

# WSKAŹNIKI CHEMICZNE WODY DO PICIA Z UJEĆ WŁASNYCH W GOSPODARSTWACH WIEJSKICH W OTULINIE BIEBRZAŃSKIEGO PARKU NARODOWEGO

Jacek JASZCZYŃSKI<sup>1)</sup>, Andrzej SAPEK<sup>2)</sup>,  
Sławomir CHRZANOWSKI<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Doświadczalny Melioracji i Użytków Zielonych w Biebrzy

<sup>2)</sup> Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Chemii Gleby i Wody

*Słowa kluczowe: Biebrzański Park Narodowy, jakość wody, składniki nawozowe, studnie przydomowe*

## Streszczenie

Badania dotyczyły jakości wody do picia z tradycyjnych (kręgowych) i wierconych studni wybranych gospodarstw rolnych, położonych na torfowisku Kuwasy w basenie środkowej Biebrzy oraz zlokalizowanych w granicach Biebrzańskiego Parku Narodowego w dolinie dolnej Biebrzy. W próbkach wody oznaczono: N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>, P-PO<sub>4</sub>, Na, K, Mg, Ca, Cl oraz rozpuszczalny węgiel organiczny (RWO). W wodzie ze wszystkich badanych studni notowano podwyższone stężenie składników nawozowych, lecz jej jakość tylko w 6 studniach z badanych 13 nie odpowiadała wymaganiom wody do picia z uwagi na duże średnie stężenie azotanów bądź jonu amonowego. Podwyższone stężenie azotanów, jonu amonowego, potasu, sodu i chlorków oraz rozpuszczalnego węgla organicznego występowało w badanych gospodarstwach w całym okresie badań i było skutkiem zanieczyszczenia pochodzącego z działalności bytowej lub rolniczej. Potwierdzeniem jest duże (7,7–52,4 mg K·dm<sup>-3</sup>) średnie stężenie potasu w próbkach z większości studni tradycyjnych, na ogół większe niż stężenie sodu. Stężenie sumy tych kationów było znacznie większe niż chlorków. Stężenie azotanów w wodzie ze studni tradycyjnych było istotnie skorelowane ze stężeniem chlorków, sodu, potasu, magnezu oraz wapnia, a ponadto ze stężeniem rozpuszczalnego węgla organicznego (RWO, ang. „DOC – dissolved organic carbon”). Natomiast w studniach wierconych większemu stężeniu azotanów towarzyszyło większe stężenie fosforanów, mniejsze zaś jonu amonowego. Podwyższone stężenie wszystkich badanych składników stwierdzono w wodzie ze studni gospodarskich (będącej składową wody

---

Adres do korespondencji: mgr inż. J. Jaszczyński, Zakład Doświadczalny Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych w Biebrzy, 19-200 Grajewo, tel. +48 (86) 273-40-51, e-mail: zdmuz\_biebrza@zetobi.com.pl

gruntowej) na terenach wiejskich wchodzących w skład Biebrzańskiego Parku Narodowego i jego otuliny. Świadczy to o możliwości powstawania zanieczyszczeń obszarowych, obejmujących również Park.

## WSTĘP

W licznych pracach wykazywano nieodpowiednią jakość wody w przydomowych studniach gospodarstw wiejskich [SAPEK, SAPEK, RZEPIŃSKI, 1993; MISZTAŁ, SAPEK, 1997; SIKORSKI, 1997; OSTROWSKA i in., 1999; PIETRZAK, 1997; SAPEK B., 2002; SAPEK A., 2002]. Były to ujęcia indywidualne, nieobjęte urzędową kontrolą stanu chemicznego i bakteriologicznego. Z badań SIKORSKIEGO [1992] wynika, że około 67% studni gospodarskich w Polsce zawierało wodę niezdatną do picia. Na jej jakość mogły mieć wpływ różne czynniki związane bezpośrednio z produkcją rolniczą i ze sposobem gospodarowania w zagrodzie [OSTROWSKA, PŁODZIK, 1999]. Należą do nich, między innymi, warunki i miejsce przechowywania odchodów zwierzęcych, określane przez B. SAPEK [2002] jako „gorące punkty”. Ważne są także warunki sanitarno-higieniczne wewnątrz zagrody, lokalizacja studni, jej głębokość i zabezpieczenie przed spływającymi wodami powierzchniowymi. Istotnym problemem jest również nieodpowiednie odprowadzanie ścieków bytowych z siedzib ludzkich. W tym świetle bardzo ważną staje się kontrola jakości wody w gospodarstwach rolnych.

Celem pracy było określenie zmian zanieczyszczenia wody do picia w studniach tradycyjnych (kręgowych – St) i wierconych (Sw), usytuowanych wewnątrz zagród na terenach wiejskich, na tle intensywności działalności rolniczej.

