

CZESŁAW PRZYBYŁA<sup>1</sup>, MICHAŁ SOSIŃSKI<sup>2</sup>, JOANNA POCHYLKA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

<sup>2</sup>Wielkopolski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Poznaniu

## ZMIANY JAKOŚCI WÓD GRUNTOWYCH NA TERENACH PRZYLEGLYCH DO ZBIORNIKA RETENCYJNEGO JEŻEWO

**Streszczenie.** Ocenę jakości wód gruntowych przeprowadzono na podstawie pięciu wskaźników decydujących o klasie jakości wód, wykorzystując skalę pięciostopniową. Zbadawszy zawartość fosforanów w wodach gruntowych, stwierdzono, że zmalała ona w 2004 roku po napełnieniu zbiornika wodą, po czym od 2006 roku koncentracja tego wskaźnika zaczęła wzrastać. Pod względem koncentracji fosforanów wody gruntowe można zaliczyć do II i III klasy czystości wód. Stężenie azotynów po napełnieniu zbiornika wykazywało przebieg cykliczny, w okresach zimowych stężenie było minimalne, natomiast w okresach letnich wzrastało i wody te można zaliczyć do V klasy czystości. Zbiornik Jeżewo pełni funkcję osadnika związków biogennych. Między innymi przyczynia się do zmniejszenia zawartości azotu amonowego i fosforanów w rzece Pogonie poniżej zapory i prowadzi do samooczyszczenia się wód rzeki w zbiorniku.

**Słowa kluczowe:** zbiornik retencyjny, jakość wód gruntowych

### Wstęp

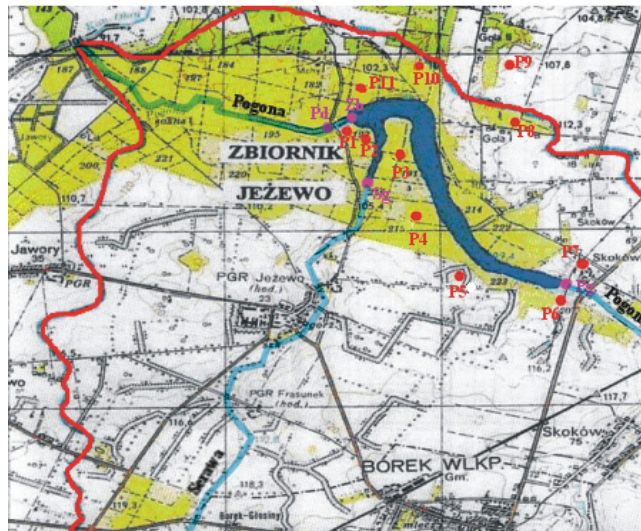
W środowisku przyrodniczym woda to niezastąpiony, odnawialny, a przy tym szczególnie wrażliwy zasób, który powinien być nie tylko aktywnie i efektywnie wykorzystywany, lecz także chroniony i odpowiednio kształtowany (PRZYBYŁA i KOZŁOWSKI 2004). Zapewnienie wody dobrej jakości i w odpowiedniej ilości wymaga różnych działań, w tym prawidłowego gospodarowania wodą na obszarach rolniczych i leśnych w granicach zlewni hydrograficznych. (MIODUSZEWSKI 2003). Ocena stanu czystości lub zanieczyszczenia wody jest pojęciem względnym, wymagającym przyjęcia odpowiedniego, naturalnego punktu odniesienia, a nie klasyfikacji w sztuczny sposób określającej dopuszczalne wartości poszczególnych wskaźników i ulegającej częstym zmianom (ROZPORZĄDZENIE... 2004). Klasy czystości wody są miarą wyrażającą różnicę jakości wody w stosunku do stanu naturalnego, spowodowaną wpływami antropogenicznymi.

Nadal ogólny stan jakości wód w Polsce jest niezadowalający (PIJANOWSKI i KANOWNIK 1997). Jakość wód – zarówno powierzchniowych, jak i gruntowych terenów rolniczych jest w dużej mierze kształtowana przez dopływ ładunków zanieczyszczeń pochodzących z produkcji rolnej (PRZYBYŁA i KOZŁOWSKI 2004). Negatywne skutki stanu jakościowego wód są potęgowane małymi zasobami wodnymi, które klasyfikują nasz kraj na jednym z ostatnich miejsc w Europie, dlatego należy dążyć do zwiększenia retencyjności zlewni i jednocześnie do ochrony przed zanieczyszczeniami tych skromnych zasobów, które obecnie posiadamy (PIJANOWSKI i KANOWNIK 1997).

