

Adam MAŁECKI, Nguyen Phi Bich LOC \*

## MIKROBIOLOGICZNA OCENA WÓD JEZIORA RUDNO

### *Streszczenie*

*Ze względu na bytowe i gospodarcze użytkowanie wód zlewni Obrzycy, przeprowadzono analizę mikrobiologiczną wody jeziora Rudno. W artykule zawarto informacje uzyskane na podstawie przeprowadzonych 360 analiz laboratoryjnych. Stwierdzono zdolność mikroorganizmów wodnych tego jeziora do rozkładu związków azotu*

### 1. WSTĘP

Drobnoustroje występują we wszystkich procesach, jako pierwotne ogniwo łączące świat organizmów żywych ze środowiskiem abiotycznym. Mikrobiologiczne dane znacznie wyraźniej aniżeli dane chemiczne wykazują wszystkie zmiany zachodzące w środowisku, bowiem najwcześniej i najprecyzyjniej na nie reagują. Każdy zbiornik wodny zawiera swoisty, charakterystyczny dla niego skład drobnoustrojów, określony konkretnymi warunkami. Ich rozwój związany jest ściśle z czynnikami środowiska.

Charakter i intensywność procesów biochemicznych warunkuje obieg materii w zbiorniku wodnym. Związane są z tym przemiany i regeneracja biogenów, zwłaszcza azotu i fosforu, niezbędnych dla rozwoju pierwotnych producentów zbiorników wodnych.

Ogólna liczba bakterii heterotroficznych w zbiornikach wodnych jest zarazem wskaźnikiem ich jakości. Znajomość jakościowego składu drobnoustrojów oraz ich fizjologii jest w tym względzie nieodzowna dla oceny intensyfikacji procesów biochemicznego oczyszczania wód i ich charakterystyki sanitarno-higienicznej.

Spośród różnych grup fizjologicznych drobnoustrojów warunkujących mineralizację substancji organicznych, największe znaczenie mają amonifikatory.

Bilans azotowy zbiorników wodnych jest ściśle związany z działalnością bakterii nitryfikacyjnych.

Badanie przebiegu procesu denitryfikacji w konkretnych warunkach może wskazać jak związki azotowe są wykorzystywane.

Rozkład białek rozpoczyna zachodzący w wodzie cykl przemian materii organicznej, prowadzący w rezultacie do uwolnienia mineralnych form azotu, fosforu, siarki

i węgla. Proces ten przebiega pod wpływem wydzielania przez niektóre mikroorganizmy egzoenzymów proteolitycznych, w wyniku działania których białka ulegają hydrolizie do kolejno: polipeptydów, peptydów i aminokwasów.

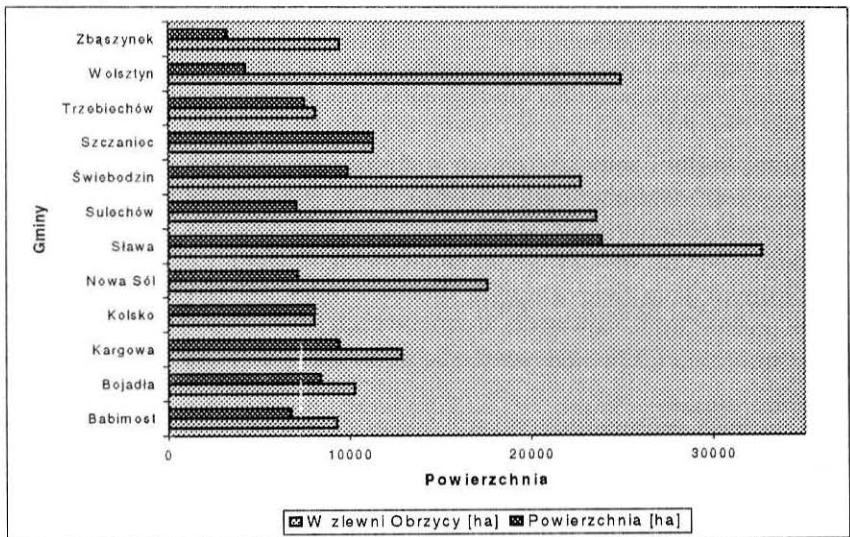
Mówiąc o znaczeniu bakterii w wodzie, nie należy zapomnieć, że przyczyniają się do usuwania z wody różnych toksyn, jak: siarkowodoru, siarki pierwiastkowej, tiosiarczianów, węglowodorów aromatycznych, fenoli, detergentów, pestycydów, itp.

