

Dr inż. Dorota DEC  
Zakład Inżynierii Rolno-Spożywczej i Leśnej  
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka

## WPŁYW DZIAŁALNOŚCI ROLNICZEJ NA WYSTĘPOWANIE BAKTERII I AZOTANÓW (III) I (V) W WODACH STUDZIENNYCH®

The impact of agricultural in presence of bacteria and nitrate (III)  
and (V) in well water®

**Słowa kluczowe:** bakterie psychro i mezofilne, stężenie azotanów, woda studzienna, rolnictwo.

*Zaprezentowane w artykule badania dotyczyły określenia powiązań działalności rolniczej z ilością bakterii psychro i mezofilnych oraz zawartości stężeń azotanów (III) i (V) w 15 studniach przydomowych, we wsi Kolnica (powiat Augustów), podczas kolejnych kwartałów roku. Stwierdzono iż maksymalna liczba kolonii bakterii wystąpiła w sierpniu i październiku, zaś stężenia azotanów były najwyższe w styczniu. Nie zanotowano żadnych zależności między głębokością studni a ilością bakterii i stężeniami azotanów. Główny wpływ na ilość bakterii w studniach miała pora roku.*

**Key words:** psychro and mesophilic bacteria, the concentration of nitrate, well water, agriculture.

*The study focused on establishing links with the agricultural activities of psychro and mesophilic bacteria and the content of nitrate concentrations (III) and (V) in 15 domestic wells in the village Kolnica (district Augustow), during the following quarters. was found that the maximum number of colonies of bacteria occurred in August and October, and nitrate concentrations were highest in January. There was no relation between the depth of the wells and the amount of bacteria and nitrate concentrations. The main influence on the amount of bacteria in the wells was the time of year.*

### WSTĘP

Przez intensyfikację rolnictwa (osiągnięcie jak najwyższych plonów w jak najkrótszym czasie) wzrósł poziom nawożenia składnikami zawierającymi duże ilości związków azotowych [2, 4, 5, 7]. Związki te, częściowo nie wykorzystane przez rośliny w okresie wegetacji, przechodzą w głąb profilu glebowego i dostają się do wód gruntowych, lub spływają z opadami do wód powierzchniowych.

Związki azotowe (azotany i azotyny) wpływają negatywnie na zdrowie ludzi i zwierząt. Azot po dostaniu się do gleby bierze udział w wielu reakcjach. Najważniejsze z nich to reakcje amonifikacji i nityfikacji. Powstają wtedy związki  $\text{NH}_4^+$  i  $\text{NO}_3^-$ , które są łatwo dostępne dla roślin. Jeżeli jednak nie zostaną szybko pobrane przez rośliny ( $\text{NO}_3^-$ ) oraz zaabsorbowane przez kompleks glebowy ( $\text{NH}_4^+$ ), są w bardzo łatwy sposób wymywane do wód gruntowych [18]. Intensywne opady powodujące duże uwilgotnienie gleby i silne mrozy, są przyczyną zmniejszenia ilości tlenu w glebie przez co mają wpływ na przekształcanie się azotanów w dużo bardziej szkodliwe azotyny (denitryfikacja) [6, 11]. Od 2001 roku Stacje Sanitarno Epidemiologiczne nie mają obowiązku sprawdzać czystości wód studziennych. Użytkownicy przydomowych studni zazwyczaj sami określają jakość wody do picia jedynie na podstawie odczuć smakowych i zapachowych, bez badań sanitarnych, co może mieć wpływ na ich zdrowie oraz zdrowie zwierząt gospodarskich.

