

JAKOŚĆ WÓD STUDNI WIEJSKICH W WYBRANYCH GMINACH WOJEWÓDZTWA LUBELSKIEGO

JOLANTA RACZUK, KATARZYNA SARNOWSKA

Akademia Podlaska, Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, ul. B. Prusa 12, 08-110 Siedlce

Keywords: underground water, dug and drilled wells, dissolved mineral solids.

WATER QUALITY OF SOME RURAL WELLS IN THE CHOSEN COMMUNES OF THE LUBLIN PROVINCE

In the period of 1999–2000 a monitoring of underground well waters was carried out in the areas of two communes of the Lublin Province. The water of the 20 yard wells localised in 10 villages was examined. The following parameters were determined in the water samples collected five times during the above-mentioned period: NO_3 , NO_2 , NH_4 , PO_4 , Cl , pH, total hardness, electrolytic conductivity. The studies showed that 40% out of all the analysed water wells did not meet the standards set in terms of nitrogen compounds content. 10% of all monitored wells constituted waters of a very high hardness and characterised by a high electrolytic conductivity. It was concluded that the degradation of the investigated waters was caused by the incorrect management of organic and mineral fertilisers as well as the lack of sanitary regulation compliance regarding the establishment of protective area around water intake spots. All in all, only 4 wells amongst the 20 investigated ones met all the required standards as far as the examined parameters were concerned during the whole period of the research. These were the deep wells of proper localisation and isolated well enough from all the sources of pollution.

Streszczenie

W latach 1999–2000 na terenie dwóch gmin województwa lubelskiego przeprowadzono monitoring podziemnych wód studziennych. Badaniami objęto wody pochodzące z 20 przydomowych studni gospodarskich zlokalizowanych na terenie 10 wsi. W próbach wody oznaczono następujące parametry: NO_3 , NO_2 , NH_4 , PO_4 , Cl , pH, twardość ogólną oraz przewodność elektrolityczną właściwą. Przeprowadzone badania ujawniły, że pod względem zawartości związków azotu wody z 40% analizowanych studni nie odpowiadają polskim normom. Wśród monitorowanych studni 10% stanowiły wody bardzo twarde, charakteryzujące się także wysoką przewodnością elektrolityczną. Stwierdzono, że duży wpływ na degradację wód ma niewłaściwe gospodarowanie nawozami organicznymi i mineralnymi oraz nieprzestrzeganie przepisów sanitarnych, dotyczących ustanowienia stref ochrony bezpośredniej wokół ujęć wody. Wśród dwudziestu studni wiejskich, tylko w czterech wszystkie badane parametry wody przez cały cykl badań spełniały zalecane normy. Były to studnie głębokie, odpowiednio zlokalizowane i izolowane od wszelkich zanieczyszczeń.

WPROWADZENIE

Znaczącym źródłem zaopatrzenia ludności polskiej w wodę pitną, oprócz ujęć powierzchniowych są wody podziemne. Im głębiej są położone warstwy wodonośne tym

woda charakteryzuje się korzystniejszymi parametrami fizykochemicznymi i biologicznymi określającymi jej wartość konsumpcyjną [3]. Pomimo rozwoju inwestycji dotyczących budowy wodociągów na terenach wiejskich (w 1999 r. na wsi powstało 124 tysiące więcej połączeń wodociagowych niż w 1998 r. [14]) wiele jednostek osadniczych korzysta z wód pochodzących z płytkich studni kopanych. Płytkie wody podziemne są łatwo dostępne i dlatego są najczęściej wykorzystywane przez ludzi. W związku z niewłaściwą lokalizacją oraz nieprawidłową eksploatacją, wody z tych studni są w ogromnej większości zanieczyszczone różnymi związkami chemicznymi [1, 2, 4, 7, 10, 12, 16–18]. Z danych GUS [14] wynika, że w 1999 r. tylko 31,6% wód pobranych ze studni przez ludność wiejską było dobrej jakości, 26,9% stanowiła woda o niepewnej jakości zdrowotnej, natomiast 41,5% wód studziennych zostało zdyskwalifikowanych.

Wśród wielu zanieczyszczeń bardzo niebezpieczne jest skażenie wód konsumpcyjnych związkami azotu, gdyż są one bardzo szkodliwe dla ludzi i zwierząt, powodując wiele schorzeń z nowotworami i nadciśnieniem tętniczym łącznie [5, 11]. Szczególną uwagę zwraca się obecnie na stopień skażenia azotem terenów chronionych, jakimi są rezerwy przyrody, parki narodowe, parki krajobrazowe oraz miejsca poboru wód konsumpcyjnych. Na obszarach tych harmonia gospodarki ze środowiskiem przyrodniczym tzn. rozwój nie naruszający równowagi ekologicznej ma ogromne znaczenie. Są to tereny, na których zalecane i preferowane winno być rolnictwo ekologiczne.

Wraz z rozwojem wiedzy na temat substancji wpływających na zdrowie i życie człowieka oraz metod ich oznaczania, ciąglej zmianie ulegają wymagania dotyczące jakości wody do picia. W Polsce stan przydatności wody do picia i na potrzeby gospodarcze określa się na podstawie norm ujętych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 4 września 2000 r. [15].