Celem niniejszego opracowania jest analiza mikrobiologiczna zlewni cząstkowej rzeki Obrzycy. Jest to fragment większego opracowania, mającego umożliwić ocenę relacji, jakie zachodzą w tym ekosystemie i możliwości optymalnej eksploatacji zasobów systemu wodnego tej rzeki, a docelowo stworzenia warunków dla poprawy jakości wody tej zlewni. Rozpoznanie tych relacji w kategoriach ilościowych i jakościowych odzwierciedli w czasie i przestrzeni krajobraz zlewni. Jej funkcja, związana jest z zaopatrzeniem w wodę do picia i rekreacji, wymaga czystej wody, a także należytego stanu i właściwej gospodarki rolnej i leśnej w bezpośrednim jej otoczeniu. Wymaga to w pierwszym rzędzie określenia stanu sanitarnego, źródeł powstawania zanieczyszczeń oraz możliwości samooczyszczania się wód tej rzeki.

## 2. MATERIAŁ BADAWCZY

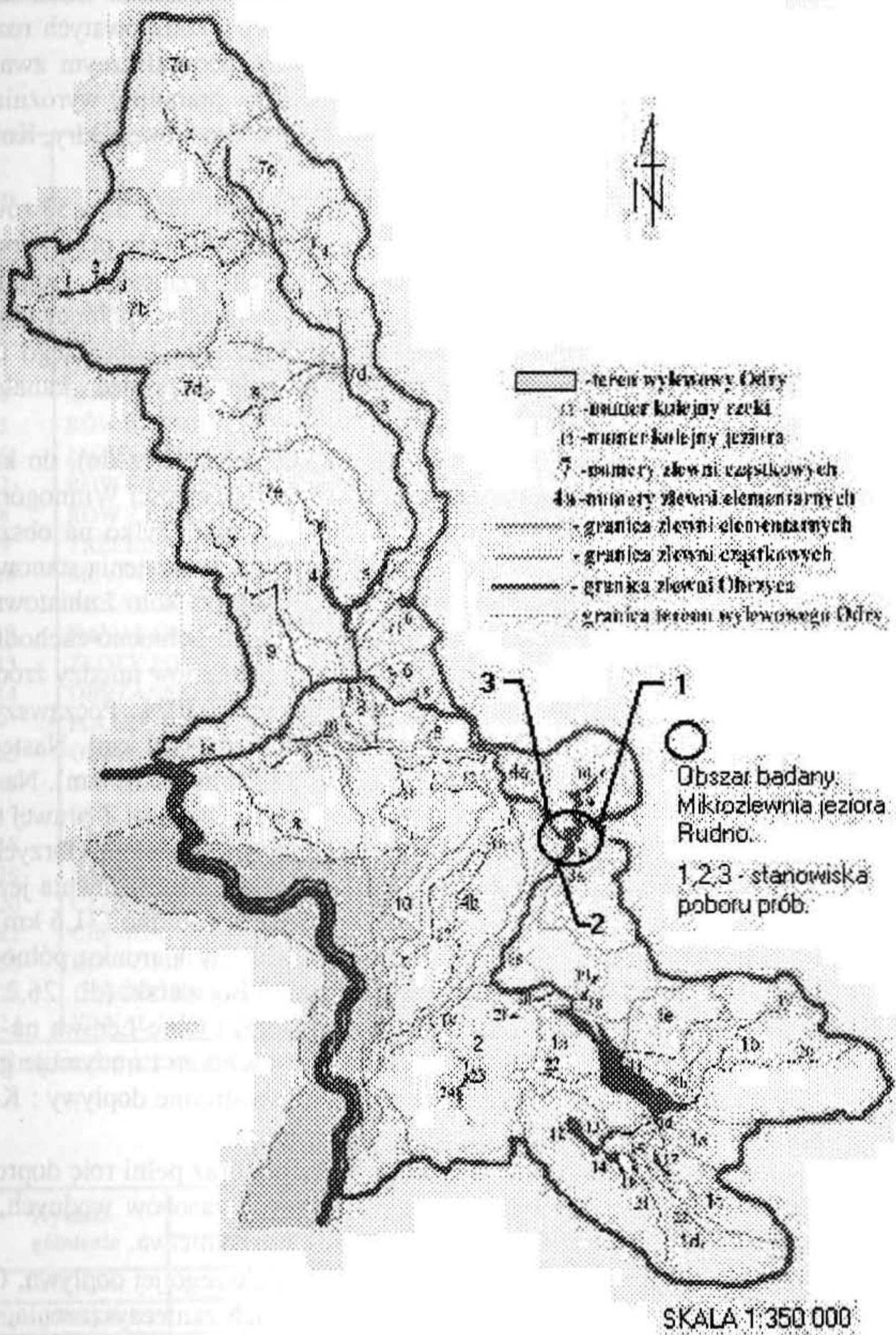
### 2.1 Charakterystyka hydrograficzna

Zlewnia Obrzycy usytuowana jest na obszarze województwa lubuskiego i częściowo poznańskiego. Zajmuje (w części lub w całości) obszar 12 gmin, w tym: cztery gminy wiejskie (Bojadła, Kalsko, Szczaniec, Trzebiechów), osiem gmin miejsko-wiejskich (Babimost, Kargowa, Sława, Sulechów, Świebodzin, Wolsztyn, Zbąszynek) oraz jedno miasto wydzielone Nowa Sól (rys. 1).



