

Maciej Bilek, Katarzyna Malek, Stanisław Sosnowski

PARAMETRY FIZYKOCHEMICZNE WODY PITNEJ ZE STUDNI KOPANYCH Z TERENU PODKARPACIA

Katedra Inżynierii Produkcji Rolno-Spożywczej
Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego
Kierownik: prof. dr hab. inż. S. Sosnowski

Za pomocą przenośnych urządzeń pomiarowych dokonano analizy wody pitnej, pochodzącej z trzydziestu studni kopanych z terenu Podkarpacia. Oceniano pięć parametrów wody pitnej, tzn. stężenie azotanów (III) i (V), mętność, odczyn i przewodność elektrolityczną. Jedynie w próbkach wody z sześciu studni nie odnotowano przekroczeń dopuszczalnych wartości, warunkowo zaś dopuszczona do spożycia mogłaby zostać woda z dwóch kolejnych studni.

Słowa kluczowe: woda pitna, studnie kopane, azotany (V), bezpieczeństwo żywności.
Key words: drinking water, dug wells, nitrates, food safety.

Woda pitna, będąca podstawą prawidłowo zbilansowanego sposobu odżywiania człowieka, nie zagraża zdrowiu, jeżeli spełnia wymagania dotyczące jakości, zgodne z rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. „W sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi” z późniejszymi zmianami. Instytucją powołaną do prowadzenia nadzoru sanitarnego nad jakością wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi jest Państwowa Inspekcja Sanitarna (PIS) i jej jednostki organizacyjne (1, 2). System zbiorowego zaopatrzenia w wodę pitną, dzięki regularnym kontrolom prowadzonym w wyspecjalizowanych laboratoriach, gwarantuje wysoką jej jakość (3).

Woda pitna może stać się jednak zagrożeniem. Dzieje się tak zwykle wtedy, gdy użytkownicy prywatnych ujęć wodnych zmuszeni są do określania jej jakości wyłącznie na podstawie oceny organoleptycznej (4, 5). Sytuacje te wynikają z faktu, że prywatne ujęcia wody pitnej nie są w naszym kraju objęte obowiązkowym nadzorem sanitarnym (1, 2, 6). Zwiększa to ryzyko spożywania wody niebezpiecznej dla zdrowia, której niska jakość i skażenie mogą stać się przyczyną wielu chorób. Zazwyczaj zanieczyszczona woda nie nadaje się do spożycia i na potrzeby gospodarcze, a procesy jej uzdatniania są nieopłacalne i skomplikowane dla pojedynczego gospodarstwa domowego (5, 7, 8). Stwarza to zagrożenie szczególnie wśród ludności biedniejszej i w środowiskach wiejskich, gdzie nie istnieje możliwość przyłączenia do systemu zbiorowego zaopatrzenia w wodę (4, 9, 10).

W ostatnich latach opublikowano wiele prac naukowych, które wskazują na wysokie ryzyko zdrowotne związane ze spożywaniem wód, szczególnie ze studni kopanych. Zagrożenie wiąże się m.in. z obecnością w wodach studziennych związków azotu: azotanów (III) i azotanów (V) o szeroko znanym, szkodliwym działaniu na

organizm człowieka (4, 7–9). Wiele prac wskazuje ponadto na wysoką mętność wód studziennych, nie będącą jednak parametrem decydującym o zagrożeniu zdrowotnym w sposób bezpośredni (5, 10, 11).

W sytuacji, w której woda pitna z prywatnych ujęć wodnych nie jest kontrolowana przez inspekcje państwowe, to właśnie laboratoria uczelni wyższych mogą uzupełniać tę lukę, podejmując jak najwięcej i jak najszerzej zakrojonych prac analitycznych. Identyfikując studnie z wodą nie spełniającą wymogów, możemy przyczynić się do ograniczenia narażenia konsumentów na substancje szkodliwe i do poprawy stanu zdrowia publicznego (7–9, 12, 13).

