

ZAWARTOŚĆ ZWIĄZKÓW AZOTU W WODZIE NA WZGÓRZACH SOKÓLSKICH

**Elżbieta JEKATIERYNCZUK-RUDCZYK¹⁾,
Bogumiła MIAKISZ²⁾, Andrzej GÓRNIAK¹⁾**

¹⁾ Uniwersytet w Białymstoku, Zakład Hydrobiologii

²⁾ Park Krajobrazowy Puszczy Knyszyńskiej

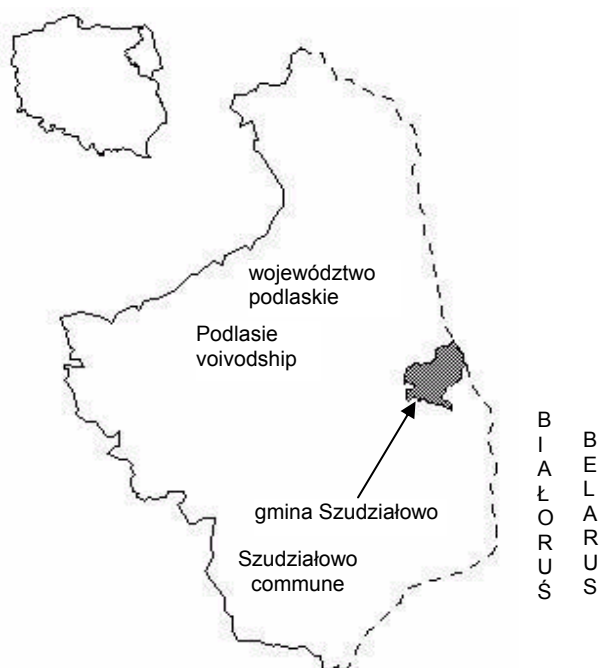
Słowa kluczowe: azot azotanowy, azot mineralny, pierwszy poziom wodonośny

Streszczenie

W pracy przedstawiono ocenę stężenia związków azotu w wodzie gminy Szudziałowo położonej w północno-wschodniej Polsce, na Wzgórzach Sokólskich. Spośród badanych typów wody (powierzchniowe i podziemne) największe stężenie azotu azotanowego zanotowano w wodzie podziemnej pierwszego poziomu wodonośnego. W wodzie ze środkowej i północnej części gminy Szudziałowo stężenie to nie przekraczało wartości dopuszczalnych dla wody przeznaczonej do spożycia oraz zaproponowanych jako graniczne w dyrektywie azotanowej. W wodzie z zalesionej części gminy stężenie azotanów było niewielkie. Woda pierwszego poziomu wodonośnego na omawianym obszarze jest powszechnie wykorzystywana do zaopatrzenia ludności w wodę do picia, dlatego szczególne monitorowanie jej jakości jest bardzo ważne.

WSTĘP

Gmina Szudziałowo leży we wschodniej części województwa podlaskiego i przylega do granicy z Białorusią (rys. 1). Jej powierzchnia wynosi 30 164 ha [MATEJUK i in., 1998]. Obejmuje teren dwóch mezoregionów, wchodzących w skład Niziny Północnopodlaskiej, która jest zaliczana do prowincji Wysoczyzny Podlasko-Białoruskich [KONDRACKI, 1998]. Część południowo-zachodnia gminy należy do Wysoczyzny Białostockiej, a pozostała – do Wzgórz Sokólskich.

