

JOLANTA RACZUK

## ZWIĄZKI AZOTU W WODACH STUDZIENNYCH GMINY SOKOŁÓW PODLASKI

### NITROGEN COMPOUNDS IN THE WELL WATER OF SOKOŁÓW PODLASKI DISTRICT

Wydział Rolniczy  
Instytut Biologii  
Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska  
Akademia Podlaska  
08-110 Siedlce, ul. B. Prusa 12  
Kierownik: dr hab. *L. Kufel*

*W wodach pochodzących z dwudziestu jeden studni kopanych i wierconych oznaczono stężenia azotanów (V) i azotanów (III) oraz jonu amonowego. Stwierdzono, że pod względem stężenia związków azotu wody pochodzące z 58% badanych studni nie odpowiadają polskim normom.*

**Słowa kluczowe:** azotany (V) i (III), woda studzienna, parametry fizyko-chemiczne  
**Key words:** nitrates, nitrites, the well water, physical and chemical parameters

#### WSTĘP

W Polsce mieszkańcy małych miast i wsi, korzystają głównie z wody podziemnej, a w szczególności z wody o nieznanym parametrach biologicznych i fizyko-chemicznych pochodzącej z płytkich studni kopanych. Na zły stan jakości zwykłych wód podziemnych zwraca uwagę wielu autorów publikacji [1, 2, 6, 7, 10] podkreślając, iż stwarza ona liczne zagrożenia dla zdrowia ludzi i zwierząt. Im głębiej położone są warstwy wodonośne tym woda ma większą wartość konsumpcyjną.

Celem niniejszej pracy było poznanie zawartości związków azotu w wodach studni kopanych i wierconych gminy Sokółów Podlaski. Przedstawione wyniki są fragmentem badań prowadzonych od kilku lat nad jakością wód studziennych Polski Wschodniej.

#### MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono w 2002 roku na terenie gminy Sokółów Podlaski, położonej we wschodniej części woj. mazowieckiego. Gmina Sokółów Podlaski zlokalizowana jest na terenie Zielonych Płuc Polski oraz Nadbużańskiego Parku Krajobrazowego utworzonego w dolinie rzeki Bug. Głębokość

badanych studni wahała się od 2,4 m do 56 m. Monitoringiem objęto studnie kopane – nr 1, 3, 4, 7-15, 18, 19, 21) o głębokości 2,5-14,0 m oraz studnie wiercone – nr 2, 5, 6, 16, 17, 20) o głębokości 36-56 m. Wśród badanych studni znajdowały się ujęcia położone na terenie o zwartej zabudowie (studnie nr 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16,) jak i położone na terenie lasu (studnie nr 20, 21) lub otoczone kompleksem leśnym (studnie nr 4, 3, 14, 17, 18, 19).

W próbkach wody pobieranych czterokrotnie: w lutym, kwietniu, czerwcu i listopadzie 2002 roku oznaczono następujące parametry fizyko-chemiczne [4]: stężenie azotanów (V) – spektrofotometrycznie, stosując kwas fenolodusulfonowy, stężenie azotanów (III) – spektrofotometrycznie z użyciem kwasu sulfanilowego, stężenie jonu amonowego-spektrofotometrycznie metodą indofenolową, stężenie fosforanów – spektrofotometrycznie z molibdenianem amonu i chlorkiem cynowym, twardość ogólną i stężenie wapnia – metodą wersenianową, stosując czerń eriochromową oraz mureksyd, chlorki – metodą argentometryczną wg Mohra z azotanem srebra, przewodność elektrolityczną ( $EC_{25}$ ) mierzono konduktometrem, odczyn (pH) – pH-metrem.

Aby ustalić zależności między badanymi wskaźnikami fizyko-chemicznymi, obliczono współczynniki korelacji liniowej ( $r$ ) *Persona* wykorzystując program komputerowy *Statistica*. Jakość wód studziennych oceniono, opierając się na obowiązujących przepisach zawartych w rozporządzeniach Ministra Zdrowia [8] i Ministra Środowiska [9].

