



Ocena zmian jakości wody w wybranych jeziorach Pojezierza Poznańskiego w latach 2004÷2009

Czesław Przybyła, Anna Zbierska, Żaneta Dwornikowska
Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań

1. Wstęp

W Polsce występuje ponad 7080 naturalnych jezior o powierzchni przekraczającej 1 ha [1]. Większość jezior polskich skupiona jest w północnej i centralnej części Polski, na utworach młodoglacjalnych w granicach ostatniego zlodowacenia, tworząc wyraźnie wyodrębnione pojezierza.

Województwo wielkopolskie nie należy do obszarów najbogatszych w jeziora w Polsce.

W jego granicach znajdują się 62 jeziora o powierzchni powyżej 100 ha, 58 jezior o powierzchni 51÷100 ha i 679 – o powierzchni do 50 ha. Pojezierze Poznańskie (315.51) [4], stanowiące część Pojezierza Wielkopolskiego, położone jest na zachód i południe od doliny Warty. Występują tu dość liczne, ale niewielkie jeziora, głównie rynnowe. Największe skupisko jezior, znajduje się na granicy Pojezierza Poznańskiego i leżącej na północy Puszczy Noteckiej. Łącznie jeziora zajmują powierzchnię ok. 2500 ha, co stanowi 0,8% powierzchni Pojezierza Poznańskiego [7].

Po przystąpieniu do Unii Europejskiej Polska zobowiązana jest do wdrożenia Ramowej Dyrektywy Wodnej (2000/60/WE), której głównym celem jest osiągnięcie do roku 2015 dobrego stanu ekologicznego i chemicznego wód powierzchniowych. Niestety, jak wykazują wyniki monitoringu podstawowego i regionalnego wykonanego w latach 1999-2006 przez WIOŚ w Poznaniu spośród zbadanych 84 jezior (o powierzchni powyżej 100 ha lub mniejszych, ważnych dla regionu ze względu na walory gospodarcze, przyrodnicze i rekreacyjne), jedynie trzy charakteryzowały się bardzo dobrym stanem wód zaliczanym do I klasy czystości. Wody klasy II oznaczono w 28 jeziorach o łącznej powierzchni 4783,5 ha, tj. 27,7% powierzchni przebadanej w okresie ośmiu lat, natomiast wody III klasy czystości wyznaczono dla 55 zbiorników o łącznej powierzchni 7216,4 ha, tj. 41,9% powierzchni zbadanych jezior. W 38 zbadanych jeziorach jakość wód nie odpowiadała żadnej z klas czystości, dlatego zostały one uznane za pozaklasowe, silnie zanieczyszczone (Stan środowiska w Wielkopolsce, WIOŚ 2007).

Większość zbiorników w tym okresie w ramach monitoringu badana była tylko raz, dlatego badania te nie są wystarczające do analizowania zmian jakości wody w ujęciu średniookresowym. Wymaga to bardziej szczegółowych obserwacji. Celem badań przedstawionych w niniejszej pracy była ocena zmian jakości wody w wybranych jeziorach Pojezierza Poznańskiego w latach 2004÷2009.

2. Materiał i metody badań

W pracy przedstawiono wyniki badań jakości wód trzech jezior Pojezierza Poznańskiego: Niepruszewskiego, Pamiątkowskiego i Strykowskiego, wykonanych w laboratorium Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji w latach 2004÷2009.

Granice zlewni wyznaczono na podstawie Atlasu Podziału Hydrograficznego Polski [2]. Charakterystykę fizjograficzną oraz zagospodarowania zlewni poszczególnych jezior wykonano na podstawie map topograficznych w skali 1:50 000, bazy danych Corine Land Cover 2006, raportów WIOŚ, pracy Kondrackiego [4] oraz innych prac badawczych. Opis gleb sporządzono na podstawie Mapy Gleb Pojezierza Poznańskiego wykonanej w Katedrze Gleboznawstwa i Rekultywacji UP w Poznaniu w ramach grantu KBN 6P04G 071 19 pt. „Określenie antropogenicz-

nych przekształceń gleb Pojezierza Poznańskiego na skutek intensywnego rolniczego ich użytkowania” [7].

Próby wody z jezior pobierane były w miejscach brzegowych ujęć wody dla deszczowni wielkoobszarowych, przed wlotem do komory ssawnej z głębokości 0,5 do 1,0 m. Pobierano je od dwóch do czterech razy w roku: kwietniu, sierpniu i grudniu 2004 r., sierpniu i październiku 2005 r., maju i sierpniu 2006 r., sierpniu i grudniu 2007 r., maju, sierpniu i październiku 2008 r. oraz kwietniu, czerwcu, sierpniu i październiku 2009 r.

Z jeziora Strykowskiego wody pobierano w trzech punktach zlokalizowanych odpowiednio w miejscowościach (pompownie: Jeziorki, Sapowice i Strykowo), z jeziora Niepruszewskiego w dwóch punktach (pompownie: Cieśle i Zborowo) i z J. Pamiątkowskiego w jednym punkcie (pompownia Pamiątkowo). Ogółem w okresie od 28.04.2004 do 13.10.2009 pobrano z J. Strykowskiego 48 prób, z J. Niepruszewskiego 32 próby i z J. Pamiątkowskiego 16 prób. Analizy fizyczno-chemiczne wód wykonano w terenie oraz w laboratorium Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu metodami standardowymi. Analizy obejmowały pomiar temperatury, oznaczanie odczynu (pH), twardości, przewodności elektrolitycznej i biochemicznego zapotrzebowania tlenu (BZT₅) oraz stężenia: amoniaku, azotanów, azotynów, fosforanów, siarczanów, wapnia, magnezu, chloru, żelaza i tlenu.

Analizę wyników badań i ocenę jakości wód wykonano w oparciu o Rozporządzenie Ministra Środowiska z 2004 roku (Dz. U. Nr 32, poz. 284), które stosowano w monitoringu wód do 2008 roku. Rozporządzenie to zastosowano również w odniesieniu do wyników z 2009 roku dla zachowania ciągłości analizy i porównywalności wyników. Nie odwoływano się szczegółowo do nowego Rozporządzenia z sierpnia 2008 roku (Dz.U. 2008 nr 162 poz. 1008) z uwagi na zastosowaną w nim zmianę systemu klasyfikacji oraz określenie wartości granicznych jedynie dla wybranych wskaźników fizyczno-chemicznych i tylko w odniesieniu dla klas I i II, brak natomiast zróżnicowania tych wskaźników dla gorszych klas. Z uwagi na mniejszą niż dwanaście liczbę obserwacji w roku dla określenia klasy jakości wód, zgodnie z Rozporządzeniem z 2004 r. przyjęto najgorszą wartość badanych wskaźników.