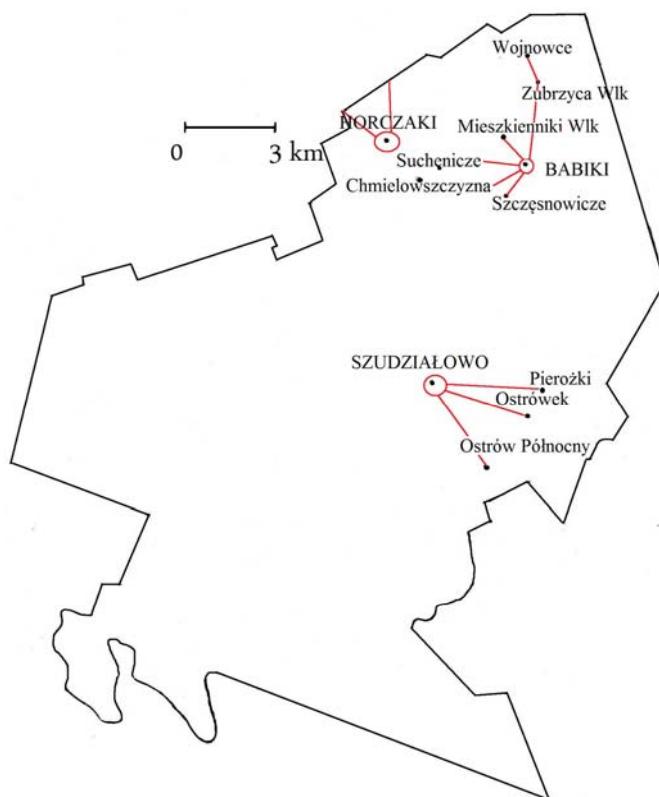


Rys. 1. Położenie gminy Szudziałowo

Fig. 1. Localization of the Szudziałowo commune

Gmina Szudziałowo liczy ponad 4 tysiące mieszkańców. Znajdują się w niej 34 miejscowości, wodociągi posiada 13 z nich (rys. 2). W 21 wsiach i koloniach mieszkańcy zaopatrują się w wodę z wodociągów zagrodowych i studni kopanych. Powszechne wykorzystanie wody pierwszego poziomu wodonośnego ze studni kopanych, zarówno do spożycia, jak i użytku w gospodarstwach rolnych, jest powodem szczegółowego monitoringu jej jakości. Z marketingowego punktu widzenia, woda dobrej jakości jest bardzo ważnym elementem czystego, “zielonego” wizerunku naszego rolnictwa, produkcji żywności i turystyki. Związki azotu rozpuszczone w wodzie powierzchniowej i podziemnej bardzo dobrze odzwierciedlają jakość środowiska naturalnego, analiza jej jakości jest więc bardzo istotna, szczególnie w dobie coraz intensywniejszego rozwoju rolnictwa w Polsce północno-wschodniej.

Celem opracowania jest ocena aktualnego stężenia różnych postaci azotu w wodzie pierwszego poziomu wodonośnego na tle jakości wody powierzchniowej, w świetle nowo wprowadzonych uregulowań prawnych. Na podstawie analizy chemicznej wody powierzchniowej i podziemnej, badań hydrologicznych i obserwacji terenowych w gminie Szudziałowo, podjęto próbę określenia czynników decydujących o jakości wody podziemnej, ze szczególnym uwzględnieniem stężenia związków azotu.



Rys. 2. Schemat sieci wodociągowej w gminie Szudziałowo

Fig. 2. A scheme of water mains in the Szudziałowo commune

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Pod względem hydrograficznym obszar gminy Szudziałowo należy w 75% do dorzecza Narwi i w 25% do dorzecza Niemna [Atlas..., 2005]. Gmina Szudziałowo ma charakter rolniczy. Użytki rolne zajmują powierzchnię 14 543 ha, co stanowi 48,2% całej powierzchni terenu. Są to grunty orne (37,9% powierzchni gminy), sady (0,4%), łąki (4,6%) oraz pastwiska (5,3%). Na terenie gminy prowadzone jest rolnictwo ekstensywne. Uprawia się rośliny o małych wymaganiach glebowych (ziemniaki, owies). Duży udział mają także lasy. Stanowią 45,9% powierzchni gminy. Około 70% powierzchni leśnej należy do Parku Krajobrazowego Puszczy Knyszyńskiej [MATEJUK i in., 1998].

Sieć rzeczna gminy Szudziałowo jest słabo rozwinięta. Mała gęstość sieci rzecznej jest cechą charakterystyczną obszarów wododziałowych. Przez centralną część tego obszaru z północnego wschodu na południowy zachód przepływa rzeka Słoja z dopływami Starzynką i Poczopówką. Słoja jest prawobrzeżnym dopływem

Supraśli – głównej arterii wodnej regionu białostockiego. Zachodnią część gminy odwadniają trzy dopływy Sokołdy: Kowszówka, Łanga i Woronicza. Są to rzeki I i II rzędu [Atlas..., 2005]. Rzeki przepływające przez omawiany obszar mają charakter drenażowy, a moduł zasilania podziemnego przekracza 65% [GÓRNIAK, JEKATIERYNCZUK-RUDCZYK, 1995]. Drenażowy charakter rzek wskazuje na znacząco zależność składu chemicznego wody powierzchniowej od jakości wody podziemnej.

