

**Czesław Przybyła, Paweł Kozaczyk, Jerzy Bykowski, Karol Mrozik,  
Iwona Sielska**

Akademia Rolnicza w Poznaniu  
Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji

## **Ocena zmian jakości wody w jeziorach Pojezierza Poznańskiego w latach 1999–2006**

*Badaniami objęto cztery jeziora zlokalizowane na Pojezierzu Poznańskim: Bytyńskie (309 ha), Niepruszewskie (242 ha), Pamiątkowskie (76 ha) i Strykowski (305 ha). Zlewnie tych jezior należą do obszarów o dużej skali zagrożeń wód powierzchniowych i gruntowych z uwagi na intensywne rolnictwo, małą lesistość i znaczny udział gleb lekkich.*

*Jakość podstawowych wskaźników zanieczyszczenia tych jezior określono zgodnie z obowiązującymi wytycznymi oraz w odniesieniu do norm dla śródlądowych wód powierzchniowych.*

*Wyniki badań wskazują na silną degradację wód tych jezior oraz konieczność podjęcia działań ochronnych na terenie ich zlewni hydrologicznych. Optymistyczne jest stwierdzenie linii trendu w kierunku stopniowej poprawy jakości wód badanych jezior.*

### **1. Wstęp**

Stan czystości jezior w Polsce ulega w ostatnich latach powolnej, ale systematycznej poprawie [Przybyła i in. 1997]. W okresie 1989–1990 r. 20,2% badanych jezior zakwalifikowanych zostało do wód pozaklasowych, zaś w 2003r. już tylko 16,4% [Ochrona Środowiska 2005]. Spadła także liczba jezior zakwalifikowanych do III klasy czystości wód z 37,5 do 31,1%. Zwiększeniu uległa natomiast liczba jezior z wodami II klasy – z 37,5 w latach 1989–1990 do 49,2% w 2003 r. Obecnie podjęcie działań przyspieszających poprawę jakości wód w Polsce wymusza wdrażanie Ramowej Dyrektywy Wodnej. Zakłada ona osiągnięcie dobrego stanu wód już w 2015 r. [Przybyła i Kozaczyk 2003].

## 2. Materiał i metody

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki siedmioletnich badań jakości wód jezior Pojezierza Poznańskiego. Na ich podstawie dokonano oceny właściwości fizykochemicznych wód jezior: Bytyńskiego, Niepruszewskiego, Pamiątkowskiego i Strykowskiego oraz oceny wpływu struktury użytkowania zlewni i odsłonięcia linii brzegowej na stan czystości ich wód.

Wspomniane jeziora położone są w promieniu 30 km od Poznania i zajmują powierzchnię od 76,1 ha (J. Pamiątkowskie) do 308,8 ha (J. Bytyńskie), należą do form pochodzenia polodowcowego. Zestawienie ich podstawowych parametrów zawiera tabela 1.

Tabela. 1. Podstawowe parametry morfometryczne analizowanych jezior

Nazwa jeziora	Wysokość n.p.m.	Powierzchnia	Objętość	Głębokość maksymalna	Głębokość średnia	Długość maksymalna	Szerokość maksymalna	Długość linii brzegowej	Rozwinięcie linii brzegowej	Wskaźnik odsłonięcia
	[m]	[ha]	[tys. m <sup>3</sup> ]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	-	-
Strykowskie	73,7	305,3	13637,4	7,7	4,5	8440	720	19550	3,16	67,8
Niepruszewskie	75,8	242,3	7578,3	5,2	3,1	4900	700	11100	2,01	78,2
Bytyńskie	85,4	308,8	11837,5	7	3,5	4160	1490	17475	2,68	88,2
Pamiątkowskie	74,5	76,1	1680,8	4,9	2,2	2540	565	5750	1,86	34,6

Źródło: Jańczak J. (red.) 1996. Atlas jezior Polski, tom I. IMGW, Poznań.