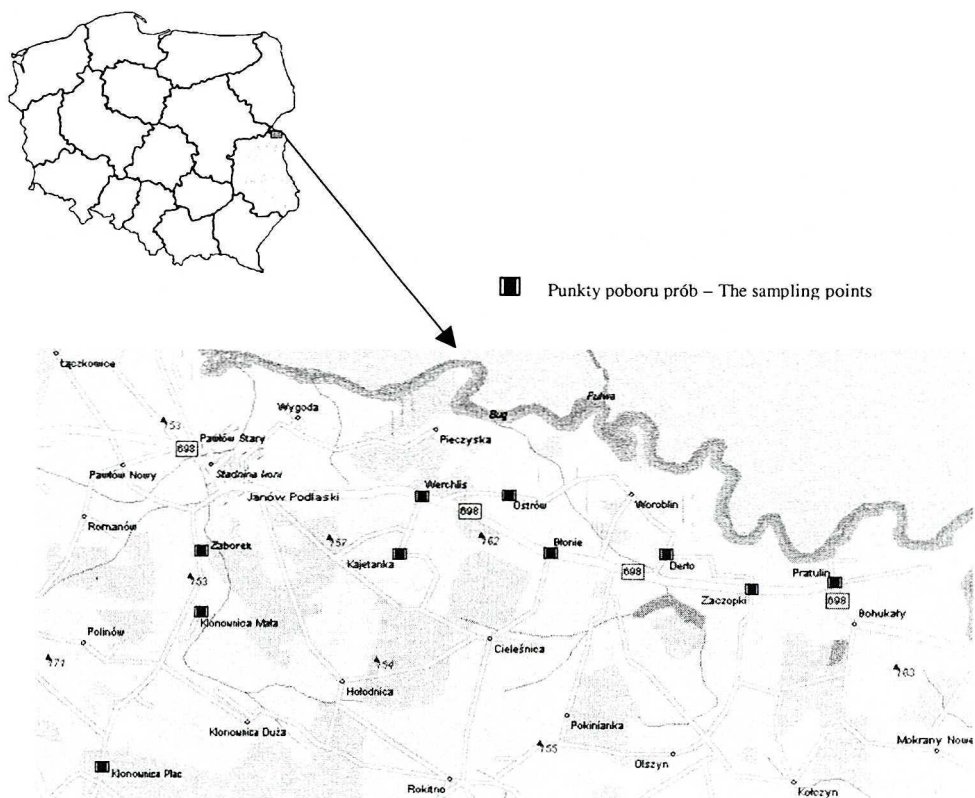
Celem podjętych badań, była ocena jakościowa wód pobranych z przydomowych studni gospodarskich zlokalizowanych na terenie 2 gmin województwa lubelskiego.

METODYKA BADAŃ

BADANIA TERENOWE

Monitoring wód studziennych przeprowadzono w latach 1999–2000 na terenie gminy Janów Podlaski oraz Rokitno w województwie lubelskim. Badaniami objęto wody pochodzące z dwudziestu przydomowych studni gospodarskich, które były zlokalizowane w dziesięciu miejscowościach położonych głównie w otulinie oraz na terenie Parku Krajobrazowego Podlaski Przełom Bugu. W miejscowościach tych nie było sieci wodociagowej, a analizowane wody pochodziły ze studni, które były w stałym użytkowaniu jako jedyne źródła wody pitnej na tym terenie.

Spośród objętych monitoringiem miejscowości – Pratulín, Zaczopki, Derło i Ostrów położone są na terenie parku krajobrazowego; Werchliś i Błonie położone są na granicy parku, natomiast miejscowości Kajetanka, Zaborek i Klonownica Mała położone są w otulinie parku (Rys. 1). Tylko miejscowość Klonownica Plac zlokalizowana jest poza parkiem i jego otuliną.



Rys. 1. Lokalizacja monitorowanych studni
Location of the monitoring wells

Wśród badanych podziemnych ujęć wody znajdowały się dwie studnie głębinowe, wiercone. Były to studnie nr 16 w Zaborku oraz nr 20 w Klonownicy Plac, których głębokość wynosiła odpowiednio: 64 i 70 m. Pozostałe punkty poboru wody to studnie kopane wykonane z betonowych kręgów, których głębokość od powierzchni ziemi do dna studni wynosiła od 5 do 14 m.

Wyznaczenie punktów poboru wody dokonano tak, by wybrane studnie były reprezentatywne i jak najbardziej charakterystyczne pod względem stopnia izolacji, poziomu wodonośnego i zabezpieczenia przed zanieczyszczeniami powierzchniowymi. Badano ujęcia wodne zabezpieczone pokrywami z betonu, drewna, blachy jak również studnie otwarte, które nie posiadały żadnych zabezpieczeń. Dobrze izolowane przed zanieczyszczeniami były studnie nr 19 i 20 w Klonownicy Plac, nr 16 w Zaborku, nr 14 w Kajetance i nr 5 w Derle. Pozostałe studnie były izolowane w mniejszym stopniu lub wcale. Wszystkie badane studnie znajdowały się na terenach wiejskich w sąsiedztwie pól uprawnych i użytków zielonych. Większość z nich (70%) zlokalizowana była w zwartej zabudowie gospodarskiej. Infrastrukturę sanitarną posiadało tylko 30% gospodarstw, na terenie których zlokalizowane były badane studnie. Pozostałe gospodarstwa pozbawione były kanalizacji, która nieszkodliwiłaby ścieki pochodzące z hodowli zwierząt oraz produkcji roślinnej.

Badania wybranych wskaźników określających jakość wód podziemnych przeprowadzono pięciokrotnie: w październiku 1999 r. oraz w styczniu, kwietniu, czerwcu i październiku 2000 r.

