku, przy średniej dla województwa wynoszącej 78,1% [13].



Ryc. 1. Lokalizacja punktów poboru

Fig. 1. Sampling points location

Badaniem objęto 36 tzw. prywatnych ujęć wodnych, zlokalizowanych na terenie czterech miejscowości: Chmielnik – 16 studni, Borówki – 10 studni, Zabratówka – 6 studni i Błędowa Tyczyńska – 4 studnie. Próbkę wody pitnej ze studni kopanych pobrane zostały w przeciągu pięciu dni lutego 2016 roku z terenu gminy Chmielnik (Ryc. 1, Tab. I). Czas poboru wytypowano po zimowych roztopach i przy deszczowej aurze, bowiem zgodnie z danymi literaturowymi w wodach studziennych powinny występować wówczas najwyższe stężenia substancji będących skutkiem działalności rolniczej, gospodarskiej i przemysłowej człowieka [6,14]. Badano zawartość jonów będących wskaźnikami świeżego zanieczyszczenia wody ściekami bytowo-gospodarczymi. Zawartość azotanów (III) i jonu am-

Tabela I. Charakterystyka punktów poboru wód studziennych

Table I. Characteristics of collection points

Próbka	Miejscowość	Wykorzystanie	Otoczenie studni
1	Chmielnik	woda pitna	droga gminna, ogródek przydomowy
2	Chmielnik	woda pitna, cele gospodarcze	droga gminna, pole uprawne
3	Chmielnik	woda pitna	stodoła, kompleks leśny
4	Chmielnik	woda pitna, cele gospodarcze	stodoła, droga dojazdowa
5	Chmielnik	woda pitna, spożywana sezonowo	droga dojazdowa, ogródek przydomowy
6	Chmielnik	woda pitna	droga dojazdowa
7	Chmielnik	woda pitna, cele gospodarcze	budynek mieszkalny
8	Chmielnik	woda pitna	droga dojazdowa, stodoła
9	Chmielnik	woda pitna	droga dojazdowa
10	Chmielnik	woda pitna, cele gospodarcze	obornik, stodoła
11	Chmielnik	woda pitna	pole uprawne
12	Chmielnik	woda pitna	droga gminna, ogródek przydomowy
13	Chmielnik	woda pitna, spożywana sezonowo	pole uprawne, teren w trakcie zabudowy
14	Chmielnik	woda pitna, spożywana sezonowo	teren w trakcie zabudowy
15	Chmielnik	woda pitna	pole uprawne, kompleks leśny
16	Chmielnik	woda pitna, cele gospodarcze	droga gminna, stodoła
17	Zabratówka	woda pitna	ogródek przydomowy
18	Zabratówka	woda pitna	budynek mieszkalny
19	Zabratówka	woda pitna	droga gminna, budynek mieszkalny
20	Zabratówka	woda pitna	budynek mieszkalny
21	Zabratówka	woda pitna	obornik, stodoła
22	Borówki	woda pitna	droga dojazdowa
23	Borówki	woda pitna	stodoła, budynek mieszkalny
24	Borówki	woda pitna, spożywana sezonowo	ogródek przydomowy
25	Borówki	woda pitna	stodoła, pole uprawne
26	Borówki	woda pitna	droga gminna
27	Borówki	woda pitna	stodoła, obornik
28	Borówki	woda pitna, cele gospodarcze	droga gminna, sad
29	Borówki	woda pitna	budynek mieszkalny
30	Borówki	woda pitna	kompleks leśny
31	Borówki	woda pitna	stodoła, obornik
32	Błędowa Tyczyńska	woda pitna	cmentarz, pole uprawne
33	Błędowa Tyczyńska	woda pitna	ogródek przydomowy
34	Błędowa Tyczyńska	woda pitna, spożywana sezonowo	teren w trakcie zabudowy
35	Błędowa Tyczyńska	woda pitna, cele gospodarcze	stodoła, budynek mieszkalny
36	Zabratówka	cele gospodarcze, nawadnianie roślin	pole uprawne