W pracy przedstawiono wyniki badań jakości wód gruntowych oraz wpływ zbiornika na obszarze rolniczo-leśnym przyległym do zbiornika retencyjnego Jeżewo, w zlewni rzeki Pogony i Serawy.

## Material i metody

Badania przeprowadzono na obszarze przyległym do zbiornika Jeżewo, zlokalizowanym w dolinie rzeki Pogony, administracyjnie należącym do gminy Borek Wielkopolski, powiat Gostyń, województwo wielkopolskie. Jest to zbiornik nizinny, typu dolinowego o kształcie zbliżonym do odwróconej litery **2**. Długość zbiornika wynosi 2,2 km, a jego powierzchnia – 75,35 ha. Rzeka Pogona wraz dopływającą do niej Serawą i ze zbiornikiem stanowi lewobrzeżny dopływ Kościańskiego Kanału Obry, w km 82+900 jego biegu. Całkowita powierzchnia zlewni rzeki Pogony wynosi 132,5 km<sup>2</sup>, a w przekroju zapory – 129 km<sup>2</sup>. Średni przepływ z wielolecia w przekroju Jeżewo wynosi 0,391 m<sup>3</sup>/s, a przepływ nienaruszalny – 0,050 m<sup>3</sup>/s.



Rys. 1. Rozmieszczenie studzienek pomiarowych wokół zbiornika Jeżewo (PRZYBYŁA i KOZŁOWSKI 2004)

Fig. 1. Distribution of control wells around the Jeżewo Reservoir (PRZYBYŁA and KOZŁOWSKI 2004)

Maksymalną rzędną piętrzenia ustalono na 101,10 m n.p.m., minimalną – na 98,00 m n.p.m., maksymalna pojemność zbiornika wynosi 2,10 mln m<sup>3</sup>, a użytkowa – 1,43 mln m<sup>3</sup>. Wysokość piętrzenia przy zaporze wynosi 7,70 m, a średnia głębokość zalewu przy całkowitej pojemności zbiornika – 2,30 m. Maksymalna powierzchnia zalewu zbiornika zajmuje 90,00 ha, a minimalna – 20,00 ha.

Pod względem geomorfologicznym zlewnię tworzy falista wysoczyzna denno-morenowa zlodowacenia Wisły, fazy leszczyńskiej.

Badania jakości wody prowadzono w 11 studzienkach kontrolnych zlokalizowanych wokół zbiornika w odległości od 100 do 1100 m. Wykonywano je dwa razy w roku w odstępach półrocznych w latach 2001-2008 (rys. 1). Próbki pobierano zarówno ze studzienek kontrolnych zlokalizowanych na terenach leśnych (P1, P2, P3, P4, P5, P6, P8, P10, P11), jak i ze studzienek zlokalizowanych na gruntach ornych (P7, P9). Charakterystykę jakości wody oparto na następujących wskaźnikach: amoniak, azotyny, azotany, siarczany i fosforany (tab. 1).

Tabela 1. Badane wskaźniki jakości wód gruntowych  
Table 1. The list of the studied of groundwater quality indices

Lp.	Parametr
1	Amoniak (NH <sub>4</sub> )
2	Azotyny (NO <sub>2</sub> )
3	Azotany (NO <sub>3</sub> )
4	Siarczany (SO <sub>4</sub> )
5	Fosforany (PO <sub>4</sub> )