Badania wód studziennych prowadzone mogą być zarówno z zastosowaniem metod miareczkowych, elektrochemicznych i spektrofotometrycznych (7, 8, 10, 11), jak również technik chromatograficznych (9, 12). Od kilkunastu lat popularnością cieszą się również zminiaturyzowane urządzenia analityczne, umożliwiające prowadzenie badań jakości wody w terenie, np. przy studni. Pozwalają one zarówno na pomiary bezpośrednie, polegające na zanurzeniu w badanej wodzie sondy i określeniu m.in. przewodności, czy odczynu, jak i pomiary pośrednie, gdy do badanej próbki dodawany jest reagent, umożliwiający pomiar kolorymetryczny (14). Metoda kolorymetryczna wykorzystywana jest najczęściej do oceny zawartości jonów, szczególnie zaś często – anionów nieorganicznych, takich jak azotany (III) i (V) (13, 15–17).

Celem pracy było oszacowanie wybranych parametrów fizykochemicznych wody pitnej ze studni kopanych z terenu Podkarpacia za pomocą przenośnych urządzeń pomiarowych.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badany stanowiło trzydzieści próbek wody pitnej, pobranych ze studni kopanych z terenu całego województwa podkarpackiego. Wśród badanych studni wyróżniono studnie położone w bezpośrednim (do 10 metrów) sąsiedztwie szamb i kompostowników oraz studnie użytkowane przez konsumentów wody pitnej przynajmniej raz dziennie (tab. I).

Do określenia odczynu i przewodności elektrolitycznej posłużono się miernikiem wieloparametrowym HI 9811-5. Mętność badanych wód studziennych oceniono na podstawie pomiarów dokonywanych mętnościomierzem HI 98703, zgodnie z metodą USEPA (*The United States Environmental Protection Agency, Amerykańska Agencja Ochrony Środowiska*) numer 180.1 (18).

Do oceny zawartości azotanów (III) i azotanów (V) wykorzystano fotometr HI 83205, po uprzednim przesączeniu badanych próbek wód studziennych przez filtry strzykawkowe MCE 0,45 μm . Zawartość azotanów (V) oceniano wg procedury analitycznej HI 93728, zgodnej z metodą polecaną przez USEPA (19), po wcześniejszym trzykrotnym rozcieńczeniu próbek. Zawartość azotanów (III) oznaczono wg procedury analitycznej HI 93707, wg metody USEPA numer 354.1 (20).

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu Statistica 10, którym wykonano test nieparametryczny dla dwóch niezależnych prób U Manna-Whitneya przy poziomie istotności $p=0,05$.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Wyniki analiz wód studziennych przedstawiono w tab. I, odcieniami koloru szarego oznaczając wyniki, które przekroczyły normy podawane przez rozporządzenie „W sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi” (1, 2).

Średnia wartość przewodności elektrolitycznej dla trzydziestu badanych próbek wynosiła $706 \pm 325 \mu\text{S/cm}$. Wartość najwyższą, $1560 \pm 26 \mu\text{S/cm}$ ($n=3$), odnotowano dla wody studziennej z Rzeszowa, najniższą zaś, $240 \pm 0 \mu\text{S/cm}$ ($n=3$), w miejscowości Niedźwiada, dla której stwierdzono również najniższy odczyn, wynoszący $6,6 \pm 0$ ($n=3$). Odczyn najwyższy odnotowano zaś dla wody studziennej z miejscowości Cygany ($\text{pH}=7,7 \pm 0$, $n=3$). Wartość średnia odczynu wynosiła $7,13 \pm 0,23$ ($n=30$). Próbką o najwyższej mętności, tzn. $9,59 \pm 0,11$ NTU, $n=3$ (*Nephelometric Turbidity Unit* – nefelometryczna jednostka mętności) pochodziła z miejscowości Niwiska, o najniższej zaś z Godowej ($0,06 \pm 0,01$ NTU, $n=3$). Średnia mętność dla trzydziestu badanych próbek wynosiła $1,81 \pm 2,50$ NTU. Zakres stężeń azotanów (V) wynosił od $7,97 \pm 0,87 \text{ mg/dm}^3$ ($n=3$) dla próbki z miejscowości Domaradz, do $231,25 \pm 3,54 \text{ mg/dm}^3$ ($n=3$) dla próbki z miejscowości Niwiska. Średnie stężenie azotanów (V) wynosiło $90,09 \pm 67,33 \text{ mg/dm}^3$ ($n=30$). Mniejszą rozpiętość wyników odnotowano dla azotanów (III). Najniższe odnotowane stężenie wynosiło $0,01 \pm 0 \text{ mg/dm}^3$ ($n=3$), zaś najwyższe $0,09 \pm 0,01 \text{ mg/dm}^3$ ($n=3$), przy stężeniu średnim wynoszącym $0,03 \pm 0,02 \text{ mg/dm}^3$ ($n=30$).