Zanieczyszczenia wód spowodowane działalnością rolniczą podzielono na dwie grupy: punktowe i obszarowe

[1, 2]. Nawozy organiczne i mineralne wykorzystywane na użytkach rolnych, erozja gleby, spływy powierzchniowe oraz opady atmosferyczne powodują zanieczyszczenia obszarowe w rolnictwie [7]. Materia organiczna oraz nawozy z pól dostając się do cieków osiągają dużą koncentrację w wodzie płynącej [20]. Zanieczyszczenia punktowe z obszarów wiejskich pochodzą przede wszystkim z produkcji zwierzęcej. Zaliczamy do nich zanieczyszczenia:

- z przydomowych, zabudowań gospodarskich, zbiorników przeznaczonych na gnojowicę i gnojówkę,
- z przydomowych silosów na kiszonkę,
- z przetwórstwa rolnego: osady ściekowe i nieczystości płynne,
- z działalności bytowej: wiejskie wysypiska śmieci, szamba i ścieki bytowe [8, 15].

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących występowania bakterii (psychro i mezofilnych) oraz stężeń azotanów (V) i (III) w wodach studziennych, w zależności od terminu pomiaru, głębokości studni, odległości od budynków inwentarskich oraz odległości od szamb i pól uprawnych.**

### METODYKA BADAŃ

Badania wód studziennych przeprowadzono w 2012 roku w miejscowości Kolnica znajdującej się na terenie gminy Augustów (północno-wschodnia część Polski na skraju

województwa podlaskiego) na tak zwanej Równinie Augustowskiej. Gmina ta ma powierzchnię 226,5 km<sup>2</sup>, z czego znaczną część, (około 32%) zajmują lasy. Jest gminą wiejską o małym stopniu uprzemysłowienia. Głównymi gałęziami gospodarki są leśnictwo i rolnictwo. Liczy 35 miejscowości, w których znajduje się 1114 indywidualnych gospodarstw rolnych. Zamieszkała jest przez około 6,6 tys. osób. Prawie cała gmina jest zwodociągowana, ale część ludności korzysta z wód studziennych. Gospodarstwa w miejscowości Kolnica podłączone są do sieci wodociągowej. Prawie połowa gospodarstw nie korzysta ze studni przydomowych, jednak część studni jest wykorzystywana ze względów ekonomicznych. Pozwala to na zaoszczędzenie środków w produkcji zwierzęcej. Gmina charakteryzuje się równinnym ukształtowaniem terenu z nielicznymi wzniesieniami i pagórkami. Gleby w strukturze bonitacyjnej użytków rolnych dominujących na tym obszarze zalicza się do klasy III i IV (ok. 71,4% powierzchni gminy). Potencjał plonotwórczy jest tu średni [21, 22].

Wodę studzienną do badań pobierano z 15 studni przydomowych gospodarstw rolniczych. Poboru wody dokonywano czterokrotnie, w cyklach raz na kwartał (styczeń, kwiecień, sierpień, październik). Podczas poboru wody wykonywano pomiary: głębokości studni, temperatury wody oraz odległości od studni obiektów znajdujących się w gospodarstwie mających wpływ na zanieczyszczenia wody studziennej (obory/chlewni, płyty gnojowej, szamb). Mierzono również odległość studni od najbliższych pól. Przeprowadzono krótkie wywiady z gospodarzami w celu uzyskania informacji o obsadzie zwierząt, rodzaju nawożenia oraz sposobie użytkowania studni.

W wodach studziennych dokonano pomiarów mikrobiologicznych w celu określenia poziomu bakterii psychrofilnych i mezofilnych jak również zbadano stężenia azotanów (III) i (V).

