

Izabela Anna Tałałaj

**JAKOŚĆ WÓD PODZIEMNYCH
NA TERENACH NIESKANALIZOWANYCH
W GMINIE TYKOCIN**

***GROUNDWATER QUALITY ON NON-SEWERED AREAS
IN TYKOCIN DISTRICT***

Streszczenie

W pracy przedstawiono jakość wód podziemnych na terenie wybranej gminy województwa podlaskiego. Punkty kontrolne zlokalizowano w dziesięciu wsiach na obszarach niewyposażonych w sieć kanalizacyjną. Badania wykonywano w sezonie letnim 2007 roku. Analizie poddano następujące wskaźniki jakości wody: barwa, mętność, odczyn, przewodność, amoniak, azotany(V), azotany(III), mangan, żelazo oraz liczbę bakterii typu coli. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej, w której oceniono m.in. istotność różnic jakości wody na terenach nieskanalizowanych oraz z obszarów wyposażonych w sieć kanalizacyjną.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono różnice w jakości badanej wody w zależności od poziomu wodonośnego, z którego była ujmowana. Wody przypowierzchniowego – pierwszego – poziomu wodonośnego charakteryzowały się wyższym stężeniem azotu amonowego, azotu azotanowego oraz manganu w porównaniu do wód z poziomu międzymorenowego (II poziom wodonośny).

Analiza jakości wody wykazała również, iż na terenach bez infrastruktury kanalizacyjnej – niezależnie od poziomu wodonośnego, z którego ujmowana jest woda – stężenie azotu azotanowego jest niższe niż na obszarach skanalizowanych przy jednocześnie wyższych wartościach azotu azotanowego. Wyższe stężenie w wodzie na terenach nieskanalizowanych azotu azotanowego może wskazywać na istnienie warunków sprzyjających szybszemu przechodzeniu związków azotu w formy utlenione (azot azotanowy). Dodatkowy źródłem zanieczyszczeń może być działalność rolnicza, stosowanie nawozów odzwierzęcych oraz hodowla trzody chlewnej i bydła. Nie bez znaczenia wydaje się też być niedostatecznie rozwinięta na tym obszarze infrastruktura kanalizacyjna, w tym m.in. funkcjonowanie nieszczelnych zbiorników bezodpływowych do gromadzenia nieczystości płynnych.

Słowa kluczowe: jakość wód podziemnych, zanieczyszczenie, sieć kanalizacyjna

Summary

In paper a groundwater quality on sewerage and non-sewerage areas in chosen community was presented. Ten control points were localised in non-seweraged villages and two in seweraged one. Analyses were carried on in summer 2007. The colour, turbidity, reaction, conductivity, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, ammonia nitrogen, manganese, iron and amount of bacteria coli were analysed in each sample. Obtained results were put through statistical analyses in which an essential differences of groundwater pollution index values to be tested between seweraged and non-seweraged areas.

Key words: groundwater quality, pollution, sewerage system

WPROWADZENIE

Działalność człowieka, obejmująca w sposób bezpośredni lub pośredni wody podziemne, wywołuje zawsze zmiany ich jakości [Macioszczyk, Dobrzyński 2002]. Wśród głównych źródeł zanieczyszczeń wód wymienia się działalność rolniczą oraz gospodarkę komunalną. Za jedno z poważniejszych źródeł zanieczyszczeń uważa się słabo rozwiniętą infrastrukturę kanalizacyjną na terenach wiejskich. Zgodnie z danymi Głównego Urzędu Statystycznego gęstość sieci wodociągowej i kanalizacyjnej na obszarach wiejskich jest nadal niższa niż w skali kraju. W 2005 roku gęstość sieci kanalizacyjnej na obszarach wiejskich była dwukrotnie mniejsza niż w skali kraju i wyniosła 12,6 km/km² [Ochrona Środowiska... 2006]. Odsetek ludności korzystających z systemu zbiorowego odprowadzania i oczyszczania ścieków wynosił w Polsce w tym roku 20% [Ochrona Środowiska... 2006]. Brak uporządkowanego gromadzenia, odprowadzania i unieszkodliwiania ścieków może powodować zanieczyszczenie środowiska gruntowo-wodnego [Macioszczyk, Dobrzyński 2002; Pawłowski i in. 2007].