nowego badano za pomocą fotometru HI 83205. Stężenia jonu amonowego oznaczano zgodnie z procedurą analityczną Amerykańskiego Stowarzyszenia Badań i Materiałów (ASTM, *American Society for Testing and Materials*) D1426 [15], zaś stężenia azotanów (III) zgodnie z procedurą analityczną USEPA (*The United States Environmental Protection Agency*, Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska) 354.1 [16]. Zawartość chlorków oznaczono metodą miareczkową Mohra [17]. Oszacowano także parametry fizyczne, tj. odczyn i przewodność elektrolityczną miernikiem wieloparametrowym HI 9811-5 po uprzedniej kalibracji [17], oraz mętność, za pomocą mętnościomierza HI 98703 zgodnego z metodą rekomendowaną przez USEPA 180.1 [18].

Otrzymane dla wyżej wymienionych parametrów wyniki zostały poddane analizie statystycznej z wykorzystaniem programu Statistica w wersji 10. Wykonano test U Manna-Whitneya dla dwóch grup niezależnych oraz test post-hoc dla wielu grup niezależnych, zachowując poziom istotności $p < 0,05$.

WYNIKI BADAŃ

Otrzymane wyniki badań jakości wód pitnych (Tab. II) porównano z wartościami dopuszczalnymi, ujętymi w rozporządzeniu ministra zdrowia „W sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi” [1]. Zgodnie z wytycznymi obowiązującego rozporządzenia, najwyższe dopuszczalne wartości poszczególnych wskaźników, uznane jako bezpieczne dla człowieka, wynoszą odpowiednio dla azotanów (III) i amoniaku 0,50 mg/l, dla chlorków 250 mg/l, dla mętności 1 NTU, dla przewodności elektrolitycznej 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, zaś dla odczynu prawidłowa wartość powinna mieścić się w zakresie od 6,5 do 9,5 [1].

Średnia zawartość azotanów (III) dla trzydziestu sześciu badanych wód studziennych wynosiła $0,04 \pm 0,02$ mg/l ($n=36$). Najwyższą wartość stwierdzono dla studni w miejscowości Chmielnik ($0,17 \pm 0,00$ mg/l), zlokalizowanej nieopodal pól uprawnych i kompleksu leśnego. Najniższe stężenie również odnotowano dla wody studziennej w miejscowości Chmielnik ($0,01 \pm 0,00$ mg/l).

Średnie stężenie jonu amonowego w trzydziestu sześciu analizowanych wodach studziennych wyniosło $0,12 \pm 0,08$ mg/l ($n=36$). Wartości najwyższe stwierdzono dla dwóch studni w miejscowości Chmielnik ($0,40 \pm 0,00$ mg/l oraz $0,31 \pm 0,02$ mg/l), zlokalizowanych nieopodal pól uprawnych. Z kolei

wartości najniższe odnotowano dla wód studziennych w miejscowości Borówki ($0,04 \pm 0,02$ mg/l oraz $0,04 \pm 0,04$ mg/l).

Średnie stężenie chlorków dla trzydziestu sześciu badanych wód studziennych wynosiło $28,43 \pm 20,60$ mg/l ($n=36$). Wartości najwyższe stwierdzono dla studni w miejscowości Borówki ($100,58 \pm 4,10$ mg/l), zlokalizowanej nieopodal pola uprawnego i stodoły oraz dla studni z miejscowości Zabratówka ($68,63 \pm 2,05$ mg/l). Natomiast wartości najniższe odnotowano dla trzech wód studziennych w miejscowości Chmielnik ($10,65 \pm 0,00$ mg/l).

Średnia wartość mętności dla trzydziestu sześciu badanych wód studziennych wynosiła $11,44 \pm 25,41$ NTU ($n=36$). Wartości najwyższe stwierdzono dla dwóch studni w miejscowości Chmielnik ($146,33 \pm 2,89$ NTU oraz $53,7 \pm 6,62$ NTU). Studnie te zlokalizowane były w sąsiedztwie pól uprawnych. Najniższe wartości odnotowano dla wód studziennych w miejscowości Chmielnik ($0,58 \pm 0,03$ NTU) oraz Zabratówka ($0,72 \pm 0,24$ NTU).