Dla badanej puli próbek stwierdzono statystycznie istotny wpływ lokalizacji studni i sposobu jej użytkowania na parametry chemiczne, decydujące o bezpieczeństwie zdrowotnym wody studziennej, tj. zawartość azotanów (III) i (V). W próbkach wody pobranych ze studni położonych w sąsiedztwie szamb i kompostowników dla azotanów (III) i (V) odnotowywano statystycznie istotnie wyższe stężenia (odpowiednio $p=0,022$ i $p=0,015$), aniżeli w studniach, w pobliżu których nie znajdowały się wymienione obiekty. Średnie stężenia azotanów (III) i (V) dla wód studziennych, pobranych z obiektów położonych w sąsiedztwie szamb i kompostowników, wynosiły odpowiednio $0,05 \pm 0,03 \text{ mg/dm}^3$ oraz $197,29 \pm 26,66 \text{ mg/dm}^3$, zaś dla grupy próbek pobranych ze studni w pobliżu których nie znajdowały się takie obiekty odpowiednio $0,02 \pm 0,01 \text{ mg/dm}^3$ oraz $78,18 \pm 59,40 \text{ mg/dm}^3$. W próbkach wody pobranych ze studni codziennie użytkowanych zawartość azotanów (III) i (V) była statystycznie istotnie niższa (odpowiednio $p=0,012$ i $p=0,007$), niż w próbkach pochodzących ze studni które nie były użytkowane na co dzień. Dla próbek wód ze studni codziennie użytkowanych średnie stężenia azotanów (III) i (V) wynosiły odpowiednio $0,02 \pm 0,01 \text{ mg/dm}^3$ oraz $63,17 \pm 52,81 \text{ mg/dm}^3$, zaś próbek wód ze studni, które nie były użytkowane codziennie odpowiednio $0,04 \pm 0,02 \text{ mg/dm}^3$ oraz $152,90 \pm 55,87 \text{ mg/dm}^3$.

Rozporządzenie „W sprawie jakości wody do spożycia przez ludzi” dla azotanów (V) podaje najwyższe dopuszczalne stężenie wynoszące 50 mg/dm^3 , zaś dla azotanów (III) $0,5 \text{ mg/dm}^3$. Dla mętności najwyższa dopuszczalna wartość wynosi 1 NTU, dla przewodności elektrolitycznej $2500 \mu\text{S/cm}$, zaś dla odczynu jest to zakres od 6,5 do 9,5 (1, 2). W badanej partii trzydziestu próbek wody, pochodzących ze studni kopanych, tylko dla sześciu nie odnotowano przekroczeń dopuszczalnych wartości (tab. I). Przyjmując jednak „Proponowane maksymalne wartości czasowych odstępstw wybranych parametrów chemicznych wody przeznaczonej do spożycia”, określone przez Główną Inspekcję Sanitarną (20), warunkowo dopuszczone mogłyby zostać do użytkowania dodatkowo dwie studnie.