W pracy przedstawiono jakość wód podziemnych na terenach nieskanalizowanych wybranej gminy na tle obszarów wyposażonych w sieć kanalizacyjną.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Badania prowadzono na terenie gminy Tykocin, której charakter określa się jako rolniczy. Położona jest ona na skraju Puszczy Knyszyńskiej, pomiędzy Parkiem Narwiańskim i Biebrzańskim. Gęstość zaludnienia na terenie gminy wynosi 32 osoby na km².

Pod względem hydrograficznym obszar gminy Tykocin leży w zlewni rzeki Narew. Wody podziemne o znaczeniu użytkowym występują głównie w piaszczysto-żwirowych utworach czwartorzędowych i trzeciorzędowych oraz

w węglanowych utworach kredowych. Warstwa wodonośna w utworach trzeciorzędowych występuje na głębokości 120–250 m. Podstawowe źródło zaopatrzenia ludności w wodę na terenie gminy Tykocin stanowią wody z ujęć czwartorzędowych. W obrębie tych utworów wyróżnia się kilka poziomów wodonośnych, charakteryzujących się zróżnicowaną zasobnością i zasięgiem przestrzennym.

Wyróżnione poziomy wodonośne to:

- poziom wodonośny spągowy,
- międzymorenowy poziom wodonośny,
- przypowierzchniowy poziom wodonośny.

Podstawowym źródłem zaopatrzenia ludności w wodę na terenie gminy Tykocin są wody z międzymorenowego poziomu wodonośnego. Wody te są ujmowane głównie za pomocą studni wierconych. Warstwy wodonośne tego poziomu tworzą naprzemianległe z glinami piaski i żwiry, znajdujące się na znacznych głębokościach.

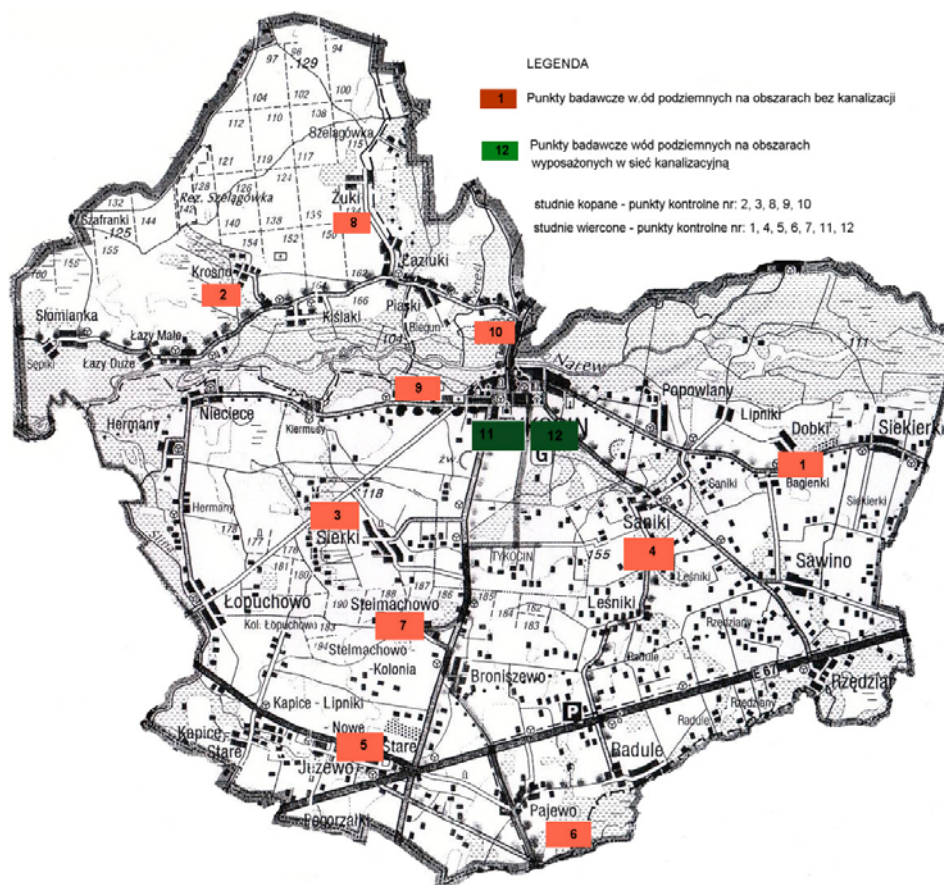
Źródłem ujmowania wody w studniach kopanych są – płycej zalegające – wody poziomu przypowierzchniowego, występujące w aluwiach rzecznych oraz w utworach wodnolodowcowych. Głębokość zalegania zwierciadła wody w dolinach rzecznych i zagłębieniach, waha się w granicach 0,0–1,0 m, a na obszarach wysoczyznowych 5–8 m. Wody tego poziomu podlegają dużym wahaniom i zależne są od intensywności opadów oraz roztopów wiosennych. Narażone są one na zanieczyszczenia bakteriologiczne.