W okresie 23.02.1999–30.05.2006 wodę z J. Strykowskiego i J. Niepruszewskiego pobierano 19-krotnie. Badania wód w jeziorze Bytyńskim zakończyły się w 2003 r. po 13 próbach. Wówczas rozpoczęto badania czystości wód J. Pamiątkowskiego (dotychczas 9 prób). Woda z J. Strykowskiego pobierana była na trzech stanowiskach (Strykowo, Sapowice, Jeziorki), z J. Niepruszewskiego na dwóch (Zborowo, Niepruszewo), z J. Bytyńskiego i J. Pamiątkowskiego na jednym (w kolejności: Sokolniki, Pamiątkowo). Szczegółową analizę fizykochemiczną wykonywano w laboratorium Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji AR w Poznaniu.

Podstawą oceny jakości wód było Rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód [Rozporządzenie... 2004].

### 3. Wyniki i dyskusja

Wyniki analiz fizykochemicznych pobranych prób (tab. 2 i 3) wskazują, że o niezadowalającej jakości wód analizowanych jezior decyduje BZT<sub>5</sub>, które w ponad 30% prób (J. Bytyńskie i J. Pamiątkowskie prawie 60% prób) odpowiadało normom IV i V klasy czystości wód powierzchniowych. Średnia wartość BZT<sub>5</sub> z analizowanego okresu pozwala zakwalifikować jeziora Niepruszewskie, Bytyńskie i Pamiątkowskie do IV klasy. Jezioro Strykowskie tylko nieznacznie mieściło się w wartości granicznej dla III klasy. W żadnej z pobranych prób nie stwierdzono wód o czystości odpowiadającej I klasie.

Tabela 2. Rozkład wyników pomiarów parametrów fizyczno-chemicznych wód w analizowanych jeziorach wg normatywnych klas jakości wód powierzchniowych [Rozporządzenie... 2004]

Wskaźnik jakości wody	Jednostka	Klasa jakości wód powierzchniowych	Jezioro			
			Strykowskie	Niepruszewskie	Bytyńskie	Pamiątkowskie
			[%]			
Fosforany	mg PO <sub>4</sub> · dm <sup>-3</sup>	I	68,4	31,6	61,5	66,7
		II	31,6	57,9	38,5	33,3
		III	0,0	10,5	0,0	0,0
Siarczany	mg SO <sub>4</sub> · dm <sup>-3</sup>	I	5,3	5,3	0,0	11,1
		II	94,7	63,2	84,6	88,9
		III	0,0	31,6	15,4	0,0
Żelazo	mg Fe · dm <sup>-3</sup>	I	63,2	42,1	53,8	100,0
		II	36,8	57,9	46,2	0,0
		III	0,0	0,0	0,0	0,0
Amoniak	mg NH <sub>4</sub> · dm <sup>-3</sup>	I	89,5	78,9	84,6	88,9
		II	10,5	21,1	15,4	11,1
		III	0,0	0,0	0,0	0,0
Azotyny	mg NO <sub>2</sub> · dm <sup>-3</sup>	I	89,5	63,2	61,5	88,9
		II	10,5	36,8	38,5	11,1
		III	0,0	0,0	0,0	0,0
Azotany	mg NO <sub>3</sub> · dm <sup>-3</sup>	I	100,0	94,7	100,0	100,0
		II	0,0	5,3	0,0	0,0
		III	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabela 2 cd.

Wskaźnik jakości wody	Jednostka	Klasa jakości wód powierzchniowych	Jezioro			
			Strykowski	Niepruszewskie	Bytyńskie	Pamiętkowskie
			[%]			
Odczyn	pH	I	100,0	100,0	100,0	100,0
		II	0,0	0,0	0,0	0,0
		III	0,0	0,0	0,0	0,0
BZT <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> · dm <sup>-3</sup>	I	0,0	0,0	0,0	0,0
		II	22,2	0,0	16,7	0,0
		III	44,4	61,1	25,0	44,4
		IV	27,8	33,3	58,3	44,4
		V	5,6	5,6	0,0	11,1
Wapń	mg Ca · dm <sup>-3</sup>	I	0,0	0,0	0,0	0,0
		II	100,0	73,7	69,2	100,0
		III	0,0	26,3	30,8	0,0
Magnez	mg Mg · dm <sup>-3</sup>	I	52,6	57,9	23,1	88,9
		II	47,4	42,1	76,9	11,1
		III	0,0	0,0	0,0	0,0
Chlorki	mg Cl · dm <sup>-3</sup>	I	100,0	100,0	100,0	100,0
		II	0,0	0,0	0,0	0,0
		III	0,0	0,0	0,0	0,0