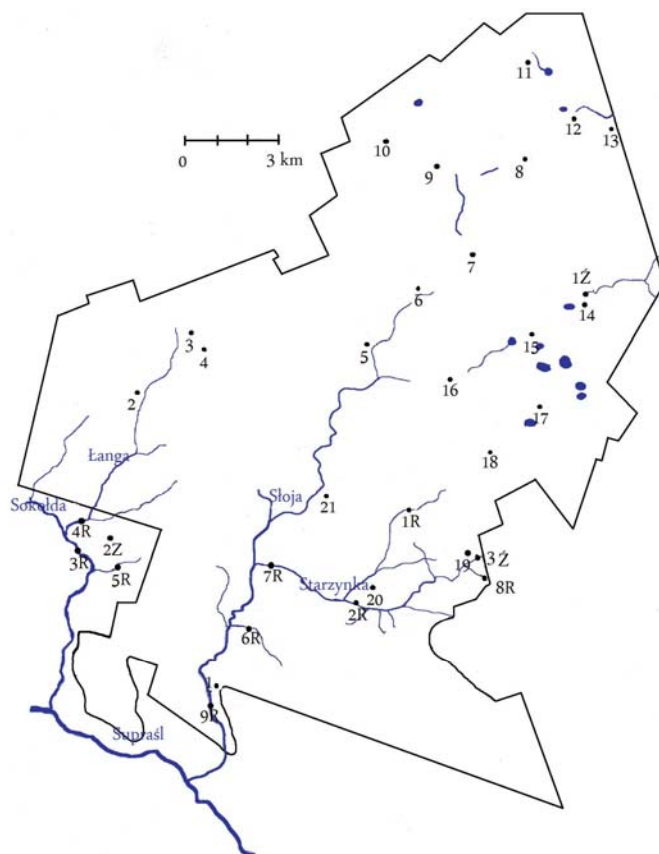
Wykorzystywane zasoby wody podziemnej w dorzeczu Supraśli są związane z utworami czwartorzędowymi. Wyróżnia się w nich kilka poziomów wodonośnych, odpowiadających cyklom sedymentacyjnym w okresie plejstoceniowym. Woda podziemna tego regionu ma charakter porowy. Najpłytszy (przypowierzchniowy) poziom wodonośny występuje w piaskach i żwirach, zalegających na glinach zlodowacenia Warty [CZERWIŃSKA-TOMCZYK, ŁUSIAK, RYSAK, 2007]. Przypowierzchniowy poziom wodonośny jest wykorzystywany głównie przez ujęcia indywidualne. Może on mieć łączność hydrauliczną z niżej zalegającymi poziomami wodonośnymi. Pierwszy poziom wód podziemnych w dorzeczu Supraśli lokalnie może mieć charakter wierzchówkowy, szybko wyczerpywany, uwarunkowany wielkością opadów atmosferycznych. W zalesionej części dorzecza Supraśli jest to poziom bardzo wydajny. Świadczą o tym licznie występujące naturalne wypływy wody podziemnej. Na terenie gminy Szudziałowo wody podziemne mają zwierciadło swobodne, układające się współkształtnie z rzeźbą terenu. Miąższość strefy aeracji wynosi od 0 do ponad 30 m. Poziom ten jest eksploatowany głównie przez studnie kopane, rzadziej wiercone [JEKATIERYNCZUK-RUDCZYK, 1999].

Próbki wody powierzchniowej i podziemnej do analizy chemicznej pobrano w czasie kartowania hydrograficznego pierwszego poziomu wodonośnego na terenie gminy Szudziałowo w lipcu 2007 r. Próbki wody podziemnej pobrano z użytkowanych studni kopanych z pierwszego poziomu wodonośnego, a powierzchniowej – z rzek: Poczopówka, Podświdziałówka, Starzynka, Skrobacianka, Słoja, Łanga, Łażnia i Sokołda (rys. 3). Przeprowadzono także analizę fizykochemiczną wody czterech źródeł znajdujących się na terenie gminy Szudziałowo. Dwa z nich położone są na południowo-zachodnim krańcu gminy, w okolicy miejscowości Lipowy Most i Zdroje, dwa pozostałe – we wschodniej części omawianego terenu, w pobliżu Ostrowa Południowego i Harkawicz.

Mineralne formy azotu oznaczano spektrofotometrycznie za pomocą spektrofotometru, zgodnie z normami ISO. Oznaczano:

- jony amonowe (NH_4^+) – metodą indofenolową;
- jony azotanowe (NO_3^-) i azotynowe (NO_2^-) – metodą redukcyjną z naftyloetylenodiaminą wobec cynku jako katalizatora.

Dodatkowo w wodach podziemnych oznaczono azot ogólny metodą Kjeldahla. Z różnicy między stężeniem azotu ogólnego Kjeldahla i amonowego obliczono stężenie azotu organicznego w wodzie pierwszego poziomu wodonośnego. Obliczenia statystyczne wykonano w programie Statgraphics 5,0 for Windows. Statystyczną



Rys. 3. Lokalizacja miejsc pobierania próbek wody do analizy chemicznej;
1, ..., 21 – studnie, 1R, ..., 9R – rzeki, 1Z, ..., 4Z – źródła

Fig. 3. Localization of sampling sites of water for chemical analyses
1, ..., 21 – wells, 1R, ..., 9R – rivers, 1Z, ..., 4Z – springs

istotność różnic cech chemicznych w typach wody wykonano za pomocą testu różnic wielokrotnych metodą Duncana, a analizę skupień – metodą Warda.

WYNIKI I DISKUSJA

Jakość wody powierzchniowej i podziemnej na omawianym obszarze jest zadowalająca (tab. 1). Pod względem przewodności elektrolitycznej wody podziemne pierwszego poziomu wodonośnego zakwalifikowano do drugiej klasy jakości [Rozporządzenie..., 2004]. Należy zwrócić uwagę, że notowane wartości przewodności elektrolitycznej w wodzie podziemnej są zbliżone do dolnej granicy zakresu II klasy. Woda podziemna z pierwszego poziomu wodonośnego na omawia-

nym obszarze należy do słabo zmineralizowanych, najczęściej dwujonowych – wodorowęglanowo-wapniowych. W składzie chemicznym wśród kationów przeważały jony wapnia (ponad 88%), a wśród anionów – wodorowęglany (87%). Jest to cecha charakterystyczna dla płytkich wód podziemnych północno-wschodniej Polski [CZERWIŃSKA-TOMCZYK, ŁUSIAK, RYSAK, 2007]. Większość pozostałych parametrów fizyczno-chemicznych badanych wód podziemnych również klasyfikuje je do II klasy jakości, choć stężenia tylko nieznacznie przekraczają wartości dopuszczalne dla klasy I. Stężenie ortofosforanów w wodzie jednej studni zakwalifikowało wodę podziemną do V klasy jakości, w pozostałych ujęciach – do klasy II. W wodach powierzchniowych (źródlika i rzeki) średnie stężenie omawianych parametrów było znacznie mniejsze niż w wodach podziemnych (tab. 1).