Północno-zachodnia część gminy leży w zasięgu zbiornika wód podziemnych zaliczanego do głównych zbiorników wód podziemnych w Polsce [www...].

Gmina Tykocin skanalizowana jest w 17 %. Długość sieci kanalizacyjnej wynosi 8,6 km. Na terenach nieskanalizowanych ścieki gromadzone są w bezodpływowych zbiornikach, tzw. szambach a następnie dowożone wozem asenizacyjnym do oczyszczalni ścieków w Tykocinie [www...]. Brak jest dokładnych informacji na temat ilości przydomowych oczyszczalni ścieków. Zgodnie, jednak z Programem Ochrony Środowiska Gminy Tykocin budowa przydomowych oczyszczalni ścieków oraz uszczelnianie przydomowych zbiorników ścieków znajduje się w podstawowych zamierzeniach gminy.

Procedury badawcze. Punkty kontrolne jakości wód zlokalizowano w dziesięciu wsiach na obszarach nie wyposażonych w sieć kanalizacyjną (punkty o nr: 1÷10) oraz w dwóch punktach na terenach skanalizowanych (punkty o nr: 11, 12) (rys. 1). Jakość wód określono na podstawie wyników badań fizyczno-chemicznych oraz bakteriologicznych prowadzonych przez

Wojewódzką Stację Sanitarno-Epidemiologiczną w Białymstoku. Woda z punktów kontrolnych nr 1, 4, 5, 6, 7 pochodziła ze studni wierconych, z nr 2, 3, 8, 9, 10 ze studni kopanych natomiast z nr 11 i 12 ze studni wierconych na terenach skanalizowanych. Badania wykonano jednorazowo w sezonie letnim 2007 roku. W pobranych próbach oznaczano: barwę, mętność, odczyn, przewodność elektrolityczną, azot amonowy, azot azotynowy, azot azotanowy, mangan, żelazo oraz liczbę bakterii coli. W tabeli 1 przedstawiono ogólną charakterystykę punktów badawczych.