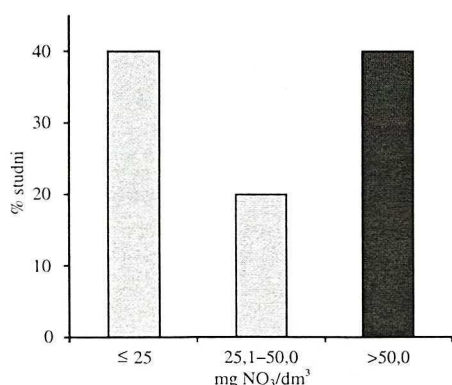
BADANIA LABORATORYJNE

Badania fizyczno-chemiczne wód studziennych przeprowadzono w ciągu 24 godzin od momentu pobrania próbek. Zakres badań obejmował oznaczenia [6]: azotanów – metodą spektrometrii absorpcyjnej stosując kwas fenolodwusulfonowy, azotynów – metodą spektrometrii absorpcyjnej stosując kwas sulfanilowy, amoniaku (w wodzie jako jon NH_4^+) – metodą spektrometrii absorpcyjnej stosując fenolopodchloryn w środowisku NaOH oraz 2 izopropyl-5 metylofenol, fosforanów – metodą spektrometrii absorpcyjnej stosując molibdenian amonu oraz chlorek cynawy, chlorków – argentometrycznie, twardości ogólnej w mg CaCO_3 – kompleksometrycznie wersenianem dwusodowym, przewodności elektrycznej właściwej – konduktometrycznie, odczynu – potencjometrycznie.

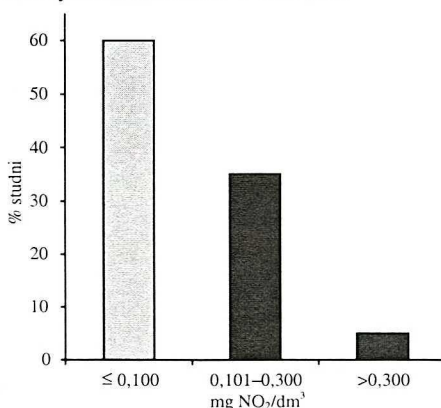
WYNIKI BADAŃ

ZWIĄZKI AZOTU

Zawartość azotanów w badanych wodach studziennych wahała się średnio od 2,9 do 82,2 mg/dm^3 (Tab. 1). Minimalne ilości NO_3 w zakresie 0,5–0,9 mg/dm^3 stwierdzono w trzech studniach: nr 5 w Derle, nr 16 w Zaborku oraz nr 20 w Klonownicy Plac. Maksymalną zawartość azotanów w przedziale od 108,6 do 115,2 mg/dm^3 stwierdzono w studniach nr 12 w Werchlisiu oraz nr 17 w Klonownicy Małej (Rys. 2). W wodach pochodzących z ośmiu badanych ujęć stężenie NO_3 przekroczyło dopuszczalną zawartość wynoszącą 50 $\text{mg NO}_3/\text{dm}^3$ [15]. W okresie prowadzenia badań zawartość azotanów ulegała zmianom. Prawie we wszystkich wodach studziennych stężenie tych jonów było najwyższe w październiku 1999 r., przekraczając ponad dwukrotnie normę w studni nr 17 w Klonownicy Małej. W roku 2000 największe stężenia NO_3 stwierdzono w próbach wody pobranych w styczniu po roztopach oraz w kwietniu po wiosennych siewach, a najniższe stężenia azotanów w większości badanych ujęć wodnych stwierdzono w czerwcu.



Rys. 2. Średnia zawartość NO_3 w wodach studziennych
Mean content of NO_3 in the wells water

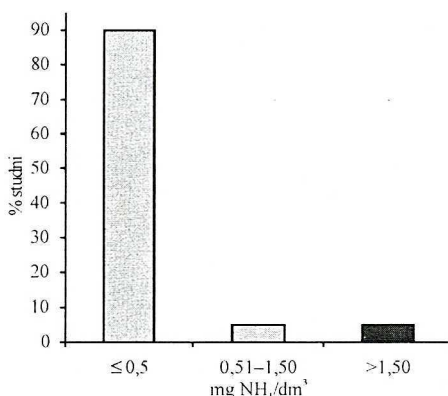


Rys. 3. Średnia zawartość NO_2 w wodach studziennych
Mean content of NO_2 in the wells water

Zawartość azotynów w badanych wodach kształtowała się średnio od 0,030 do 0,480 mg/dm^3 (Tab. 1). W większości przypadków minimalna zawartość NO_2 wynosiła

0,030 i poniżej tej wartości, zaś maksymalną zawartość tych jonów w ilości 2,180 mg/dm³ stwierdzono w studni nr 1 w Pratulinie (Rys. 3). W trakcie prowadzenia badań w ośmiu studniach stężenie azotynów kształtowało się na poziomie mniejszym lub równym 0,030–0,101 mg/dm³, zaś w pozostałych dwunastu studniach przekroczone zostało dopuszczalne stężenie wynoszące 0,100 mg NO₂/dm³ [15]. Na ogół największe stężenie azotynów wystąpiło w badanych wodach w okresie jesiennym.

Średnia zawartość jonu amonowego w wodach analizowanych studni wahała się od 0,10 do 2,24 mg NH₄/dm³ (Tab. 1). Minimalna zawartość jonu amonowego kształtowała się od 0,10 do 1,57, a maksymalna od 0,10 do 3,00 mg NH₄/dm³ (Rys. 4). Najwyższą zawartość amoniaku przekraczającą przez cały okres badań dopuszczalną normę wynoszącą dla wód nie chlorowanych 1,50 mg NH₄/dm³ [15] stwierdzono w studni nr 10 w Ostrowiu, zaś w trzech studniach stężenie jonu NH₄ pozostawało na stałym niskim poziomie (<0,10 mg NH₄/dm³).