Rys 1. Powierzchnia zlewni [Małcki 98]

Powierzchnia ogólna tego obszaru wynosi ok. 1808 km<sup>2</sup> (tab. 1), z czego 56,1% stanowi zlewnia (rys. 2).



Rys. 2. Zlewnia Obrzyca (Podział hydrograficzny polski - IMGW).

Rozwój sieci rzecznej Polski jest rezultatem ewolucji rzeźby w późnym trzeciorzędzie i w czwartorzędzie.

W przedstawionej pracy badano zlewnię Obrzycy, która położona jest w obrębie pradoliny Warszawsko-Berlińskiej – w jej odcinku Warciańsko-Odrzańskim. Odcinek ten stanowi formę nieregularną, składającą się z szeregu zwężeń i kotlinowatych rozszerzeń. Jednostka ta graniczy od północy z dużym regionem geograficznym zwanym Pojezierzem Wielkopolskim. W obrębie omawianego odcinka pradoliny wyróżnia się mniejsze następujące jednostki fizyczno-geograficzne: Dolina Środkowej Odry, Kotlina Kargowska, Dolina Obry.

Obszar zlewni Obrzycy zawarty jest między 15 a 16 południkiem, oraz 52 a 53 równoleżnikiem. Granice topograficzne zlewni wyznaczają od zachodu wały przeciwpowodziowe Odry, od południa wzniesienia moren czołowych wzniesień Gubińsko-Zarkowskich, od wschodu linia kolejowa Leszno-Poznań, natomiast od północy granice wyznacza południowa krawędź wzniesień morenowych Pojezierza Lubuskiego i Poznańskiego. Pod względem hydrograficznym zlewnię cechuje gęsta sieć kanałów i rowów melioracyjnych wykonanych na przestrzeni lat.

Rzeka Obrzyca jest prawobrzeżnym dopływem rzeki Odry (ciek II rzędu), do której uchodzi na 469,4 km jej biegu powyżej Cigacic w rejonie miejscowości Winnogóra na wysokości 52,8 m n.p.m. Posiada charakter w zasadzie nizinny. Tylko na obszarze obejmującym południową część zlewni, znajduje się niewielkie wzniesienia stanowiące kraniec Wysoczyzny Lubuskiej. Początek bierze w j. Sławskim koło Lubiatowa na wysokości 57,4 m n.p.m. Obrzyca płynie od źródła w kierunku północno-zachodnim, a na końcowym odcinku południowo-zachodnim. Różnica poziomów między źródłem a ujściem wynosi 4,6 m, co daje średni spadek koryta rzeki 0,01%. Począwszy od wypływu, Obrzyca płynie na zachód do miejscowości Konotop (41,0 km). Następnie zmienia kierunek na północny, utrzymując go aż do jeziora Rudno (33,1 km). Na tym odcinku Obrzyca ma jeden większy dopływ lewostronny, rzekę Ciekącą. Z prawej strony jeziora Rudno, Obrzyca posiada połączenie z Południowym Kanałem Obrzyckim, który część swych wód doprowadza od wschodu do tego jeziora. Mikrozwlewnia jeziora Rudno była obiektem badań mikrobiologicznych. Poniżej jeziora Rudno (31,6 km), aż do miejscowości Smolno Wielkie (11,3 km) Obrzyca płynie w kierunku północno-zachodnim. Na tym odcinku dopływają: z lewej strony Kanał Bojadarski (dł. 26,2 km) i prawej Kanał Dzwiński (na 22,7 km łączy Obrzycę z Obrą) i Obrę Leniwą na 13,2 km. W Smolnie Obrzyca zmienia kierunek na południowo-zachodni i utrzymuje go aż do ujścia. Na tym odcinku rzeka przyjmuje dwa większe lewostronne dopływy: Kanał Trzebiechowski i Kanał Głuchowski.

Rzeka Obrzyca zasila w wodę znajdujące się w zlewni jeziora oraz pełni rolę doprowadzalnika, umożliwiającego wykorzystanie zretencjonowanych zasobów wodnych, zarówno dla potrzeb komunalnych i w coraz mniejszym stopniu rolnictwa.