Rysunek 1. Lokalizacja punktów pomiarowo-kontrolnych na terenie gminy Tykocin

Tabela 1. Charakterystyka punktów poboru wody podziemnej na terenie gminy Tykocin

Nr punktu poboru	miejsowość	Właściciel punktu	Rodzaj punktu	Poziom wodonośny
1.	Bagienki	ujęcie komunalne	studnia wiercona	międzymorenowy poziomy wodonośny, głębokość studni: 63 m
2.	Krosno	gospodarstwo prywatne	studnia kopana	przypowierzchniowy poziomy wodonośny, głębokość studni: 20 m
3.	Sierki	gospodarstwo prywatne	studnia kopana	przypowierzchniowy poziomy wodonośny, głębokość studni: 20 m
4.	Saniki	ujęcie komunalne	studnia wiercona	międzymorenowy poziomy wodonośny, głębokość studni: 50 m
5.	Jeżewo Stare	ujęcie komunalne	studnia wiercona	międzymorenowy poziomy wodonośny, głębokość studni: 60 m
6.	Pajewo	ujęcie komunalne	studnia wiercona	międzymorenowy poziomy wodonośny, głębokość studni: 60 m
7.	Stelmachowo	ujęcie komunalne	studnia wiercona	międzymorenowy poziomy wodonośny, głębokość studni: 77 m
8.	Żuki	gospodarstwo prywatne	studnia kopana	przypowierzchniowy poziomy wodonośny, głębokość studni: 20 m
9.	Kol. Kaczorowo	gospodarstwo prywatne	studnia kopana	przypowierzchniowy poziomy wodonośny, głębokość studni: 23 m
10.	Tatary	gospodarstwo prywatne	studnia kopana	przypowierzchniowy poziomy wodonośny, głębokość studni: 20 m
11.	Tykocin	ujęcie komunalne	studnia wiercona	międzymorenowy poziomy wodonośny, głębokość studni: 60-70 m
12.	Tykocin	ujęcie komunalne	studnia wiercona	międzymorenowy poziomy wodonośny, głębokość studni: 60-70 m

DYSKUSJA WYNIKÓW BADAŃ I WNIOSKI

W tabeli 2 przedstawiono wartości wskaźników zanieczyszczeń w wodzie podziemnej z terenów skanalizowanych oraz bez kanalizacji. Wyniki dla wód podziemnych na terenie bez kanalizacji podano odrębnie dla punktów poboru wód stanowiących I poziomy wodonośny (przypowierzchniowy) oraz II poziomy wodonośny (międzymorenowy).

Na terenach nieskanalizowanych w wodzie pobranej ze studni kopanych odnotowano wyższe stężenia azotu amonowego, azotu azotanowego oraz manganu w porównaniu do wód ze studni wierconych. Jednocześnie zaobserwowano niższe wartości mętności, azotu azotynowego i żelaza. Zgodnie ze stosowanym w 2004 r. rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Dz.U. 2004.32.284) badane wody gruntowe zarówno na obszarach bez kanalizacji jak i wyposażonych w kanalizację sanitarną należą do IV klasy jakości wód.

Tabela 2. Wartości wskaźników zanieczyszczeń na terenach skanalizowanych oraz bez kanalizacji

Wskaźnik	Jednostka	Tereny nieskanalizowane						Tereny skanalizowane			
		I poziom wodonośny (przypowierzchniowy)			II poziom wodonośny (miedzymorenowy)			II poziom wodonośny (miedzymorenowy)		II poziom wodonośny (miedzymorenowy)	
		Średnia (n=5)	Zakres wartości	Odchylenie stand.	Średnia (n=5)	Zakres wartości	Odchylenie stand.	Średnia (n=2)	Zakres wartości	Średnia (n=2)	Odchylenie stand.
barwa	mg/dm ³ Pt	8,3	0,0÷15,0	7,64	10,0	5,0÷20,0	7,07	10,0	10,0	10,0÷10,0	0,00
mętność	NTU	1,0	1,0	0,00	2,20	0,5÷7,1	2,86	1,0	1,0	1,0÷1,0	0,00
odczyn	pH	7,13	6,26÷7,90	0,59	7,36	7,3÷7,4	0,05	7,2	7,2	7,2	0,00
przewodność	mikroS/cm	549,0	546,0÷551,0	2,64	781,3	512,0÷1272,0	425,6	592,0	590,0	594,0	2,82
azot amonowy	mg/dm ³	0,629	0,077÷1,801	0,72	0,174	0,101÷0,318	0,098	0,404	0,404	0,39÷0,42	0,02
azot azotanowy	mg/dm ³	5,31	1,71÷9,04	3,20	1,33	1,129÷1,807	0,30	1,130	1,130	1,13	0,015
azot azotynowy	mg/dm ³	0,002	0,000÷0,006	0,003	0,016	0,015÷0,018	0,001	0,020	0,020	0,02	0,00
mangan	mg/dm ³	0,128	0,01÷0,24	0,092	0,056	0,02÷0,14	0,048	0,100	0,100	0,10	0,00
żelazo	mg/dm ³	0,242	0,01÷0,86	0,412	0,318	0,1÷1,06	0,419	0,180	0,180	0,15÷0,21	0,04
I. bakterii coli	w 100 ml	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0	0	0	0,00