Analiza wskaźników zasolenia pozwala w większości wypadków zakwalifikować wody analizowanych jezior do II klasy jakości. Większość prób tej klasy wykazywała obecność siarczanów, wapnia oraz magnezu w przypadku J. Bytyńskiego. Zawartość chlorków we wszystkich próbach spełniała normy I klasy, natomiast w przypadku magnezu I klasę stwierdzono w większości prób jezior Strykowskiego, Niepruszewskiego i Pamiętkowskiego. Biorąc pod uwagę średnią dla magnezu, to do I klasy jakości można by zaliczyć tylko wody z jezior Strykowskiego i Niepruszewskiego.

Wśród metali analizowano zawartość żelaza, które w przypadku J. Niepruszewskiego w większości wypadków spełniało kryteria dla II klasy jakości wód powierzchniowych, natomiast w pozostałych jeziorach – I klasy. Natomiast odczyn (pH), reprezentujący wskaźniki fizyczne, we wszystkich próbach spełniał normy I klasy.

Tabela 3. Podstawowe parametry statystyczne wybranych wskaźników fizykochemicznych wód w analizowanych jeziorach

Parametr statystyczny	PO <sub>4</sub>				SO <sub>4</sub>				Fe			
	[mg · dm <sup>-3</sup> ]											
	Strykowskie	Niepruszewskie	Bytyńskie	Pamiętowskie	Strykowskie	Niepruszewskie	Bytyńskie	Pamiętowskie	Strykowskie	Niepruszewskie	Bytyńskie	Pamiętowskie
Liczba analiz	19	19	13	9	19	19	13	9	19	19	13	9
Średnia arytmetyczna	0,13	0,26	0,22	0,17	109	138	141	111	0,08	0,12	0,10	0,05
Mediana	0,10	0,25	0,20	0,20	111	145	134	118	0,07	0,13	0,10	0,06
Wartość minimalna	0,00	0,00	0,00	0,00	49	64	124	56	0,03	0,03	0,02	0,02
Wartość maksymalna	0,30	0,45	0,40	0,40	123	163	180	124	0,15	0,24	0,19	0,10
Rozstęp	0,30	0,45	0,40	0,40	74	99	56	68	0,12	0,21	0,17	0,08
Odchylenie standardowe	0,12	0,13	0,13	0,15	16	23	16	21	0,04	0,05	0,06	0,03
Parametr statystyczny	N-NH <sub>4</sub>				N-NO <sub>2</sub>				N-NO <sub>3</sub>			
	[mg · dm <sup>-3</sup> ]											
	Strykowskie	Niepruszewskie	Bytyńskie	Pamiętowskie	Strykowskie	Niepruszewskie	Bytyńskie	Pamiętowskie	Strykowskie	Niepruszewskie	Bytyńskie	Pamiętowskie
Liczba analiz	19	19	13	9	19	19	13	9	19	19	13	9
Średnia arytmetyczna	0,21	0,25	0,14	0,18	0,02	0,03	0,03	0,02	0,65	1,49	1,00	0,79
Mediana	0,08	0,13	0,06	0,13	0,01	0,02	0,02	0,01	0,43	0,85	0,80	0,90
Wartość minimalna	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,07	0,10	0,20	0,10
Wartość maksymalna	0,58	0,80	0,08	0,77	0,06	0,10	0,05	0,05	2,20	7,25	3,00	1,30
Rozstęp	0,58	0,80	0,08	0,77	0,06	0,09	0,04	0,04	2,13	7,15	2,80	1,20
Odchylenie standardowe	0,26	0,25	0,22	0,23	0,01	0,02	0,02	0,01	0,53	1,75	0,79	0,44

Tabela 3 cd.