## MATERIAŁ I METODY BADAŃ

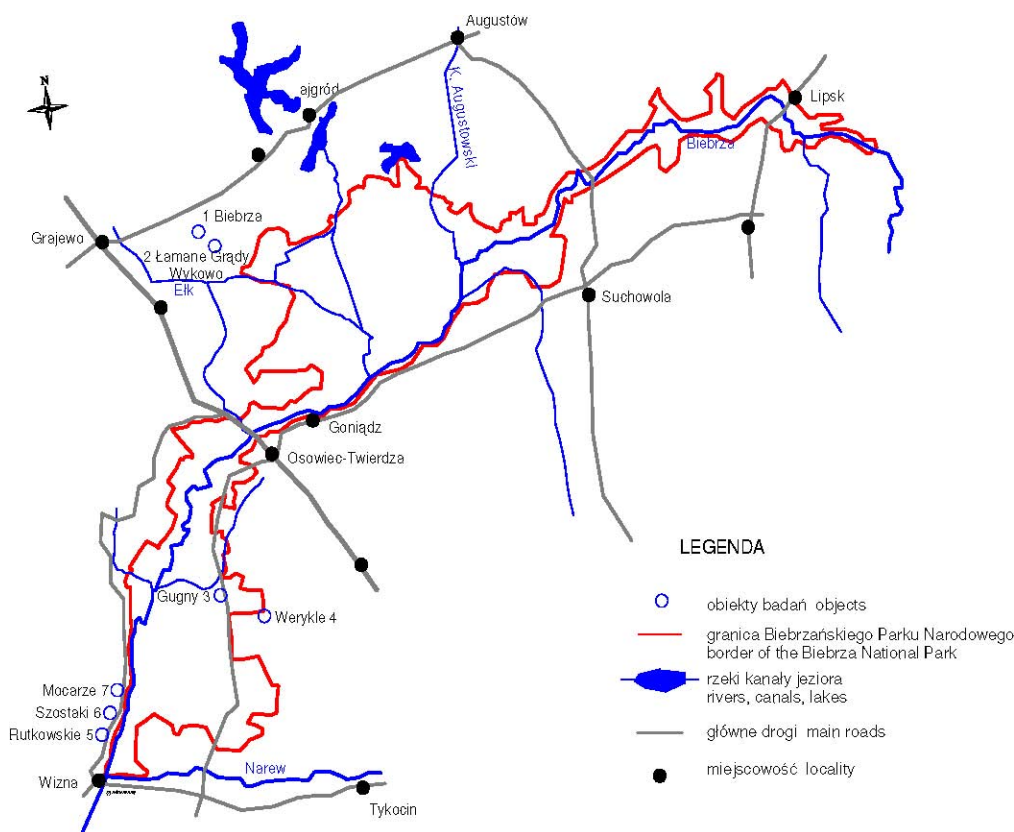
Gospodarstwa objęte badaniami były usytuowane na terenie obiektu Kuwasy w basenie środkowej Biebrzy, we wsiach:

- Łamane Grądy (Łg) – 3 studnie – ŁgSt, ŁgSw1 i ŁgSw2,
- Wykowo (Wy) – 1 studnia – WySw,
- Biebrza (Bi) – 1 studnia – BiSw,

oraz w obrębie basenu dolnej Biebrzy, w granicach Biebrzańskiego Parku Narodowego bądź jego otuliny, we wsiach (rys. 1):

- Gugny (Gu) – 2 studnie – GuSt, GuSw,
- Werykle (We) – 1 studnia – WeSt,
- Rutkowskie (Ru) – 2 studnie – RuSt, RuSw,
- Szostaki (Sz) – 1 studnia – SzSt,
- Mocarze (Mo) – 2 studnie – MoSt, MoSw.

Próbki wody pobierano od maja 2000 r. do grudnia 2004 r. z sześciu studni tradycyjnych (St) i siedmiu wierconych (Sw), co 3 tygodnie w gospodarstwach poło-



Rys. 1. Lokalizacja gospodarstw z badanymi studniami

Fig. 1. Location of farms with analysed wells

zonych na obiekcie Kuwasy oraz co 6 tygodni – w gospodarstwach w basenie dolnej Biebrzy. W przypadku studni tradycyjnych próbki pobierano z otwartego lustra wody, a w studniach wierconych zainstalowane były pompy.

Analizy chemiczne próbek wody wykonano w Zakładzie Chemii Gleby i Wody IMUZ w Falentach i w ZD w Biebrzy. Obejmowały one oznaczenie pH oraz stężenia  $N-NO_3$ ,  $N-NH_4$ ,  $P-PO_4$  i RWO (rozpuszczalny węgiel organiczny, ang. „DOC – dissolved organic carbon”) metodą kolorymetrii przepływowej, stężenia Na, K, Mg i Ca metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej, a stężenia Cl – miareczkowo. W analizie statystycznej wyników posługiwano się zależnościami korelacyjnymi, nieparametryczną statystyką porządku rang Spearmana oraz korelacją wieloraką.

Wyniki analizy chemicznej odniesiono do norm określających jakość wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi [Rozporządzenie..., 2002], które dopuszczają maksymalne stężenie azotanów w wysokości 11,3, jonu amonowego – 1,17, chlorków – 250, sodu – 200, magnezu –  $30 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ . Stężenia fosforanów i potasu

nie są limitowane aktualnymi przepisami. W przypadku RWO stężenie, powyżej którego wody podziemne niechlorowane (a do takich należy woda ze studni) zalicza się do najgorszej, V klasy jakości, wynosi  $20 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  [Rozporządzenie..., 2004].