Tabela I. Wyniki badań wody pitnej, pochodzącej ze studni kopanych z terenu Podkarpacia

Table I. Results of assessment of quality of drinking water samples collected from the dug wells in the area of Podkarpacie

Miejsce poboru / sąsiedztwo szamb i kompostowników/ codzienne użytkowanie		Przewodność ($\mu\text{S}/\text{cm}$) \pm SD (n=3)	Mętność (NTU) \pm SD (n=3)	Odczyn \pm SD (n=3)	Azotany (V) (mg/dm^3) \pm SD (n=3)	Azotany (III) (mg/dm^3) \pm SD (n=3)
Cygany	- +	660 \pm 10	0,44 \pm 0,02	7,0 \pm 0	160,37 \pm 4,72	0,03 \pm 0,02
	- +	690 \pm 10	3,76 \pm 0,18	7,2 \pm 0,1	182,22 \pm 4,32	0,02 \pm 0,01
	- -	530 \pm 0	1,04 \pm 0,02	7,1 \pm 0,1	65,56 \pm 1,73	0,03 \pm 0
	+ -	830 \pm 0	0,51 \pm 0,02	6,8 \pm 0	226,82 \pm 7,08	0,09 \pm 0,01
	- +	1253 \pm 12	3,19 \pm 0,05	7,3 \pm 0,1	72,95 \pm 3,26	0,03 \pm 0,01
	- -	1190 \pm 17	7,52 \pm 0,12	7,0 \pm 0,1	124,34 \pm 1,63	0,07 \pm 0,01
	- +	457 \pm 5,77	3,24 \pm 0,05	7,7 \pm 0	37,66 \pm 1,22	0,03 \pm 0,01
Domaradz	- +	693 \pm 15	0,76 \pm 0,08	7,1 \pm 0,1	69,11 \pm 6,76	0,02 \pm 0
	- +	613 \pm 6	0,23 \pm 0,02	7,2 \pm 0,1	32,78 \pm 3,12	0,02 \pm 0
	- +	530 \pm 0	0,13 \pm 0,03	7,4 \pm 0	7,97 \pm 0,87	0,02 \pm 0
	- +	560 \pm 20	0,24 \pm 0,01	7,2 \pm 0,1	29,24 \pm 1,04	0,01 \pm 0
Godowa	- +	530 \pm 0	0,06 \pm 0,01	7,2 \pm 0,1	15,51 \pm 2,55	0,03 \pm 0
	- +	470 \pm 0	1,12 \pm 0,01	7,1 \pm 0,1	9,89 \pm 0,90	0,02 \pm 0
Jadachy	+ -	470 \pm 0	1,38 \pm 0,03	7,3 \pm 0,1	190,05 \pm 5,47	0,03 \pm 0,01
Jasienica Rosielna	- +	683 \pm 15	0,12 \pm 0	7,1 \pm 0,1	47,84 \pm 1,08	0,02 \pm 0
Mogielnica	- +	720 \pm 0	2,66 \pm 0,24	7,2 \pm 0	46,96 \pm 3,70	0,01 \pm 0
Niedźwiada	- +	547 \pm 6	0,99 \pm 0,03	7,4 \pm 0	19,94 \pm 3,75	0,02 \pm 0
	- +	300 \pm 0	1,05 \pm 0,1	7,1 \pm 0	67,34 \pm 1,39	0,01 \pm 0
	- +	240 \pm 0	0,45 \pm 0,02	6,6 \pm 0	71,32 \pm 3,35	0,01 \pm 0
Niwiska	- -	453 \pm 15	9,59 \pm 0,11	7,3 \pm 0	123,60 \pm 1,37	0,02 \pm 0,01
	- -	420 \pm 0	1,21 \pm 0,22	7,1 \pm 0,1	231,25 \pm 3,54	0,03 \pm 0,01
Rzeszów	- +	1560 \pm 26	4,11 \pm 0,08	7,3 \pm 0	50,06 \pm 2,84	0,01 \pm 0
	- +	1003 \pm 21	0,31 \pm 0,04	7,1 \pm 0,2	73,98 \pm 0,46	0,02 \pm 0,01
	- +	620 \pm 0	7,84 \pm 0,05	6,9 \pm 0	14,18 \pm 1,14	0,02 \pm 0
	+ -	1200 \pm 10	0,17 \pm 0,01	7,1 \pm 0,1	174,99 \pm 6,78	0,04 \pm 0,01
Sieklówka	- -	537 \pm 6	0,10 \pm 0,01	7,4 \pm 0	120,79 \pm 2,31	0,05 \pm 0,04
Tarnobrzeg	- +	1397 \pm 32	0,18 \pm 0,05	6,6 \pm 0	53,31 \pm 1,29	0,02 \pm 0,01
	- +	907 \pm 6	0,60 \pm 0,08	7,1 \pm 0	188,72 \pm 4,76	0,02 \pm 0,01
	- -	507 \pm 6	1,38 \pm 0,03	6,9 \pm 0	118,72 \pm 5,58	0,02 \pm 0,01
Żyznów	- +	623 \pm 6	0,15 \pm 0,08	7,2 \pm 0	75,31 \pm 2,50	0,02 \pm 0