Parametr statystyczny	pH				BZT <sub>5</sub>				Ca			
					[mg O · dm <sup>-3</sup> ]				[mg · dm <sup>-3</sup> ]			
	Strykowski	Niepruszewskie	Bytyńskie	Pamiątkowskie	Strykowski	Niepruszewskie	Bytyńskie	Pamiątkowskie	Strykowski	Niepruszewskie	Bytyńskie	Pamiątkowskie
Liczba analiz	19	19	13	9	19	19	13	9	19	19	13	9
Średnia arytmetyczna	7,97	7,86	7,98	7,81	5,8	6,5	6,7	7,6	70	88	100	70
Mediana	8,03	7,85	8,00	7,80	5,5	5,6	6,8	6,8	71	82	98	68
Wartość minimalna	7,40	7,60	7,30	7,30	2,3	5,5	2,4	3,6	57	60	78	52
Wartość maksymalna	8,50	8,10	8,50	8,10	14,7	16,0	11,2	15,5	93	133	156	92
Rozstęp	1,10	0,50	1,20	0,80	12,4	10,5	8,8	11,9	35	73	78	40
Odchylenie standardowe	0,32	0,25	0,29	0,28	2,9	2,7	2,5	3,7	9,7	19	21	14
Parametr statystyczny	Mg				Cl							
					[mg · dm <sup>-3</sup> ]							
	Strykowski	Niepruszewskie	Bytyńskie	Pamiątkowskie	Strykowski	Niepruszewskie	Bytyńskie	Pamiątkowskie				
Liczba analiz	19	19	13	9	19	19	13	9				
Średnia arytmetyczna	25	25	29	31	73	69	75	68				
Mediana	25	24	29	32	75	73	80	75				
Wartość minimalna	29	17	23	17	1,4	1,4	1,5	1,4				
Wartość maksymalna	34	35	34	39	80	85	88	85				
Rozstęp	5,2	18	11	22	79	84	87	84				
Odchylenie standardowe	2,6	4,3	3,6	6,4	18	19	22	26				