Rys. 4. Średnia zawartość NH₄ w wodach studziennych
Mean content of NH₄ in the wells water

FOSFORANY, CHLORKI, ODCZYN

W trakcie prowadzenia monitoringu wód studziennych zawartość jonów PO₄ kształtowała się średnio od 0,14 do 10,70 mg/dm³ (Tab. 1). Minimalną zawartość fosforanów w zakresie od 0,10 do 1,20 mg/dm³ stwierdzono w wodach siedemnastu badanych ujęć, zaś w wodach trzech wartość ta kształtowała się powyżej 4,00 mg/dm³. Maksymalną zawartość analizowanych jonów zmieniającą się w przedziale od 0,30 do 2,00 mg PO₄/dm³ stwierdzono w czternastu studniach, zaś w pozostałych sześciu ilość fosforanów kształtowała się od 5,00 do 16,00 mg/dm³. Największe stężenia fosforanów w wodach odnotowano w październiku 1999 r. oraz w styczniu i kwietniu 2000 r.

Zawartość chlorków w analizowanych wodach studziennych była na niskim poziomie wynoszącym średnio 1,7–57,0 mg/dm³ (Tab. 2) i w żadnym przypadku nie przekroczyła dopuszczalnej normy wynoszącej obecnie 250 mg/dm³ [15]. Najniższe stężenia chlorków stwierdzono w studni nr 5 w Derle, nr 16 w Zaborku oraz nr 20 w Kolonownicy Plac. Odczyn badanych wód kształtował się średnio na zbliżonym poziomie od pH 6,9 do 7,5 i mieścił się w normie dla wód pitnych wynoszącej pH 6,5–9,5 (Tab. 2) [15].

Tabela 2. Zawartość Cl, twardość ogólna , przewodność elektrolityczna oraz odczyn (pH) badanych wód
Content of Cl, total hardness, electrolytic conductivity and pH value in the studied waters

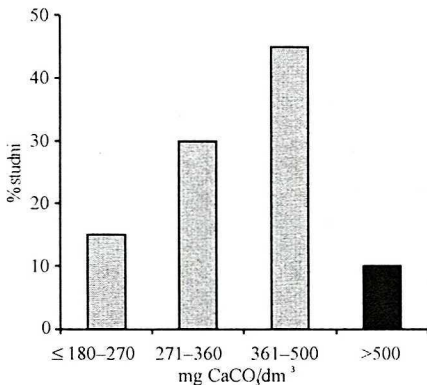
Miejscowość Nr studni Locality No. wells	Zawartość – content in the water mg/dm ³											
	NO ₃			NO ₂			NH ₄			PO ₄		
	minimum minimum	maksimum maximum	średnia mean	minimum minimum	maksimum maximum	średnia mean	minimum minimum	maksimum maximum	średnia mean	minimum minimum	maksimum maximum	średnia mean
Pratulin												
1	35,9	52,0	45,6	0,031	2,180	0,480	0,10	0,30	0,18	0,40	12,00	5,20
2	19,9	43,9	30,7	0,030	0,262	0,110	0,10	0,69	0,30	6,00	16,00	10,70
Zaczopki												
3	31,0	47,8	41,4	0,030	0,262	0,091	0,10	0,21	0,13	4,50	15,00	8,80
4	10,5	24,0	17,0	0,030	0,101	0,072	0,21	0,30	0,28	5,50	9,00	7,10
Derło												
5	0,8	6,1	2,9	<0,030	0,072	0,051	0,10	0,21	0,14	0,10	0,50	0,28
6	1,3	13,4	7,7	0,031	0,263	0,230	0,10	0,40	0,30	0,30	5,00	1,68
Błonie												
7	75,8	89,9	79,7	0,030	0,262	0,090	0,10	0,30	0,17	0,20	1,50	0,92
8	51,0	93,0	71,0	0,030	0,131	0,071	<0,10	<0,10	<0,10	1,00	2,00	2,58
Ostrów												
9	55,8	92,0	67,1	0,070	0,300	0,170	0,10	0,40	0,24	1,20	9,50	6,34
10	21,0	22,0	21,2	0,102	0,401	0,221	1,57	3,00	2,24	0,20	1,90	0,98
Werchliś												
11	6,9	35,9	19,7	0,030	0,230	0,081	0,10	0,40	0,23	0,10	0,50	0,28
12	43,0	108,6	76,7	0,032	0,201	0,120	<0,10	<0,10	<0,10	0,20	0,60	0,32
Kajetanka												
13	45,0	74,0	59,0	0,030	0,662	0,111	0,10	0,14	0,14	0,10	1,20	0,56
14	3,2	12,7	7,0	0,030	0,061	0,042	0,10	<0,10	<0,10	0,10	0,20	0,16
Zaborek												
15	44,0	58,0	53,5	0,031	0,061	0,050	0,10	0,40	0,21	0,10	0,50	0,34
16	0,90	5,3	3,7	<0,030	0,061	0,041	0,10	0,21	0,17	0,10	0,20	0,14
Klon. Mała												
17	49,0	115,2	82,2	0,030	0,072	0,052	0,21	0,28	0,22	0,20	1,60	0,72
18	45,0	66,0	53,0	0,030	0,462	0,191	0,50	1,60	0,84	0,10	0,80	0,34
Klon. Plac												
19	20,0	35,0	29,4	0,032	0,071	0,040	0,21	0,30	0,23	0,10	0,70	0,40
20	0,5	4,8	3,1	<0,030	0,031	0,030	0,21	0,43	0,41	0,10	0,30	0,20