Gospodarstwa objęte badaniami podzielono na cztery grupy różniące się intensywnością i charakterem prowadzonej działalności rolniczej oraz dbałością o właściwe warunki sanitarne. Zwracano uwagę na konstrukcję studni tradycyjnych, ich zabezpieczenie przed sływem powierzchniowym, szczelność szamb i ich usytuowanie na terenie zagrody. Ważny był też sposób składowania obornika, ogólna dbałość o czystość na terenie podwórza oraz położenie w stosunku do sąsiednich gospodarstw.

Grupa I – gospodarstwa średniej wielkości, położone na koloniach, sąsiadujące z jednym bądź dwoma obejściami. Produkcja zwierzęca jest nastawiona na hodowlę krów mlecznych. Obornik jest składowany na gruncie przy oborach. Opady atmosferyczne wymywają z niego wodę gnojową, która stopniowo wsiąka w glebę. Do tej grupy zaliczono gospodarstwa ze wsi Łamane Grądy (studnie ŁgSt, ŁgSw1, ŁgSw2) oraz Wykowo (studnia WySw), a także gospodarstwo ZD MUZ we wsi Biebrza (studnia BiSw). Studnie tradycyjne mają lustro wody na głębokości 3–4 m i nie są należycie zabezpieczone przed sływem wód powierzchniowych. Studnie wiercone sięgają głębokości: ŁgSw1 – 38 m, ŁgSw2 – 18 m, WySw – 47 m, BiSw – 30 m.

Grupa II – małe gospodarstwa rolne, położone wewnątrz wsi, z małą obsadą inwentarza żywego i niewielkim arealem użytków rolnych. Należy do niej gospodarstwo w miejscowości Rutkowskie (studnia RuSt i RuSw wiercona na głębokość 12 m) usytuowane na znacznej pochyłości, stanowiącej krawędź wysoczyzny zbiegającej ku dolinie rzeki Biebrza, w sąsiedztwie wyżej położonych gospodarstw, oraz obiekt we wsi Mocarze (MoSt) położony stosunkowo wysoko w odniesieniu do innych zagród w tej miejscowości. Studnie tradycyjne (z lustrem wody ok. 4–5 m) są zbudowane z luźno ułożonych kręgów i niezabezpieczone przed dopływem wody z powierzchni gruntu. Dbłość o zachowanie czystości na terenie zagrody jest przeciętna.

Grupa III – gospodarstwa we wsiach Szostaki (SzSt – zwierciadło wody na głębokości 5 m) i Mocarze (MoSw – 14 m głębokości), w których zaniechano czynnej gospodarki rolnej. Nie prowadzi się tam chowu zwierząt i innej działalności rolniczej, położone są jednak w zwartej zabudowie, w sąsiedztwie aktywnych gospodarstw rolnych i są usytuowane niżej niż pobliskie zagrody. W gospodarstwie we wsi Mocarze ścieki bytowe są wylwane na terenie obejścia.

Grupa IV – gospodarstwa pozarolnicze, agroturystyczne lub wypoczynkowe, zamieszkiwane często tylko sezonowo. Produkcja zwierzęca, jeśli jest prowadzona, to ogranicza się jedynie do zaspokojenia potrzeb mieszkającej tam rodziny i wczasowiczów. Są one położone w oddaleniu od zabudowań wsi albo w sąsiedztwie innych gospodarstw o podobnym profilu. Nie dostrzeżono w zagrodzie i jej naj-

bliższym otoczeniu potencjalnych zagrożeń dla czystości wody w studniach. Czystość w obejściach jest zadowalająca. Do tej grupy należą obiekty we wsi Werykle (WeSt) i Gugny – gospodarstwo wypoczynkowe (GuSw, GuSt). Kręgi w studniach tradycyjnych są luźno ułożone, a same studnie nie izolowane przed wodą spływającą po powierzchni podwórza. Lustro wody na poziomie ok. 3 m. Studnia GuSw wiercona na głębokość 15 m.

Z trzech studni tradycyjnych (ŁgSt, MoSt, WeSt) i czterech wierconych (WySw, RuSw, MoSw, GuSw) rolnicy czerpali wodę do picia przez cały okres badań.

## OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Ze względów technicznych należało się spodziewać większych stężeń składników nawozowych w wodzie ze studni tradycyjnych niż z wierconych. Otrzymane wyniki w pełni potwierdziły te założenia. W próbkach wody ze studni tradycyjnych, stężenie azotanów i potasu było przeciętnie prawie cztery, fosforu – trzy, a chlorków – dwa razy większe w porównaniu ze stężeniem w próbkach ze studni wierconych. Stężenie pozostałych składników mineralnych było na podobnym poziomie w próbkach wody z obydwu typów studni. Ostatecznie woda z czterech (z sześciu badanych) studni tradycyjnych nie odpowiadała wymaganiom wody do picia z powodu dużego średniego stężenia azotanów (tab. 1). Spośród studni wierconych w jednej zanotowano przekroczenie dopuszczalnej wartości amonu, a w jednej – azotanów (tab. 2). W jednej studni tradycyjnej średnie stężenie rozpuszczalnego węgla organicznego (RWO) w próbkach wody przekroczyło  $20 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  – wartość określającą najgorszą klasę jakości wód podziemnych (tab. 1). W trzech studniach tradycyjnych i jednej wierconej obserwowano podwyższone stężenie potasu, jednak nie jest ono limitowane aktualnymi przepisami. W jednej studni tradycyjnej (SzSt) i trzech wierconych (BiSw, ŁgSw1, ŁgSw2) zanotowano nie-wielkie przekroczenia dopuszczanego, ze względów zdrowotnych, stężenia magnezu (tab. 1 i 2).