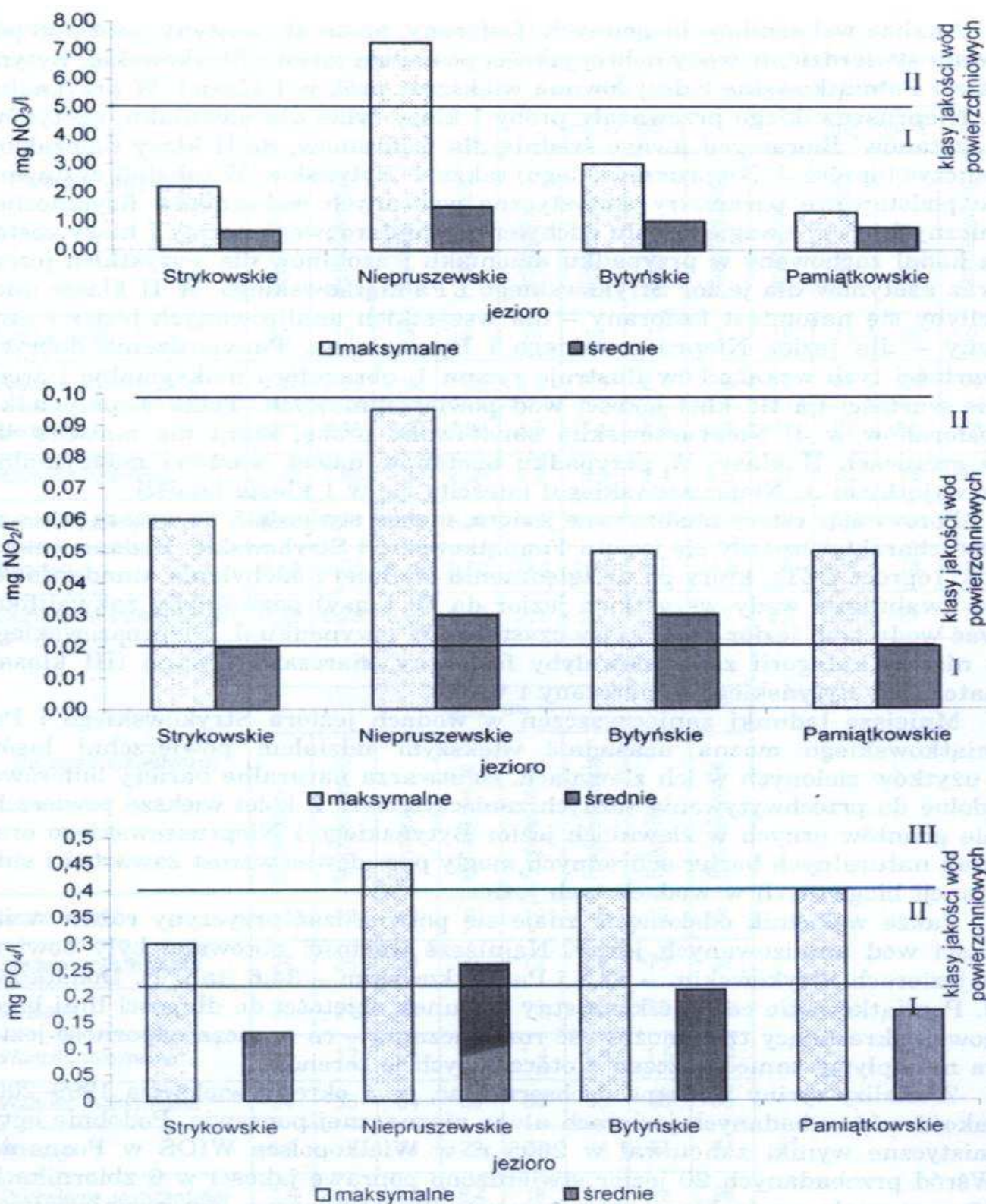
Analiza wskaźników biogenych (fosforany, amoniak, azotyny, azotany) pozwala stwierdzić, iż wody dobrej jakości posiadają jeziora Strykowskie, Bytyńskie i Pamiątkowskie (zdecydowana większość prób w I klasie). W przypadku J. Niepruszewskiego przeważały próby I klasy tylko dla amoniaku, azotynów i azotanów. Biorąc pod uwagę średnią dla fosforanów, do II klasy należałoby zaliczyć (oprócz J. Niepruszewskiego) także J. Bytyńskie. W tabeli 3 zestawiono podstawowe parametry statystyczne wybranych wskaźników fizykochemicznych. Przy uwzględnieniu odchylenia standardowego normy I klasy zostają nadal zachowane w przypadku amoniaku i azotanów dla wszystkich jezior oraz azotynów dla jezior Strykowskiego i Pamiątkowskiego. W II klasie mieściłyby się natomiast fosforany – dla wszystkich analizowanych jezior i azotyny – dla jezior Niepruszewskiego i Bytyńskiego. Potwierdzenie dobrych wartości tych wskaźników ilustruje rycina 1, obrazująca maksymalne i średnie wartości na tle klas jakości wód powierzchniowych. Tylko w przypadku fosforanów w J. Niepruszewskim zanotowano próbę, która nie mieściła się w granicach II klasy. W przypadku azotanów nawet wartości maksymalne (z wyjątkiem J. Niepruszewskiego) mieściły się w I klasie jakości.