Posiew bakterii wykonywano metodą zalewową (PN-EN ISO 6222:2004) na podłożu stałym, którym był agar wzbogacony. Płytki z posiewami inkubowano w temp. 22°C przez 72h w celu hodowli bakterii psychrofilnych i w temp. 36°C przez 48h w celu hodowli bakterii mezofilnych. Wyniki podano w jednostkach tworzących kolonie (jtk) w 1cm<sup>3</sup> wody. Oznaczenia stężeń azotanów (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), azotynów (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) wód studziennych przeprowadzono metodą przepływowo-wstrzykową (FIA) w zakresie (UV-VIS) z wykorzystaniem analizatora firmy Hach Lange-Lachat QuikChem 8500. Zmierzono przewodność właściwą ( $EC_{25}$ ) konduktometrem, pH – pHmetrem oraz dokonano pomiaru temperatury wody studziennej. W czasie badań były również wykonywane obserwacje meteorologiczne, dotyczące między innymi temperatury powietrza w dniu pobierania próbek oraz sumy miesięcznych opadów atmosferycznych. Dokonano obliczeń współczynnika korelacji w celu wykazania zależności między występowaniem bakterii psychro i mezofilnych, stężeniami azotanów (V) i azotanów (III) a głębokością studni, odległością od szamb i pól uprawnych oraz odległością od budynków inwentarskich. Do obliczeń korelacji użyto programu STATISTICA.

## WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Badana woda podczas poboru ze studni miała temperaturę 4°C. Dokonywano pomiaru przewodności właściwej wody. Nie przekroczyła ona dopuszczalnej normy dla wody służącej do spożycia, która wynosi 2500 mS/cm dla tej temperatury. Najwyższa odnotowana wartość to 1770,7 mS/cm w 20°C, a najniższa 310,5 mS/cm w 20°C. Im wyższa przewodność właściwa wody, tym więcej zawiera ona jonów metali i na odwrót. Jeżeli badana woda nie wykazywała żadnej przewodności można ją uznać za wodę mineralnie czystą. [16]. Mierzono również pH wody. Woda, która spełnia wymagania jakościowe powinna mieć pH w granicach 6,5-9,5 (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r.). W badanych wodach studziennych nie zanotowano przekroczenia tych granic. Najwyższy odczyn wyniósł 8,23, a najniższy 7,32 pH.

W tabeli 1 zestawiono dane dotyczące badanych studni przydomowych. Z danych wynika, że gospodarstwa posiadające większą ilość zwierząt użytkują studnie przydomowe. Gospodarstwa z większą liczbą zwierząt (nr 2, 10, 12, 13) posiadają płyty obornikowe i specjalizują się w hodowli bydła mlecznego. Tylko jedno gospodarstwo (nr1) mające większą ilość zwierząt nie posiada płyty obornikowej. Specjalizuje się w produkcji bydła opasowego, a chów zwierząt odbywa się na głębokiej ściółce w oborze. Część obornika jest składowana poza obejściem na przymie. W gospodarstwie tym wystąpiło największe stężenie azotanów w wodzie studziennej w czasie całego okresu badawczego.

Wszystkie badane studnie były kopane i są dość płytkie, o głębokości od 2 do 5,5 m. Płytsze studnie kopane są bardziej narażone na zanieczyszczenia niż głębsze studnie wiercone. Spowodowane to jest napływem wód gruntowych [12].

Normy prawne wskazują postępowanie przy budowie budynków a także studni. Według prawa budowlanego studnia powinna być oddalona od granicy działki min 5 m, od budynków inwentarskich min 15m, od płyty obornikowej o 15 m, a od przydomowych szamb o 30 m (Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r.). W gospodarstwach w których prowadzono badania, studnie były kopane dość dawno. Nie obowiązywały wtedy przepisy prawne, dlatego odległości od budynków i szamb w niektórych gospodarstwach nie są zgodne z normami (tabela 1). Odległość od obory/stajni/chlewni w większości gospodarstw spełnia normy budowlane. Jedynie w gospodarstwach ze studniami o nr 1, 4, 15 odległości są mniejsze niż wymagane. Odległość studni od przydomowych szamb nie spełnia wymaganych 30 m.