## Wyniki i dyskusja

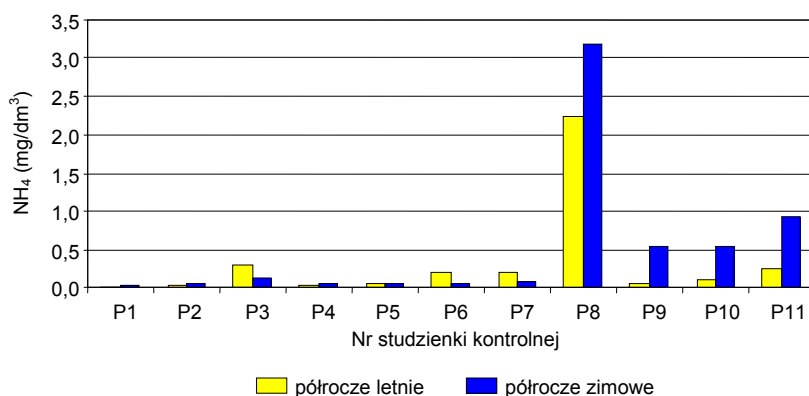
Ocenę jakości wód gruntowych przeprowadzono na podstawie pięciu wskaźników decydujących o klasie czystości tych wód, wykorzystując obowiązującą pięciostopniową skalę. Wyniki analiz przedstawiono w tabeli 2.

W ocenie jakości wód podziemnych bardzo ważnym wskaźnikiem jest amoniak, który w badanych otworach klasyfikuje wody we wszystkich pięciu klasach jakości. Największe średnie stężenie amoniaku w latach 2001-2008 zanotowano w półroczu zimowym w studziencie kontrolnej P8, zlokalizowanej na gruntach rolnych: 3,184 mg NH<sub>4</sub> w 1 dm<sup>3</sup>. Najmniejsze średnie stężenie w tym okresie wyniosło 0,023 mg NH<sub>4</sub> w 1 dm<sup>3</sup> w półroczu letnim w studziencie P1 (rys. 2), zlokalizowanej w kompleksie leśnym.

Po napełnieniu zbiornika w kwietniu 2004 roku obserwowano wzrost zawartości azotu amonowego w wodach studzienek nr 8, 9 i 11, co kwalifikowało wody ze studzienek nr 8 i 9 do V klasy czystości, a ze studzienki nr 11 – do IV klasy (rys. 3).

Tabela 2. Średnie wartości wskaźników jakości wód gruntowych w latach 2001-2008 ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )  
 Table 2. Average values of groundwater quality indices in 2001-2008 years ( $\text{mg}/\text{dm}^3$ )

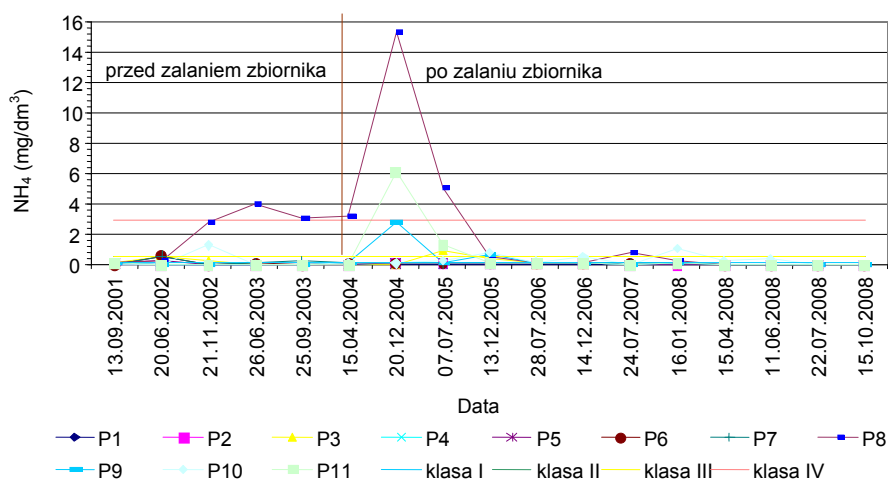
Parametr	Półro- cze	Wody gruntowe ze studzienek										
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
Amoniak ( $\text{NH}_4$ )	Letnie	0,023	0,041	0,301	0,041	0,079	0,188	0,192	2,249	0,058	0,113	0,252
	Zimowe	0,027	0,051	0,138	0,053	0,059	0,062	0,088	3,184	0,543	0,538	0,933
Azotyny ( $\text{NO}_2$ )	Letnie	0,006	0,033	0,03	0,017	0,009	0,302	0,064	0,411	0,009	0,026	0,013
	Zimowe	0,013	0,077	0,011	0,048	0,026	0,025	0,018	0,024	0,063	0,023	0,027
Azotany ( $\text{NO}_3$ )	Letnie	78,54	347,26	3,04	214,02	281,85	158,24	2,74	5,98	295,81	4,78	7,05
	Zimowe	79,66	242,27	3,02	15,43	260,34	106,51	3,25	2,32	256,69	17,26	6,26
Fosforany ( $\text{PO}_4$ )	Letnie	0,055	0,322	0,052	0,355	0,12	0,064	0,029	0,08	0,059	0,02	0,022
	Zimowe	0,032	0,3	0,014	0,489	0,172	0,032	0,148	0,54	0,062	0,029	0,026
Siarczany ( $\text{SO}_4$ )	Letnie	36,8	64,65	74,07	36,6	66,13	137,1	77,7	62,12	82,75	41,13	64,58
	Zimowe	38,99	76,07	75,64	51,47	60,31	140,8	65,57	60,51	85,07	50,41	63,5