## WYNIKI

Otrzymane wyniki wskazują, że wśród związków azotu w badanych wodach studziennych dominują azotany (V), których średnie stężenie wahało się od 3,9 do 162,0  $mg \cdot dm^{-3}$  (tab. I). W trakcie badań największe stężenie azotanów stwierdzono w wodach studni nr 21 w Wyřebie oraz w studni nr 7 w Czerwoncu. W wodach pochodzących z dziewięciu studni stężenie azotanów przekroczyło normę dopuszczalną – 50  $mg NO_3^- \cdot dm^{-3}$  [8]. W okresie monitoringu zawartość azotanów w wodach pitnych ulegała dużym wahaniom. Stężenie azotanów (III) w badanych wodach kształtowało się średnio od 0,03 do 0,68  $mg NO_2^- \cdot dm^{-3}$ . Największe zmiany stężenia azotanów (III) odnotowano w wodach studni nr 3 w Krasowie oraz w wodach studni nr 7 w Czerwoncu. Przekroczenie normy (0,5  $mg NO_2^- \cdot dm^{-3}$ ) wystąpiło w wodach omawianych studni w czerwcu oraz październiku 2002 roku.

Jony amonowe w badanych wodach studziennych charakteryzowały się dużą dynamiką. Największe średnie stężenie jonu amonowego w ilości 2,60  $mg NH_4^+ \cdot dm^{-3}$  odnotowano w wodach studni nr 18 i 19 w Koloni Zielona, gdzie w trakcie badań wielokrotnie przekroczyły dopuszczalną zawartość wynoszącą 1,5  $mg NH_4^+ \cdot dm^{-3}$ . Obydwie studnie były studniami kopanymi o głębokości 7-8 m, usytuowanymi w pobliżu zabudowań inwentarskich i wybiegu dla zwierząt.

W trakcie prowadzenia monitoringu wód studziennych stężenie jonów  $PO_4^{3-}$  wynosiło średnio od 0,3 do 14,8  $mg \cdot dm^{-3}$  (tabela I). Minimalne stężenie fosforanów stwierdzono w wodach 17 badanych ujęć, zaś w pozostałych czterech ujęciach wartość ta kształtowała się powyżej 7,0  $mg PO_4^{3-} \cdot dm^{-3}$ . Stężenie jonów chlorkowych w analizowanych wodach studziennych było zróżnicowane i wynosiło średnio 6-156  $mg Cl^- \cdot dm^{-3}$ . W żadnym z badanych ujęć w trakcie badań nie została przekroczona dopuszczalna norma wynosząca 250  $mg Cl^- \cdot dm^{-3}$ . Biorąc pod uwagę skalę twardości badane wody zaliczono do znacznie i bardzo twardych. Największą twardością charakteryzowały się wody studni nr 3, 11, 15, 16, 20 i 21, w których w trakcie prowadzonego monitoringu zawartość  $CaCO_3$  kształtowała się powyżej dopuszczalnej normy wynoszącej 500  $mg CaCO_3 \cdot dm^{-3}$ . Twardość wody zależy głównie od zawartości jonów wapnia i magnezu. Stężenie jonów wapnia w badanych wo-

Tabela I. Wskaźniki fizyko-chemiczne wód studziennych  
Physico-chemical parameters of well waters