Nie dopatrzone się różnic w składzie mineralnym wody ze studni tradycyjnych w zależności od gospodarowania rolniczego, natomiast jakość wody w studniach wierconych z gospodarstw, w których zaniechano produkcji rolniczej, była lepsza.

Ogólnie, badana woda z obu rodzajów studni była zanieczyszczona składnikami nawozowymi – azotem mineralnym, fosforanami i potasem. Składniki te mogły pochodzić z działalności rolniczej, ścieków bytowych, a w przypadku związków azotu i fosforu – z mineralizacji otaczających gleb torfowych.

Źródła tych zanieczyszczeń identyfikowano analizując zależności korelacyjne między stężeniami poszczególnych składników. Zanotowane stężenia wszystkich składników nie podlegały rozkładowi normalnemu, dlatego stosowano nieparametryczną statystykę porządku rang Spearmana. Istotne korelacje między stężeniami





składników występowały tylko w wodzie ze studni tradycyjnych, w których źródłem zanieczyszczeń była zagroda i jej otoczenie [SAPEK B., 2002]. Z powodu małej liczby obserwacji oraz specyfiki zagrody nie na wszystkich obiektach objętych badaniami występowały takie same zależności. Dlatego w rozważaniach brano pod uwagę tylko te korelacje, które występowały w co najmniej trzech obiektach i miały taki sam znak.

Stężenie azotanów, które przekraczało wartości dopuszczalne w wodzie z czterech studni tradycyjnych, było istotnie skorelowane ze stężeniem chlorków, sodu, potasu, magnezu oraz wapnia, a ponadto ze stężeniem rozpuszczalnego węgla organicznego (RWO) (tab. 3). Chlorki w wodzie ze studni gospodarskiej pochodzą albo z odchodów zwierząt gospodarskich, albo ze ścieków bytowych. W wodzie z trzech studni większemu stężeniu azotanów towarzyszyło stosunkowo duże stężenie chlorków. ZAHN i GRIMM [1993] przyjmują, że stężenia chlorków w wodzie gruntowej są wskaźnikiem obecności azotanów. Zwiększone stężenie sodu i potasu ma to samo źródło co chlorki. Stężenie sodu i potasu jest pomocne w identyfikacji źródeł zanieczyszczenia. Podwyższone stężenie sodu wskazuje na wpływ ścieków bytowych z uwagi na duże zużycie soli kuchennej w celach spożywczych, natomiast podwyższone stężenie potasu – na wpływ działalności rolniczej, gdyż zawartość potasu w roślinach uprawnych lub rosnących w warunkach naturalnych jest ponad sto razy większa niż sodu (także w roślinach z gleb naturalnych ubogich w potas). W wodzie z gospodarstw, w których ograniczono produkcję rolniczą lub jej zaniechano nadal przeważało stężenie potasu. Wyjątkiem było gospodarstwo agroturystyczne w Weryklach (studnia WeSt). Wprawdzie istotną korelację między stężeniem azotanów a stężeniem RWO stwierdzono tylko w próbkach z trzech studni tradycyjnych, to jednak jest to wskazówką, że azotany przedostają się do płytkich studni wraz z materią organiczną (tab. 3).

**Tabela 3.** Współczynniki porządku rang Spearmana, istotne przy  $\alpha < 0,05$ , dla zależności między stężeniem N-NO<sub>3</sub> a stężeniem pozostałych składników w próbkach wody ze studni tradycyjnych

**Table 3.** Spearman rank order coefficients, significant at  $\alpha < 0.05$  for the relationship between N-NO<sub>3</sub> concentration and concentrations of other components in water samples from traditional wells

Studnia Well	<i>n</i>	Cl	Na	K	Mg	Ca	RWO DOC
Wszystkie All	258	0,62	0,51	0,31	0,44	0,55	0,19
ŁgSt1	49	0,59	–	0,37	–	0,39	0,34
MoSt	35	0,57	0,56	0,68	–	0,46	0,44
RuSt	34	–	–	0,34	–	–	–
SzSt	25	0,87	0,86	0,73	0,80	0,75	0,90
GuSt	33	0,68	0,78	0,46	0,72	0,39	–
WeSt	37	–	0,44	–	0,35	–	–

Objaśnienia jak pod tabelą 1.

Explanations as in Tab. 1.



Nadmierne stężenie potasu stwierdzono w wodzie tylko z trzech studni tradycyjnych, lecz w większości z nich było ono istotnie i dodatnio skorelowane nie tylko ze stężeniem azotanów, chlorków i sodu, lecz także RWO (tab. 4). Ta ostatnia zależność wskazuje na znaczny udział materii organicznej w przemieszczaniu się składników nawozowych do wody gruntowej. W większości studni tradycyjnych stężenie chlorków było dodatnio skorelowane ze stężeniem podstawowych kationów jedno-i dwuwartościowych (tab. 5).