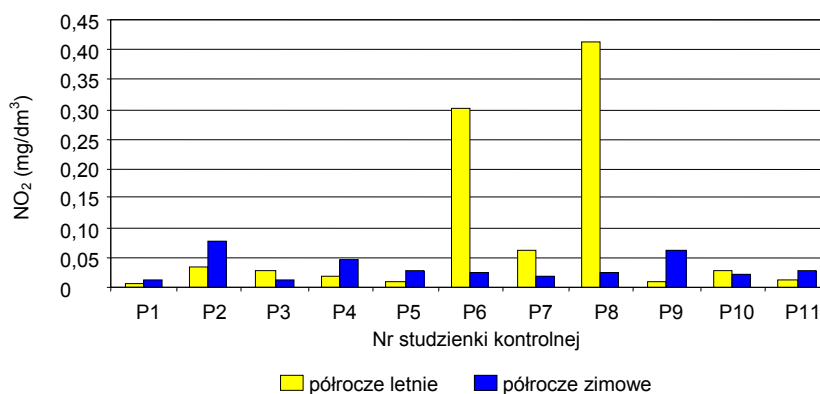
Rys. 2. Średnie stężenie amoniaku w latach 2001-2008 w 11 studzienkach kontrolnych w półroczu letnim i zimowym

Fig. 2. Mean concentration of ammonia in 11 control wells in the summer and winter half-years of the studied period 2001-2008

Kolejnym analizowanym parametrem były azotyny, których maksymalne średnie stężenie wystąpiło w studzience P8 w półroczu letnim i wyniosło wtedy  $0,411 \text{ mg NO}_2$  w  $1 \text{ dm}^3$  (tab. 1, rys. 4), studzienka ta zlokalizowana jest na obszarze gruntów rolnych. Najmniejsze średnie stężenie azotynów zanotowano – podobnie jak w przypadku amoniaku – w studzience kontrolnej P1, zlokalizowanej w kompleksie leśnym, również w półroczu letnim, wyniosło ono zaledwie  $0,006 \text{ mg NO}_2$  w  $1 \text{ dm}^3$  (tab. 2, rys. 4).



Rys. 3. Zmiany stężenia amoniaku w 11 studzienkach kontrolnych w latach 2001-2008  
Fig. 3. Changes of ammonia concentration in 11 control wells in the years 2001-2008