Miejscowość i nr studni	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		Cl <sup>-</sup>	
	ścieżenie – mg · dm <sup>-3</sup>									
	zakres	średnia	zakres	średnia	zakres	średnia	zakres	średnia	zakres	średnia
Przywózki	46,5-145,0	119,0	0,16-0,43	0,41	0,20-2,80	1,10	11,0-15,0	12,8	30-56	44
	28,5-71,0	57,5	0,20-0,54	0,34	0,50-2,70	1,28	8,0-10,0	9,0	25-31	27
Krasów	19,0-29,5	24,4	0,23-1,20	0,68	0,40-3,00	1,28	2,0-4,5	3,0	10-201	156
	10,5-130,0	72,3	0,04-0,54	0,20	0,20-1,10	0,48	0,6-2,0	1,2	20-50	36
Walerów	2,5-4,5	4,0	0,02-0,18	0,12	0,20-1,60	0,83	0,3-0,7	0,5	5-7	6
	2,5-6,5	3,9	0,02-0,08	0,05	0,10-1,20	0,50	0,1-0,5	0,3	15-20	17
Czerwotka	95,5-205,0	162,6	0,11-0,69	0,28	0,20-1,30	0,68	14-15	14,8	21-55	40
	26,5-120,0	68,0	0,02-0,24	0,09	0,10-1,20	0,50	7-13	9,6	23-64	19
Bartosz	11,0-65,5	41,8	0,02-0,26	0,09	0,10-1,20	0,38	1,1-4,5	2,1	11-42	19
	23,5-130,0	78,9	0,02-0,10	0,05	0,10-2,30	0,70	1,6-9,0	3,6	32-43	37
Żanecin	8,5-16,5	13,5	0,05-0,17	0,11	0,10-1,20	0,60	0,1-1,0	0,4	47-80	59
	3,0-6,0	4,1	0,02-0,06	0,04	0,10-1,20	0,58	0,1-1,2	0,6	24-30	28
Kol. Podr.	22,5-84,0	51,6	0,05-0,23	0,12	0,10-1,20	0,63	0,1-1,9	0,6	43-59	49
	3,0-20,0	8,1	0,05-0,20	0,11	0,10-1,90	0,80	0,1-2,7	0,8	17-28	21
Sok. Pod.	22,0-165,0	91,6	0,05-0,26	0,10	0,10-2,70	0,28	0,1-0,7	0,6	55-100	76
	32,5-53,0	42,0	0,02-0,11	0,06	0,10-0,70	0,15	0,1-0,2	0,2	75-129	94
Kol. Zielo.	2,5-7,5	4,3	0,03-0,12	0,06	0,10-1,20	0,58	0,5-2,5	1,2	6-26	12
	4,0-25,0	17,6	0,02-0,08	0,05	0,30-8,0	2,10	0,2-2,0	0,9	107-156	139
Wyrąb	2,5-62,5	30,1	0,02-0,06	0,05	0,10-10,0	2,60	0,2-1,5	0,6	30-59	44
	13,0-22,5	15,4	0,02-0,11	0,03	0,10-1,90	0,50	0,1-1,6	0,7	40-57	48
	61,5-220,0	142,9	0,02-0,26	0,15	0,10-4,0	1,10	0,1-0,5	0,3	122-150	141

cd. tabeli I.

Miejscowość i nr studni	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>		Cl <sup>-</sup>	
	stężenie – mg · dm <sup>-3</sup>									
	zakres	średnia	zakres	średnia	zakres	średnia	zakres	średnia	zakres	średnia
1	316-359	337	77-101	85	17-24	22	1264-1488	1488	6,8-7,1	6,9
2	321-370	346	83-100	93	17-20	19	1211-1432	1347	6,9-7,5	7,1
3	518-962	790	107-226	191	47-71	55	1796-3380	2884	7,0-7,5	7,3
4	410-539	456	124-150	132	14-26	19	1168-1709	1449	6,9-7,0	7,0
5	370-406	392	96-105	100	22-29	24	912-1051	998	6,9-7,5	7,1
6	267-316	296	73-83	77	14-21	17	741-819	779	7,0-7,5	7,2
7	390-516	442	100-126	114	18-40	27	1423-1530	1479	6,9-7,3	7,0
8	235-484	390	99-123	113	13-34	21	1180-1746	1515	6,6-7,5	7,0
9	235-505	344	76-122	244	7-28	16	670-697	694	7,0-7,8	7,5
10	380-505	424	114-134	122	6-28	18	1270-1560	1406	6,9-7,3	7,1
11	599-689	645	163-180	166	24-50	39	1605-2160	1892	7,0-7,7	7,2
12	390-487	452	110-160	133	7-39	17	1137-1276	1198	6,9-7,6	7,2
13	424-621	484	116-178	139	9-27	20	1400-1765	1548	6,6-7,7	7,4
14	417-464	438	76-156	111	6-32	17	1027-2360	1548	6,8-7,8	6,9
15	637-695	668	172-220	194	17-35	27	1872-2200	2063	6,8-7,1	6,8
16	693-758	740	212-230	220	22-36	27	2100-2330	2173	6,6-7,1	7,1
17	325-426	367	82-96	90	15-38	26	857-1085	980	6,7-7,1	6,8
18	493-855	707	124-271	207	11-41	28	1424-2390	2000	6,6-7,3	6,9
19	202-482	363	61-141	102	7-22	17	1023-1703	1378	6,6-7,5	6,8
20	500-628	558	151-188	161	22-31	26	1357-1809	1598	6,5-7,2	7,1
21	612-812	741	164-264	210	32-42	38	2120-2670	2433	6,6-7,6	7,1

dach kształtowało się średnio od 77 do 244 mg Ca · dm<sup>-3</sup>, a jonów magnezu od 17,75 do 55,25 mg Mg · dm<sup>-3</sup> (tabela I).