Tabela 1. Wybrane cechy fizyczno-chemiczne wody powierzchniowej i podziemnej w gminie Szudziałowo

Table 1. Selected physical and chemical features of surface and ground waters in the Szudziałowo commune

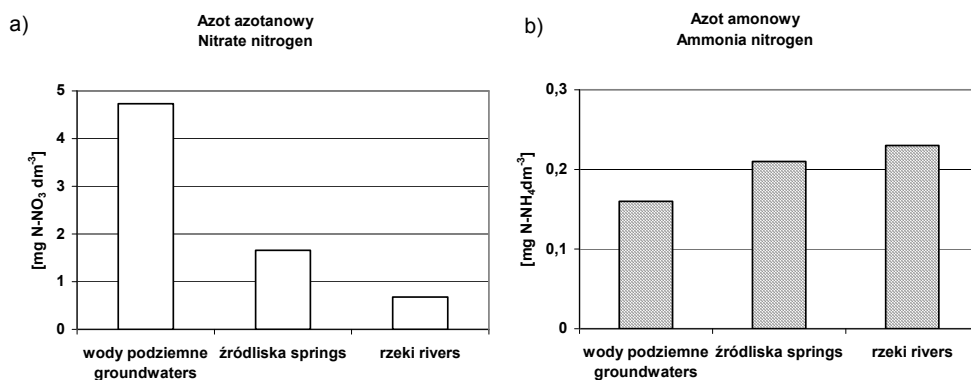
Parametry Parameters	Wody podziemne Ground waters	Rzeki Rivers	Źródlika Springs
Liczba próbek Number of samples	21	9	4
Temperatura, °C	<u>9,9</u>	<u>14,7</u>	<u>12,6</u>
Temperature, °C	8,5–12,1	8,1–19,3	9,8–16,1
Odczyn wody pH	<u>7,5</u>	<u>7,7</u>	<u>7,5</u>
pH	6,9–8,1	6,9–8,0	6,6–7,9
Stożenie wysycenia wody tlenem (SWWT), %	<u>43</u>	<u>73</u>	<u>91</u>
Water saturation with oxygen, %	24–51	25–105	70–125
Przewodność elektrolityczna EC, $\mu\text{S}\cdot\text{dm}^{-3}$	<u>835</u>	<u>391</u>	<u>471</u>
Electrolytic conductivity EC, $\mu\text{S}\cdot\text{dm}^{-3}$	269–1398	295–499	365–572
Siarczany (SO_4^{-2}), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	<u>48,8</u>	<u>28,2</u>	<u>32,1</u>
Sulphates, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	20,9–69,1	10,9–52,4	20,4–37,7
Chlorki (Cl^-), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	<u>12,5</u>	<u>10,3</u>	<u>11,5</u>
Chlorides, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	5,4–19,9	5,7–17,1	6,7–19,7
Fosfor całkowity (TP), $\text{mg P}\cdot\text{dm}^{-3}$	<u>0,75</u>	<u>0,32</u>	<u>0,1</u>
Total phosphorus, $\text{mg P}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,09–1,90	0,11–1,29	0,09–0,33
Ortofosforany ($\text{P}\cdot\text{PO}_4^{-3}$), $\text{mg P}\cdot\text{dm}^{-3}$	<u>0,45</u>	<u>0,11</u>	<u>0,05</u>
Mineral phosphorus ($\text{P}\cdot\text{PO}_4^{-3}$), $\text{mg P}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,03–1,76	0,03–0,38	0,04–0,07

Objaśnienie: nad kreską wartości średnie, a pod – zakres.

Explanation: mean values/range.

Stężenie azotu amonowego w wodzie podziemnej odpowiadało klasie I i II [Rozporządzenie..., 2004]. Stężenie azotu azotanowego w sześciu ujęciach przekroczyło wartości dopuszczalne dla klasy I, a w jednym – wartości dopuszczalne dla klasy IV. Stężenie azotanów w wodach podziemnych było kilkakrotnie większe

niż w powierzchniowych (rys. 4a). Stężenia azotu amonowego w wodach powierzchniowych były większe niż w podziemnych (rys. 4b), ale różnice te były nieistotne statystycznie. Średnie stężenie azotu organicznego w wodzie podziemnej w gminie Szudziałowo wynosiło $1,52 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ i było ponad trzykrotnie mniejsze od średniego stężenia azotu azotanowego ($4,73 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$).