**Tabela 4.** Współczynniki porządku rang Spearmana, istotne przy  $\alpha < 0,05$ , dla zależności między stężeniem potasu a stężeniem pozostałych składników w próbkach wody ze studni tradycyjnych

**Table 4.** Spearman rank order coefficients, significant at  $\alpha < 0.05$  for the relationship between potassium concentration and concentrations of other components in water samples from traditional wells

Studnia Well	<i>n</i>	NO <sub>3</sub>	Cl	Na	RWO DOC
Wszystkie All	258	0,31	0,35	0,61	0,40
ŁgSt	49	0,37	–	0,80	–
MoSt	35	0,68	0,64	0,61	0,67
RuSt	34	0,34	–	–	–
SzSt	25	0,73	0,72	0,87	0,81
GuSt	33	0,46	0,78	0,76	0,47
WeSt	37	–	–	–	0,51

Objaśnienia jak pod tabelą 1.

Explanations as in Tab. 1.

**Tabela 5.** Współczynniki porządku rang Spearmana, istotne przy  $\alpha < 0,05$ , dla zależności między stężeniem chlorków a stężeniem pozostałych składników w próbkach wody ze studni tradycyjnych

**Table 5.** Spearman rank order coefficients, significant at  $\alpha < 0.05$  for the relationship between chloride concentration and concentrations of other components in water samples from traditional wells

Studnia Well	<i>n</i>	NO <sub>3</sub>	Na	K	Mg	Ca
Wszystkie All	258	0,62	0,66	0,35	0,33	0,46
ŁgSt	49	–	–	–	0,50	–
MoSt	35	0,68	0,94	0,78	0,79	0,62
RuSt	34	0,59	–	–	0,34	–
SzSt	25	0,57	0,66	0,64	–	0,42
GuSt	33	–	–	–	–	0,63
WeSt	37	0,87	0,74	0,72	0,76	0,89

Objaśnienia jak pod tabelą 1.

Explanations as in Tab. 1.

Próbki wody z czterech studni wierconych nie spełniały wymagań stawianych wodzie do picia głównie z uwagi na za duże stężenie jonu amonowego (tab. 2). Były to studnie z gospodarstw, w których nadal utrzymywano działalność rolniczą (ŁgSw1 i 2, WySw i RuSw). W wodzie z jednej studni (RuSw) zanotowano bardzo duże stężenie wszystkich składników nawozowych (N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>, P i K), co wynika raczej z zaniedbania ochrony studni, niż z procesów przebiegających w gruncie. Stężenie fosforanów i potasu w pozostałych studniach było małe (tab. 2). W wodzie z niektórych studni odnotowano dodatnią korelację stężeń fosforanów i azotanów (tab. 6).

**Tabela 6.** Współczynniki porządku rang Spearmana, istotne przy  $\alpha < 0,05$ , dla zależności między stężeniem N-NO<sub>3</sub> a stężeniem P-PO<sub>4</sub> i N-NH<sub>4</sub> w próbkach wody ze studni wierconych

**Table 6.** Spearman rank order coefficients, significant at  $\alpha < 0.05$  for the relationship between N-NO<sub>3</sub> concentration and concentrations of P-PO<sub>4</sub> and N-NH<sub>4</sub> in water samples from drilled wells

Studnia Well	P-PO <sub>4</sub>	N-NH <sub>4</sub>
Wszystkie All	0,28	-0,19
BiSw	-	-0,24
ŁgSw1	-	-0,61
ŁgSw2	-	-0,59
WySw	0,28	-
RuSw	-	-
MoSw	-	-
GuSw	0,36	-

Dalsze zależności między stężeniami składników (N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>, Na, K, Cl i RWO), zanieczyszczających badane wody, wykazano za pomocą korelacji wielorakiej. Stężenie azotanów w próbkach wody z obydwu rodzajów studni było istotnie i dodatnio skorelowane ze stężeniem w nich fosforanów i chlorków, a w próbkach ze studni wierconych – także potasu (tab. 7 i 8). W części próbek stężenie azotanów można oszacować na podstawie stężenia chlorków. Stężenie potasu było skorelowane ze stężeniem fosforanów i sodu w obydwu rodzajach próbek, a ponadto ze stężeniem RWO w próbkach ze studni tradycyjnych oraz azotanów i chlorków ze studni wierconych. Stężenie sodu było skorelowane ze stężeniem potasu i chlorków. Stężenie fosforanów w próbkach ze studni tradycyjnych było skorelowane ze stężeniem potasu, natomiast z wierconych – także ze stężeniem pozostałych składników nawozowych.

**Tabela 7.** Równania korelacji regresji wielorakiej dla stężenia ważniejszych składników w próbkach wody ze studni tradycyjnych**Table 7.** The equation of multiple regression for the concentration of important constituents in water samples from traditional wells

Równanie regresji	Regression equation	R	R <sup>2</sup> , %
[N-NO <sub>3</sub> ]	$= 2,65[P-PO_4] - 1,21[N-NH_4] + 0,66[Cl] + 4,00$	0,651**	41,7
[N-NO <sub>3</sub> ]	$= 0,613[Cl] + 6,38$	0,590***	34,5
[K]	$= 7,66[P-PO_4] + 1,01[Na] + 0,30[RWO] - 5,89$	0,751**	55,8
[Na]	$= 0,37[K] + 0,37[Cl] + 26,1A_{280} - 3,20$	0,843***	70,8
[P-PO <sub>4</sub> ]	$= 0,024[K] - 3,27A_{280} + 1,066$	0,565***	31,4
[RWO]	$= -2,96[P] + 0,24[K] + 10,63$	0,370***	12,8

\*\* istotne przy  $\alpha < 0,01$ , \*\*\* istotne przy  $\alpha < 0,001$ , A<sub>280</sub> – absorbancja.