Znaczenie kolorów:

Norma	1–2,5 NTU 50–100 $\text{mg}/\text{dm}^3 \text{NO}_3^-$	2,5–5,0 NTU 100–150 $\text{mg}/\text{dm}^3 \text{NO}_3^-$	5,0–7,5 NTU 150–200 $\text{mg}/\text{dm}^3 \text{NO}_3^-$	7,5–10,0 NTU 200–250 $\text{mg}/\text{dm}^3 \text{NO}_3^-$
-------	---	--	--	---

Dla 14 zbadanych próbek odnotowano przekroczoną dopuszczalną wartość mętności, zaś dla 20 próbek przekroczenia stwierdzono w przypadku stężenia azotanów (V). Żadna z badanych próbek nie przekroczyła natomiast dopuszczalnych wartości dla odczynu, przewodności elektrolitycznej i azotanów (III). Wyniki niniejszych analiz, uzyskane za pomocą przenośnych urządzeń pomiarowych, są zbliżone do wcześniej przeprowadzonych badań własnych z zastosowaniem chromatografii jonowej. W analizach 29 wód ze studni kopanych z terenu Podkarpacia, odnotowano stężenia azotanów (V) w zakresie od 3,47 do 204,65 mg/dm³, podczas gdy w badaniach niniejszych zakres ten wynosił od 7,97 do 231,25 mg/dm³. Natomiast w analizach chromatograficznych najwyższe odnotowane stężenie azotanów (III) wynosiło 11,02 mg/dm³, podczas gdy w badaniach niniejszych, prowadzonych techniką fotometryczną, 0,09 mg/dm³ (9, 12). Różnica ta wynikać może jednak ze specyfiki badanych obiektów.

Podobne zakresy stężeń uzyskane zostały w pracach, w których stosowano klasyczną metodę spektrofotometryczną. W wodach ze studni kopanych z terenu województwa mazowieckiego, odnotowane zostały stężenia azotanów (V) w zakresie od 0,5 do 145 mg/dm³ (7) i od 29 do 240 mg/dm³ (8). Z kolei zakres stężeń uzyskanych metodą spektrofotometryczną dla azotanów (III), tj. od 0,04 do 0,6 mg/dm³, był zbliżony do wyników przedstawionych w niniejszej pracy (8).

Wyniki uzyskane za pomocą przenośnych urządzeń pomiarowych są zbieżne z rezultatami oznaczeń odczynu, prowadzonych metodą kolorymetryczną. W próbkach 14 wód studziennych kopanych z rejonu Suchej Beskidzkiej odnotowany zakres wartości dla odczynu wynosił od 7,1 do 7,4 (10), zaś w 12 wodach studziennych ze studni kopanych w rejonie Puław od 7,2 do 7,6 (11). W niniejszych badaniach zakres odczynu wynosił od 6,6 do 7,7.