Nawożenie i intensywna uprawa wpływają na przyspieszenie wymywania związków z gleby a co za tym idzie, zanieczyszczenie wód [17]. Bliskość pola uprawianego lub pastwiska może wpływać na jakość wody. Studnie o nr 10, 12 znajdują się w odległości 2 m od użytkowanych gruntów. Wykazano w nich podwyższony poziom azotanów szczególnie przy pierwszym i drugim poborze wody do badań. Można więc sądzić, że zbyt bliska odległość studni od użytkowanych rolniczo gruntów wpływa ujemnie na jakość wody.

Kryteria wody pitnej na terenie Polski reguluje Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 roku,

Tabela 1. Charakterystyka studni

Table 1. Characteristics of the well

Nr studni	Użytkowanie studni	Odległość od drogi [m]	Odległość od obory/stajni/chlewni [m]	Odległość od domu [m]	Odległość od pola [m]	Odległość od płyty obornikowej [m]	Odległość od szamb przydomowych [m]	Głębokość [m]	Obsada zwierząt w gospodarstwie [DJP]
1	Użytkowana	42	9,5	16	15	Brak płyty	28	5,5	30
2	Użytkowana	18	23	3	29	55	12	3	43
3	Użytkowana	32	17	12	30	Brak płyty	23	2,5	4
4	Nie użytkowana	20	12	11	16	Brak płyty	25	2	5,5
5	Nie użytkowana	24	22	10	24	Brak płyty	23	2,5	4
6	Nie użytkowana	30	22	3	15	Brak płyty	25	2	5
7	Nie użytkowana	32	20	4	25	Brak płyty	15	3	3
8	Użytkowana	43	20	24	43	Brak płyty	29	3	3
9	Użytkowana	24	22	14	39	Brak płyty	21	3	1
10	Użytkowana	25	34	20	2	46	27	3	20
11	Użytkowana	25	18	6	30	Brak płyty	20	2	15
12	Użytkowana	27	30	10	2	40	20	4	24
13	Użytkowana	30	22	12	27	50	15	3	12,5
14	Nie użytkowana	22	30	10	26	Brak płyty	17	3	4
15	Nie użytkowana	35	12	25	50	Brak płyty	27	2,5	4

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 2. Ilość kolonii bakterii w wodach studziennych (w jtk)

Table 2. Number of colonies of bacteria in well water (in cfu)

Nr studni	I termin pomiaru (styczeń)		II termin pomiaru (kwiecień)		III termin pomiaru (sierpień)		IV termin pomiaru (październik)	
	Bakterie psychrofilne	Bakterie mezofilne	Bakterie psychrofilne	Bakterie mezofilne	Bakterie psychrofilne	Bakterie mezofilne	Bakterie psychrofilne	Bakterie mezofilne
1	81	28	134	13	87	113	392	94
2	118	21	384	4	167	132	456	38
3	33	30	68	11	456	172	2772	39
4	44	36	28	19	524	180	2394	242
5	56	36	76	2	304	280	404	83
6	62	16	47	11	316	293	124	96
7	31	66	90	6	2583	1449	5229	2040
8	69	95	48	75	240	124	484	348
9	56	35	36	12	328	211	416	252
10	57	20	54	30	248	212	264	158
11	74	26	49	10	86	62	44	20
12	36	32	54	14	264	285	158	44
13	24	34	29	7	772	153	1890	820
14	88	37	50	6	882	364	412	324
15	27	24	24	19	652	408	158	69

Źródło: Opracowanie własne

w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. Nr 203, poz. 1718). Bardzo ważnym parametrem określającym czystość wody jest zawartość w niej bakterii mezofilnych, rozmnażających się w temperaturze 37°C, zbliżonej do temperatury ludzkiego ciała, gdyż mogą wśród nich być bakterie chorobotwórcze prowadzące do wielu infekcji. Polskie Normy mówią że ilość bakterii mezofilnych w 1 ml badanej wody nie powinna przekraczać 20 komórek. Bakterie psychrofilne nie stanowią aż takiego zagrożenia epidemiologicznego jak bakterie mezofile. Należy jednak wziąć pod uwagę fakt, że większość z nich

to bakterie gramujemne, produkujące wiele toksyn, a między innymi lipopolisacharydy. Norma mówi że w 1 ml wody przeznaczonej do picia liczba bakterii psychrofilnych nie powinna przekraczać 100 komórek [10].