Średnia wartość przewodności elektrolitycznej dla trzydziestu sześciu badanych wód studziennych wynosiła $501,1 \pm 197,11$ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ($n=36$). Wartości najwyższe stwierdzono dla studni w miejscowości Chmielnik ($1183,33 \pm 5,77$ $\mu\text{S}/\text{cm}$) oraz dla studni w miejscowości Błędowa Tyczyńska ($813,33 \pm 5,77$ $\mu\text{S}/\text{cm}$). Pierwsza z wymienionych studni zlokalizowana była nieopodal drogi i stodoły, zaś druga przy stodole. Z kolei wartości najniższe odnotowano dla wód studziennych w miejscowości Błędowa Tyczyńska ($173,33 \pm 5,77$ $\mu\text{S}/\text{cm}$) oraz Chmielnik ($203,33 \pm 5,77$ $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Średnia wartość odczynu dla trzydziestu sześciu badanych wód studziennych wynosiła $7,21 \pm 0,45$ ($n=36$). Wartości najwyższe stwierdzono dla studni w miejscowości Chmielnik ($8,15 \pm 0,07$) oraz dla studni w miejscowości Borówki ($7,97 \pm 0,06$). Należy przy tym podkreślić, że pierwsza z wymienionych studni zlokalizowana była nieopodal pola uprawnego, zaś druga w sadzie położonym przy drodze. Z kolei wartości najniższe odnotowano dla wód studziennych w miejscowości Błędowa Tyczyńska ($5,90 \pm 0,00$) i Borówki ($6,33 \pm 0,06$).

Dla wszystkich badanych parametrów trzydziestu sześciu próbek wody ze studni kopanych, sporządzono wykresy współzależności. Analiza statystyczna, wykazała dodatnią korelację pomiędzy mętnością, a stężeniem jonu amonowego ($r=0,61$), a także pomiędzy stężeniem chlorków, a przewodnością elektrolityczną ($r=0,56$) i odczynem ($r=0,36$).

Pod względem parametru odczynu, dla badanej partii trzydziestu sześciu próbek przy pomocy analizy statystycznej stosując test *post-hoc*, stwierdzono

różnice statystyczne w zależności od miejsca poboru tylko dla dwóch miejscowości: Chmielnik i Błędowna Tyczyńska (odpowiednio 0,02 oraz 0,02) przy poziomie istotności $p < 0,05$. Dla próbek z miejscowości Chmielnik średnia wartość odczynu wynosiła

7,47±0,31 (n=16), dla Zabratówki 7,00±0,19 (n=6), dla Borówek 7,14±0,46 (n=10), zaś dla Błędownej Tyczyńskiej 6,64±0,52 (n=4). Dla innych badanych parametrów nie stwierdzono różnic statystycznych pomiędzy miejscowościami.

Tabela II. Wyniki badań wód studziennych
Table II. Results of well water analysis