Tabela 2. Zawartość Cl, twardość ogólna , przewodność elektrolityczna oraz odczyn (pH) badanych wód
Content of Cl, total hardness, electrolytic conductivity and pH value in the studied waters

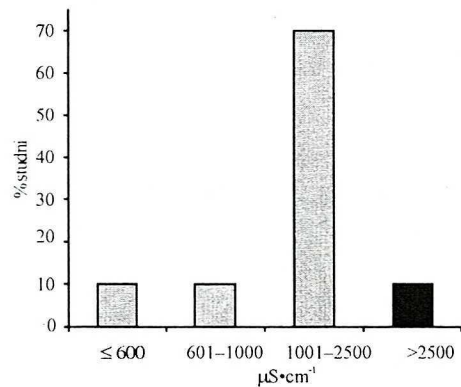
Miejscowość Nr studni Locality No. wells	Zawartość – content in the water mg/dm ³						μS•cm ⁻¹			Odczyn		
	Cl			CaCO ₃			Przewodn.elektrolit- Electroconductivity			Wartość pH – pH value		
	minimum minimum	maksimum maximum	średnia mean	minimum minimum	maksimum maximum	średnia mean	minimum minimum	maksimum maximum	średnia mean	minimum minimum	maksimum maximum	średnia mean
Pratulin												
1	8,4	11,6	9,6	225	427	327	1240	1480	1344	6,9	7,3	7,1
2	5,0	9,0	6,8	225	415	289	920	1220	1152	7,0	7,3	7,1
Zaczopki												
3	8,8	15,4	12,2	401	709	495	1398	1670	1538	6,9	7,2	7,1
4	5,0	9,0	6,8	351	508	412	1260	1622	1454	6,9	7,2	7,1
Derło												
5	1,9	2,8	2,2	247	280	263	570	698	622	7,2	7,6	7,4
6	5,2	10,8	6,9	326	464	400	970	1650	1149	6,6	7,5	7,2
Błonie												
7	6,6	12,2	8,0	281	397	334	1250	1830	1431	6,8	7,5	7,0
8	5,8	19,4	9,4	200	486	321	810	1830	1112	6,9	7,4	7,1
Ostrów												
9	8,7	15,4	12,0	194	376	258	907	1460	1231	6,5	7,2	6,9
10	8,2	10,9	9,7	436	538	474	1640	1760	1678	6,5	7,3	7,0
Werchliś												
11	44,8	68,2	57,0	655	1145	884	2760	3940	3370	7,0	7,6	7,3
12	8,9	10,3	9,3	439	535	480	1380	1610	1496	6,9	7,4	7,2
Kajetanka												
13	14,8	21,8	18,3	306	624	491	1240	2270	1956	6,6	7,3	7,0
14	3,0	3,8	3,3	254	470	311	690	817	773	6,6	7,4	7,1
Zaborek												
15	6,4	7,4	6,9	363	412	380	1090	1226	1146	7,3	7,4	7,3
16	1,6	2,8	1,9	176	229	209	520	610	554	7,2	7,8	7,5
Klon. Mała												
17	19,0	27,2	23,1	644	752	690	2820	3360	3146	7,0	7,2	7,1
18	12,8	14,8	13,9	469	518	452	1960	2080	2006	6,8	7,2	7,0
Klon. Plac												
19	6,2	8,2	7,4	386	583	472	1010	1310	1221	6,9	7,5	7,2
20	1,6	1,7	1,7	209	275	225	530	612	562	7,0	7,8	7,4

TWARDOŚĆ OGÓLNA ORAZ PRZEWODNOŚĆ ELEKTROLITYCZNA

Według skali twardości, analizowane wody zaliczono do wód mieszczących się w przedziale od średnio do bardzo twardej (209–884 mg CaCO₃/dm³) (Rys. 5). Największą twardość wynoszącą 752–1145 mg CaCO₃/dm³ charakteryzowały się wody studni nr 17 w Klonownicy Małej oraz nr 11 w Werchlisiu (Tab. 2). W obydwu studniach przez cały okres badań, zawartość CaCO₃ kształtowała się powyżej dopuszczalnej wartości wynoszącej 500 mg/dm³ [16]. Najmniejszą twardością charakteryzowały się wody studni nr 5 w Derle, nr 9 w Ostrowiu, nr 16 w Zaborku oraz nr 20 w Klonownicy Plac.



Rys. 5. Średnia twardość ogólna (mg CaCO₃) wód studziennych
Mean content of total hardness (mg CaCO₃) in the wells water



Rys. 6. Średnia przewodność elektrolityczna wód studziennych
Mean electrolytic conductivity of the wells water

Podobnie jak twardość kształtowała się przewodność elektrolityczna właściwa osiągnając największe wartości 3146–3370 μS·cm⁻¹ w studni nr 17 i 11 (Tab. 2, Rys. 6).

Twardość i przewodność elektrolityczna właściwa zmieniały się dość dynamicznie w ciągu roku a największe skoki ich wartości stwierdzono w studni nr 11 w Werchlisiu.

Biorąc pod uwagę analizowane parametry, najlepszą jakością charakteryzowały się wody wierconych studni głębinowych nr 16 w Zaborku oraz nr 20 w Klonownicy Plac oraz głębokich i dobrze uszczelnionych studni kopanych nr 5 w Derle, nr 14 w Kajetance i nr 19 w Klonownicy Plac.

DYSKUSJA

Badania wód studziennych przeprowadzone w okresie od października 1999 r. do listopada 2000 r. na terenie dwóch gmin województwa lubelskiego, umożliwiły ocenę ich stanu czystości i przydatności do spożycia. Określenia jakości wód dokonano porównując wartości oznaczonych parametrów fizykochemicznych z wartościami normatywnymi ujętymi w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 4 września 2000 r. [15].