Ogólna ocena stanu czystości wód rzeki Obrzycy oraz największego jej dopływu, Obry Leniwej przedstawia się niezadawalająco. Aktualny stopień ich zanieczyszczenia, jest znacznie wyższy niż określone dla obu rzek dopuszczalne normy zanieczyszczenia, które zakładają I – szą klasę czystości. Przeważające klasy czystości, do których należy zakwalifikować wody obu rzek – to klasy II i III, przy czym w niektórych wskaźnikach

i na znacznych odcinkach badane rzeki prowadzą wody są pozaklasowe [rozp. Rady Ministrów z dnia 29 listopada 1975 roku /Dz. U. Nr 41, poz.214/].

Podstawowe parametry dotyczące cieków wodnych znajdujących się na powierzchni zlewni rzeki Obrzycy przedstawia tabela 1.

TABELA 1.

*Cieki wodne znajdujące się na obszarze zlewni  
Obrzycy. [Dane IRS Olsztyn]*

Lp	Nazwa ciek wodnego	Długość rzeki [km]	Powierzchnia zlewni [km <sup>2</sup> ]	Nr zlewni cząstkowej	L – lewo P – prawostronny
1	2	3	4	5	6
1	KANAŁ LUBNICA	28,6	80,5	7b	L
2	KANAŁ GŁÓWNY	28,6	69,3	7a	L
3	OBRA LENIWA	37,6	412,2	7	L
4	RÓW ZE ZBĄSZYNKA	6,3	-	7d <sub>1</sub>	L
5	RÓW ZE SMARDZEWA	20,1	51,6	7d <sub>2</sub>	L
6	JAGIELNICA	3,4	-	7e	L
7	RÓW Z KLEPSKA	9,7	59,5	9	L
8	RÓW Z GŁÓCHOWA	1,3	-	11	L
9	TRZEBIECHÓWKA	5,5	-	11	L
10	MŁYNÓWKA	8,5	-	10	L
11	KANAŁ OBRZYCKO	4,4	80,3	10	P
12	KANAŁ OSTRZYCKI	6,5	-	10	P
13	ZŁOTY POTOK	3,6	4,8	8	P
14	OBRZAŃSKI KANAŁ POŁUDNIOWY	55,1	58,6	3b <sub>10</sub>	L
15	OBRZYCA	49,6	1808,4	-	-
16	KANAŁ BOJADELSKI	27,2	37,0	4b	L
17	GNILICA	14,6	-	4b	P
18	CIEKAÇA	40,2	103,8	2	L
19	SARNKA	6,8	-	1b <sub>1</sub>	P
20	CZERNICA	41,0	61,7	1b <sub>1</sub>	-
21	CIENICA	12,2	67,1	1d <sub>1</sub>	L
22	RÓW Z LIPINEK	3,3	-	1d <sub>1</sub>	L
23	DEBOGÓRA	7,2	20,5	1e	P
24	KANAŁ DZWIŃSKI	22,7	15,9	4a	L

Ogólną liczbę jezior w zlewni rzeki Obrzycy przedstawia tabela nr 2.

TABELA 2.

*Ilość i powierzchnia jezior zlewni Obrzycy.*

Wyszczególnienie	Powierzchnia w ha					Razem
	1 - 5	6 - 20	21 - 50	51 - 100	> 100	
Ilość jezior	4	9	5	3	3	24
% ogólnej ilości	19,2	38,5	19,2	11,5	11,5	100
Łączna pow. ha	16,1	129,5	171	252,6	1127,6	1696,8
% ogólnej pow.	0,9	7,6	10,1	14,9	66,5	100

W granicy zlewni znajduje się kilkadziesiąt jezior, co ilustruje tabela 3.

TABELA 3.