Źródło: opracowanie własne na podstawie wyników Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej w Białymstoku

W celu oceny istotności różnic w jakości wody podziemnej na obszarach skanalizowanych oraz bez kanalizacji wykonano test t-Studenta. Ze względu na fakt, iż wody z terenów bez kanalizacji pochodzą z dwóch różnych poziomów wodonośnych przeprowadzono dwie odrębne analizy których wyniki przedstawiono w tabeli 3 oraz tabeli 4.

Tabela 3. Wyniki testu t-Studenta dla wody podziemnej ze studni wierconych terenów skanalizowanych oraz studni kopanych terenów bez kanalizacji

Wskaźnik	Jednostka	Średnia		t	df	poziom p	Odchylenie standardowe	
		bez kanalizacji	z kanalizacją				bez kanalizacji	z kanalizacją
barwa	mg/dm ³ Pt	8,3	10,0	-0,29	5	0,78	7,64	0,00
mętność	NTU	1,0	1,0		5		0,00	0,00
odczyn	pH	7,13	7,2	-0,154	5	0,88	0,59	0,00
przewodność	mikroS/cm	549,0	592,00	-17,394	5	0,00	2,64	2,82
azot amonowy	mg/dm ³	0,629	0,404	0,415	5	0,69	0,72	0,02
azot azotanowy	mg/dm ³	5,31	1,130	1,748	5	0,14	3,20	0,015
azot azotynowy	mg/dm ³	0,002	0,020	-8,102	5	0,00	0,003	0,00
mangan	mg/dm ³	0,128	0,100	0,404	5	0,70	0,092	0,00
żelazo	mg/dm ³	0,242	0,180	0,202	5	0,85	0,412	0,04
l. bakterii coli	w 100 ml	0	0				0,00	0,00

Tabela 4. Wyniki testu t-Studenta dla wody podziemnej ze studni wierconych terenów skanalizowanych oraz studni wierconych terenów bez kanalizacji

Wskaźnik	Jednostka	Średnia		t	df	poziom p	Odchylenie standardowe	
		bez kanalizacji	z kanalizacją				bez kanalizacji	z kanalizacją
barwa	mg/dm ³ Pt	10,0	10,0	0,00	5	1,00	7,07	0,00
mętność	NTU	2,20	1,0	0,560	5	0,59	2,86	0,00
odczyn	pH	7,36	7,2	3,903	5	0,01	0,05	0,00
przewodność	mikroS/cm	781,3	592,00	0,596	5	0,59	425,6	2,82
azot amonowy	mg/dm ³	0,174	0,404	-3,119	5	0,02	0,098	0,02
azot azotanowy	mg/dm ³	1,33	1,130	0,881	5	0,41	0,30	0,015
azot azotynowy	mg/dm ³	0,016	0,020	-4,088	5	0,00	0,001	0,00
mangan	mg/dm ³	0,056	0,100	-1,231	5	0,27	0,048	0,00
żelazo	mg/dm ³	0,318	0,180	0,439	5	0,67	0,419	0,04
l. bakterii coli	w 100 ml	0,000	0				0,00	0,00