W tabeli 2 przedstawiono występowanie bakterii psychro i mezofilnych w wodach studziennych. Największa ich ilość występowała w miesiącach sierpniu i październiku. Najprawdopodobniej związane jest to z podwyższonym, w tym okresie, rozkładem substancji organicznych w glebie. Dopuszczalną ilość komórek bakterii mezofilnych zaobserwowano tylko w pięciu studniach w miesiącu kwietniu i raz

w styczniu. W pozostałych terminach ilość komórek tych bakterii przekraczała normę 20 (jtk). Największą ilość bakterii mezofilnych w badanych wodach odnotowano w miesiącu sierpniu w studni nr 7 – 5229 (jtk). Ilość komórek bakterii psychrofilnych w miesiącu styczniu i kwietniu była na poziomie dopuszczalnym według norm, natomiast przekraczała je znacznie w sierpniu i październiku. Tylko w nielicznych studniach wynosiła poniżej 100 (jtk).

Źródłem większości zakażeń bakteriologicznych wody studziennej są najczęściej nieszczelności przydomowych systemów kanalizacyjnych takich jak np. szamb, dołów chłonnych, które powodują wydostawanie się mikroorganizmów pochodzących z odchodów ludzkich i zwierzęcych. Powyższa sytuacja w połączeniu z nieodpowiednim zabezpieczeniem studni prowadzi niemal zawsze do bardzo niebezpiecznego skażenia wody pitnej najczęściej przez bakterie grupy coli, *Enterokoki*, czyli tzw. paciorkowce kałowe, *Escherichia coli* (pałeczka okrężnicy) oraz *Salmonella typhi*, czyli tzw. pałeczka duru brzuszego. Rezerwuary wody pitnej mogą być także skażone grzybami, wirusami i pierwotniakami. Nawet pełne uszczelnienie systemów kanalizacyjnych oraz studni nie gwarantuje odpowiedniej czystości mikrobiologicznej wody. W związku z tym bardzo trudne jest utrzymanie odpowiedniego poziomu sterylności wody pitnej pochodzącej ze studni.

**Tabela 3. Wartości stężeń azotanów  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{NO}_2^-$**

**Table 3. Nitrate concentrations of  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{NO}_2^-$**

Nr studni	Terminy pomiarów							
	styczeń	kwiecień	sierpień	październik	styczeń	kwiecień	sierpień	październik
	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_2^-$
1	31,5	20,01	6,54	6,23	0,016	0,014	0,013	0,012
2	4,8	2,51	2,53	1,84	0,018	0,015	0,013	0,013
3	2,2	2,21	3,64	0,65	0,015	0,014	0,013	0,028
4	7,4	7,23	3,72	3,16	0,015	0,013	0,015	0,014
5	7,5	5,93	5,00	2,53	0,017	0,015	0,017	0,013
6	12,3	16,42	1,51	2,51	0,022	0,016	0,015	0,014
7	2,01	1,48	4,65	0,35	0,014	0,015	0,013	0,015
8	9,81	4,58	2,54	1,67	0,018	0,015	0,014	0,014
9	8,5	4,53	1,96	1,96	0,017	0,014	0,013	0,016
10	28,81	14,53	1,94	8,43	0,015	0,013	0,013	0,013
11	22,10	16,89	1,86	4,53	0,015	0,019	0,014	0,012
12	20,00	13,96	2,53	4,98	0,015	0,012	0,012	0,011
13	13,56	9,56	2,25	2,53	0,014	0,016	0,017	0,021
14	0,98	0,85	3,96	2,54	0,014	0,012	0,016	0,022
15	19,51	12,63	9,64	0,26	0,028	0,014	0,016	0,085

Źródło: Opracowanie własne

Stężenie azotanów w badanej wodzie (tabela 3) było największe w styczniu, jednak w czasie następnych poborów spadało, (woda studzienna oznaczona nr 1, 4, 5, 8, 9). W pięciu studniach o nr 6, 10, 11, 12, 13 w miesiącu sierpniu stężenie  $\text{NO}_3^-$  było mniejsze niż w miesiącu październiku.