*Jeziora w granicy zlewni Obrzycy. [Dane IRS Olsztyn]*

Lp	NAZWA JEZIORA	Nr zlewni Elementarnej	Powierzchnia zwierciadła wody [ha]	Wysokość m.n.p.m	Objętość [tys.m <sup>3</sup> ]	GŁĘBOKOŚĆ	
						Średnia [m.]	Maksymalna [m.]
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ZAMECKO	7b	1,7	73,0	90,0	1,1	2,2
2	GRODZISZCZE	7b	2,0	72,8	12,5	1,0	2,0
3	LUBINIECKIE	7b	79,4	72,6	1981,3	2,5	5,9
4	WOJNOWSKIE ZACH.	7e	147,3	52,6	6312,0	4,3	9,7
5	WOJNOWSKIE WSCH.	7e	81,6	52,7	1253,1	1,5	3,2
6	LINY (Linie)	7f	27,7	53,9	420,0	4,8	10,8
7	ZACISZE	6	2,6	54,2	70,0	1,7	3,4
8	RUDNO (Orchowe)	3a	163,0	55,1	6590,4	4,0	9,1
9	WILCZE	3a	48,2	55,2	1621,0	4,4	6,9
10	WASZNO (Ošno)	3a	22,4	55,0	316,4	1,4	3,2
11	SŁAWSKIE	1d	817,3	57,4	42664,8	5,2	12,3
12	TARNOWSKIE DUŻE	1d <sub>1</sub>	91,6	59,0	3504,0	3,8	7,5
13	KUŹNICKIE (Błotne)	1d <sub>1</sub>	19,9	57,5	291,8	1,5	2,3
14	TARNOWSKIE MAŁE	1d <sub>1</sub>	35,7	58,8	1193,4	3,3	7,2
15	MŁYŃSKIE DUŻE	1d <sub>2</sub>	10,0	60,9	402,8	4,0	6,1
16	MŁYŃSKIE MAŁE	1d <sub>2</sub>	5,6	61,1	18,3	1,6	3,1
17	BRZEZIE (Plusze)	1c	9,5	57,5	250,0	2,6	4,4
18	STEKLNO DOLNE	2	6,4	57,3	31,8	0,5	0,9
19	DRONICKIE	2	10,2	58,2	83,3	0,8	1,3
20	ŚWIĘTE, ŚWIĘTOBÓR	2	17,3	58,1	875,5	5,1	11,2
21	MESZE	2	2,2	60,6	60,0	2,7	6,7
22	JEZIORNO	1d	9,6	60,2	230,2	2,4	3,6
23	LUBIĘCIŃSKIE	2	12,9	61,8	169,7	1,3	2,1
24	KOCHANOWO	2	16,7	62,0	330,7	2,0	3,4

### 3. METODYKA BADAŃ

Do oceny zdolności drobnoustrojów wodnych do rozkładów związku azotu wykorzystano zasoby wodne zlewni cząstkowej 3a. Wodę, która posłużyła jako materiał do analizy bakteriologicznej pobierano w trzech punktach pomiarowych (**rys.1**).

Pierwszy punkt zlokalizowano w miejscowości Rudno. Próbę pobierano w miejscu ujścia Obrzańkiego Kanału Południowego do jeziora Rudno. Drugi punkt poboru wody wyznaczono w miejscowości Jesiona. Punkt ten leży przy ujściu rzeki Obrzycy do jeziora Rudno. Trzeci punkt położony jest w okolicy Uście, gdzie rzeka Obrzyca wypływa z jeziora Rudno i płynie do ujścia w okolicach miejscowości Cigacie. Próby

pobierano raz w miesiącu przez okres wiosny i lata 1999 roku. Pobrano łącznie 360 próbek. W badaniach tych oznaczono: liczebność bakterii ogólnych, siarkowych, białkowych, amonifikacyjnych, nitryfikacyjnych i denitryfikacyjnych. Ogólną liczbę bakterii w badanej wodzie oznaczono metodą płytkową na pożywce Eikmana. W przypadkach wątpliwych posiewano materiał z dodatnich prób na pożywce Endo.

Liczebność bakterii siarkowych oznaczano na zmodyfikowanej pożywce Starkeya. Posiewy na płytki wykonano zwykłym sposobem i umieszczono w warunkach beztlenowych według metody Szturma.

Badania bakterii rozkładających białka wykonano na pożywce bulionu z żelatyną, metodą upłynniania żelatyny. Oznaczenie wykonano na płytkach Petriego. Do badania przebiegu amonifikacji zastosowano płynną pożywkę peptonową.

Badanie procesu nitryfikacji dokonano na pożywce do hodowli nitryfikatorów.

Intensywność przebiegu procesu denitryfikacji badano na płynnej pożywce do hodowli denifikatorów.

W celu obliczenia ilości drobnoustrojów poszczególnych grup bakterii amonifikacyjnych, nitryfikacyjnych i denitryfikacyjnych posłużono się tablicami Mc Cradyego opartymi na zasadzie metod statystyki matematycznej. Ilość bakterii ogólnych, siarkowych i rozkładających białka ustalono na podstawie wyhodowanej na pożywkach liczby kolonii badanych drobnoustrojów. Statystykę i przedział ufności obliczono według metody Egoropa i Nguyen Lan Dung. Stan ilościowy poszczególnych grup drobnoustrojów w badanym środowisku wodnym zestawiono w tabelach średnio z trzech pomiarów wiosennych i letnich oraz przedstawiono za pomocą wykresów.

#### 4. WYNIKI BADAŃ

Ilość bakterii ogólnych (mezofilnych) ilustruje tab. 4.

TABELA 4.

*Ilość bakterii ogólnych [komórek/cm<sup>3</sup>].*

Numer punktu poboru wody	Okres badania		Suma	Przedział ufności 95%
	Wiosna 1999	Lato 1999		
1	230,00	316,00	546,00	180,00 – 360,00
2	410,00	306,00	716,00	350,00 – 400,00
3	205,00	501,00	706,00	200,00 – 650,00
Suma	845,00	1123,00	1968,00	

Jak wynika z powyższej tabeli w badanej wodzie największą liczbę bakterii mezofilnych odnotowano w drugim punkcie badawczym. Najmniejszą liczbę tych drobnoustrojów zanotowano w pierwszym punkcie badawczym. Latem liczebność badanej grupy bakterii była wyższa niż w okresie wiosennym.