Próbka	Azotany (III) (mg/l) ± SD (n=2)	Jon amonowy (mg/l) ± SD (n=2)	Chlorki (mg/l) ± SD (n=3)	Mętność (NTU) ± SD (n=3)	Przewodność elektrolityczna (µS/cm) ± SD (n=3)	Odczyn (n=3)
1	0,01±0,00	0,07±0,00	10,65±0,00	4,35± 0,31	443,33±5,77	7,43±0,06
2	0,02±0,00	0,09±0,01	11,53±1,25	0,58±0,03	480,00±0,00	7,33±0,06
3	0,03±0,02	0,09±0,01	11,83±1,02	2,06±0,22	320,00±0,00	6,85±0,07
4	0,03±0,01	0,09±0,06	21,89±1,02	2,92±0,19	730,00±0,00	7,25±0,07
5	0,03±0,01	0,06±0,01	39,64±1,02	3,09±0,34	660,00±0,00	7,50±0,00
6	0,03±0,00	0,23±0,02	17,15±1,02	14,97±0,46	360,00±0,00	7,43±0,06
7	0,04±0,01	0,09±0,01	17,15±1,02	5,06±0,25	473,33±5,77	7,30±0,00
8	0,04±0,02	0,07±0,01	14,79±1,02	1,60±0,31	556,67±5,77	7,53±0,15
9	0,04±0,01	0,06±0,02	20,11±1,02	1,65±0,21	643,33±5,77	7,30±0,00
10	0,05±0,00	0,13±0,01	23,66±1,02	5,59±0,43	606,67±5,77	7,50±0,00
11	0,04±0,00	0,31±0,02	17,15±2,05	146,33±2,89	546,67±5,77	7,75±0,07
12	0,04±0,01	0,08±0,02	18,34±1,02	19,9±0,85	456,67±5,77	7,90±0,00
13	0,05±0,01	0,08±0,03	13,61±1,02	5,14±0,13	203,33±5,77	7,45±0,07
14	0,04±0,01	0,11±0,02	10,65±0,00	2,74±0,05	430,00±0,00	8,15±0,07
15	0,17±0,00	0,40±0,00	10,65±0,00	53,7±6,62	336,67±11,54	7,80±0,00
16	0,03±0,00	0,08±0,01	66,85±1,02	3,66±0,30	1183,33±5,77	7,10±0,00
17	0,04±0,01	0,08±0,00	31,95±1,78	1,37±0,10	523,00±5,77	7,23±0,06
18	0,04±0,00	0,08±0,01	38,46±1,02	4,92±0,75	513,33±5,77	7,20±0,00
19	0,04±0,00	0,05±0,00	47,92±1,78	0,72±0,24	686,67±5,77	7,00±0,00
20	0,04±0,00	0,11±0,06	68,63±2,05	1,01±0,75	746,67±5,77	6,97±0,06
21	0,05±0,01	0,17±0,03	20,71±1,02	4,40±0,08	643,33±5,77	6,97±0,06
22	0,03±0,00	0,08±0,02	17,75±0,00	18,4±0,10	263,33±5,77	7,23±0,21
23	0,03±0,00	0,09±0,01	26,03±1,02	5,99±0,07	353,33±5,77	7,13±0,06
24	0,04±0,00	0,14±0,00	20,71±1,02	0,79±0,10	446,67±5,77	7,67±0,06
25	0,05±0,01	0,15±0,02	100,58±4,1	14,37±0,47	566,67±5,77	6,33±0,06
26	0,05±0,01	0,09±0,00	68,04±1,02	2,89±0,23	580,00±0,00	6,97±0,06
27	0,04±0,00	0,04±0,02	54,43±1,02	1,42±0,28	556,67±5,77	7,17±0,06
28	0,05±0,00	0,13±0,01	27,81±1,02	34,43±1,48	496,67±5,77	7,97±0,06
29	0,05±0,01	0,08±0,03	25,44±1,02	3,85±0,14	453,33±5,77	6,80±0,00
30	0,04±0,00	0,04±0,04	29,58±1,02	4,55±0,51	380,00±0,00	7,33±0,06
31	0,04±0,00	0,26±0,05	15,38±1,02	8,22±0,69	206,67±5,77	6,77±0,06
32	0,02±0,00	0,19±0,00	17,16±1,02	2,99±0,11	586,67±5,77	6,77±0,06
33	0,02±0,00	0,18±0,00	18,93±1,02	7,82±0,33	173,33±5,77	5,90±0,00
34	0,02±0,00	0,20±0,00	15,97±0,00	4,12±0,02	330,00±0,00	7,13±0,06
35	0,02±0,00	0,14±0,00	39,64±1,02	1,12±0,09	813,33±5,77	6,77±0,06
36	0,02±0,00	0,17±0,00	13,02±1,02	15,3±0,36	290,00±0,00	6,70±0,00