3. Charakterystyka obszaru badań

Jeziro Niepruszewskie o pow. 242 ha położone jest na granicy gmin Dopiewo i Buk, w rynnę polodowcowej, którą płynie rzeka Samica Sęszewska [2]. Akwen jest zbiornikiem przepływowym, o kształcie wydłużonym z południa na północ. Dno misy jeziora jest płytkie i o regularnych kształtach. Głębokość średnia jeziora wynosi 3,1 m, maksymalna 5,2 m. Na dnie występuje gruba warstwa osadów. W większości brzegi jeziora są niskie i podmokłe, porośnięte szeroką strefą szuwarową. Niekorzystnymi dla jeziora parametrami, wpływającymi na znaczną podatność zbiornika na degradację jest długa linia brzegowa w stosunku do objętości jeziora, zwiększająca możliwość kontaktu masy wody w jeziorze z otaczającym terenem. Brak stratyfikacji wód jeziora, sprzyjający wysokiej produktywności zbiornika oraz stosunek powierzchni dna czynnego do objętości epilimnionu, powoduje dodatkowo wzbogacanie jeziora w biogeny pochodzące z osadów dennych [12, 13].

Zlewnia jeziora ma charakter rolniczy, z dość liczną zabudową mieszkalną i rekreacyjną wsi Niepruszewo, Zborowo i Cieśle usytuowanych w bliskiej odległości od brzegów jeziora. Tereny zabudowane nie są skanalizowane, co sprzyja splywom zanieczyszczeń do wód i wpływa na znaczny stopień ich eutrofizacji. Dopiero w 2008 r. uruchomiono w Niepruszewie oczyszczalnię ścieków komunalnych dla m. Kalwy, Niepruszewo, Cieśle, do której dowożone są ścieki ze zbiorników bezodpływowych, a w 2010 roku rozpoczęto budowę kanalizacji. W zlewni bezpośredniej jeziora, o powierzchni ok. 7,0 km², przeważają grunty orne stanowiące 64,3% powierzchni i łąki 18%. Produkcja rolna jest intensywna, cechuje się wysokim nawożeniem i uproszczoną strukturą zasiewów, a także koncentracją produkcji zwierzęcej, zwłaszcza trzody chlewnej [5]. Niewielkie zalesione tereny występują tylko po stronie południowo-wschodniej. Jezioro jest użytkowane rybacko i rekreacyjnie. Zlokalizowane są tu dwa kąpieliska w miejscowościach Niepruszewo i Zborowo. Na południe od jeziora przebiega autostrada A2

Poznań-Berlin oraz znajdują się wyrobiska po nieczynnej już kopalni kredy jeziornej.

W zachodniej części zlewni jeziora przeważają gleby utworzone z piasków luźnych natomiast po stronie wschodniej dominują gleby utworzone z glin zwałowych oraz piasków gliniastych naglinowych (lek-

kich), miejscami mocno przekształcone antropogenicznie w wierzchnich warstwach profilu. W bezpośrednim otoczeniu jeziora występują gleby rynien glacialnych wytworzone z piasków słabogliniastych [7].

Głównym ciekim zasilającym jezioro jest Samica Stęszewska, wpływająca od strony północno-zachodniej, niezbyt szerokim, silnie zarosniętym korytem. Do jeziora dopływają ponadto rowy melioracyjne, okresowo suche, odwadniające przyległe grunty orne [6, 14, 15]. Wpływ rzeki Samicy Stęszewskiej znajduje się w południowej części zbiornika i jest regulowany jazem.

Powierzchniowe źródła zanieczyszczeń stanowią przede wszystkim spływy z pól położonych w zlewni całkowitej jeziora. Z tego względu jezioro oraz źródłowy odcinek rzeki Samicy Stęszewskiej zaliczono do wód wrażliwych na azotany i zagrożonych eutrofizacją. Natomiast obszar zlewni rzeki Samicy Stęszewskiej na podstawie *Rozporządzenia Dyrektora RZGW w Poznaniu* z 2003 r. i 2008 r. (Dz. Urz. Woj. Wlkp. z 2003 r. nr 192 poz. 3568 i Dz. Urz. Woj. Wlkp. z 2008 r. nr 57 poz. 1128) zaliczono do obszarów szczególnie narażonych na azotany pochodzenia rolniczego (OSN) [5].

Jezioro Pamiątkowskie jest najmniejszym wśród badanych zbiorników. Ma powierzchnię 76 ha i zasilane jest wodą dopływającą rowami z pól wsi Przeclaw, Przeclawek i Cerekwica. Z jeziora wypływa ciek (dopływ z Jeziora Pamiątkowskiego), który odprowadza wody przez Kanał Przybrodzki do rzeki Samy [2]. Średnia głębokość jeziora wynosi 2,2 m a maksymalna 4,9 m [1]. Dno tego akwenu charakteryzują łagodnie opadające stoki. Brzegi porośnięte są przez trzcinę pospolitą. Nad wschodnim brzegiem jeziora zlokalizowane jest kąpielisko i pole namiotowe. Powierzchnia zlewni jeziora jest użytkowana przede wszystkim rolniczo. Użytki rolne (grunty orne, łąki, pastwiska, sady) stanowią ok. 83% powierzchni, lasy zaledwie 7,9%. Dość korzystna jest lokalizacja lasów po obu brzegach jeziora w jego środkowej części. Na terenie zlewni dominują gleby wytworzone z glin zwałowych oraz piasków gliniastych naglinowych (lekkich), słabo i umiarkowanie zerodowane. Jezioro położone jest na glebach rynien glacialnych wytworzonych z piasków luźnych [7].

Jezioro Strykowskie o pow. 305 ha jest największym wśród badanych zbiorników oraz jednym z największych jezior Pojezierza Poznańskiego. Jezioro zasilane jest głównie Dopływem z Dobierzyna oraz

mniejszymi rowami odwadniającymi zlewnię bezpośrednią jeziora [2]. Ze zbiornika wypływa Rów Strykowski, który poprzez Rów Kąkolewski uchodzi do rzeki Mogilnicy. Jezioro jest silnie wydłużone w kierunku z północnego-wschodu na południowy-zachód. Należy do jezior podatnych na degradację ze względu na silnie rozwiniętą linię brzegową i niewielką głębokość (średnio 4,5 m). Brzegi akwenu są łagodne, znacznie porośnięte roślinnością szuwarową. Woda w jeziorze jest piętrowa na potrzeby nawodnień rolniczych. Na wysokości wsi Strykowo jezioro otoczone jest wałem przeciwpowodziowym.