Podobnie jak w przypadku bakterii mezofilnych latem, ilość bakterii siarkowych była wyższa w stosunku do okresu wiosennego. Największy wzrost tych drobnoustrojów

zanotowano latem w trzecim punkcie badawczym. W punkcie tym w okresie wiosennym liczba tych bakterii była najmniejsza, co ilustruje tab. 5.

TABELA 5.

*Liczba bakterii siarkowych [komórek/ $CM^3$ ].*

Numer punktu poboru wody	Okres badania		Suma	Przedział ufności 95%
	Wiosna 1999	Lato 1999		
1	460,00	456,00	916,00	380,00 – 520,00
2	720,00	520,00	1240,00	600,00 – 800,00
3	327,00	810,00	1137,00	300,00 – 850,00
Suma	1507,00	1786,00	3293,00	

Dane przedstawione w tabeli 6 obrazują zawartość bakterii białkowych w wodach jeziora Rudno. Jak wynika z tej tabeli, największa ilość drobnoustrojów tej grupy wystąpiła w drugim punkcie badawczym. W punkcie pierwszym ilość tych bakterii była najniższa. Suma bakterii rozkładających białka w okresie letnim w stosunku do okresu wiosennego była wyższa.

TABELA 6.

*Liczebność bakterii rozkładających białka.*

Numer punktu poboru wody	Okres badania		Suma	Przedział ufności 95%
	Wiosna 1999	Lato 1999		
1	15,00	9,50	24,50	7,50 – 30,00
2	15,00	20,00	35,00	15,00 – 50,00
3	9,50	20,00	29,50	9,00 – 46,00
Suma	39,50	49,50	89,00	

Liczebność bakterii amonifikacyjnych przedstawiono w tabeli 7, z której wynika, że największy wzrost tych bakterii zanotowano latem w pierwszym punkcie badawczym. Suma ilości bakterii amonifikacyjnych w okresie wiosennym jak i w letnim są jednak podobne w obydwu okresach badawczych.

TABELA 7.

*Liczebność bakterii amonifikacyjnych.*

Numer punktu poboru wody	Okres badania		Suma	Przedział ufności 95%
	Wiosna 1999	Lato 1999		
1	15,00	20,00	35,00	11,00 – 46,00
2	15,00	9,50	24,50	7,00 – 40,00
3	9,50	9,50	19,00	8,00 – 30,00
Suma	39,50	39,00	78,50	

Liczbę bakterii nityfikacyjnych przedstawia tabela 8 oraz wykres. Największy wzrost bakterii odnotowano w drugim punkcie badawczym. Wiosną suma tych bakterii była mniejsza jak latem, gdzie nastąpił znaczny ich wzrost.



TABELA 8.

Liczebność bakterii nityfikacyjnych.

Numer punktu poboru wody	Okres badania:		Suma	Przedział ufności 95%
	Wiosna 1999	Lato 1999		
1	45,00	45,00	90,00	30,00 – 60,00
2	150,00	150,00	300,00	97,00 – 200,00
3	75,00	150,00	225,00	70,00 – 200,00
Suma	270,00	345,00	615,00	

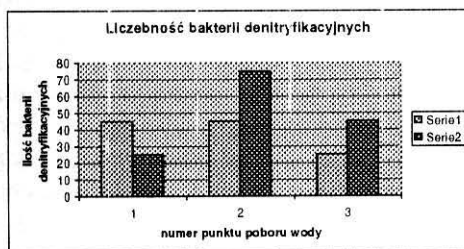
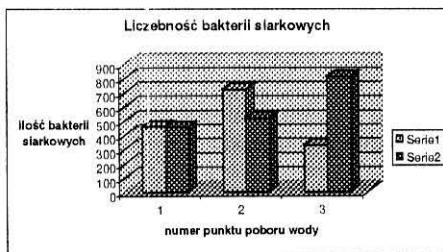
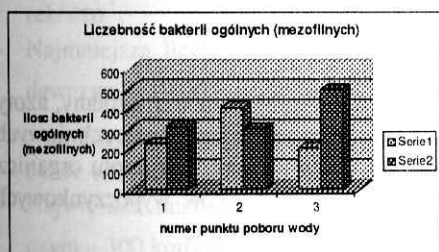
Liczebność bakterii denitryfikacyjnych ilustruje tabela 9.