\*\* significant at  $\alpha < 0.01$ , \*\*\* significant at  $\alpha < 0.001$ , A<sub>280</sub> – absorption.

**Tabela 8.** Równania korelacji regresji wielorakiej dla stężenia ważniejszych składników w próbkach wody ze studni wierconych**Table 8.** The equation of multiple regression for the concentration of important constituents in water samples from drilled wells

Równanie regresji	Regression equation	R	R <sup>2</sup> , %
[N-NO <sub>3</sub> ]	$= 2,28[P-PO_4] - 0,19[N-NH_4] + 0,67[K] + 0,20[Cl] - 2,28$	0,852***	72,2
[N-NO <sub>3</sub> ]	$= 0,904[K] - 0,771$	0,842**	70,8
[N-NO <sub>3</sub> ]	$= 0,76[Cl] - 4,29$	0,492***	24,0
[K]	$= 2,74[P-PO_4] + 0,47[N-NO_3] - 0,17[Na] + 0,43[Cl] + 1,17$	0,891*	79,2
[Na]	$= -0,65[K] + 1,09[Cl] + 46,1[A_{280}] + 5,39$	0,763***	57,8
[P-PO <sub>4</sub> ]	$= 0,023[N-NO_3] + 0,050[N-NH_4] + 0,054[K] - 0,024[Cl] + 0,127$	0,801*	63,6

Objaśnienia jak pod tabelą 7.

Explanations as in Tab. 7.

## PODSUMOWANIE

Ograniczenie lub zaniechanie działalności rolniczej nie miało widocznego wpływu na poprawę jakości wody do picia. Powstaje więc pytanie, w jakim stopniu przyczyną podwyższonego stężenia składników nawozowych w wodzie z badanych studni jest obecna lub była działalność rolnicza, a w jakim – ścieki bytowe.

Podwyższone stężenie azotanów, amonu, potasu, sodu i chlorków oraz rozpuszczalnego węgla organicznego było skutkiem zanieczyszczenia pochodzącego z działalności bytowej lub rolniczej. Występowało ono w badanych gospodarstwach w całym okresie badań, ponieważ nawet w zagrodach, które zaniechały rynkowej produkcji rolnej zachowano chów ograniczonej liczby inwentarza żywego i upraw przydomowych na potrzeby własne. Potwierdzeniem jest duże stężenie

potasu w próbkach z większości studni tradycyjnych, na ogół większe niż stężenie sodu (tab. 9). Ponadto stężenie chlorków było wyraźnie mniejsze niż sumy sodu i potasu, z wyjątkiem próbek z jednej studni położonej, ku zaskoczeniu, na terenie gospodarstwa o intensywnej produkcji rolnej (tab. 9). Wynika z tego, że sód i potas w badanych wodach tylko w ograniczonym zakresie pochodzi ze ścieków bytowych, a ważniejszym ich źródłem jest jednak obecna lub była działalność rolnicza, zwłaszcza chów zwierząt. W wodzie ze studni wierconych dominuje natomiast kation sodu, którego stężenie w wodzie ze studni z gospodarstw prowadzących nadal działalność rolniczą jest dwa do trzech razy większe od stężenia w niej chlorków (tab. 10). Małe stężenie potasu w próbkach wody ze studni wierconych jest wynikiem skutecznego wiązania tego kationu przez materiał krzemianowy gruntu.

**Tabela 9.** Średnie stężenie ( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) badanych składników w próbkach wody z tradycyjnych studni gospodarskich

**Table 9.** Mean concentrations ( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) of analysed components in water samples from traditional farm wells

Składnik Component	ŁgSt (I) <i>n</i> = 49	MoSt (II) <i>n</i> = 35	RuSt (II) <i>n</i> = 34	SzSt (III) <i>n</i> = 25	GuSt (IV) <i>n</i> = 33	WeSt (IV) <i>n</i> = 37	Średnia Mean <i>n</i> = 213
Cl	0,87	0,31	0,33	0,66	1,07	0,36	0,55
Na	0,44	0,40	0,38	0,74	1,62	0,34	0,63
K	0,21	0,20	0,61	1,34	0,98	0,23	0,81
Na + K	0,66	0,59	0,99	2,08	2,59	0,56	1,37
Na + K – Cl	-0,21	0,28	0,66	1,42	1,53	0,20	0,74

Objaśnienia jak pod tabelą 1.

Explanations as in Tab. 1.