Zlewnia jeziora obejmuje głównie tereny rolnicze, (grunty orne i łąki), które zajmują 90,5%. Lasy stanowią 6,5% powierzchni i występują jedynie w części północno-zachodniej. Niewielkie powierzchnie zajmują zabudowania wsi Januszewice, Słupia, Sapowice i Strykowo. Zbiornik jest znacznie obciążony rekreacją. Na zachodnim brzegu jeziora znajdują się pola biwakowe, ośrodek kolonijno-wczasowy oraz domki rekreacyjne. Na północnym krańcu zlokalizowane są kąpielnisko, pole biwakowe i obozowisko. W zlewni dominują gleby wytworzone z glin zwałowych oraz piasków gliniastych naglinowych (lekkich), w południowo-zachodniej części zlewni gleby są mocno przekształcone antropogenicznie w wierzchnich warstwach profilu glebowego [7]. Bezpośrednio wzdłuż jeziora rozciągają się gleby torfowe i torfowomurszowe torfowisk niskich występujące w obrębie rynien glacialnych.

Zestawienie podstawowych parametrów badanych jezior przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka parametrów morfometrycznych badanych jezior**Table 1.** Characteristics of morphometric parameters of the studied lakes

Parametr Parameter	Powierzchnia Area	Objętość Volume	Głęb. średnia Mean depth	Głęb. maksymalna Max. depth	Dług. maksymalna Max. length	Szer. maksymalna Max. width	Dł. linii brzegowej Bank line length	Rozwinięcie linii brzegowej Bank line development	Wskaźnik odsłonięcia Exposure index	Stan wg WIOŚ Status acc. To WIOŚ	Kategoria podatności Susceptibility to pollution
Jezioro Lake	ha	tys. m ³	m	m	m	m	m	-	-	-	-
Niepruszewskie	242,3	7578,3	3,1	5,2	4900	700	11 100	2,01	78,2	pk(*)	III
Pamiątkowskie	76,1	1680,8	2,2	4,9	2540	565	5750	1,86	34,6	III/+ (**)	
Strykowskie	305,3	13 637,4	4,5	7,7	8440	720	19 550	3,16	67,8	III***	III

Źródło/ Sources: Choiński A. (2006): Katalog jezior Polski, Wyd. Naukowe UAM, Poznań

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

* – Raport... WIOŚ 2004

** – Raport WIOŚ 2009 (-stan umiarkowany)

*** – Raport WIOŚ 2006

4. Wyniki i dyskusja

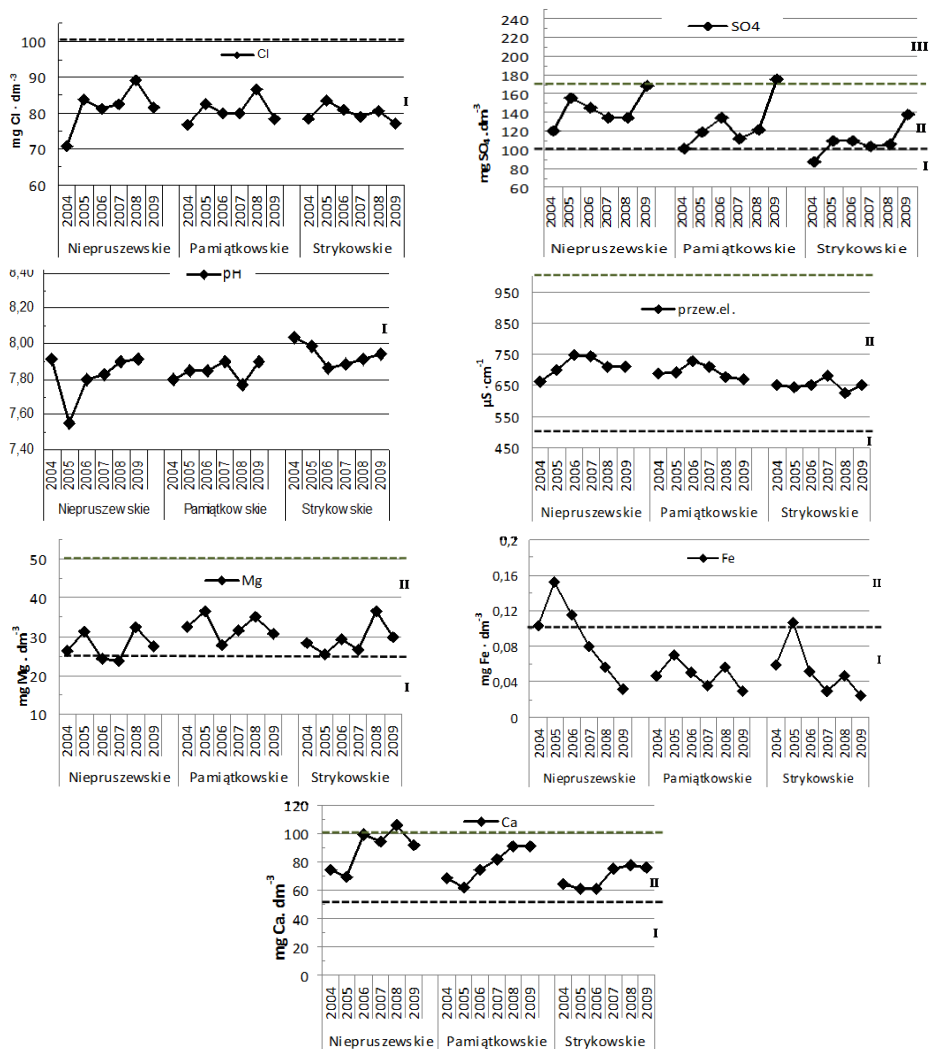
Przeprowadzone wieloletnie badania wykazały zróżnicowaną jakość wód w jeziorach w odniesieniu do badanych wskaźników. Analizując średnie roczne wartości można zauważyć, że odczyn wody, przewodność elektrolityczna oraz stężenie chloru i magnezu wykazywały stosunkowo niewielką i niejednoznaczną zmienność we wszystkich jeziorach (rys. 1).