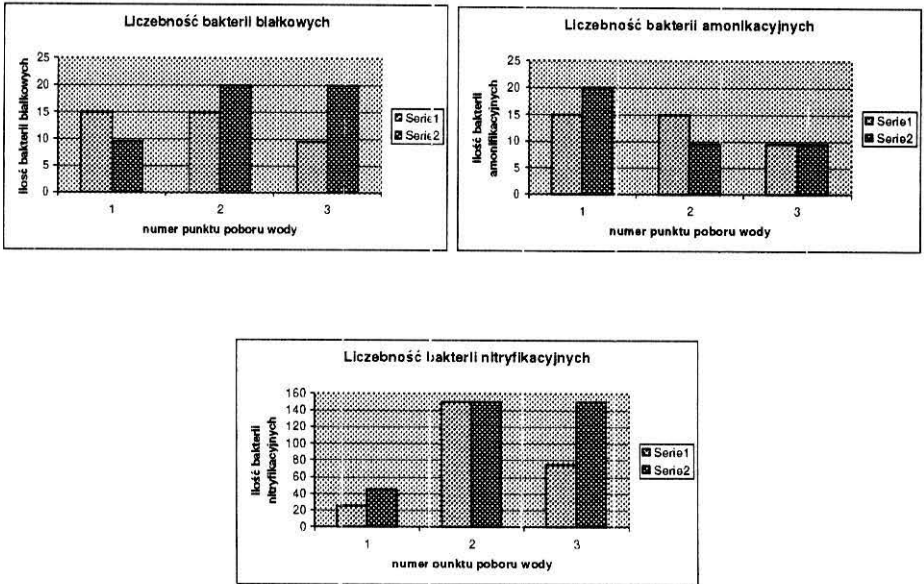
TABELA 9.

Liczebność bakterii denitryfikacyjnych.

Numer punktu poboru wody	Okres badania:		Suma	Przedział ufności 95%
	Wiosna 1999	Lato 1999		
1	45,00	25,00	70,00	18,00 – 62,00
2	45,00	75,00	120,00	36,00 – 82,00
3	25,00	45,00	70,00	20,00 – 55,00
Suma	115,00	145,00	260,00	

Z tabeli wynika, że największy wzrost komórek nastąpił w drugim okresie badawczym. Najmniejszy wzrost tej grupy bakterii wystąpił latem w drugim i trzecim punkcie poboru wody.





seria 1 – wiosna, seria 2 - lato

## 5. PODSUMOWANIE

Najważniejszymi źródłami azotu nieorganicznego w badanej wodzie są azotany, azoty i amoniak. Trafiają one do wód zlewni Obrzycy ze spływów powierzchniowych, z opadami atmosferycznymi, a także z powietrza. Głównym źródłem azotu organicznego są ścieki z okolicznych gospodarstw rolniczych i ośrodków wypoczynkowych. Analiza mikrobiologiczna badanej wody potwierdziła występowanie w niej grup drobnoustrojów zajmujących się przemianami związków azotu. Do mikroorganizmów tych zaliczamy następujące grupy bakterii: amonifikacyjne, nityfikacyjne, denityfikacyjne i rozkładające białka. Badania przeprowadzono w okresie wiosennym i letnim ze względu na zróżnicowane warunki klimatyczne, które mają wpływ na rozwój badanych drobnoustrojów. W celu ukazania wpływu różnych czynników, nie tylko klimatycznych, analizę bakteriologiczną wykonano na wodzie pobranej z trzech różnych punktów jeziora Rudno. Z analizy literatury zajmującej się szczegółowo zagadnieniami rozkładu związków azotu przez pewne grupy drobnoustrojów wynika, że liczba drobnoustrojów w jeziorze w ciągu roku nie jest stała. Zależy ona w dużym stopniu od pory roku. Zwiększa się gwałtownie wiosną, w okresie największego stanu

wody i jest spowodowana splukiwaniem przez deszcze zanieczyszczeń z otaczających obszarów. Latem w okresie najniższego stanu wód ilość drobnoustrojów może się zmniejszyć, jednak podwyższona temperatura wody stymuluje dobre warunki dla ich rozwoju. Na podstawie wyników przeprowadzonych badań powyższe czynniki mają ogromny wpływ na rozwój drobnoustrojów w wodach jeziora i zlewni Obrzycy. Wiosną w punkcie pierwszym, w czasie podwyższonego stanu wód odnotowano wzrost większości badanych grup bakterii w stosunku do okresu letniego. Latem temperatura miała ogromny wpływ na ich rozwój gdzie w tym okresie nastąpił największy wzrost wszystkich badanych grup. Uzyskane wyniki są zbliżone i porównywalne do wyników innych badaczy. Liczebność wszystkich grup drobnoustrojów mieści się w przedziale ufności.