Uwzględniając średnią zawartość azotanów we wszystkich badanych wodach pitnych stwierdzono, że w 40% wód przekroczona została wartość normatywna wynosząca

50 mg NO₃/dm³ (Rys. 2). Tak duża koncentracja azotanów w wodzie związana była z lokalizacją studni oraz z ich głębokością. Były to płytkie studnie kopane sięgające do 8 m głębokości od powierzchni ziemi do dna studni, nie posiadające bezpośredniej strefy ochronnej, która powinna wynosić od 8 do 20 m. Omawiane studnie znajdowały się na obszarze o zwartej zabudowie mieszkalno-inwentarskiej, pozbawionej infrastruktury sanitarnej. W pobliżu badanych ujęć wody znajdowały się zabudowania mieszkalne, budynki inwentarskie oraz miejsca składowania nawozów organicznych. Stwarzało to niewątpliwie zagrożenie dla środowiska wodnego spowodowane przenikaniem do niego ścieków bytowych oraz substancji nawozowych.

Badania Kuczewskiego [10] oraz Wesołowskiego i in. [18] potwierdzają, że wadliwy sposób składowania nawozów organicznych powoduje przenikanie dużych ilości składników nawozowych w głąb warstw wodonośnych, przyczyniając się do ich zanieczyszczenia.

Wysokie wartości azotanów w analizowanych wodach wynikały także z usytuowania w pobliżu studni gnojowni i szamb, a także ze złego stanu technicznego i nieszczelności tych zbiorników. Ważnym czynnikiem jest właściwa konstrukcja, lokalizacja studni, tak by składowane odchody zwierzęce nie przedostawały się do wód podziemnych [14, 18]. Przyczyną wysokiej koncentracji azotanów w wodach studni nr 7 i 8 w Błoniu oraz nr 12 w Werchlisiu i nr 17 w Klonownicy Małej był zły stan techniczny studni oraz niewłaściwe zabezpieczenie przed bezpośrednim dopływem zanieczyszczeń. Wymienione ujęcia to odkryte, płytkie studnie kopane nie przekraczające 6 m głębokości. Z badań wielu autorów [1, 7, 12, 16] wynika, że szczególnie wody podpowierzchniowe są narażone na zanieczyszczenia przez dopływ związków azotu zarówno z gospodarstw jak i z pól uprawnych.

W przypadku największych koncentracji azotanów duże znaczenie miały także znajdujące się w pobliżu grunty orne. Na terenach wiejskich, a szczególnie w rejonach intensywnego nawożenia, stężenie azotanów w wodach pitnych często przekracza najwyższe dopuszczalne stężenie [4].

Stwierdzona w trakcie monitoringu wód zawartość azotanów nawet dwukrotnie przekraczająca dopuszczalną normę (116 mg NO₃/dm³) wskazywała na to, jak poważne następstwa powodują powyższe źródła zanieczyszczeń.

Wody charakteryzujące się szczególnie wysokim stężeniem azotanów nie nadają się zarówno do użytku gospodarczego, jak i do nawadniania roślin przeznaczonych do bezpośredniego spożycia, ze względu na zagrożenie zdrowia ludzi i zwierząt [17]. Przekroczenie stężenia 10 mg N/dm³, co w przeliczeniu na azotany wynosi 44,3 mg NO₃/dm³ wywołuje sinicę – methemoglobinemię, zwłaszcza u małych dzieci, która może doprowadzić do śmierci lub nieprawidłowego rozwoju umysłowego. Może być także przyczyną choroby nadciśnienia i zawałów serca [5, 11]. Badania toksykologiczne prowadzone w ostatnich latach potwierdziły, że azotany, azotyny, aminy I, II i III-rzędowe, związki nitrozowe i N-nitrozowe są prekursorami nitrozoamin [5], które wykazują silne działanie toksyczne, mutagenne, teratogenne, rakotwórcze w stosunku do organizmów żywych. Nitrozoaminy rozkładane są w środowisku glebowym w ciągu 90 do 128 dni, natomiast w środowiskach wodnych (studnie wiejskie) w ciągu 80 do 110 dni. Nawożenie gleb

uprawnych i użytków zielonych azotem mineralnym (zwłaszcza dawkami powyżej 120 kg N/ha), sprzyja powstawaniu tych związków [11]. Obecny poziom zużycia nawozów w Polsce nie jest zbyt wysoki i wynosi około 50 kg N/ha, ale lokalnie może on być znaczny.

W trakcie prowadzenia badań stężenia azotanów w wodach studziennych ulegały sezonowym zmianom. W większości przypadków najwyższe stężenia azotanów stwierdzono w październiku 1999 r. oraz w styczniu i kwietniu 2000 r., a najmniejsze w czerwcu 2000 r. W okresie jesiennym oraz wiosną, gdy wegetacja ustaje lub jest jej brak – ilość azotu w wodach zwiększa się. Składniki nawozowe są wówczas wymywane do wód gruntowych. Dotyczy to głównie jonów NO_3 , które nie są wiązane przez kompleks sorpcyjny gleby i bardzo szybko migrują do wód gruntowych. Ilość wymytych azotanów z 1 ha użytków rolnych wynosi od 1 do 43 kg/ha rocznie [13]. Azotany migrują w głąb ziemi powodując zanieczyszczenie zbiorników podziemnych, z których czerpana jest woda do picia.