**Tabela 10.** Średnie stężenie ( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) badanych składników w próbkach wody z wierconych studni gospodarskich

**Table 10.** Mean concentrations ( $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) of analysed components in water samples from farm drilled wells

Składnik Component	BiSw (I) <i>n</i> = 52	ŁgSw1 (I) <i>n</i> = 60	ŁgSw2 (I) <i>n</i> = 59	WySw (I) <i>n</i> = 54	RuSw (II) <i>n</i> = 34	MoSw (III) <i>n</i> = 38	GuSw (IV) <i>n</i> = 32	Średnia Mean <i>n</i> = 329
Cl	0,32	0,36	0,36	0,24	0,45	0,24	0,21	0,31
Na	0,88	1,20	1,21	0,80	0,47	0,33	0,30	0,82
K	0,07	0,09	0,10	0,04	0,60	0,13	0,06	0,13
Na + K	0,96	1,29	1,31	0,85	1,07	0,45	0,36	0,96
Na + K – Cl	0,63	0,93	0,95	0,61	0,62	0,21	0,15	0,64

Zarówno woda z części studni tradycyjnych, jak i wierconych była zanieczyszczona związkami organicznymi. Mogą one pochodzić z działalności bytowej, lecz także z otaczających gospodarstwa gleb torfowych. Potwierdzeniem tego może być studnia tradycyjna (GuSt), należąca do gospodarstwa położonego w sąsiedztwie obszaru torfowiskowego, w której obserwowano największe wśród badanych ujęć średnie stężenie RWO.

### WNIOSKI

1. Największym zagrożeniem dla jakości wody do picia z własnych ujęć gospodarskich jest duże stężenie azotanów i amoniaku.
2. Większe stężenie jonów potasu niż sodu świadczy o tym, że obserwowane zanieczyszczenie związkami azotu, fosforanami i potasem pochodziło z obecnej lub byłej działalności rolniczej.
3. Stężenie azotanów w wodzie w większości studni tradycyjnych było istotnie skorelowane ze stężeniem chlorków oraz potasu.
4. W wodzie z obydwu rodzajów studni stwierdzono wyraźną zależność między stężeniem fosforanów i potasu.
5. Najlepsza była jakość wody ze studni wierconej (GuSw), z gospodarstwa należącego do grupy gospodarstw spełniających wymagania techniczno-sanitarne (IV).

### LITERATURA

- Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz. U. 2002 nr 203 poz. 1718.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. Dz. U. 2004 nr 32 poz. 284.
- DOJLIDO J., 1995. Chemia wód powierzchniowych. Białystok: Wydaw. Ekonom. Środ. ss. 342.
- MISZTAŁ A., SAPEK A., 1997. Jakość wody w studniach zagrodowych i charakterystyka rolniczo-socjologiczna gospodarstw w wybranych zlewniach Zbiornika Dobczyckiego. Zesz. Edukac. nr 7 Falenty: Wydaw. IMUZ s. 83–99.
- OSTROWSKA B., PŁODZIK M., SAPEK A., WESOŁOWSKI P., SMOROŃ S., 1999. Jakość wody pitnej z ujęć własnych w gospodarstwach rolnych. Wiad. IMUZ t. 20 z. 1 s. 7–18.
- OSTROWSKA B., PŁODZIK M., 1999. Wpływ otoczenia zagrody wiejskiej na jakość wody w studniach przydomowych. Wiad. IMUZ t. 20 z. 1 s. 19–27.
- PIETRZAK S., 1997. Postępowanie z nawozami organicznymi pochodzenia zwierzęcego w aspekcie ochrony jakości wody. Zesz. Edukac. nr 2 Falenty: Wydaw. IMUZ s. 31–44.
- PIETRZAK S., 2002. Bilans i emisje składników nawozowych w gospodarstwach demonstracyjnych. Zesz. Edukac. nr 7 Falenty: Wydaw. IMUZ s. 47–55.
- SAPEK A., SAPEK B., RZEPIŃSKI W., 1993. Wstępne rozpoznanie zanieczyszczenia wody do picia z ujęć własnych w gospodarstwach rolnych na terenie województwa ostrołęckiego. W: Ochrona

- zasobów wodnych przed zanieczyszczeniem. Materiały na sympozjum IAWQ. Kraków: Polski Komitet Międzynarodowego Stowarzyszenia Jakości Wody IAWQ.
- SAPEK A., 2002. Rozpraszanie fosforu do środowiska – mechanizmy i skutki. Zesz. Edukac. nr 7 Falenty: Wydaw. IMUZ s. 9–24.
- SAPEK B., 2002. Jakość gleby i wody w gospodarstwach demonstracyjnych. Zesz. Edukac. nr 7 Falenty: Wydaw. IMUZ s. 57–71.
- SIKORSKI M., 1992. Gospodarka wodno-ściekowa na wsi. Wiad. Melior. t. 35 nr 1 s. 15.
- SIKORSKI M., 1997. Sanitacja zagrody wiejskiej. Zesz. Edukac. nr 3 Falenty: Wydaw. IMUZ s. 51–81.
- SMOŃ S., 1998. Przenikanie substancji biogenych ze źródeł rolniczych do środowiska – czynnik eutrofizacji wód powierzchniowych. Zesz. Edukac. nr 5 Falenty: Wydaw. IMUZ s. 57–70.
- ZAHN M. T., GRIMM W.-D., 1993. Nitrate and chloride loading as anthropologic indicators. Water Air Soil Pollution 68 s. 469–483.