W okresie od 2005 do 2009 r. zauważa się niewielką tendencję wzrostu stężenia wapnia w wodzie, oraz spadku stężenia żelaza. W przypadku siarczanów obserwuje się pewną tendencję wzrostową ich stężenia w wodzie w kolejnych latach we wszystkich badanych jeziorach.

W przypadku azotanów i azotynów odnotowano wyraźne zwiększenie ich stężenia w 2008 roku we wszystkich badanych jeziorach, a w J. Niepruszewskim zwiększenie stężenia azotynów również w 2006 r. (rys. 2).

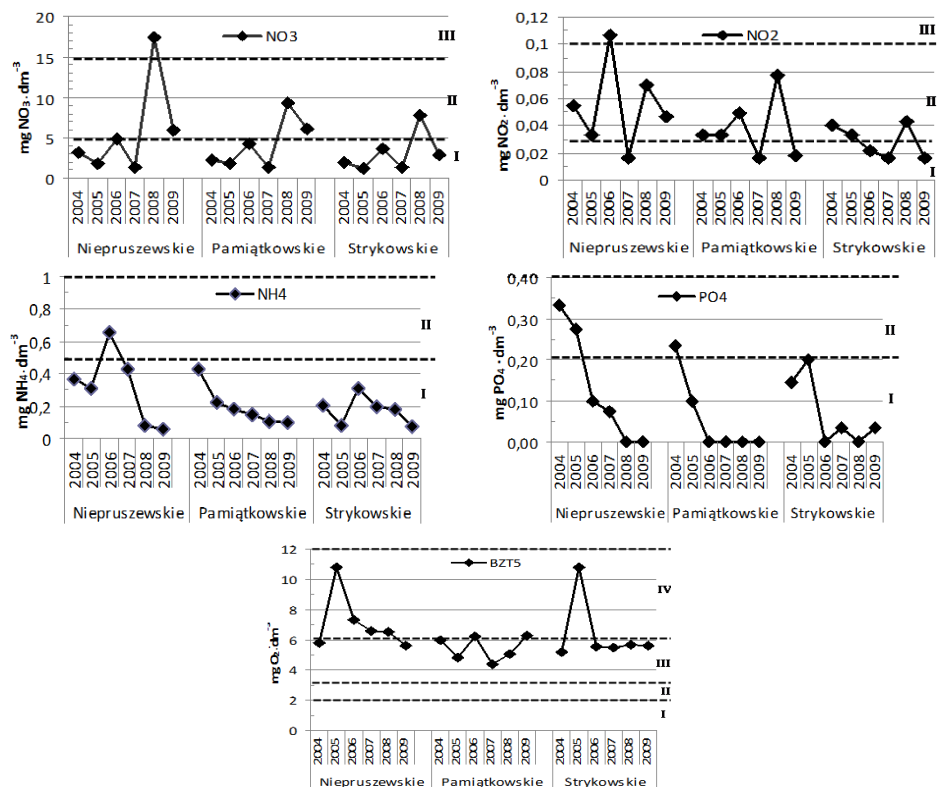
Najwyższe średnioroczne stężenie amoniaku odnotowano w 2004 roku w J. Pamiętkowskim oraz w 2006 r., w J. Niepruszewskim i J. Strykowskim. W kolejnych latach obserwowano systematyczne obniżanie się stężenia związków amonowych w wodach tych jezior. Najwyższe stężenie tlenu w wodach badanych jezior wystąpiło w 2007 roku (ok. $10 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$). W pozostałych latach było nieco niższe i zbliżone (utrzymujące się w I klasie), jedynie w J. Niepruszewskim odnotowano w 2005 roku znaczący spadek średniorocznego stężenia tlenu do ok. $5 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, tj. do III klasy. W przypadku BZT₅ odnotowano wyraźny wzrost wartości tego wskaźnika w 2005 roku w J. Niepruszewskim i Strykowskim (do $10,8 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, IV klasa jakości). W pozostałych latach biochemiczne zapotrzebowanie tlenu w J. Niepruszewskim systematycznie obniżało się do $5,6 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, natomiast w pozostałych jeziorach było zbliżone i oscyloowało w przedziale $4,4 \div 6,3 \text{ mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$.

Wskaźnikiem, który w największym stopniu decydował o końcowej niskiej jakości wody było biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT₅), które wskazuje na dużą produktywność jezior i silną eutrofizację wód. Maksymalne wartości badanych wskaźników, wyłączając stężenie BZT₅ (które kwalifikuje wody jezior do IV klasy), pozwoliłyby zakwalifikować wody badanych jezior do III klasy czystości (tab. 2).



Rys. 1. Średnioroczne wartości wybranych wskaźników fizycznych i chemicznych na tle klas jakości wód

Fig. 1. Average annual values of selected physical and chemical parameters against the water quality classes



Rys. 2. Średnioroczne wartości wskaźników biogennych i tlenowych na tle klas jakości wód

Fig. 2. Average annual values of nutrients and oxygen parameters against the water quality classes

Tabela 2. Wybrane parametry fizyczno-chemiczne wody w badanych jeziorach w latach 2004÷2009 z oznaczeniem klas wg Rozporządzenia MŚ z 2004 r.

Table 2. Selected physical and chemical parameters of water in the lakes in 2004÷2009 with classification acc. to the Decree of the Minister of Environment in 2004

Wskaźnik Index	Lata Years	J. Niepruszewskie		J. Pamiątkowskie		J. Strykowskie	
		Zakres Range	Klasa Class	Zakres Range	Klasa Class	Zakres Range	Klasa Class
NO ₃ [mg · dm ⁻³]	2004	0,00÷8,85	II	1,33÷3,98	I	0,0÷5,75	II
	2005	0,44÷4,43	I	0,44÷3,10	I	0,44÷2,66	I
	2006	0,44÷8,41	II	2,66÷5,75	II	0,89÷6,20	II
	2007	0,44÷2,21	I	0,44÷2,21	I	0,44÷2,21	I
	2008	8,84÷ 32,27	IV*	3,09÷19,01	III	1,77÷19,45	III
	2009	0,88÷15,03	III	1,30÷11,93	II	0,00÷11,49	II
NO ₂ [mg · dm ⁻³]	2004	0,03÷0,10	II	0,03÷0,03	I	0,03÷0,07	II
	2005	0,03÷0,03	I	0,03÷0,04	I	0,03÷0,03	I
	2006	0,00÷0,20	III	0,03÷0,07	II	0,00÷0,03	I
	2007	0,00÷0,03	I	0,0÷0,03	I	0,00÷0,03	I
	2008	0,00÷0,20	III	0,00÷0,20	III	0,00÷0,10	II
	2009	0,01÷0,13	III	0,00÷0,03	I	0,00÷0,07	II

Tabela 2. cd.