Nie pobrane przez rośliny związki  $\text{NO}_3^-$  łatwo zostają wymyte z profilu glebowego w wyniku czego zanieczyszczają

wody gruntowe. Powstawanie azotanów polega na przemianach  $\text{NO}_3^-$  w  $\text{NO}_2^-$  przy niskim poziomie tlenu [13]. Stężenie azotanów prawie przez cały okres było na bardzo niskim poziomie, a więc w wodzie prawie nie zachodził proces denitryfikacji. Poziom azotanów (III) był tak niski, że nie mieścił się w oznaczalności aparatu, który wynosił 0,02 mg/l. Większe stężenie zanotowano jedynie w czasie pomiaru wody ze studni nr 15 i wyniosło 0,085 mg/l. Stężenia azotanów  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{NO}_2^-$  nie przekraczało dopuszczalnych norm, które wynoszą 50 mg/l  $\text{NO}_3^-$  i 0,5 mg/l  $\text{NO}_2^-$  [Rozporządzenie Ministra Zdrowia, 19].

Z obliczonej korelacji (tab. 4.) wynika, że istotny wpływ na zanieczyszczenia w badanych wodach studziennych azotanami  $\text{NO}_3^-$  w miesiącu sierpniu miała odległość od budynków inwentarskich, co jest potwierdzeniem wcześniejszych badań [3]. Dla wód z pozostałych terminów pomiaru nie wykazano tej zależności. W październiku istotny wpływ na zanieczyszczenia wody azotanami III i V miała odległość pola od studni. Następnym badanym czynnikiem była odległość od szamb i tu istotną korelację wykazano w miesiącu kwietniu dla azotanów V. Głębokość studni nie miała istotnego wpływu na zanieczyszczenia azotanami badanych wód studziennych.

Wykonano również obliczenia korelacji między występowaniem bakterii psychro i mezofilnych (tabela 5) w badanych wodach studziennych a czterema czynnikami, którymi były: odległość od budynków inwentarskich, odległość od pola, odległość od szamba i głębokość studni. Istotny wpływ wykazano między ilością występujących bakterii mezofilnych a odległością od szamba (kwiecień).

Przy budowie studni należy zachować odpowiednią odległość od tzw. „punktów zapalnych” takich jak składowiska obornika, składowiska śmieci pochodzących z gospodarstwa i budynków inwentarskich, która powinna wynosić 15 m (Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej) [9], oraz 30 m od biologicznej oczyszczalni ścieków i szamba [14].

Wody studzienne nie są objęte kontrolą. W większości przypadków ich czystość nie mieści się w normach. W przeprowadzonych badaniach zauważalna jest zmienność liczebności bakterii, na przestrzeni roku. Aby polepszyć stan wód studziennych należy przestrzegać zasad dobrej praktyki rolniczej.

## WNIOSKI

1. Woda z przebadanych studni nie przekroczyła dopuszczalnych norm wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi i zwierzęta dla badanych parametrów takich jak pH, przewodność, oraz stężenie azotanów III i V.
2. W styczniu w 80% studni odnotowano najwyższe stężenie azotanów (V).
3. Odległość studni od szamb przydomowych nie wpłynęła w znaczący sposób na zawartość związków azotowych i zanieczyszczeń mikrobiologicznych.
4. Na zanieczyszczenia wody azotanami w miesiącu październiku istotny wpływ miała bliska odległość od pól uprawnych.
5. Głębokość badanych studni nie wpłynęła na jakość wody.