Rys. 4. Średnie stężenie azotu azotanowego (a) i amonowego (b) w wodzie podziemnej i powierzchniowej w gminie Szudziałowo

Fig. 4. Mean concentration of nitrate nitrogen (a) and ammonium nitrogen in ground water and surface water in the Szudziałowo commune

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia [2007] badane wody podziemne pod względem barwy i stężenia jonów amonowych wykraczały poza wartości dopuszczalne (tab. 2). Stężenie azotanów wynosiło od $1,3$ do $45,2 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, średnio $20,9 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ i było mniejsze od dopuszczalnego wg Rozporządzenia Ministra Zdrowia [2007]. Pomimo pobrania próbek wody ze studni, które znajdują się poza lokalnymi widocznymi ogniskami zanieczyszczeń (np. miejsca składowania obornika, chlewni, obór, itp.) w jednej trzeciej studni stwierdzono stężenia azotanów przekraczające $25 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. W żadnej studni nie zostało przekroczone stężenie azotanów proponowane jako progowe w dyrektywie azotanowej [Dyrektywa..., 1991]. Na badanym terenie brak obiektów hodowli zwierząt na skalę przemysłową oraz obszarów intensywnego użytkowania rolniczego, istniejące gospodarstwa są średniej wielkości. Stan sanitarny gospodarstw, w których badano wodę studzienną był dobry i nie wskazywał na możliwość istnienia zanieczyszczeń związkami azotu. Największe stężenie mineralnych form azotu, w tym azotanów zanotowano w środkowej i północnej części gminy, gdzie dominują pola uprawne i tereny zabudowy wiejskiej (rys. 5). W zachodniej części gminy, pokrytej kompleksem leśnym Puszcza Knyszyńska, jakość wody była najlepsza, a stężenia badanych form azotu bardzo małe. Podobną przestrzenną zmienność stężenia mineralnych form azotu stwierdzono w Puszczy Augustowskiej [ĆWIERTNIEWSKA i in., 2007].

Tabela 2. Porównanie zakresów stężenia wybranych cech chemicznych wody z wartościami dopuszczalnymi dla wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi wg Rozporządzenia [2007]

Table 2. Comparison of concentration ranges of selected parameters with standards for tap water according to Rozporządzenie [2007]

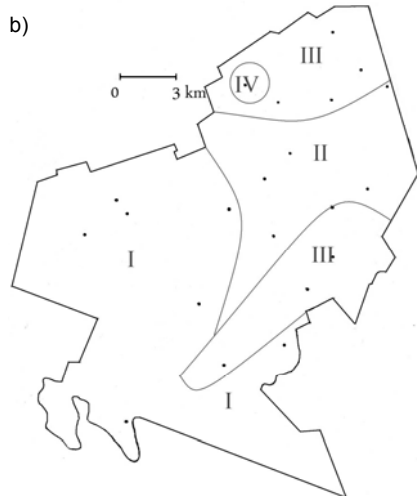
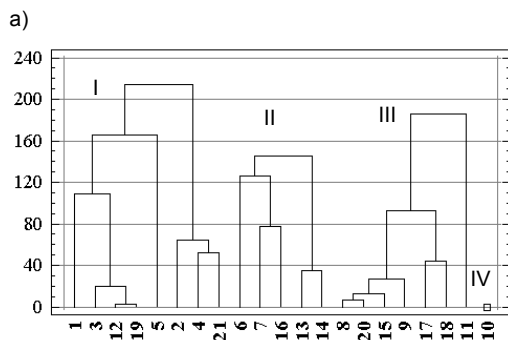
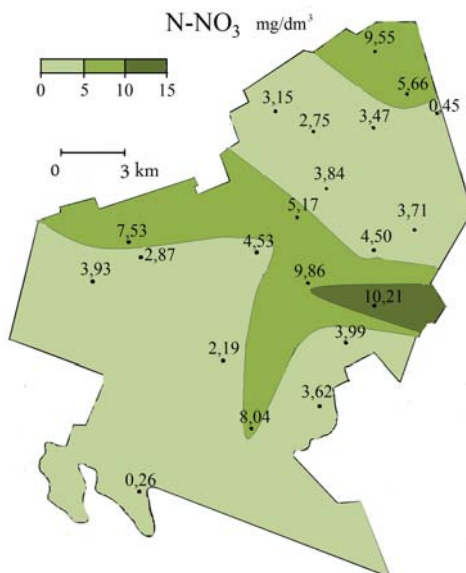
Parametry Parameters	Wartość dopuszczalna Standard	Zakres – badania własne Range – own analyses
Barwa wody, mg Pt·dm ⁻³ Water colours, mg Pt·dm ⁻³	15	0,51–24,39
Odczyn wody pH pH	6,5–9,5	6,9–8,1
Przewodność elektrolityczna, μS·cm ⁻¹ Electrolytic conductivity, μS·cm ⁻¹	2500	269–1398
Jony amonowe (NH ₄ ⁺), mg·dm ⁻³ Ammonium nitrogen (NH ₄ ⁺), mg·dm ⁻³	0,50	0,06–0,9
Azotyny (NO ₂ ⁻), mg·dm ⁻³ Nitrites (NO ₂ ⁻), mg·dm ⁻³	0,50	0,004–0,097
Azotany (NO ₃ ⁻), mg·dm ⁻³ Nitrates (NO ₃ ⁻), mg·dm ⁻³	50	1,3–45,2
Magnez (Mg ²⁺), mg·dm ⁻³ Magnesium (Mg ²⁺), mg·dm ⁻³	30–125	0,7–58,9
Chlorki (Cl ⁻), mg·dm ⁻³ Chlorides (Cl ⁻), mg·dm ⁻³	250	5,4–19,9
Siarczany (SO ₄ ⁻²), mg·dm ⁻³ Sulphates (SO ₄ ⁻²), mg·dm ⁻³	250	20,9–69,1
Żelazo ogólne (Fe ²⁺³⁺), mg·dm ⁻³ Total iron (Fe ²⁺³⁺), mg·dm ⁻³	0,2	0,016–0,077