Table 2. cont.

Wskaźnik Index	Lata Years	J. Niepruszewskie		J. Pamiątkowskie		J. Strykowskie	
		Zakres Range	Klasa Class	Zakres Range	Klasa Class	Zakres Range	Klasa Class
NH ₄ [mg · dm ⁻³]	2004	0,06÷0,97	II	0,04÷0,99	II	0,01÷0,63	II
	2005	0,15÷0,70	II	0,17÷0,27	I	0,05÷0,14	I
	2006	0,27÷1,07	III	0,14÷0,22	I	0,13÷0,52	II
	2007	0,19÷0,68	II	0,06÷0,23	I	0,05÷0,40	I
	2008	0,00÷0,19	I	0,09÷0,13	I	0,04÷0,92	II
	2009	0,00÷0,12	I	0,00÷0,18	I	0,00÷0,23	I
PO ₄ [mg · dm ⁻³]	2004	0,2÷0,5	III	0,1÷0,3	II	0,1÷0,3	II
	2005	0,2÷0,4	II	0,0÷0,2	I	0,1÷0,4	II
	2006	0,0÷0,3	II	0,0÷0,0	I	0,0÷0,0	I
	2007	0,0÷0,1	I	0,0÷0,0	I	0,0÷0,1	I
	2008	0,0÷0,0	I	0,0÷0,0	I	0,0÷0,0	I
	2009	0,0÷0,0	I	0,0÷0,0	I	0,0÷0,1	
O ₂ [mg · dm ⁻³]	2004	4,2 ÷10,8	IV*	5,6÷10,8	III	4,8 ÷11,2	IV*
	2005	2,0 ÷7,6	V**	7,4÷8,8	I	8,0÷9,6	I
	2006	8,0÷10,0	I	8,0÷8,0	I	8,4÷10,0	I
	2007	8,4÷12,8	I	9,2÷10,4	I	6,8÷12,8	II
	2008	7,6÷14,0	I	5,6÷9,2	III	7,6÷10,4	I
	2009	6,8÷12,8	II	6,0÷10,0	II	5,2÷10,8	III

Tabela 2. cd.
Table 2. cont.

Wskaźnik Index	Lata Years	J. Niepruszewskie		J. Pamiątkowskie		J. Strykowskie	
		Zakres Range	Klasa Class	Zakres Range	Klasa Class	Zakres Range	Klasa Class
BZT ₅ [mg O ₂ · dm ⁻³]	2004	3,2÷ 10,0	IV*	3,6÷ 8,8	IV*	2,0÷ 10,6	IV*
	2005	4,2÷ 10,0	V**	3,6÷6,0	III	6,8÷16,0	V**
	2006	6,8÷8,0	IV*	5,6÷ 6,8	IV*	5,0÷ 7,2	IV*
	2007	2,8÷ 12,0	IV*	0,0÷ 8,8	IV*	0,0÷ 12,8	V**
	2008	2,4÷ 11,2	IV*	1,6÷ 6,8	IV*	4,4÷ 8,0	IV*
	2009	2,8÷ 8,8	IV*	4,4÷ 7,2	IV*	3,2÷ 8,8	IV*
SO ₄ [mg · dm ⁻³]	2004	62,1÷152,2	III	55,9÷123,9	II	46,1÷115,6	II
	2005	151,8÷160,5	III	118,1÷118,9	II	102,9÷112,7	II
	2006	123,4÷158,8	III	107,4÷161,3	III	104,1÷115,2	II
	2007	102,5÷147,7	II	104,9÷118,5	II	88,5÷113,2	II
	2008	102,5÷156,8	III	111,5÷130,0	II	95,1÷118,5	II
	2009	148,5÷182,7	III	160,5÷186,4	III	106,2÷162,5	III

*, ** – pogrubioną czcionką zaznaczono wartości odpowiadające klasie niezadowolającej (IV*) i złej (V**)

*, ** – Boldface water classes indicate: IV* – not satisfactory water class; V** – bad water class

W przypadku J. Niepruszewskiego o trzeciej klasie zdecydowałyby azotany i azotyny oraz siarczany, natomiast J. Pamiątkowskiego i J. Strykowskiego siarczany, których stężenie w ostatnich latach uległo zwiększeniu na wszystkich badanych obiektach. Pod względem stężenia siarczanów jakość wód uległa pogorszeniu w stosunku do wyników badań z lat 1999÷2004 [8].

Odczyn wody oraz średnie stężenia amoniaku, fosforanów, chloru, żelaza i tlenu z całego okresu badań we wszystkich jeziorach odpowiadały I klasie jakości (tab. 3).

Natomiast stężenia siarczanów, wapnia, magnezu oraz wartość przewodności elektrolitycznej odpowiadały II klasie jakości. Średnie stężenie azotanów (NO_3) w całym okresie prowadzonych analiz w jeziorach Pamiątkowskim i Strykowskim odpowiadało I klasie, natomiast w J. Niepruszewskim II klasie. Stężenie azotynów w J. Strykowskim odpowiadało I klasie, w pozostałych jeziorach II klasie. Podobnie jak w latach poprzednich [8], wskaźnikiem osiągającym najgorsze wartości było biochemiczne zapotrzebowanie tlenu (BZT_5), którego średnia wartość w okresie sześciu lat w J. Strykowskim i J. Niepruszewskim odpowiadała klasie IV a w J. Pamiątkowskim klasie III. Maksymalne stężenia większości badanych składników w całym okresie badań osiągały wartości kwalifikujące wody o jedną klasę niżej, natomiast stężenie azotanów o dwie klasy niżej. Stężenie magnezu, chloru i przewodność elektrolityczna mieściły się w tej samej klasie. Niekorzystnie kształtowały się natomiast warunki tlenowe w badanych jeziorach. Najniższe notowane stężenie tlenu w J. Niepruszewskim odpowiadało V klasie (sierpień 2005 r.), w J. Strykowskim IV klasie (kwiecień 2004 r.), w J. Pamiątkowskim III klasie (kwiecień 2004 r. i sierpień 2008 r.).

Analizując udział prób w poszczególnych klasach z sześciu lat (2004÷2009), wszystkie uzyskane wyniki pomiarów odczynu i stężenia chloru w badanych jeziorach mieściły się w I klasie, a przewodności elektrolitycznej w II klasie jakości (rys. 3).