Stosunkowo rzadko w badaniach naukowych oceniany jest istotny parametr wody pitnej: mętność, która wpływa w sposób znaczny na tzw. estetyczny wskaźnik jakości wody (21). Przed wprowadzeniem do użytku mętnościomierzy, w których wynik pomiaru podawany jest w nefelometrycznych jednostkach mętności (NTU), mętność wody pitnej oznaczana była w odniesieniu do wzorców sporządzanych z zawiesiny krzemionki lub formazyny. Wynik wyrażany był w mg/dm³, a jednostki NTU i mg/dm³ utożsamiano ze sobą (22, 23). W próbkach 14 wód studziennych kopanych z rejonu Suchej Beskidzkiej odnotowany zakres wartości dla mętności wynosił od 1,8 do 8,3 mg/dm³ (10), w 12 wodach studziennych ze studni kopanych w rejonie Puław od 1 do 5,5 mg/dm³ (11), zaś dla 2 studni kopanych, zlokalizowanych w okolicach Warszawy, od 1,00 do 19,7 mg/dm³ (5). Stosując przenośny mętnościomierz w badaniach niniejszych uzyskano zakres wartości mętności od 0,06 NTU do 9,59 NTU. Jednak, jak ustalono, wyników mętności oznaczonej różnymi metodami, wbrew przyjętej praktyce, nie można ze sobą utożsamiać i nie jest również możliwe ich proste, wzajemne przeliczenie (22, 23).

Zestawienie wyników badań wody pitnej ze studni kopanych wskazuje, że jakość jej jest niska, niezależnie od regionu w którym pobierano próbki do analizy. Pośród 20 próbek wód pobranych ze studni kopanych z terenu województwa lubelskiego zaledwie 4 spełniały normy jakości. W niniejszej pracy, na 30 zbadanych wód studziennych, pod względem pięciu wyznaczonych parametrów, wymogi rozporządzenia ministerialnego spełniało 6 studni (24). Parametrem którego dopuszczalne wartości są przekraczane najczęściej jest stężenie azotanów (V) oraz mętność. W niniejszych

badaniach przekroczone dopuszczalne stężenia azotanów (V) stwierdzono dla 70% próbek. Podobne wyniki uzyskano dla wód studziennych na terenie gminy Terespol, gdzie 75% spośród 20 studni przydomowych odznaczało się przekroczonymi dopuszczalnymi stężeniami dla azotanów (V) (25). Zagrożenia zdrowotne, wynikające ze spożycia azotanów (V), związane są z ich działaniem drażniącym w stosunku do śluzówki jelita cienkiego, co przy narażeniu chronicznym powoduje tzw. płaską śluzówkę, czyli wtórny zespół złego wchłaniania. Azotany (V), ulegając w przewodzie pokarmowym człowieka redukcji do azotanów (III), mogą ponadto być przyczyną methemoglobinemii, niebezpiecznej szczególnie dla dzieci (4, 9).

Brak ustawowej kontroli nad prywatnymi ujęciami wody, do których należą studnie kopane i wiercone (1, 2, 6), a zarazem stale poszerzająca się wiedza na temat ich znacznego zanieczyszczenia, każą apelować o zmiany w polskim ustawodawstwie, które nakazałyby zewidencjonowanie i regularne badanie wód studziennych.

WNIOSKI

1. Za pomocą przenośnych urządzeń pomiarowych stwierdzono niską jakość wody pitnej, pochodzącej ze studni kopanych z terenu Podkarpacia.
2. Parametrami, dla których odnotowano przekroczoną dopuszczalną wartość, były azotany (V) i mętność.
3. Skażenie wody pitnej studziennej, w połączeniu z brakiem ustawowej kontroli prywatnych ujęć wodnych, niesie dla konsumentów znaczne ryzyko zdrowotne, szczególnie w przypadku zanieczyszczenia azotanami (III) i (V).
4. Przenośne urządzenia pomiarowe, znajdujące się na wyposażeniu laboratoriów uczelnianych, mogą oddać znaczne usługi w kontroli jakości wody pitnej studziennej i przyczynić się do identyfikowania prywatnych ujęć wodnych, stanowiących zagrożenie zdrowotne.