Zastosowanie analizy skupień umożliwiło wydzielenie czterech grup cech fizyczno-chemicznych wody pierwszego poziomu wodonośnego (rys. 6a). Woda podziemna zachodniej i południowej części gminy (grupa I) charakteryzowała się największą liczbą parametrów o najmniejszych wartościach (rys. 6b). Zanotowano tu najmniejszą wartość przewodności elektrolitycznej, stężenia wodorowęglanów, wapnia, siarczanów, krzemianów, azotu organicznego oraz fosforu całkowitego (tab. 3). Wpływa na to duża lesistość tej części gminy i mały udział powierzchni rolniczych.

Woda podziemna centralnej części gminy (grupa II) cechowała się największym pH, największym stężeniem fosforu całkowitego, ortofosforanów oraz rozpuszczonego węgla organicznego (tab. 3). Stężenie azotu azotanowego w wodzie w tej części gminy wynosiło 4,61 mg·dm⁻³, a organicznego – 2,15 mg·dm⁻³. Jest to obszar użytkowany rolniczo, więc podwyższone stężenie związków azotu i fosforu może być spowodowane stosowaniem nawozów. Poza tym większe pH intensyfikuje migrację wodną fosforu i ułatwia desorpcję. Fosfor występuje też bardzo często w połączeniach organicznych, które mają 3–6-krotnie większą zdolność migracji w porównaniu z postaciami mineralnymi.

Rys. 5. Przestrzenne zróżnicowanie stężenia azotu azotanowego w wodzie pierwszego poziomu wodonośnego w gminie Szudziałowo

Fig. 5. Spatial differentiation of nitrate nitrogen concentrations in the first aquifer in the Szudziałowo commune



Rys. 6. Statystyczne (a) i przestrzenne (b) zróżnicowanie jakości wody podziemnej pierwszego poziomu wodonośnego w gminie Szudziałowo; I, II, III, IV – grupy cech chemicznych wydzielone na podstawie analizy skupień; 1–21 – studzienki (rys. 1)

Fig. 6. Statistical (a) and spatial (b) differentiation of ground water quality in the first aquifer in the Szudziałowo commune; I, II, III, IV – groups of chemical parameters distinguished in the cluster analysis 1–21 – wells (Fig. 1)

Tabela 3. Porównanie cech chemicznych wody podziemnej (wartość średnia \pm odchylenie standardowe) w grupach wydzielonych na podstawie analizy skupień

Table 3. Comparison of the chemical characteristics of ground water (mean \pm standard deviation) in groups distinguished on the basis of cluster analysis

Parametry Parameters		Grupa Group			
		I	II	III	IV
Liczba próbek	Number of samples	8	5	7	1
Temperatura, °C	Temperature, °C	10,1 \pm 0,9	10,0 \pm 0,4	10,0 \pm 0,6	8,5
Odczyn wody pH	pH	7,59 \pm 0,36	7,62 \pm 0,18	7,39 \pm 0,22	7,25
Stopień wysycenia wody tlenem (SWWT), %	Water saturation with oxygen, %	46 \pm 4	38 \pm 10	47 \pm 4	24
Przewodność elektrolityczna (EC), $\mu\text{S}\cdot\text{dm}^{-3}$	Electrolytic conductivity, $\mu\text{S}\cdot\text{dm}^{-3}$	543 \pm 182	881 \pm 174	1119 \pm 196	939
Wapń (Ca^{2+}), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	Calcium (Ca^{2+}), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	125 \pm 59	201 \pm 48	252 \pm 99	248
Magnez (Mg^{2+}), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	Magnesium (Mg^{2+}), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	12,0 \pm 9,2	8,6 \pm 9,3	22,2 \pm 21,4	24,1
Wodorowęglany (HCO_3^-), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	Bicarbonates (HCO_3^-), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	464 \pm 131	819 \pm 241	945 \pm 152	967
Siarczany (SO_4^{2-}), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	Sulphates (SO_4^{2-}), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	42,2 \pm 11,5	47,7 \pm 15,5	58,0 \pm 6,3	43,6
Chlorki (Cl^-), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	Chlorides (Cl^-), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	11,2 \pm 3,0	10,5 \pm 3,9	14,9 \pm 4,2	16,3
Żelazo ogólne (Fe^{2+3+}), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	Total iron (Fe^{2+3+}), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,035 \pm 0,018	0,034 \pm 0,012	0,027 \pm 0,007	0,077
Krzemiany ($\text{Si}\cdot\text{SiO}_3^{2-}$), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	Silicates ($\text{Si}\cdot\text{SiO}_3^{2-}$), $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$	1,62 \pm 0,33	2,31 \pm 0,39	1,93 \pm 0,21	2,33
Rozpuszczony węgiel organiczny (DOC), $\text{mg C}\cdot\text{dm}^{-3}$	Dissolved organic carbon, (DOC), $\text{mg C}\cdot\text{dm}^{-3}$	3,34 \pm 1,99	3,93 \pm 1,01	2,88 \pm 1,03	3,36
Azot organiczny, $\text{mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$	Organic nitrogen, $\text{mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$	1,14 \pm 0,73	2,15 \pm 0,52	1,31 \pm 1,50	1,94
Azot amonowy ($\text{N}\cdot\text{NH}_4^+$), $\text{mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$	Ammonium nitrogen ($\text{N}\cdot\text{NH}_4^+$), $\text{mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,14 \pm 0,07	0,12 \pm 0,05	0,14 \pm 0,07	0,70
Azot azotanowy ($\text{N}\cdot\text{NO}_3^-$), $\text{mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$	Nitrate nitrogen ($\text{N}\cdot\text{NO}_3^-$), $\text{mg N}\cdot\text{dm}^{-3}$	3,82 \pm 2,20	4,61 \pm 3,41	6,08 \pm 3,09	3,15
Fosfor całkowity (TP), $\text{mg P}\cdot\text{dm}^{-3}$	Total phosphorus, $\text{mg P}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,47 \pm 0,48	1,41 \pm 0,41	0,61 \pm 0,25	0,66
Ortofosforany ($\text{P}\cdot\text{PO}_4^{3-}$), $\text{mg P}\cdot\text{dm}^{-3}$	Mineral phosphorus ($\text{P}\cdot\text{PO}_4^{3-}$), $\text{mg P}\cdot\text{dm}^{-3}$	0,10 \pm 0,09	1,29 \pm 0,41	0,24 \pm 0,29	0,09