*Jacek JASZCZYŃSKI, Andrzej SAPEK, Sławomir CHRZANOWSKI*

### **CHEMICAL INDICES OF DRINKING WATER FROM WELLS IN FARMS SITUATED IN THE BUFFER ZONE OF THE BIEBRZA NATIONAL PARK**

*Key words: farm well, nutrients, the Biebrza National Park, water quality*

#### **S u m m a r y**

The study dealt with the quality of drinking water from traditional (dugout) and deep (drilled) wells in selected farms localized on bog Kuwasy in the middle Biebrza River basin and in the lower Biebrza River basin within the Biebrza National Park. The concentrations of N-NO<sub>3</sub>, N-NH<sub>4</sub>, P-PO<sub>4</sub>, Na, K, Mg, Ca, Cl and of dissolved organic carbon (DOC) were determined. Water in all analysed wells showed elevated nutrient concentrations though its quality did not meet the quality standards in only 6 out of 13 studied wells mainly due to high concentrations of nitrates and ammonium. Increased concentrations of nitrates, ammonium ions, potassium, sodium and chlorides found in all wells in the whole study period originated from agricultural and/or domestic pollution. This was confirmed by a high concentration of potassium in traditional wells, clearly higher than that of sodium. Combined concentration of both cations was significantly higher than the concentration of chlorides. The concentration of nitrates in water from traditional wells was significantly correlated with the concentration of chloride, sodium, potassium, magnesium, calcium and DOC. This concentration in deep wells was positively correlated with the concentration of phosphate, and negatively with the concentration of ammonium ions. The water from farm wells is a part of ground water; therefore, the observed elevated nutrient concentrations in these wells from farms located inside the Biebrza National Park or its buffer zone demonstrate the possibility of non-point pollution also within the National Park.

---

#### **Recenzenci:**

*prof. dr hab. Franciszek Czyżyk*  
*dr hab. Mikołaj Sikorski, prof. PŚk*

Praca wpłynęła do Redakcji 05.10.2005 r.

**Tabela 1.** Średnie stężenie ( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) badanych składników w próbkach wody z tradycyjnych studni gospodarskich

**Table 1.** Mean concentrations ( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) of analysed components in water samples from traditional farm wells

Składnik Component	Kod studni Code of well						Średnia dla wszystkich studni The mean for all wells	SD
	ŁgSt (I) <i>n</i> = 49	MoSt (II) <i>n</i> = 35	RuSt (II) <i>n</i> = 34	SzSt (III) <i>n</i> = 25	GuSt (IV) <i>n</i> = 33	WeSt (IV) <i>n</i> = 37		
pH	7,5	7,6	7,7	7,5	7,4	7,4	7,5	0,46
NO <sub>3</sub>	28,5	4,2	20,2	22,6	19,8	9,4	17,5	12,5
NH <sub>4</sub>	0,67	0,26	0,95	1,11	0,31	0,36	0,61	2,6
P	0,12	0,55	3,20	1,55	0,26	0,15	0,97	1,2
K	8,3	7,7	23,9	52,4	38,2	8,8	23,2	25,7
Cl	30,7	11,1	11,8	23,5	37,9	12,9	21,3	14,4
Na	10,2	9,1	8,8	17,1	37,2	7,8	15,0	14,4
Mg	22,0	22,0	19,0	30,4	17,2	15,1	21,0	7,2
Ca	120,4	70,5	72,4	90,9	45,0	56,1	76,0	32,3
RWO DOC	11,4	7,9	7,5	12,7	20,5	14,1	12,4	14,6

Objaśnienia: W nawiasach grupa gospodarstwa; *n* – liczba próbek, RWO – rozpuszczalny węgiel organiczny.

Explanations: The group of farm given in brackets; *n* – number of samples, DOC – dissolved organic carbon.

**Tabela 2.** Średnie stężenie ( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) badanych składników w próbkach wody z wierconych studni gospodarskich

**Table 2.** Mean concentrations ( $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ ) of analysed components in water samples from drilled farm wells

Składnik Component	Kod studni Code of well							Średnia dla wszystkich studni The mean for all wells	SD
	BiSw (I) <i>n</i> = 52	ŁgSw1 (I) <i>n</i> = 60	ŁgSw2 (I) <i>n</i> = 59	WySw (I) <i>n</i> = 54	RuSw (II) <i>n</i> = 34	MoSw (III) <i>n</i> = 38	GuSw (IV) <i>n</i> = 32		
pH	7,4	7,5	7,5	7,6	7,7	7,5	7,7	7,6	0,4
NO <sub>3</sub>	1,2	3,1	3,6	1,2	21,1	1,2	1,8	4,7	7,6
NH <sub>4</sub>	0,36	0,55	0,54	1,6	0,87	0,21	0,24	0,62	4,9
P	0,12	0,07	0,09	0,16	1,7	0,07	0,12	0,33	0,7
K	2,9	3,6	4,1	1,7	23,6	4,9	2,4	6,2	7,2
Cl	11,5	12,9	12,9	8,6	15,9	8,4	7,3	11,1	4,4
Na	20,3	27,6	27,8	18,5	10,8	7,5	6,8	17,0	9,3
Mg	38,3	38,8	39,2	24,4	25,9	21,6	7,2	27,9	12,1
Ca	62,5	73,8	76,9	65,0	86,3	62,3	41,7	66,9	26,0
RWO DOC	15,9	16,6	16,5	5,6	8,5	7,4	5,3	10,8	18,9

Oznaczenia jak pod tabelą 1.

Explanations as in Tab. 1.