Przewodność elektrolityczna właściwa świadcząca o stopniu mineralizacji tych wód przekroczyła wartość dopuszczalną wynoszącą 2500 μS · cm<sup>-1</sup> w wodach studni nr 3 (tabela I). Odczyn badanych wód zmieniał się średnio od pH 6,8 do 7,3 i w żadnym przypadku nie przekroczył dopuszczalnego zakresu dla wód pitnych pH 6,5-9,5.

## DYSKUSJA

Badania wybranych wskaźników fizyko-chemicznych wód studziennych prowadzone na terenie gminy Sokółów Podlaski pozwoliły na ocenę ich stanu czystości i przydatności do spożycia. Biorąc pod uwagę średnie roczne stężenie azotanów (V) w wodzie stwierdzono, że przekroczyło ono wartość dopuszczalną w przypadku 43% badanych studni.

Wysokie stężenie azotanów (V) w badanych wodach związane było ze złą lokalizacją oraz głębokością tych studni. Studnie te nie posiadały strefy ochronnej, która powinna wynosić 8-20 metrów, a także w większości przypadków znajdowały się na obszarze o zwartej zabudowie mieszkalno-inwentarskiej pozbawionej struktury sanitarnej. W pobliżu badanych ujęć wody znajdowały się składowiska nawozów organicznych, budynki inwentarskie, wybiegi dla zwierząt oraz szamba. Wysokie przekroczenia normy dopuszczalnej azotanów (V), w trakcie całego okresu badań, stwierdzono również w wodach studni nr 21 zlokalizowanej w gospodarstwie położonym w lesie. Studnia ta była odkryta, a w bliskim jej sąsiedztwie znajdował się budynek inwentarski oraz przyzma z obornikiem. Z badań *Ostrowskiej i Płodzik* [6] wynika, że stan techniczny studni oraz sposób zagospodarowania w obrębie zagrody wywiera istotny wpływ na jakość wody pitnej. Wysokie stężenie azotanów (V) i (III) oraz amoniaku, wskazuje na trwałe zanieczyszczenie wód studziennych. Płytkie wody podziemne są narażone na zanieczyszczenia przez dopływ związków azotu zarówno z gospodarstw jak też z pobliskich pól uprawnych. Jony amonowe w wodzie podziemnej mogą pochodzić z redukcji azotanów (III) i azotanów (V) jak również z biochemicznego rozkładu związków organicznych zawierających azot. Wysokie stężenia jonu amonowego w wodach podziemnych są spowodowane dopływem świeżych zanieczyszczeń, których źródłem mogą być nieszczelne szamba oraz budynki inwentarskie. Biorąc pod uwagę obowiązującą normę, stwierdzono, że 10% badanych wód studziennych charakteryzowało się ponadnormatywnym stężeniem jonu amonowego. Stwierdzone w trakcie badań wysokie stężenie azotanów (V) w wodach studziennych, nawet czterokrotnie przekraczające dopuszczalną normę, wskazuje jak poważne zagrożenia dla jakości wód mają wymienione powyżej źródła zanieczyszczeń.

Badania wielu autorów [3, 5, 11] wskazują na występowanie niekorzystnych objawów u ludzi i zwierząt narażonych na spożycie azotanów (V) i azotanów (III). W przewodzie pokarmowym azotany (V) redukowane są przez bakterie denitryfikacyjne do azotanów (III). Toksyczne działanie azotanów (III) wiąże się z ich właściwościami utleniającymi, efektem których jest utlenianie hemoglobiny do methemoglobiny oraz utlenianie witaminy A. Rozpad witaminy A zachodzi jeszcze przed adsorpcją w przewodzie pokarmowym. Niedobór witaminy A pociąga za sobą zaburzenia syntezy białka, budowy struktur komórkowych, podwyższenie stężenia kwasu moczowego we krwi oraz wzrost aktywności arginazy nerkowej [11]. W methemoglobinemopatiach zachodzi zwiększone utlenianie Fe<sup>2+</sup> do Fe<sup>3+</sup>, co

powoduje zakłócenie w przenoszeniu tlenu. U dzieci methemoglobinemia objawia się błękitnym odcieniem naczyń krwionośnych, stąd też nazywa się ją „chorobą błękitnych dzieci” lub sinicą. Azotany (III) są szczególnie niebezpieczne dla niemowląt do szóstego miesiąca życia, ze względu na obecność we krwi tzw. hemoglobiny płodowej, bardziej podatnej na utlenienie oraz nie zawierającej enzymu: reduktazy methemoglobiny, która jest zdolna do odblokowania hemoglobiny. Azotany (III) powodują również wzrost ciśnienia krwi i nieprawidłową pracę mięśnia sercowego na skutek niedotlenienia, działają też mutagennie i rakotwórczo, gdyż są prekursorami nitrozoamin [5, 11]. W przewodzie pokarmowym w obecności amin 2-rzędowych mogą powstawać nitrozoaminy, będące związkami rakotwórczymi. Rak żołądka występuje szczególnie często wśród ludności wiejskiej i zachorowalność koreluje z bardzo wysoką zawartością azotanów (III) i azotanów (V) [3,11].