Tabela 3. Podstawowe parametry statystyczne wybranych wskaźników fizyczno-chemicznych wód w analizowanych jeziorach w latach 2004÷2009.

Table 3. Basic statistical parameters of selected physical and chemical parameters of water quality in the lakes studied in 2004÷2009

Jezioro Lake	Niepruszewskie	Pamiętkowskie	Strykowskie	Niepruszewskie	Pamiętkowskie	Strykowskie	Niepruszewskie	Pamiętkowskie	Strykowskie	Niepruszewskie	Pamiętkowskie	Strykowskie
Wskaźnik jakości Quality index	przew.elektrolityczna			tlen rozpuszczony			BZT ₅			Fe		
Parametr statystyczny Statistical parameter	Electrolytic conductivity [$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$]			Dissolved oxygen [$\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$]			BOD ₅ [$\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$]			[$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$]		
Średnia arytmetyczna Arithmetic average	708,72	690,13	649,46	8,66	8,06	8,73	6,80*	5,58	6,17*	0,08	0,05	0,05
Mediana/ Median	707,00	685,50	649,00	8,80	8,00	8,70	6,80	6,20	5,30	0,08	0,05	0,05
Wartość min. Min. value	588,00	641,00	598,00	2,00**	5,60	4,80*	2,40	1,60	0,40	0,00	0,00	0,00
Wartość max. Max. value	786,00	762,00	715,00	14,00	10,80	12,80	17,00**	8,80*	16,00**	0,23	0,09	0,20
Rozstęp/ Interval	198,00	121,00	117,00	12,00	4,80	8,00	14,60	4,40	16,00	0,23	0,09	0,20
Odchylenie standard. Standard deviation	43,19	38,52	27,95	2,58	1,62	1,69	3,51	2,34	3,33	0,06	0,03	0,04

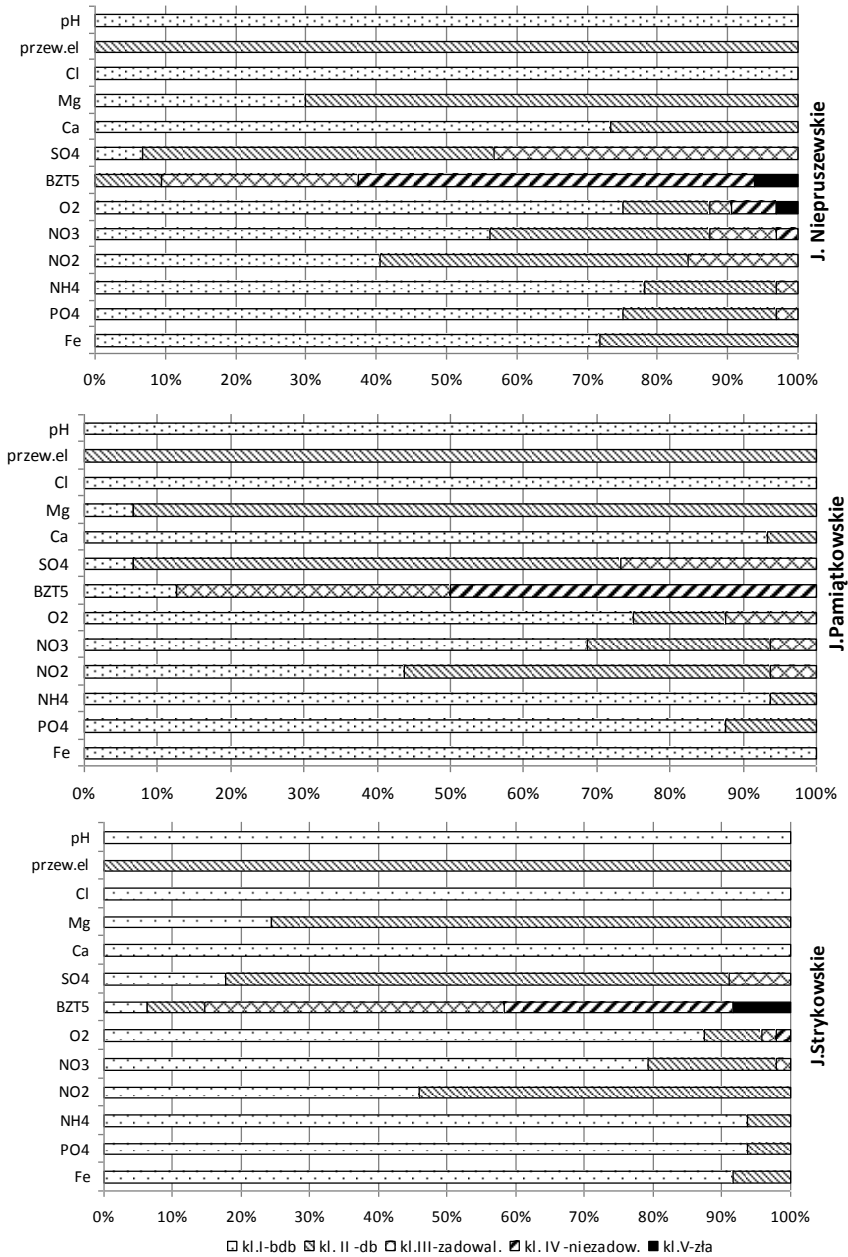
*, ** – pogrubioną czcionką zaznaczono wartości odpowiadające klasie niezadowolającej (IV*) i złej (V**) * , ** – Boldface water classes indicate: IV* – not satisfactory water class; V** – bad water class

Tabela 3. cd.
Table 3. cont.

Jezioro Lake	Niepruszewskie	Pamiętkowskie	Strykowski	Niepruszewskie	Pamiętkowskie	Strykowski	Niepruszewskie	Pamiętkowskie	Strykowski	Niepruszewskie	Pamiętkowskie	Strykowski
Wskaźnik jakości Quality index	SO ₄			Cl			Ca			Mg		
Parametr statystyczny Statistical parameter	[mg · dm ⁻³]			[mg · dm ⁻³]			[mg · dm ⁻³]			[mg · dm ⁻³]		
Srednia arytmetyczna Arithmetic average	142,50	128,16	109,20	81,33	80,67	79,67	89,20	78,93	69,69	27,83	32,44	29,82
Mediana/ Median	148,33	122,60	109,05	82,50	80,00	80,00	88,00	80,00	72,00	27,48	34,00	26,75
Wartość min. Min. value	62,10	55,90	46,10	70,00	75,00	70,00	56,00	56,00	52,00	9,70	24,30	17,00
Wartość max. Max. value	182,71	186,41	162,54	100,00	90,00	85,00	124,00	112,00	84,00	43,78	39,48	46,21
Rozstęp/ Interval	120,61	25,92	116,44	30,00	15,00	15,00	68,00	32,00	32,00	34,08	12,73	29,21
Odchylenie standard. Standard deviation	28,20	31,57	22,86	6,82	4,42	3,56	18,74	15,07	8,50	5,98	4,20	6,31

Tabela 3. cd.
Table 3. cont.