DYSKUSJA

Ze zbiorowego systemu zaopatrzenia w wodę pitną korzysta w gminie Chmielnik co piąty mieszkaniec, reszta spożywa wodę z tzw. prywatnych ujęć wodnych [13]. Studnie kopane, z których pobrano próbki wody, zlokalizowane są na terenach wiejskich, i jako indywidualne ujęcia wody pitnej, nie podlegają ustawowej kontroli stanu chemicznego oraz bakteriologicznego [1]. Większość studni kopanych w gminie Chmielnik znajduje się w sąsiedztwie pól uprawnych, gminnych dróg, oborników i zabudowań gospodarczych. Z tych względów w badanych wodach należało spodziewać się wyższego stężenia związków azotowych na skutek zanieczyszczenia przez ścieki bytowo-gospodarcze [4,5]. Przemawiał za tym również fakt, iż próbki wody pobrane zostały w okresie po stopnieniu śniegu i przy opadach deszczu, co według autorów wielu prac powinno skutkować skażeniem wody studziennej świeżymi zanieczyszczeniami, a co za tym idzie podwyższonymi stężeniami azotanów (III), amoniaku i chlorków [6,14].

Szczególnym zagrożeniem dla zdrowia człowieka są zwiększone ilości azotanów (III), przy długotrwałym narażeniu prowadzące do methemoglobinemii, na którą szczególnie narażone są małe dzieci (do 6 miesiąca życia), kobiety w ciąży oraz osoby starsze. Ponadto związki te są prekursorami nitrozoamin o udowodnionym działaniu mutagennym i rakotwórczym. Wpływają negatywnie na procesy trawienia białek, tłuszczu i węglowodanów [6,8,14].

Uzyskane wyniki badań nie potwierdziły jednak powyższych założeń. W żadnej z analizowanych wód studziennych, pomimo sąsiedztwa z takimi obiektami jak stodoły, czy oborniki, nie stwierdzono przekroczeń wartości dla związków najłatwiej przenikających do wód podziemnych: azotanów (III), amoniaku i chlorków. Potwierdzeniem tego jest również niski stopień mineralizacji badanych wód, określany poprzez przewodność elektrolityczną. Wysokie wartości tego parametru stwierdza się w przypadku skażenia wody świeżymi zanieczyszczeniami [7].

Najczęstszym przekroczeniem w analizowanych wodach studziennych była nieprawidłowa wartość dla mętności. Na 36 analizowanych wód studziennych tylko dla trzech nie stwierdzono przekroczenia wartości granicznej, wynoszącej 1 NTU [1]. W przypadku mętności na wystąpienie ponadnormatywnych wartości istotny wpływ mają lokalizacja i otoczenie studni oraz warunki pogodowe. Silne opady deszczu w okresie objętym badaniem niewątpliwie przyczyniły się do pogorszenia jakości wody pitnej. Zarazem mętność jest parametrem, który w głównej

mierze wpływa na estetyczny wygląd wody, ale w sposób bezpośredni nie decyduje i nie świadczy o zagrożeniu dla zdrowia człowieka [19, 20]. Podkreśla się więc, że mętność wody pitnej nie daje podstawy do stwierdzenia, iż zagraża ona bezpieczeństwu zdrowotnemu konsumentów [21,22]. Wskazaniem byłoby jednak wprowadzenie na terenie gminy Chmielnik, w przypadku studni z których pozyskiwana woda charakteryzuje się wysoką mętnością, procesu uzdatniania realizowanego za pomocą prostych, przydomowych rozwiązań konstrukcyjnych – pod warunkiem prawidłowego ich użytkowania, jak również obligatoryjne gotowanie wody [23].