Porównując cztery analizowane jeziora, można stwierdzić, że wyższą jakością wód charakteryzowały się jeziora Pamiątkowskie i Strykowskie. Badane wskaźniki (oprócz BZT<sub>5</sub>, który po uwzględnieniu średniej i odchylenia standardowego kwalifikuje wody wszystkich jezior do IV klasy) pozwoliłyby zakwalifikować wody tych jezior do II klasy czystości. W przypadku J. Niepruszewskiego o niższej kategorii zdecydowałyby fosforany, siarczany i wapń (III klasa), natomiast Bytyńskiego – siarczany i wapń.

Mniejsze ładunki zanieczyszczeń w wodach jeziora Strykowskiego i Pamiątkowskiego można uzasadnić większym udziałem powierzchni lasów i użytków zielonych w ich zlewniach, co stwarza naturalne bariery buforowe, zdolne do przechwytywania różnych zanieczyszczeń. Z kolei większe powierzchnie gruntów ornych w zlewniach jezior Bytyńskiego i Niepruszewskiego oraz brak naturalnych barier ochronnych mogły powodować wzrost zawartości substancji biogenych w wodach tych jezior.

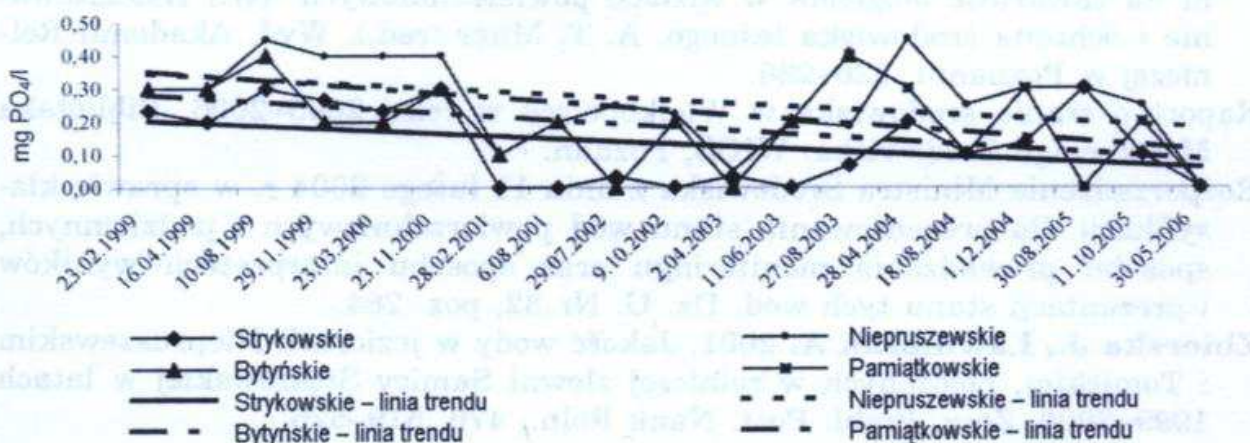
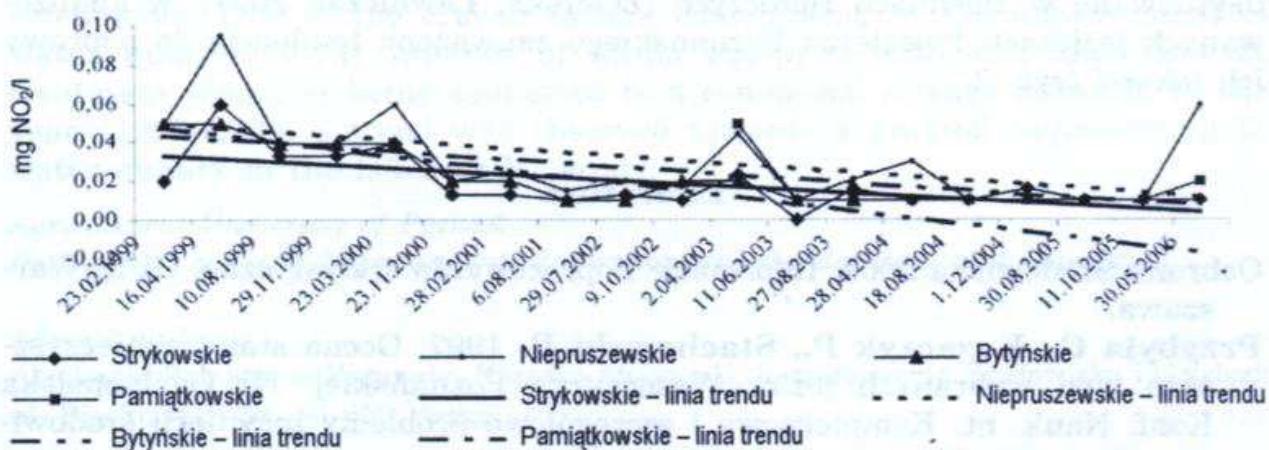
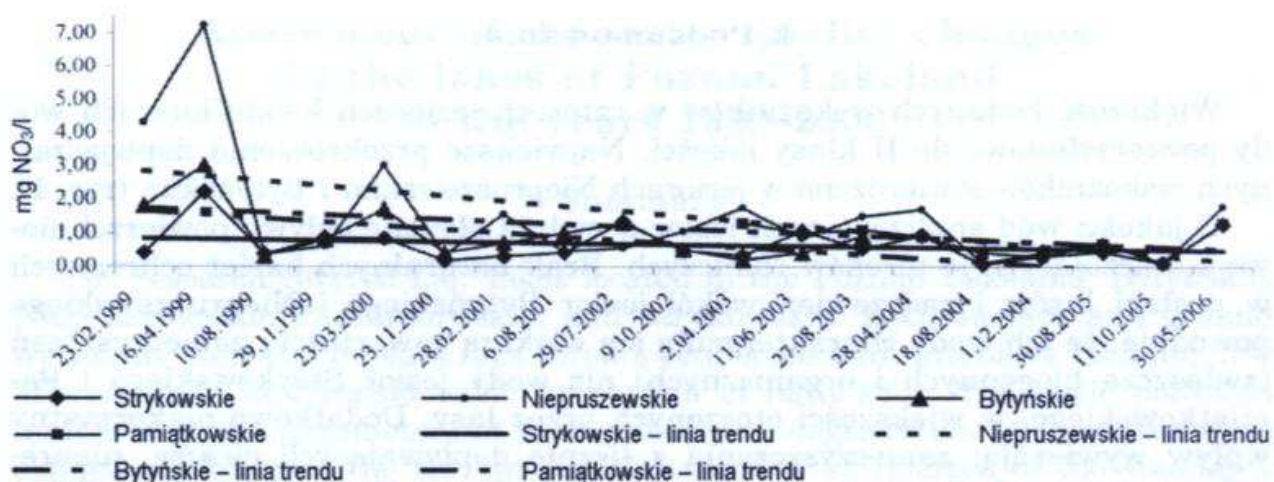
Także wskaźnik odświeżenia zdaje się potwierdzać przyczyny różnic w jakości wód analizowanych jezior. Najniższe wartości notowane były bowiem w jeziorach Strykowskim – 67,8 i Pamiątkowskim – 34,6 (tab. 1). Dodatkowo J. Pamiątkowskie cechuje korzystny stosunek objętości do długości linii brzegowej, określający tzw. możliwość rozcieńczania – co oznacza odporność jeziora na wpływy zanieczyszczeń z otaczających je terenów.

Z analizy ryciny 2 można zaobserwować, iż w okresie wielolecia 1999–2006 jakość wód w badanych jeziorach ulega nieznacznej poprawie. Podobnie optymistyczne wyniki zanotował w 2005 r. w Wielkopolsce WIOŚ w Poznaniu. Wśród przebadanych 20 jezior stwierdzono poprawę jakości w 6 zbiornikach, 13 zachowało swoją klasę, a w 1 przypadku zauważono pogorszenie jakości wód [Raport... 2006]