Jezioro Lake	Niepruszewskie	Pamiętkowskie	Strykowski	Niepruszewskie	Pamiętkowskie	Strykowski	Niepruszewskie	Pamiętkowskie	Strykowski	Niepruszewskie	Pamiętkowskie	Strykowski
Wskaźnik jakości Quality index	NH ₄			NO ₃			NO ₂			PO ₄		
Parametr statystyczny Statistical parameter	[mg · dm ⁻³]			[mg · dm ⁻³]			[mg · dm ⁻³]			[mg · dm ⁻³]		
Srednia arytmetyczna Arithmetic average	0,27	0,19	0,16	6,39	4,61	3,34	0,05	0,04	0,03	0,12	0,06	0,06
Mediana / Median	0,17	0,14	0,06	2,66	3,09	2,21	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
Wartość min. Min. value	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Wartość max. Max. value	1,07	0,99	0,92	32,27*	19,01	19,45	0,20	0,20	0,10	0,50	0,30	0,40
Rozstęp/ Interval	1,07	0,99	0,92	32,27	17,71	19,45	0,20	0,20	0,10	0,50	0,30	0,40
Odchylenie standard. Standard deviation	0,31	0,22	0,19	7,30	4,72	3,92	0,06	0,05	0,03	0,15	0,11	0,09



Rys. 3. Udział prób w poszczególnych klasach jakości wód
Fig. 3. Share of samples in the particular water quality classes

Stosunkowo małą zmienność wykazywało również stężenie żelaza (w J. Pamiątkowskim 100% prób w I klasie, w J. Strykowskim 92% i J. Niepruszewskim 72%, pozostałe wyniki mieściły się w II klasie), fosforanów (w I klasie od 94% w J. Strykowskim do 75% w J. Niepruszewskim, pozostałe w II klasie), amoniaku (od 94% w J. Pamiątkowskim i Strykowskim do 78% w J. Niepruszewskim, pozostałe w II lub III klasie) i wapnia (od 100% pomiarów w I klasie w J. Strykowskim do 73% w J. Niepruszewskim). Większość uzyskanych wyników stężenia magnezu mieściła się w II klasie (od 70% w J. Niepruszewskim do 93% w J. Pamiątkowskim, pozostałe wyniki w I klasie). W odniesieniu do azotynów w J. Pamiątkowskim 6% wyników a w J. Niepruszewskim ok. 16% wyników odpowiadało III klasie czystości, natomiast pozostałe odpowiadały I lub II klasie.

Uzyskane wyniki dotyczące stężenia azotanów w większości mieściły się w I klasie (od 56% w J. Niepruszewskim do 79% w J. Strykowskim), niewielka część wyników osiągała III klasę (od 3% w J. Strykowskim do 9% w J. Niepruszewskim), a w J. Niepruszewskim nawet IV klasę (3% prób) (rys. 3). Zauważalne jest pewne pogorszenie w stosunku do wyników badań z lat 1999÷2006, gdzie stężenie azotanów w prawie wszystkich próbach z wszystkich badanych jezior mieściło się w klasie I, jedynie 5,5% prób z J. Niepruszewskiego zaliczono do II klasy [8]. Porównując rozkład wyników pomiarów poszczególnych parametrów fizyczno-chemicznych w latach 1999÷2006 oraz 2004÷2009 pogorszeniu uległo również stężenie azotynów, szczególnie w J. Strykowskim i Pamiątkowskim (ponad czterokrotnie wzrosła liczba obserwacji w klasie II, kosztem obserwacji w I klasie), a także magnezu, gdzie w latach 1999÷2006 przeważały obserwacje w I klasie, a w badanych latach 2006÷2009 dominowały wartości odpowiadające klasie II. W jeziorach Strykowskim i Pamiątkowskim zanotowano również wzrost stężenia siarczanów do poziomu III klasy jakości (kosztem obserwacji w klasie II), który w latach 1999÷2006 w ogóle nie występował. Poprawę jakości, w postaci zwiększenia liczby obserwacji w klasie I odnotowano natomiast w przypadku stężenia fosforanów, wapnia i żelaza dla każdego z badanych jezior, a także stężenia amoniaku w jeziorach Strykowskim i Pamiątkowskim [8].

Średnie zróżnicowanie w sześcioletnim okresie badań wykazywało stężenie siarczanów mieszczące się w zakresie od I do III klasy,

z przewagą wyników w II klasie (rys. 3). Największe zróżnicowanie wykazywało stężenie tlenu i BZT₅. W odniesieniu do stężenia tlenu w jeziorze Pamiątkowskim, 75% wyników mieściło się w I klasie oraz po 12,5% w II i III klasie. W J. Strykowskim natomiast 88% wyników było w I klasie, 8% w II klasie oraz po 2% w III i IV klasie. Najbardziej zmienne warunki tlenowe zanotowano w J. Niepruszewskim, w którym 75% wyników mieściło się w I klasie, 13% w II klasie, 3% w III klasie, 6% w IV klasie i 3% w V klasie. Większość wyników analiz pomiarów BZT₅ w jeziorach Niepruszewskim i Pamiątkowskim mieściła się w IV klasie (odpowiednio 56% i 50%) natomiast w J. Strykowskim w III klasie (44% prób). Znaczna część wyników BZT₅ w J. Niepruszewskim i J. Pamiątkowskim odpowiadała III klasie (odpowiednio 28 i 38%) a w J. Strykowskim IV klasie (33%).

Niższe stężenia zanieczyszczeń w wodach jezior Strykowskiego i Pamiątkowskiego mogą wynikać z większego udziału lasów i użytków zielonych w ich zlewniach, szczególnie w granicach zlewni bezpośrednich. 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.