## 6. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

- Liczebność bakterii mezofilnych w badanej mikrozewni cząstkowej waha się od 205,00 do 501,00 komórek/cm<sup>3</sup>. Największą liczbę tych drobnoustrojów odnotowano w drugim punkcie badawczym. W okresie letnim liczba tych bakterii była wyższa niż wiosną.
- Liczebność bakterii siarkowych wahała się od 327,00 do 810,00 komórek/cm<sup>3</sup>. Największy wzrost tych drobnoustrojów odnotowano w drugim punkcie badawczym - 1240 komórek/cm<sup>3</sup>. W okresie letnim liczebność tej grupy bakterii była wyższa niż w okresie wiosennym.
- Największą liczbę bakterii rozkładających białka odnotowano w punkcie drugim - 35 komórek/cm<sup>3</sup>, a najmniejsza w pierwszym punkcie badawczym - 24,5 komórek/cm<sup>3</sup>.
- Najmniejszą liczbę bakterii amonifikacyjnych odnotowano w trzecim punkcie badawczym - 19,00 komórek/cm<sup>3</sup>, największą zaś w pierwszym punkcie badawczym - 35 komórek/cm<sup>3</sup>. Pomiędzy okresem wiosennym i letnim nie odnotowano różnicy we wzroście bakterii amonifikacyjnych.
- Największa liczba bakterii nitryfikacyjnych wystąpiła w drugim punkcie badawczym - 300 komórek/cm<sup>3</sup>, a najniższa w pierwszym - 90,00 komórek/cm<sup>3</sup>. Suma bakterii nitryfikacyjnych była wyższa w okresie letnim niż w okresie wiosennym.
- W pierwszym i drugim punkcie badawczym liczba bakterii denitryfikacyjnych była najmniejsza - 70,00 komórek/cm<sup>3</sup>, największy wzrost tych bakterii nastąpił w punkcie drugim. W okresie letnim liczebność tej grupy drobnoustrojów była wyższa niż wiosną.
- Najbardziej liczebną grupą drobnoustrojów występujących w badanym jeziorze były bakterie siarkowe - 3293 komórek/cm<sup>3</sup> i mezofilne - 1968 komórek/cm<sup>3</sup>. Wśród

bakterii azotowych najliczniejsze okazały się bakterie nitryfikacyjne – 615 komórek/cm<sup>3</sup>. Mikroorganizmami wśród badanych grup, które rozwinęły się w mniejszych ilościach były bakterie denitryfikacyjne 260,00 komórek/cm<sup>3</sup> i rozkładające białka – 89,00 komórek/cm<sup>3</sup> oraz amonifikacyjne 78,5 komórek/cm<sup>3</sup>.

- W okresie letnim nastąpił większy wzrost badanych grup drobnoustrojów w stosunku do okresu wiosennego.

## 7. LITERATURA

- [1] EGOROP L.B., NGUYEN: *Metody badań mikrobiologicznych*. NXB Hanoi (1981).
- [2] IMGW: *Podział hydrologiczny Polski*. Wydawnictwo komunikacji i łączności. Warszawa (1983).
- [3] IUNG: *Warunki przyrodnicze produkcji rolnej woj. Zielonogórskiego*. Puławy (1987).
- [4] KAJAK Z.: *Hydrobiologia – Limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych.*, PWN Warszawa (1998).
- [5] KOWAL A., ŚWIDERSKA – BRÓŻ M.: *Oczyszczanie wody*. PWN Warszaw-Wrocław (1998).
- [6] MAŁECKI A.: *Wstępne badania wpływu rolnictwa na jakość wód powierzchniowych zlewni Obrzycy*. Zeszyty naukowe nr 116 Politechnika Zielonogórska WbiIS (1998).
- [7] PAWLACZYK – SZPIŁOWA M.: *Biologia sanitarna*. Politechnika Wrocławska (1976).
- [8] PAWLACZYK – SZPIŁOWA M.: *Biologia i ekologia*. Politechnika Wrocławska (1997).
- [9] RHEINHEIMER G.: *Mikrobiologia wód*. PWRiL Warszawa (1997).
- [10] RODINA A.: *Mikrobiologiczne metody badania wód*. PWRiL Warszawa (1968).
- [11] SOMOROWSKI C.: *Melioracje jako dyscyplina naukowa i działalność praktyczna* SGGW Warszawa (1993).
- [12] TRYBAŁA T.: *Gospodarka wodą*. PWRiL Warszawa (1996).
- [13] WRÓBEL I.: *Wody podziemne Środkowego Nadodrza i ich problemy ochrony*. WSI. Zielona Góra (1989).
- [14] Dziennik Urzędowy Rzeczypospolitej Polskiej nr 116. 1991, poz. 503.
- [15] Polska Norma PN 75C-04615/18,19 oraz PN 77C-04615/20.