M. Bilek, K. Małek, S. Sosnowski

THE PHYSICOCHEMICAL PARAMETERS OF DRINKING WATER FROM DUG WELLS IN THE AREA OF PODKARPACIE

Summary

The aim of this study was to determine some physicochemical parameters of drinking water samples collected from thirty dug wells in the area of Podkarpacie using portable measuring devices. The electrolytic conductivity of tested samples varied from 706 to 1560 $\mu\text{S}/\text{cm}$. The pH value was from 6.6 to 7.7, and turbidity from 0.06 to 9.59 NTU. The concentration of nitrates varied between 7.97 and 231.25 mg/L, and that of nitrites between 0.01 and 0.09 mg/L. These results are consistent with the studies of the well water carried out using the spectroscopic and chromatographic techniques. Among the thirty tested well water samples, only six did not exceed the limit values specified in the regulation of the Minister of Health of 2007. The limit value for turbidity was exceeded in 14 of the tested samples, and the concentration of nitrates was excessive in 21 of the samples. None of the tested samples did exceed the limit values for pH, electrolytic conductivity and nitrites. The number of samples that did not meet the standards was similar as in the other studies of well water quality from the whole of Poland. Concentrations of nitrates and turbidity were the parameters for which limit values were exceeded frequently, regardless of the region. Private water intakes, which include dug and drilled wells, are not covered by the state

sanitary control. Meanwhile, the knowledge of their significant pollution is still growing. All this makes the changes in Polish legislation necessary. The amended regulations should require recording and regular testing of the quality of well water. University laboratories equipped with portable measuring devices can be very useful in the well water quality control. They may contribute to the identification of private water intakes that constitute a hazard to consumers' health.

PIŚMIENNICTWO

1. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. Nr 61, poz. 417). – 2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 20 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. Nr 72, poz. 466). – 3. Stan sanitarny kraju w roku 2013. Dostęp z <http://www.gis.gov.pl/ckfinder/userfiles/files/Stan%20sanitarny%20kraju%202013.pdf> (stan z 25 marca 2015). – 4. *Lutyński R., Steczek - Wojdyła M., Wojdyła Z., Kroch S.*: The concentrations of nitrates and nitrites in food products and environmental and the occurrence of acute toxic methemoglobinemia. *Przegl. Lek.* 1996; 53(4): 351-355. – 5. *Perchuć M., Boryń A.*: Badania wybranych rozwiązań przydomowego zaopatrzenia w wodę. *Gaz Woda Tech. Sanit.* 2007; 81(6): 27-33. – 6. *Wójcik-Jackowski S., Bilek M.*: Woda z „prywatnych” ujęć wody pitnej, jako czynnik ryzyka zdrowia człowieka, w świetle badań nad jej jakością na tle obowiązujących uregulowań prawnych. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2015; 48(2): 216-222. – 7. *Raczuk J., Dziuban E., Biardzka E.*: Azotany w wodzie do picia jako czynnik ryzyka zdrowotnego mieszkańców gminy Platerów (województwo mazowieckie). *Ochr. Środ. i Zasob. Natur.*, 2013; 24(1): 5-9. – 8. *Raczuk J., Biardzka E., Michalczyk M.*: Związki azotu w wodzie studziennej w świetle ryzyka zdrowotnego mieszkańców gminy Wodynie (woj. Mazowieckie). *Woda Środ. Obsz. Wiej.*, 2009; 9(1): 87-97. – 9. *Bilek M., Rybakowa M.*: Azotany (III) i (V) w wodzie pitnej studni kopanych i wierconych z terenu Podkarpacia jako czynniki ryzyka methemoglobinemii. *Przegl. Lek.*, 2014; 71(10): 520-522. – 10. *Tymczyna L., Goluszka J.*: Stan sanitarno-higieniczny wód studziennych w rejonach podgórskich w Suchoj Beskidzkiej. *Roczn. PZH*, 2001; 52(2): 145-153.