5. Wnioski

1. Badane jeziora położone są w zlewniach o charakterze typowo rolniczym, charakterystycznym dla Pojezierza Poznańskiego i całej Wielkopolski. Są to w większości tereny o dużych walorach krajobrazowych i przyrodniczych, wykorzystywane rekreacyjnie przez mieszkańców i wędkarzy, wobec czego utrzymanie lub osiągnięcie dobrej jakości wód powinno być ważnym zadaniem, zwłaszcza dla władz samorządowych.
2. Większość średniorocznych wartości badanych wskaźników fizyczno-chemicznych jakości wód mieściła się w granicach klas bardzo dobrej i dobrej. Wartości maksymalne większości badanych wskaźników w poszczególnych latach kwalifikowały wody jezior o jedną klasę niżej. Ostatecznie o zaklasyfikowaniu wód do niższych klas decydowały głównie niekorzystne warunki tlenowe oraz wysokie wartości biochemicznego zapotrzebowania tlenu (BZT₅). Wysoki poziom

- BZT₅ w wodach jeziornych wskazuje na dużą produktywność pierwotną i wiązanie w badanych jeziorach znacznych ilości składników biogennych w materię organiczną, co świadczy o silnej eutrofizacji tych wód.
3. W omawianym okresie badań zanotowano trend malejący stężenia fosforanów, azotynów, amoniaku w wodach badanych jezior. Tendencje wzrostową wykazywało stężenie siarczanów i wapnia. Pozostałe składniki wykazywały nieregularną zmienność w poszczególnych latach.
 4. Spośród badanych jezior najbardziej zagrożone eutrofizacją jest Jezioro Niepruszewskie z uwagi na największą presję rolnictwa oraz brak kanalizacji na terenach zabudowanych, położonych bezpośrednio w sąsiedztwie jeziora. Najmniej zanieczyszczone jest Jezioro Pamiątkowskie, otoczone częściowo przez lasy i tereny zadrzewione, które tworzą naturalne bariery buforowe, zdolne do przechwytywania różnych zanieczyszczeń.

Literatura

1. **Choiński A.:** *Katalog jezior Polski*, Wyd. Naukowe UAM, Poznań. 2006.
2. **Czarnecka H.:** *Atlas Podziału Hydrograficznego Polski Cz.1 i 2*. Wyd. IMGW, Warszawa. 2005.
3. **Jańczak J.:** *Atlas jezior Polski, tom I*. Wyd. IMGW, Poznań. 1996.
4. **Kondracki J.:** *Geografia regionalna Polski*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa. 2000.
5. **Kupiec J., Ławniczak A.E., Zbierska J.:** *Działania ograniczające sphyw azotanów ze źródeł rolniczych do wód na obszarze szczególnie narażonym w zlewni rzeki Samicy Stęszewskiej*. Materiały konf. „Przyrodnicze i techniczne problemy gospodarowania wodą dla zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich”, Warszawa 10,11.09.2008. Wyd. SGGW: 53÷59. 2008.
6. **Ławniczak A., Zbierska J., Kupiec J.:** *Zmiany stężenia związków biogennych w wodach wrażliwych na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych w zlewni rzeki Samicy Stęszewskiej*. Materiały konf. „Przyrodnicze i techniczne problemy gospodarowania wodą dla zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich”. Warszawa 10,11.09.2008. Wyd. SGGW: 64÷70. 2008.
7. **Marcinek J.:** *Mapa gleb Pojezierza Poznańskiego*. www.up.poznan.pl/kgir/grant/Dane/mapag.htm. 2003.

8. **Przybyła Cz., Kozaczyk P., Bykowski J., Mroziak K., Sielska I.:** *Ocena zmian jakości wody w jeziorach Pojezierza Poznańskiego w latach 1999÷2006.* Zesz. Nauk. AR Kraków 434, Inż. Środ. 28: 165÷175. 2006.
9. *Rozporządzenie Dyrektora RZGW w Poznaniu z dnia 4 kwietnia 2008 r. w sprawie określenia wód wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych oraz obszarów szczególnie narażonych, z których odpływ azotu ze źródeł rolniczych do tych wód należy ograniczyć (Dziennik Urzędowy Województwa Wielkopolskiego z dnia 16 kwietnia 2008 r. nr 57 poz. 1128).*
10. *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).*
11. *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Dz.U. 2008 nr 162, poz. 1008).*
12. **WIOŚ:** *Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2003, 2004, 2005, 2008.* Wyd. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Poznań 2004, 2005, 2006, 2009.
13. **WIOŚ:** *Stan Środowiska w Wielkopolsce w roku 2006.* Biblioteka Monitoringu Środowiska. Poznań 2007.
14. **Zbierska J., Ławniczak A. (a):** *Ocena zanieczyszczenia wód powierzchniowych na obszarze zlewni Jeziora Niepruszewskiego w latach 2000-2002. Cz. I. Wybrane wskaźniki fizyczno-chemiczne.* Prace Kom. Nauk.Roln. i Kom. Nauk. Leśn. PTPN, 99:163÷171. 2003.
15. **Zbierska J., Ławniczak A. (b):** *Ocena zanieczyszczenia wód powierzchniowych na obszarze zlewni Jeziora Niepruszewskiego w latach 2000-2002. Cz. II. Zawartość składników biogenych.* Prace Kom. Nauk.Roln. i Kom. Nauk. Leśn. PTPN, 99:173÷181. 2003.

Assessment of Water Quality Changes in Selected Lakes of Poznań Lakeland in 2004-2009

Abstract

The results described in this paper contain a fragment of long-term studies on water quality changes conducted since 1999 in selected lakes on the area of Poznań Lakeland. The research realized in 2004÷2009 covered three lakes: Niepruszewskie Lake, Pamiątkowskie Lake and Strykowski Lake. These lakes

are exposed to significant pollution because of agricultural character of the catchment areas and large number of residential and recreational buildings which are not connected to the sewage system.

Water quality assessment was performed on the basis of the Decree of the Minister of Environment in 2004 (Journal of Laws No. 32, item. 284), which had been in force in water monitoring until 2008. Average annual values of the studied physical and chemical parameters of water quality were found among the “very good” and “good” classes in most cases. Poor and bad water quality in lakes was mainly determined by the adverse oxygen conditions and high values of biochemical oxygen demand (BOD₅). It indicated a strong eutrophication level. The study showed a decrease in phosphates, nitrates and ammonia concentrations in the waters, however an increased trend was found in reference to the concentrations of sulphates and calcium. Other components showed an irregular variation in the individual years.