Objaśnienia: grupy, jak na rysunku 6.

Explanation: groups as in Fig. 6.

W wodzie podziemnej na północy i południowym zachodzie gminy Szudziałowo (grupa III), aż 6 parametrów wykazywało wartości największe: przewodność elektrolityczna, stopień wysycenia wody tlenem, stężenie tlenu, wapnia, siarczanów i azotu azotanowego. Wskazywać to może na zanieczyszczenia bytowe. Stężenie azotu azotanowego (średnio stężenie $6,08 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) świadczy o tym, że ogniska zanieczyszczenia są odległe od badanego obszaru.

Największe wartości parametrów fizyczno-chemicznych w wodzie podziemnej zanotowano w studni nr 10 (grupa IV) (tab. 3). Jest to najgłębsza studnia, ujmująca wody podziemne pierwszego poziomu wodonośnego w gminie Szudziałowo. Zanotowano tu największe zabarwienie wody oraz stężenie wodorowęglanów, magnezu, chlorków, żelaza, krzemianów i azotu amonowego. Wynika to najprawdopodobniej z niewielkiego poboru wody z tej studni oraz wskazuje na trwałe zanieczyszczenie wody podziemnej na tym obszarze.

Podział ten w pewnym stopniu odzwierciedla sposób użytkowania terenów gminy Szudziałowo. Najmniej przekształconym fragmentem badanego terenu jest jego południowo-zachodnia część – porastają ją lasy Puszczy Knyszyńskiej, a zagęszczenie zabudowy wiejskiej nie jest duże, w przeciwieństwie do pozostałego obszaru gminy, którego lesistość jest mała, a charakter typowo rolniczy.

Podstawowymi potencjalnymi ogniskami zanieczyszczeń wody powierzchniowej i podziemnej w gminie Szudziałowo jest nieuporządkowana gospodarka ściekowa i rolnictwo. Szczególne zagrożenie stanowią zanieczyszczenia organiczne z nieszczelnych szamb i ścieków bytowych. Coraz lepiej prosperujące gospodarstwa rolne, korzystające z dopłat bezpośrednich do działalności rolniczej, mogą powodować zmiany jakości płytkich wód podziemnych i wód powierzchniowych, zwiększając w nich stężenia azotu, fosforu i potasu w wyniku stosowania nawozów. Przypowierzchniowa warstwa wodonośna na tym terenie cechuje się bardzo niewielką odpornością na zanieczyszczenie [CZERWIŃSKA-TOMCZYK, ŁUSIAK, RYSAK, 2007]. W przeważającej części gminy Szudziałowo nie ma ona żadnej izolacji od powierzchni terenu, a miąższość strefy aeracji, zbudowanej z utworów łatwo przepuszczalnych, jest mała.

Duże znaczenie gospodarcze wody podziemnej, występujące powszechnie jej zagrożenie zanieczyszczeniami antropogenicznymi, a także brak możliwości szybkiego odnawiania jej zasobów, wymusza stałą kontrolę jej jakości przez prowadzenie monitoringu wód podziemnych, który jest elementem Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ). W ocenie odporności na zanieczyszczenie użytkowych poziomów wodonośnych ważna jest znajomość stopnia ich izolacji od powierzchni terenu. Umożliwi ona podjęcie skutecznych działań ochronnych wód podziemnych.