Otrzymane wyniki wskazują, że wysokim stężeniom związków azotowych w wodach na ogół towarzyszy zwiększone stężenie fosforanów. W Polsce obowiązująca norma dla wód pitnych wynosi 5 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, co w przeliczeniu wynosi 3,3 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> dm<sup>3</sup>. Biorąc to pod uwagę, stwierdzono, że w 33% wód studziennych norma ta została przekroczona. Nadmiar fosforanów może być także niebezpieczny dla zdrowia ludzi i zwierząt, gdyż związki te mogą buforować kwasy żołądkowe, a także wypłukiwać wapń z kości oraz osłabiać wchłanianie magnezu, cynku i żelaza. Jak wynika z przeprowadzonych badań 33% wód studziennych to wody o ponadnormatywnej zawartości CaCO<sub>3</sub>. Kationami decydującymi o stopniu

Tabela II. Współczynniki korelacji między badanymi wskaźnikami  
Coefficient of correlation between indexes studied

Zależności i związki	N	r	p
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - EC <sub>25</sub>	84	0,24	0,027
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	84	0,53	0,001
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> - głębokość	84	-0,31	0,003
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - EC <sub>25</sub>	84	0,29	0,006
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	84	0,35	0,001
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> - Mg <sup>2+</sup>	84	0,26	0,001
Cl <sup>-</sup> - CaCO <sub>3</sub>	84	0,84	0,001
Cl <sup>-</sup> - Ca <sup>2+</sup>	84	0,39	0,001
Cl <sup>-</sup> - Mg <sup>2+</sup>	84	0,61	0,001
Cl <sup>-</sup> - EC <sub>25</sub>	84	0,85	0,001
CaCO <sub>3</sub> - EC <sub>25</sub>	84	0,80	0,001
Ca <sup>2+</sup> - EC <sub>25</sub>	84	0,35	0,001
Mg <sup>2+</sup> - EC <sub>25</sub>	84	0,58	0,001
EC <sub>25</sub> - głębokość	84	-0,20	0,001

N – liczebność, number

r – współczynnik korelacji, coefficient of correlation

p – poziom istotności, significance level

twardości wody są głównie wapń i magnez. Wapń nie jest normowany w przepisach polskich, natomiast zawartość magnezu powinna mieścić się w przedziale 30-125 mg·dm<sup>-3</sup>. W wodzie pochodzącej z 86% studni stwierdzono niedobór tego pierwiastka. Magnez jest pierwiastkiem niezbędnym do prawidłowej pracy serca oraz układu nerwowego. Stężenie badanych wskaźników na ogół wykazywało znaczne wahania w czasie. Największą zmiennością stężeń charakteryzowały się głównie związki azotu, jednakże nie można ustalić wyraźnej prawidłowości w dynamice składu jonowego badanych wód studziennych. W niniejszych badaniach nie stwierdzono wyraźnej zależności pomiędzy stężeniem jonów a porą roku, co stwierdzają niektórzy autorzy [2, 7]. Analiza statystyczna wykazała istotne korelacje pomiędzy takimi wskaźnikami jak: azotany (V), fosforany oraz przewodnością elektrolityczną, co wskazuje, że mogą one pochodzić z tych samych źródeł zanieczyszczeń, jakimi były budynki inwentarskie oraz wybiegi dla zwierząt, nieszczelne szamba. Ujemna korelacja pomiędzy zawartością azotanów (V), przewodnością elektrolityczną oraz głębokością studni wskazuje, że wody z płytkich studni narażone są na zwiększony dopływ zanieczyszczeń (tabela II). Na stopień mineralizacji badanych wód ( $E_{25}$ ) wpłynęło głównie stężenie CaCO<sub>3</sub> oraz stężenie chlorków, o czym świadczą wysokie współczynniki korelacji pomiędzy tymi wskaźnikami.