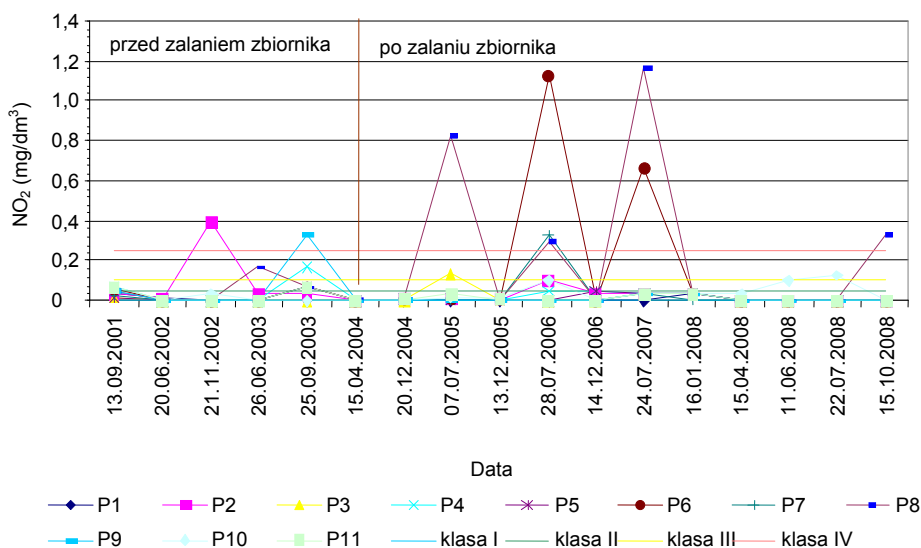


Rys. 4. Średnie stężenie azotynów w latach 2001-2008 w 11 studzienkach kontrolnych w półroczu letnim i zimowym  
Fig. 4. Mean concentration of nitrites in 11 control wells in the summer and winter half-years of the studied period 2001-2008

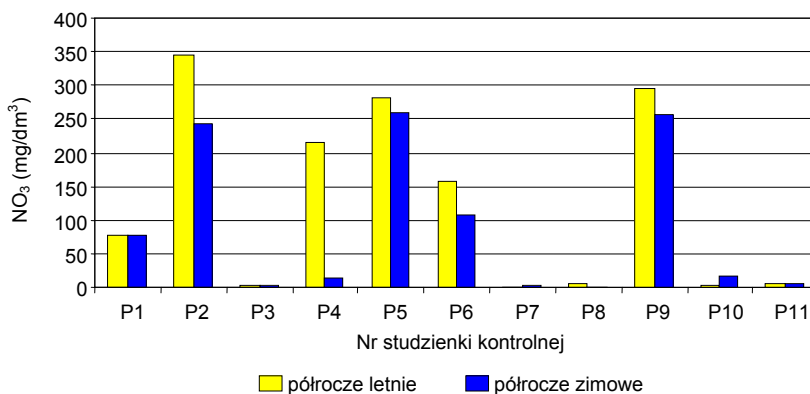
Stężenie azotynów po zalaniu zbiornika wykazywało przebieg cykliczny: w okresach zimowych było minimalne, natomiast w letnich wzrosło i osiągnęło maksimum: 0,35 mg  $\text{NO}_2$  w 1 dm<sup>3</sup>. Przebieg tych zmian jest wyraźnie widoczny w studzienkach nr 8 i 6 (rys. 5), w których latem ich wody można zaliczyć do V klasy czystości.

Średnie stężenie azotanów w latach 2001-2008 mieściło się w przedziale od 2,32 mg  $\text{NO}_3$  w 1 dm<sup>3</sup> w półroczu zimowym w studzience kontrolnej P8 do 347,26 mg  $\text{NO}_3$  w 1 dm<sup>3</sup> w studzience P2 w półroczu letnim (tab. 2, rys. 6).

Zawartość azotanów w wodach gruntowych studzienki P2 znacznie zmalała po napełnieniu zbiornika wodą w 2004 roku, natomiast w studzienkach P5 i P6 po napełnieniu



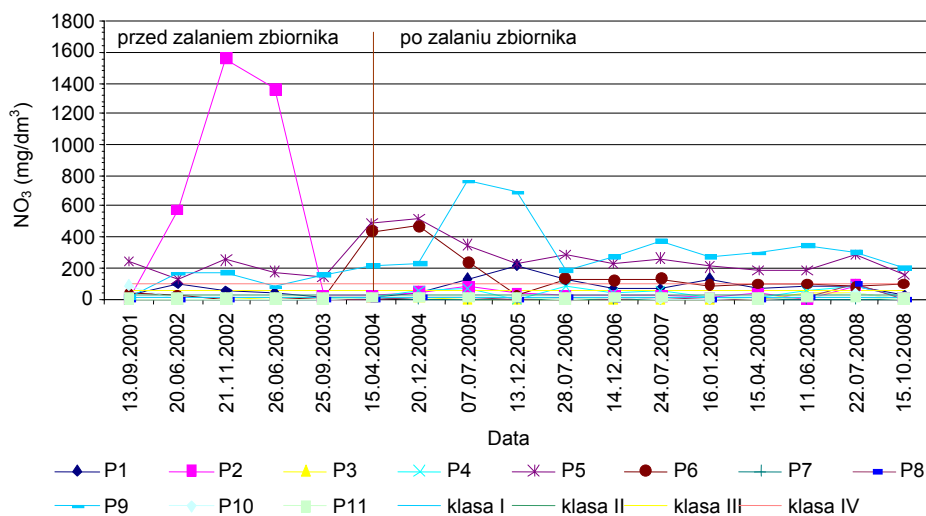
Rys. 5. Zmiany stężenia azotanów w 11 studzienkach kontrolnych w latach 2001-2008  
 Fig. 5. Changes of nitrites concentration in 11 control wells in the years 2001-2008