Tabela 4. Współczynniki korelacji dla stężenia azotanów  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{NO}_2^-$ Table 4. The correlation coefficients for the nitrate concentration of  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{NO}_2^-$ 

Termin pomiaru Zmienne	Styczeń		Kwiecień		Sierpień		Październik	
	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{NO}_2^-$
odległość od budynków inwentarskich	-0,08 $p=0,79$	-0,35 $p=0,24$	-0,19 $p=0,52$	-0,228 $p=0,34$	-0,57 $p=0,04$	-0,13 $p=0,66$	0,34 $p=0,24$	-0,35 $p=0,23$
odległość od pola	-0,36 $p=0,22$	0,50 $p=0,82$	-0,37 $p=0,20$	0,31 $p=0,30$	0,44 $p=0,13$	-0,35 $p=0,29$	-0,77 $p=0,02$	0,66 $p=0,01$
odległość od szamb	0,57 $p=0,07$	0,34 $p=0,24$	0,53 $p=0,05$	-0,17 $p=0,56$	0,44 $p=0,12$	-0,07 $p=0,80$	0,31 $p=0,31$	0,26 $p=0,39$
głębokość studni	0,49 $p=0,08$	-0,22 $p=0,29$	0,31 $p=0,43$	-0,37 $p=0,11$	0,23 $p=0,46$	-0,41 $p=0,20$	0,45 $p=0,15$	-0,18 $p=0,55$

Oznaczone współdziałania korelacji są istotne przy  $p < 0,05$

Źródło: Opracowanie własne

Tabela 5. Współczynniki korelacji ilości występowania bakterii psychro i mezofilnych

Table 5. The correlation coefficients for the amount of the prevalence of bacteria psychro and mesophilic

Termin pomiaru Zmienne	Styczeń		Kwiecień		Sierpień		Październik	
	Bakterie psychrofilne	Bakterie mezofilne	Bakterie psychrofilne	Bakterie mezofilne	Bakterie psychrofilne	Bakterie mezofilne	Bakterie psychrofilne	Bakterie mezofilne
odległość od budynków inwentarskich	0,14 $p=0,65$	-0,04 $p=0,87$	0,01 $p=0,96$	0,05 $p=0,85$	0,07 $p=0,80$	0,24 $p=0,41$	-0,32 $p=0,28$	0,13 $p=0,67$
Odległość od pola	0,05 $p=0,85$	0,12 $p=0,68$	0,02 $p=0,95$	-0,33 $p=0,27$	0,33 $p=0,26$	0,15 $p=0,61$	0,05 $p=0,86$	0,67 $p=0,83$
odległość od szamba	-0,36 $p=0,22$	-0,21 $p=0,48$	-0,48 $p=0,09$	0,65 $p=0,01$	-0,20 $p=0,50$	0,21 $p=0,50$	-0,58 $p=0,85$	-0,37 $p=0,20$
głębokość studni	0,18 $p=0,53$	0,98 $p=0,75$	0,23 $p=0,44$	0,03 $p=0,91$	0,26 $p=0,39$	0,15 $p=0,61$	0,22 $p=0,47$	0,0003 $p=0,99$

Oznaczone współdziałania korelacji jest istotne przy  $p < 0,05$

Źródło: Opracowanie własne

6. Gospodarstwa powinny bardziej dbać o studnie gdyż są one stosunkowo tanim źródłem wody pitnej dla ludzi oraz zwierząt gospodarskich.