Dla dwóch badanych wód studziennych stwierdzone zostały również przekroczenia dopuszczalnego zakresu odczynu. Zgodnie z rozporządzeniem ministerialnym „W sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi” parametr ten uwzględniany jest przy ocenie agresywnych właściwości korozyjnych wody, które mogą wpływać na wymywanie związków szkodliwych z powierzchni instalacji wodociagowych [1,24]. Bezpośrednio odczyn nie decyduje o ryzyku zdrowotnym, kształtując jednak smak wody [24]. Zwraca się przy tym uwagę, że o odczynie wody podziemnej decydują przede wszystkim czynniki środowiskowe (np. opady kwaśnego deszczu), typ gleby w obrębie której zlokalizowane jest ujęcie, jak również obecność rozpuszczonego w wodzie dwutlenku węgla, charakterystyczna dla wód mineralnych [25,26,27]. Zgodnie z danymi literaturowymi niskich wartości odczynu spodziewać należy się również w studniach, w których występują zwiększone zawartości związków azotu [28]. W niniejszej pracy nie stwierdzono jednak przekroczeń norm dla azotanów (III) i jonu amonowego w studniach w których odnotowano odczyn poniżej normatywnej wartości 6,5. Natomiast biorąc pod uwagę, że rozpuszczalność wielu związków chemicznych zmienia się w wodzie o niskim odczynie [29], wskazane byłoby dokonanie kompleksowych analiz wody ze studni o ponadnormatywnych wartościach odczynu, tak by określić wszystkie chemiczne wskaźniki jakości wody pitnej.

WNIOSKI

1. W wodzie pitnej z badanych studni kopanych nie stwierdzono przekroczeń norm dla badanych wskaźników chemicznych, pomimo poboru w terminie w którym spodziewane było ich największe skażenie.

2. Parametrem dyskwalifikującym badane próbki jako wodę pitną jest mętność, nie stwarza ona jednak bezpośredniego zagrożenia zdrowotnego.
3. Przedstawione wyniki badań wód studziennych nie wskazują na zagrożenie zdrowotne pomimo poboru z terenu rolniczego, jednak bezpieczeństwo stosowania w pełni mogłyby potwierdzić kompleksowe i regularnie prowadzone badania, przewidziane dla wody pitnej w rozporządzeniu ministra zdrowia.