W styczniu po stopnieniu śniegu ilość jonów NO_3 w analizowanych wodach była dość znaczna, co związane było z wnoszeniem do wód ładunku zanieczyszczeń wskutek infiltracji ścieków bytowych i gospodarczych do gleby. Spadek zawartości azotanów w próbach pobranych w czerwcu wynika zapewne z pobierania znacznych ilości azotanów przez intensywnie rosnące rośliny. Podobne zależności otrzymali również inni autorzy [2, 12, 16] badający wody studzienne w różnych porach roku.

Najniższe stężenia azotanów odnotowano w wodach studni nr 16 i 20 położonych z dala od zabudowań i w otoczeniu drzew, co wynika z tego, iż najkorzystniejszy wpływ na jakość wód studziennych ma leśne użytkowanie terenu z uwagi na pochłanianie dużych ilości biogenów [8, 9].

Azotyny są produktem przejściowym w przemianach związków azotu. Ta forma azotu może pochodzić z dwóch źródeł: może być wynikiem procesów utleniania związków organicznych zawierających azot oraz amoniak, a także zachodzących w warunkach beztlenowych procesów redukcji azotanów. Wysokie stężenie azotynów może świadczyć między innymi o intensywnie zachodzących procesach biodegradacji białek.

Stężenie azotynów w 40% analizowanych wód studziennych przekroczyło wartość normatywną wynoszącą 0,100 mg NO_2/dm^3 [15] w tym 35% analizowanych wód zawierało azotyny w ilości 0,101–0,300 mg NO_2/dm^3 , a w 5% wód stężenie przekroczyło 0,300 mg NO_2/dm^3 (Rys. 3).

Amoniak występujący w wodzie może być pochodzenia mineralnego – powstaje na skutek redukcji azotanów i azotynów, jak również pochodzenia organicznego – z biochemicznego rozkładu związków organicznych zawierających azot. Wysokie stężenia jonu amonowego w wodach są najczęściej spowodowane dopływem świeżych zanieczyszczeń pochodzących przede wszystkim z produkcji zwierzęcej oraz z szamb [10, 16].

W analizowanych wodach studziennych największe stężenie jonu amonowego wystąpiło w ujęciu nr 10 w Ostrowiu, gdzie norma wynosząca 1,5 mg NH_4/dm^3 dla wód nie chlorowanych została przekroczona [15]. Tak wysokie stężenia amoniaku potwierdzają fakt małej odległości od ognisk zanieczyszczeń a jednocześnie dyskwalifikują tę

studnię jako źródło wody pitnej. Pozostałe próby wody zawierały dopuszczalne ilości jonu amonowego. Amonowa forma azotu jest silnie związana w glebie, ulega też łatwo utlenieniu do azotanów przez mikroorganizmy glebowe, co powoduje przewagę jonów NO_3 w wodzie. Dzieje się tak wtedy, gdy zanieczyszczenia przesiąkają wraz z wodami opadowymi w głąb profili glebowych. Na podwyższone stężenie azotu amonowego w wodach podziemnych mogą mieć wpływ procesy asymilacyjnej redukcji azotynów, zachodzące zarówno w warunkach dobrego natlenienia wody jak i przy niedoborze tlenu.

Fosfor występuje w wodach w postaci metafosforanów, pirofosforanów, jako skondensowane polifosforany i organiczne związki fosforowe. Próby wody pobrane z 25% badanych studni gospodarskich charakteryzowały się wysokimi stężeniami fosforanów przekraczającymi $4,00 \text{ mg PO}_4^3/\text{dm}^3$. Polskie przepisy nie normują tej formy fosforu w wodach pitnych. Duże stężenie fosforanów w wodach związane było zapewne z otoczeniem wokół miejsc poboru wody. Otoczenie stanowiły w większości grunty orne, rzadziej użytki zielone, na których stosowano nawożenie fosforowe oraz środki ochrony roślin. Znaczne ilości fosforanów mogły dostać się także do wód podziemnych z detergentami stosowanymi coraz częściej w gospodarstwach domowych.

Stwierdzona w badanych wodach ilość fosforanów nie stanowi jeszcze zagrożenia dla zdrowia ludzi. Dopiero stężenie $14\text{--}15 \text{ mg PO}_4/\text{dm}^3$ ma działanie ujemne, ponieważ fosforany mogą buforować kwasy soku żołądkowego [5].

Porównując jakość wody w studniach położonych na terenie Parku Krajobrazowego Podlaski Przełom Bugu oraz w jego otulinie stwierdzono, że jakość wód zależy od stanu, głębokości i umiejscowienia studni w gospodarstwach oraz od sposobu zagospodarowania otoczenia. Studnie wiejskie o wodach najlepszej jakości posiadały odpowiednią głębokość oraz prawidłowe zabezpieczenie przed zanieczyszczeniami. Dwie spośród czterech o najlepszej jakości wód, to studnie głębinowe położone w luźnej zabudowie gospodarskiej w sąsiedztwie użytków zielonych i zadrzewień, co jest bardzo korzystne dla jakości wód konsumpcyjnych [9].