Ryc. 1. Maksymalne i średnie wartości oznaczeń azotanów, azotynów i fosforanów w wodach jezior Strykowskiego, Niepruszewskiego, Bytyńskiego i Pamiętowskiego na tle normatywnych klas jakości wód powierzchniowych [Rozporządzenie... 2004]





Ryc. 2. Zmiany stężenia azotanów, azotynów i fosforanów w latach 1999–2006 wraz z liniami trendu w wodach analizowanych jezior

#### 4. Podsumowanie

Większość badanych wskaźników w czterech jeziorach kwalifikuje ich wody powierzchniowe do II klasy jakości. Największe przekroczenia dopuszczalnych wskaźników stwierdzono w jeziorach Niepruszewskim i Bytyńskim (ryc. 1).

O jakości wód analizowanych jezior decydują głównie spływy powierzchniowe z otaczających je terenów rolniczych. Brak naturalnych barier ochronnych w postaci lasów i zadrzewień wokół jezior Bytyńskiego i Niepruszewskiego powoduje, że ich wody charakteryzują się większą zawartością zanieczyszczeń (zwłaszcza biogenych i organicznych) niż wody jezior Strykowskiego i Pamiątkowskiego, w większości otoczonych przez lasy. Dodatkowo niekorzystny wpływ wywierają: zanieczyszczenia z licznie dopływających cieków, nieuregulowana gospodarka ściekowa na terenach rekreacyjnych (także kąpieliska) i niedorozwój infrastruktury kanalizacyjnej w pobliskich miejscowościach.

Optymistyczny jest fakt, iż pomimo zagrożeń, na jakie narażone są jeziora usytuowane w zlewniach rolniczych [Zbierska, Ławniczak 2001], w analizowanych jeziorach Pojezierza Poznańskiego zauważono tendencję do poprawy ich jakości (ryc. 2).

#### Literatura

- Ochrona Środowiska 2005. Informacje i opracowania statystyczne. GUS, Warszawa.
- Przybyła C., Kozaczyk P., Stachowski P.** 1997. Ocena stanu zanieczyszczeń wód wybranych jezior Wysoczyzny Poznańskiej. III Ogólnopolska Konf. Nauk. nt. Kompleksowe i szczegółowe problemy inżynierii środowiska. Wyd. PK, Koszalin, 513–524
- Przybyła C., Kozaczyk P.** 2003. Wpływ struktury użytkowania terenu zlewni na zawartość biogenów w wodach powierzchniowych. [W:] Kształtowanie i ochrona środowiska leśnego. A. T. Miler (red.). Wyd. Akademii Rolniczej w Poznaniu, 226–236.
- Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2005–2006. Biblioteka Monitoringu Środowiska. WIOŚ, Poznań.
- 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. Nr 32, poz. 284.
- Zbierska J., Ławniczak A.** 2001. Jakość wody w jeziorach Niepruszewskim i Tomickim, położonych w rolniczej zlewni Samicy Stęszewskiej w latach 1999–2000. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 476, 519–526.

# Assessment of the water quality changes in the lakes of Poznań Lakeland in the years 1999–2006

## Summary

The research covered four lakes located in the Poznań Lakeland: Bytyńskie, Niepruszewskie, Pamiątkowskie, and Strykowski. Both surface and ground waters in their catchments face threats connected with intensive farming, low afforestation, and considerable proportion of light soils. The basic pollution indices and the parameters of susceptibility to degradation of the lakes were defined according to the current guidelines and were referred to the standards for inland surface waters.

The results indicate a strong degradation of water in the lakes and a necessity to undertake adequate protection measures within their hydrological catchments. One of the crucial factors contributing to the improvement of water quality is the number of farms equipped with individual sewage treatment plants or being connected to a communal sewage network. In the years 1999–2006, a trend was observed towards a gradual improvement in water quality in the lakes under study.

*Agricultural University of Poznań*

*Department of Land Improvement, Environmental Development and Geodesy*

*Adres / Address:*

Akademia Rolnicza w Poznaniu, Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji  
ul. Piątkowska 94, 61-693 Poznań