WYKAZ PIŚMIENICTWA

- [1] Rozporządzenie ministra zdrowia z dnia 13 listopada 2015 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz. U. 2015 poz. 1989.
- [2] Stan sanitarny kraju w roku 2014, <http://gis.gov.pl/images/bw/2014wps.pdf>.
- [3] Wójcik-Jackowski S., Bilek M.: Woda z „prywatnych” ujęć wody pitnej jako czynnik ryzyka zdrowia człowieka, w świetle badań jej jakości na tle obowiązujących uregulowań prawnych. *Bromat Chem Toksykol* 2015; 48: 216-222.
- [4] Pawęska K., Malczewska B., Zyglińska B.: Charakterystyka wód ze studni ze szczególnym uwzględnieniem związków azotu na przykładzie wsi Przeździeca. *Proc ECOpole* 2012; 6: 253-260.
- [5] Raczuk J., Dziuban E., Biardzka E.: Nitrates in drinking water as a factor of a health risk to the Płaterow commune inhabitants (Mazovian Province). *Ochr Środ Zas Nat* 2013; 24: 5-9.
- [6] Pawęska K., Bawiec A., Włodek S., Maras R.: Zmiany składu fizykochemicznego w wodach ujęciowych na terenach wiejskich powiatu kluczborskiego. *Inż Ekol* 2015; 44: 210 – 216.
- [7] Raczuk J.: Wstępna ocena jakości wód studziennych na terenie gminy Terespol. *Act Scient Pol Form Circum* 2004; 3: 67-75.
- [8] Raczuk J., Sarnowska K.: Jakość wód studni wiejskich w wybranych gminach województwa lubelskiego. *Arch Ochr Środ* 2002; 28: 63-75.
- [9] Bilek M., Lachowicz S., Kaniuczak J.: Zawartość anionów nieorganicznych w wodzie pitnej z ujęć indywidualnych z terenu Podkarpacia. *Bromat Chem Toksykol* 2014; 47: 903-908.
- [10] Bilek M., Małek K., Sosnowski S.: Parametry fizykochemiczne wody pitnej ze studni kopanych z terenu Podkarpacia. *Bromat Chem Toksykol* 2015; 48: 640-646.
- [11] Bilek M., Rybakowa M.: Azotany (III) i (V) w wodzie pitnej studni kopanych i wierconych z terenu Podkarpacia jako czynnik ryzyka methemoglobinemii. *Przegl Lek* 2014; 71: 520-522.
- [12] Szczerbiński R., Karczewski J., Fiłon J.: Azotany (V) w wodzie do picia jako czynnik ryzyka zdrowotnego ludności województwa podlaskiego. *Rocz PZH* 2006; 57: 39-48.
- [13] Gmina Wiejska Chmielnik. Statystyczne Vademecum Samorządowca. http://www.rzeszow.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_podkarpackie/portrety_gmin/rzeszowski/chmielnik.pdf.
- [14] Tymczyna L., Gołuszka J.: Stan sanitarno-higieniczny wód studziennych w rejonach podgórskich w Suchej Beskidzkiej. *Rocz PZH* 2001; 52: 145-153.
- [15] Standard Test Methods for Ammonia Nitrogen In Water. <http://www.astm.org/Standards/D1426.htm>, dostęp w dniu 15.03.2016.
- [16] Nitrogen, Nitrite (Spectrophotometric). <http://www.caslab.com/EPA-Methods/PDF/EPA-Method-354-1.pdf>.
- [17] Kubiak J., Tórz A., Nędzarek A.: Analityczne podstawy hydrochemii. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Szczecinie, Szczecin 1999: 107-118, 204-210.
- [18] O'Dell J.W.: Determination of turbidity by nephelometry. https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/method_180-1_1993.pdf;
- [19] Bergel T., Pawełek J., Rułka Z.: Mętność wody dostarczanej przez systemy wodociągowe województwa małopolskiego. *Ochr Środ* 2009; 31: 61-64.
- [20] Reczek L., Siwiec T., Skiba I.: Ocena korelacji wzajemnej podstawowych jednostek mętności. *Gaz Wod Tech Sanit* 2002; 76: 211-215.
- [21] Chelmiczka A., Kiedrzyńska L.: Ocena związku między wybranymi jednostkami mętności. *Przegl Nauk Inż Kształ Środ* 2005; 31: 195-200.
- [22] Olearczyk-Siwik B.: Problem nadmiernej mętności wody surowej na przykładzie zbiornika Czaniec. *Prac Nauk GIG Górń Środ* 2010; 2: 64-74.
- [23] Perchuć M., Boryń A.: Badania wybranych rozwiązań przydomowego zaopatrzenia w wodę. *Gaz Wod Tech Sanit* 2007; 81: 27-33.
- [24] Czerwińska-Tomczyk J., Łusiak R., Rysak A.: Chemizm wód podziemnych (w:) Nowicki Z. (red.): Wody podziemne miast wojewódzkich Polskich. Informator Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 2007: 22-23.
- [25] Rajkiewicz E.: Wpływ cech fizykochemicznych wody na jakość roztwarzanych produktów spożywczych w proszku. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności, Katedra Towaroznawstwa i Badań Żywności. Olsztyn-Poznań 2008: 11, 58.
- [26] Radzka E., Koc G., Rak J.: Ocena jakości wody pitnej w powiecie siedleckim. *Przegl Nauk Inż Kształ Środ* 2008; 41: 78-86.
- [27] Bodora S.: Badania fizyczno-chemiczne wód mineralnych Krynicy-Zdrój (cz. I). *Lab* 2011; 16: 28-30.
- [28] Sapek B.: Wymywanie azotanów oraz zakwaszenie gleby i wód gruntowych w efekcie działalności rolniczej. Wydawnictwo Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty 1995: 31.
- [29] Thomas M., Białęcka B., Zdebek D.: Źródła jonów miedzi i wybrane sposoby ich usuwania ze ścieków pochodzących z produkcji płytek drukowanych. *Inż Ekol* 2014; 37: 31-49.

Adres do korespondencji:

dr n. farm. Maciej Bilek
Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej
Wydział Biologiczno-Rolniczy
Uniwersytet Rzeszowski
ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów
tel. 663-196-847
e-mail: mbilek@ur.edu.pl