Uzyskane rezultaty (tab. 3) wskazują, iż woda w studniach kopanych terenów nieskanalizowanych charakteryzuje się wyższymi wartościami azotu amonowego, azotu azotanowego, manganu i żelaza w porównaniu do wód z obszarów wyposażonych w sieć kanalizacyjną. Podwyższone wielkości wyżej wymienionych wskaźników mogą wynikać z nieuporządkowanej gospodarki ściekowo-odpadowej w rejonach analizowanych studni, w tym m.in. nieszczelnych zbiorników bezodpływowych do gromadzenia nieczystości płynnych.

Analiza jakości wody ze studni wierconych terenów nieskanalizowanych (tab. 4) wskazuje na wyższe wartości w nich przewodności, azotu azotanowego oraz żelaza w porównaniu do wód z terenów skanalizowanych.

Z przeprowadzonej analizy statystycznej (tab. 3, tab.4) wynika, że wody z terenów bez kanalizacji – bez względu na poziom wodonośny, z którego są ujmowane (przypowierzchniowy lub międzymorenowy) – charakteryzują się niższym stężeniem azotu azotynowego niż wody z terenów wyposażonych w kanalizację przy jednocześnie większej wartości azotanów. Azotyny są formą nietrwałą, przechodzącą – w zależności od warunków redox - w dobrze rozpuszczalne w wodzie azotany bądź też trudniej rozpuszczalny w wodzie ale lepiej sorbowany na powierzchni cząstek amoniak. Wyższe stężenie w wodzie na terenach nieskanalizowanych azotu azotanowego może wskazywać na istnienie warunków sprzyjających szybszemu przechodzeniu związków azotu w formy utlenione (azot azotanowy). Dodatkowy źródłem zanieczyszczeń może być działalność rolnicza, stosowanie nawozów odzwierzęcych oraz hodowla trzody chlewnej i bydła. Nie bez znaczenia wydaje się też być niedostatecznie rozwinięta na tym obszarze infrastruktura kanalizacyjna.

Z analizy uzyskanych danych można sformułować następujące wnioski:

1. Jakość wody z terenów nie posiadających kanalizacji jest zróżnicowana w zależności od poziomu wodonośnego, z którego jest pobierana. Wody ze studni kopanych (przypowierzchniowy poziom wodonośny) cechuje podwyższone stężenie azotu amonowego, azotu azotynowego oraz manganu w porównaniu do wód ze studni wierconych (międzymorenowy poziom wodonośny).

2. Źródłem podwyższonych wartości azotu azotanowego w wodach z obszarów nieskanalizowanych może być działalność rolnicza (hodowla trzody chlewnej i bydła, stosowanie nawozów odzwierzęcych) oraz nieuporządkowana gospodarka ściekowa.

3. Istotne statystycznie różnice w jakości wody podziemnej na analizowanych obszarach skanalizowanych oraz nie posiadających kanalizacji dotyczą azotu azotynowego, którego wyższe wartości notuje się na terenach wyposażonych w sieć kanalizacyjną.

4. Celowym wydaje się kontynuacja prowadzonych badań w celu uzyskania bogatego zbioru wyników niezbędnych do oceny wpływu terenów nieskanalizowanych na jakość wód.

BIBLIOGRAFIA

- Giro K. *Wpływ terenów nieskanalizowanych na jakość wód w wybranej gminie* (maszynopis). Białystok 2007.
- Macioszczyk A., Dobrzyński D. *Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych*. Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2002.
- Ochrona Środowiska*. Główny Urząd Statystyczny: Warszawa 2006.
- Pawłowski L., Dudzińska M., Pawłowski A. *Environmental Engineering*. Taylor and Francis Group, London 2007.
- www.bip.um.tykocin.wrotapodlasia.pl

Izabela Anna Tatałaj
Politechnika Białostocka
Katedra Inżynierii Środowiska
ul. Wiejska 45A
15-351 Białystok

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Jan Pawelek*