11. *Bilek M., Lachowicz S., Kaniuczak J.*: Zawartość anionów nieorganicznych w wodzie pitnej ujęć indywidualnych z terenu Podkarpacia. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2014; 47(4): 903-908. – 12. *Skorbiłowicz M., Skorbiłowicz E.*: Quality of well waters in context of the content of nitrogen and phosphorus compounds in the upper Narew river valley. *J. Elementom.*, 2008; 13(4): 625-635. – 13. *Namięśnik J., Polkowska Z., Konieczka P.*: Polowe urządzenie do badania jakości wody. *Chem. Inż. Ekol.* 1994; 467(1): 373-398. – 14. *Nkansah M. A., Boadi N. O., Badu M.*: Assessment of the quality of water from hand-dug wells in Ghana. *Environ. Health Insights* 2010; 4: 7-12. – 15. *Okotto-Okotto J., Okotto L., Price H., Pedley S., Wright J.*: A longitudinal study of long-term change in contamination hazards and shallow well quality in two neighbourhoods of Kisumu, Kenya. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2015; 12: 4275-4291. – 16. *Sorlini S., Palazzini D., Sieliechi J.M., Ngassoum M.B.*: Assessment of physical-chemical drinking water quality in the Logone Valley (Chad-Cameroon). *Sustainability* 2013; 5: 3060-3076. – 17. *O'Dell J.W.*: Method 180.1. Determination of turbidity by nephelometry. Dostęp z http://water.epa.gov/scitech/methods/cwa/bioindicators/upload/2007_07_10_methods_method_180_1.pdf (stan z 22 maja 2015). – 18. Nitrates. Dostęp z <http://water.epa.gov/type/rs/monitoring/vms57.cfm> (stan z 22 maja 2015). – 19. Method 354.1. Nitrogen, Nitrite (Spectrophotometric). Dostęp z [https://www.uvm.edu/bwrl/lab_docs/protocols/354.1_Nitrite_by_spectrophotometry_\(EPA_1971\).pdf](https://www.uvm.edu/bwrl/lab_docs/protocols/354.1_Nitrite_by_spectrophotometry_(EPA_1971).pdf) (stan z 22 maja 2015). – 20. Proponowane maksymalne wartości czasowych odstępstw wybranych parametrów chemicznych wody przeznaczonej do spożycia. Dostęp z http://gistest.pis.gov.pl/ckfinder/userfiles/files/BW/WPDSpl/wartosci_czasowych_odstepstw.pdf (stan z 22 maja 2015).

21. *Bergel T., Pawelek J., Rulka Z.*: Mętność wody dostarczanej przez systemy wodociągowe województwa małopolskiego. *Ochr. Środ.* 2009; 31(4): 61-64. – 22. *Rzeczek L., Siwiec T., Skiba I.*: Ocena korelacji wzajemnej podstawowych jednostek mętności. *Gaz Woda Tech. Sanit.* 2002; 76(6): 211-215. – 23. *Chelmicka A., Kiedrzyńska L.*: Ocena związku między wybranymi jednostkami mętności. *Sci. Rev. Eng. Env. Sci.* 2005; 31(1): 195-200. – 24. *Raczuk J., Sarnowska K.*: Jakość wód studni wiejskich w wybranych gminach województwa lubelskiego. *Archiwum Ochrony Środowiska* 2002; 28(3): 63-75. – 25. *Raczuk J.*: Wstępna ocena jakości wód studziennych na terenie gminy Terespol. *Acta Scient. Pol. Form. Circumictus* 2004; 3(2): 67-74.