## LITERATURA

- [1] **BAJKIEWICZ-GRABOWSKA E. 2002.** Obieg materii w systemie rzeczno-jeziornym. UW, Wydz. Geogr. i Stud. Region., Warszawa, 305.
- [2] **CHELMICKI W. 2002.** Woda – zasoby, degradacja, ochrona. PWN, Warszawa, 274.
- [3] **DEC D. 2012.** Zmienność stężenia mineralnych form azotu w wodach studziennych na terenach wiejskich. MOTROL, T.14., Nr 5, 45-48.
- [4] **DORUCHOWSKI G., HOŁOWNICKI R. 2003.** Przyczyny i zapobieganie skażeniom wód i gleby wynikającym ze stosowania środków ochrony roślin. Zesz. Edukac. 9/2003 96-115.
- [5] **DUROWSKI T., WÓRONIECKI T. 2001.** Jakość wód powierzchniowych obszarów wiejskich Pomorza Zachodniego. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 476: 365-371.
- [6] **FENCHEL T., BLACKBURN T.H. 1997.** Bacteria and Mineral Cycling. Academic Press, London, Chapter 5.
- [7] **ILNICKI P. 1992.** Udział polskiego rolnictwa w eutrofizacji wód powierzchniowych. Mat. Z Konf. Nauk. Problemy zanieczyszczenia i ochrony wód powierzchniowych – dziś i jutro. Wyd. UAM, ser. Biol., 49: 99-111.
- [8] **KOC J., KOC-JURCZYK J., SOLARSKI K. 2009.** Wielkość i dynamika odpływu azotu z wodami z obszarów rolniczych. Zesz. Nauk. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, 121-128.
- [9] **KODEKS DOBREJ PRAKTYKI ROLNICZEJ. 2004.** Warszawa.
- [10] **KOŁWZAN B., ADAMIAK W., GRABAS K., PAWELCZYK A. 2005.** Podstawy mikrobiologii w ochronie środowiska. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- [11] **KONDIELSKI J., BUCZKOWSKI R., SZYMAŃSKI T. 1996.** Biologiczne metody remediacji wód i gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Ekologia i Technika, 5/6, 23-27.
- [12] **LABIJAK H., PAŃCZAKOWA J. 1990.** Stan sanitarny i techniczny oraz funkcjonowanie lokalnych ujęć wodnych na terenach wiejskich województwa poznańskiego. Zeszyty Naukowe Politechniki Poznańskiej, nr 32, 99-109.

- [13] **LOGINÓW W. 1986.** *Wpływ usuwania materii organicznej na dyfuzję azotanu amonu.* Roczn. Glebozn. 37,63-68.
- [14] **PIEKAREK M. 2006.** Instalacja urządzeń lokalnych ujęć wody. Instytut Technologii Eksploatacji- Państwowy Instytut Badawczy. Radom.
- [15] **PIETRZAK S. 2002.** Ocena potencjalnych strat azotu na podstawie bilansu w gospodarstwach rolnych o zróżnicowanym obszarze użytków zielonych. IMUZ, Falenty, 7-48.
- [16] **RADZKA E., KOC G., RAK J. 2008.** *Ocena jakości wody pitnej w powiecie siedleckim.* Przegląd naukowy. Rocznik XVII. SGGW Warszawa z. 3(41). 78-86
- [17] **RAFAŁOWSKA M. 2008.** Ocena zawartości azotanów w wodach powierzchniowych obszaru szczególnie zagrożonego zanieczyszczeniami ze źródeł rolniczych. Proceeding of ECOPole. Katedra Melioracji i Kształtowania środowiska. 2, 2,473-478.
- [18] **ROSSWALL T. 1982.** *Microbiological regulation of the biogeochemical nitrogen cycle.* Plant and Soil. 67,15-34.
- [19] **ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA Z DNIA 29 MARCA 2007 R.** W sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz. U. z dnia 6 kwietnia 2007 r.)
- [20] **ZDANOWICZ A. 1994.** *Rola zlewni rolniczej i leśnej w transporcie miogenów do strumienia.* Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie, 37,2:72-75.
- [21] (<http://www.bibliotekazarnowo.pl/folderga/polozenie-geograficzne.html>).
- [22] (<http://www.gmina-augustow.home.pl/>).