Biorąc pod uwagę obowiązujące przepisy [9] oraz średnie roczne wartości badanych wskaźników stwierdzono, że monitorowane wody w większości kwalifikowały się do klasy IV (48% wód o jakości niezadowalającej) i klasy V (24% wód złej jakości). Wody o jakości zadowalającej – klasa III stanowiły 19%, a wody dobrej jakości – klasa II tylko 9%. Na taką klasyfikację badanych wód podziemnych wpłynęły głównie związki azotu, a w szczególności azotany (III) i azotany (V).

## WNIOSKI

1. Uzyskane wyniki wskazują, że zawartość związków azotu w 58% badanych wód studziennych nie odpowiada obowiązującym normom. Głównym związkiem stanowiącym zanieczyszczenie wody do picia są azotany (V).

2. Wśród badanych wód przeważają wody o niezadowalającej i złej jakości, które nie powinny być wykorzystywane do picia, zwłaszcza przez dzieci i kobiety w ciąży.

3. Spośród 21 monitorowanych wód studziennych tylko w dwóch wszystkie badane wskaźniki, z wyjątkiem magnezu, przez cały okres badań spełniały zalecane normy.

4. Z uwagi na występowanie w badanych wodach studziennych ponadnormatywnych stężeń składników nieobojętnych dla zdrowia człowieka oraz ich dużą dynamikę, uważa się za wskazane prowadzenie monitoringu jakości wód studziennych kilkakrotnie w ciągu roku.

J. Raczuk

## NITROGEN COMPOUNDS IN WELL WATER OF THE SOKOŁÓW PODLASKI DISTRICT

### Summary

In the year 2002 the quality of well waters was monitored in the area of Sokółów Podlaski district. Water samples collected four times per year from twenty once dug and drilled wells were examined for : NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, Cl<sup>-</sup>, pH, total hardness and electrolytic conductivity. These studies

showed that 58% out of all the analyzed water wells did not meet the requirements of standards related to nitrogen compounds content. During the whole period of the studies only 2 wells among 21 investigated met all the required standards as far as the examined parameters. These were the drilled wells of relevant localization and well enough isolated from all the sources of pollution.

#### PIŚMIENNICTWO

1. *Burchard J.*: Stan i antropogeniczne zmiany wód gruntowych w środkowej Polsce. [W:] Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce, red. J. Burchard, UŁ, Łódź 2000, 226-238.
2. *Czerwiński Z., Praczk J.*: Dynamic of soluble salt ions in water of the open and drilled wells in the area of Lomianki commune. *Pol. Ecol. Stud.* 1987, 13(3-4), 403-407.
3. *Gulis G., Czompolyova M., Cerhan J.R.*: An ecologic study of nitrate in municipal drinking water and cancer incidence in Trnava district, Slovakia. *Environ. Res. Sec.A* 2002, 88, 182-187.
4. *Hermanowicz W., Dożańska W., Dojlido J., Koziorowski B., Zerber J.*: Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Arkady, Warszawa 1999.
5. *Malberg J., Savage E., Osteryoung J.*: Nitrates in drinking water and early onset of hypertension. *Environ. Pollution* 1978, 5, 155-160.
6. *Ostrowska E.B., Płodzik M.A.*: Wpływ otoczenia zagrody wiejskiej na jakość wody w studniach przydomowych. *Wiad. Inst. Melior. użyt. Zielen.* 1999, 20 (1), 19-27.
7. *Pokojska U., Dopierała W.*: Dynamika składu chemicznego wody z wybranych studni gminy Kościelec. [W:] Stan i antropogeniczne zmiany jakości wód w Polsce, red. J. Burchard, UŁ, Łódź 2000, 239-242.
8. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 r. w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze. *Dz. U.* z 2002 r, nr 203, poz. 1718.
9. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji stanu tych wód. *Dz. U.* 2004 r. nr 32, poz. 284.
10. *Szczykowska J., Wierzbicki T.*: Badania nad zawartością związków azotu w studziennych wodach podpowierzchniowych. *Przeg. Komunal.* 1998, 10. 34-37.
11. *Traczyk J.*: Azotany i azotyny – występowanie i wpływ na zdrowie człowieka. W: Współczesne poglądy w nauce: żywność, żywienie, prawo a zdrowie. *Zakł. Hig. Żywn. Żyw.* Warszawa 2000, 79-89.

Otrzymano: 2005.07.12