Analiza wybranych parametrów fizykochemicznych wód wskazała na nie zadowalający stan sanitarny 60% badanych studni. Szczególnie niepokojące są ponadnormatywne stężenia azotanów i azotynów. Tak niekorzystny stan wód studziennych świadczy o poważnych zaniedbaniach oraz potwierdza konieczność zmian dotyczących zaopatrzenia w wodę monitorowanych miejscowości, a zwłaszcza tych o zapóźnionej infrastrukturze sanitarnej. Wody pochodzące ze studni zlokalizowanych na terenie gospodarstw posiadających infrastrukturę sanitarną w większości przypadków spełniały zalecane normy jakim powinny odpowiadać wody do picia. Poprawę jakości pozyskiwanej wody można otrzymać poprzez pogłębianie studni w miejscach, gdzie jest to możliwe. Znaczną część zanieczyszczeń powstających w siedliskach wiejskich może przechwycić system korzeniowy drzew, które należałoby obsadzić wokół wsi. Wszystkie te działania, a przede wszystkim budowa sieci wodociągowej oraz regulacje prawne i w szerokim zakresie prowadzone badania oraz działania edukacyjne, umożliwiłyby wcześniejsze zapobieganie chorobom wywoływanym przez szkodliwe związki oraz zahamowanie degradacji wód.

WNIOSKI

1. Na podstawie uzyskanych wyników badań nad związkami azotu stwierdzono, że wody pochodzące z 60% analizowanych studni nie odpowiadają obowiązującym polskim normom.
2. Wśród badanych wód studziennych 10% stanowiły wody bardzo twarde, charakteryzujące się także wysoką przewodnością elektrolityczną właściwą.
3. Odczyn oraz chlorki we wszystkich analizowanych ujęciach wodnych mieściły się w przedziale dopuszczalnych wartości ujętych w przepisach polskich.
4. Z przeprowadzonych badań wynika, że znaczny wpływ na degradację wód studziennych ma niewłaściwa gospodarka nawozami organicznymi i mineralnymi oraz niewłaściwe zabezpieczenie studni przed zanieczyszczeniami.
5. Spośród dwudziestu monitorowanych studni, tylko w czterech wszystkie badane parametry wody, przez cały okres badań spełniały zalecane normy. Dobra jakość tych wód wynika z odpowiedniej głębokości, właściwej izolacji oraz odpowiedniej lokalizacji studni.
6. Otrzymane wyniki wskazują, że badania wód studziennych powinny być prowadzone systematycznie, gdyż dopiero wtedy ujawniają się tendencje zachodzących zmian i można będzie zapobiec nieprawidłowościom.

LITERATURA

- [1] Burchard J.: *Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód gruntowych w środkowej Polsce*, [w:] Materiały Konferencyjne: Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce, Uniwersytet Łódzki, 226–238 (2000).
- [2] Czerwiński Z., J. Prac z: *Dynamics of soluble salt ions in water of the open and drilled wells on the area of Łomianki commune*, Polish Ecol. Stud., **13** (3–4), 403–406 (1987).
- [3] Czepińska-Kamińska D., E. Janowska: *Skład chemiczny wód podziemnych w Kampinowskim Parku Narodowym*, Roczn. Glebozn., **60** (4), 57–64 (1999).
- [4] Gostkowska K.: *Ocena stanu środowiska rolniczego w wybranych wsiach na Wyżynie Lubelskiej*, Fragmenta Agronomica, **4** (48), 61–67 (1995).
- [5] Gumińska M.: *Woda i jej znaczenie dla zdrowia i życia człowieka*, Człowiek i środowisko, **19**(1), 23–35 (1995).
- [6] Hermanowicz W., W. Dożańska, J. Dojlido, B. Koziorowski: *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków*, Wydawnictwo Arkady, Warszawa 1976.
- [7] Kabaciński M., J. Siepak: *Zawartość mineralnych związków pokarmowych w wodach studziennych w Lednickim Parku Krajobrazowym*, Aura, **4**, 22–23 (1994).
- [8] Kostuch R., S. Gąsiorek: *Zawartość azotanów w wodach studziennych w Żywieckim Parku Krajobrazowym*, Aura, **4**, 24–25 (1991).
- [9] Kostuch R.: *Nitrozoaminy w środowiskach glebowych, płodach rolnych, paszach i żywności pochodzenia zwierzęcego*, Aura, **11**, 15–19 (1999).
- [10] Kuczewski K.: *Wpływ nieuporządkowanej gospodarki wodno-ściekowej na wsi na jakość wody w studniach kopanych*, Zeszyty Nauk. AR we Wrocławiu, **314**, 42–56 (1997).
- [11] Malberg J., E. Savage, J. Osteryoung: *Nitrates in drinking water and early onset of hypertension*, Environ. Pollution, **5**, 155–160 (1978).
- [12] Pokojńska U., W. Dopierała: *Dynamika składu chemicznego wody wybranych studni w gminie Kościelec*, [w:] Materiały Konferencyjne Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce, Uniwersytet Łódzki, 239–247 (2000).
- [13] Pondel H.: *Wpływ nawożenia mineralnego na chemiczne właściwości gleb oraz na wody glebowo-gruntowe i powierzchniowe*, [w:] Some aspects of chemical contamination of soils. MAB Scope, PAN, 11–39 (1989).

- [14] Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej, Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2000.
- [15] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4 września 2000 roku w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze, Dz. U. Nr 82, poz. 937.
- [16] Szperliński Z., J. Żabowski, K. Bądowska-Olenderek, M. Olesiejuk-Kowalska: *The quality of ground water in dug and drilled wells on the Łomianki commune area*, Polish Ecol. Stud., **13**, (3-4), 343–362 (1987).
- [17] Szczykowska Z., J. Wierzbicki: *Badania nad zawartością związków azotowych w studziennych wodach podpowierzchniowych*, Przegląd Komunalny, **10** (12), 34–37 (1998).
- [18] Wesołowski P., T. Durkowski, B. Burakiewicz: *Zagrożenia czystości wody i gleby w zagrodzie*, Nowoczesne Rolnictwo, **8**, 39–42 (1996).

Wpłynęło: 3 sierpnia 2001, zaakceptowano do druku: 9 stycznia 2002.