Badania monitoringowe przeprowadzone przez WIOŚ na obszarze województwa podlaskiego pozwalają stwierdzić, że jakość wód podziemnych ogólnie należy określić jako dobrą. W ujęciu statystycznym w 2006 roku, w 65% zbadanych otworów jakość wód zaliczono do wód o dobrej jakości (I, II, III klasa), a 35% – do wód o niezadowolającej i złej jakości (IV i V klasa). Największy wpływ na pogorszenie

ogólnej jakości wód miały związki żelaza i manganu. Inne zanieczyszczenia wystąpiły sporadycznie w pojedynczych studniach. W 27% studni były spełnione normy wód przeznaczonych do spożycia [Raport..., 2007]. Badania jakości wody w gminie Szudziałowo potwierdzają wyniki uzyskane przez WIOŚ w Białymstoku.

Ze względu na brak izolacji pierwszej warstwy wodonośnej, dużą łączność hydrauliczną poziomów wodonośnych, drenażowy charakter rzek oraz coraz intensywniejszy rozwój rolnictwa w północno-wschodniej Polsce niezwykle istotne jest przestrzeganie zasad gwarantujących ochronę jakości wód podziemnych i powierzchniowych.

WNIOSKI

1. Jakość wody powierzchniowej i podziemnej na terenie gminy Szudziałowo jest dobra. Większość parametrów spełnia wymogi norm wody przeznaczonej do spożycia.

2. Jakość wody powierzchniowej w gminie Szudziałowo jest znacznie lepsza niż wody podziemnej pierwszego poziomu wodonośnego.

3. W gminie Szudziałowo występuje wyraźna zmienność cech chemicznych wody podziemnej. Najlepsza jest jakość wody podziemnej pierwszego poziomu wodonośnego w zalesionej części gminy.

4. Stężenie azotanów w wodzie podziemnej nie przekracza progowej wartości zaproponowanej w dyrektywie azotanowej.

LITERATURA

Atlas podziału hydrograficznego Polski w skali 1 : 200 000, 2005. Pr. zbior. Red. H. Czarnecka. Warszawa: IMGW.

CZERWIŃSKA – TOMCZYK J., ŁUSIAK R., RYSAK A., 2007. Białystok. W: Wody podziemne miast wojewódzkich Polski. Pr. zbior. Red. Z. Nowicki. Informator PSH. Warszawa: PSH.

ĆWIERTNIEWSKA Z., NIDENTAL M., PRZYTUŁA E., WOŹNICKA M., 2007. Ocena stanu zanieczyszczenia związkami azotu płytkich wód podziemnych w obszarach osadnictwa wiejskiego. www.psh.gov.pl/linkredirect.html?id=421&num=1 ss. 13.

Dyrektywa 91/676/EWG w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego. Dz. U. WE L 375 z 31.12.1991.

GÓRNIAK A., JEKATIERYNCZUK-RUDCZYK E., 1995. Stosunki wodne regionu Puszczy Knyszyńskiej. W: Puszcza Knyszyńska. Monografia przyrodnicza. Pr. zbior. Red. A. Czerwiński. Supraśl: Zespół Parków Krajobrazowych s. 49–80.

JEKATIERYNCZUK-RUDCZYK E., 1999. Effects of drainage basin management on the chemical composition of waters in lowland springs. *Acta Hydrobiol.* 41 Suppl. 6 s. 97–105.

KONDRACKI J., 1998. Geografia regionalna Polski. Warszawa: PWN ss. 206.

Raport o stanie środowiska województwa podlaskiego w latach 2004–2006, 2007. Bibl. Monitor. Środ. Białystok: WIOŚ ss. 131.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku 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.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Dz. U. 2007 nr 61 poz. 417.

MATEJUK M., JANUSZEWSKI T., GAJEWSKA B., KRUSZEWSKI J., KRUSZEWSKA C., KRĘPSKA E., KRYGIER B., JEMIELITY A., 1998. Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Szudziałowo. Szudziałowo: Zarząd Gminy.

Elżbieta JEKATIERYNCZUK-RUDCZYK, Bogumila MIAKISZ, Andrzej GÓRNIAK

THE CONTENT OF NITROGEN COMPOUNDS IN WATER ON THE WZGÓRZA SOKÓLSKIE

Key words: first water-bearing horizon, mineral nitrogen, nitrate nitrogen

S u m m a r y

Concentrations of mineral forms of nitrogen in surface and ground waters of the Szudziałowo commune situated between two rivers: the Vistula and Niemen in north-east Poland were analysed. The highest concentrations of nitrate nitrogen were noted in waters of the first aquifer. In central and northern part of the rural commune Szudziałowo the concentrations did not exceed standards established for drinking water and those proposed in the Nitrate Directive. In afforested part of the commune nitrate concentrations in water were small. Waters of the first aquifer in study area are used for drinking purposes and therefore monitoring their quality is very important.

Recenzenci:

prof. dr hab. Józef Koc

prof. dr hab. Andrzej Sapek

Praca wpłynęła do Redakcji 27.08.2008 r.