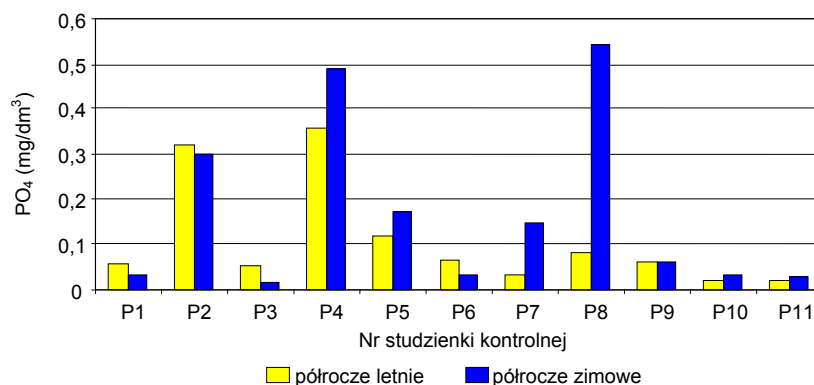
Rys. 6. Średnie stężenie azotanów w latach 2001-2008 w 11 studzienkach kontrolnych w półroczu letnim i zimowym  
 Fig. 6. Mean concentration of nitrates in 11 control wells in the summer and winter half-years of the studied period 2001-2008

zbiornika zanotowano wzrost zawartości azotanów co spowodowało pogorszenie jakości wód i zaklasyfikowanie ich do V klasy czystości (rys. 7).

Minimalne średnie stężenie fosforanów w latach 2001-2008 wystąpiło w półroczu zimowym w studzience kontrolnej P3 i wyniosło wtedy 0,014 mg  $\text{PO}_4$  w 1  $\text{dm}^3$ . Najgorzej przedstawiała się sytuacja w studzience P8 w półroczu zimowym, gdzie wskaźnik ten osiągnął swoją wartość maksymalną: 0,54 mg  $\text{PO}_4$  w 1  $\text{dm}^3$  (tab. 2, rys. 8).



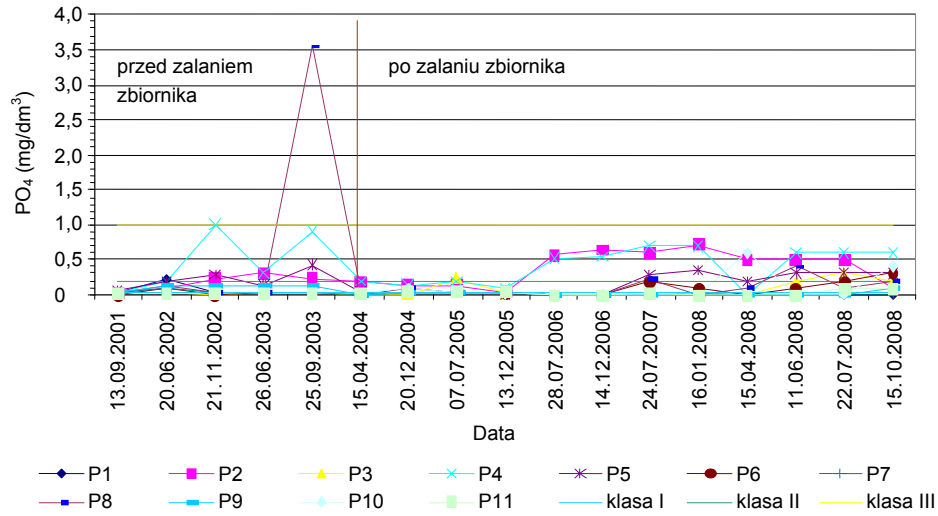
Rys. 7. Zmiany stężenia azotanów w 11 studzienkach kontrolnych w latach 2001-2008  
 Fig. 7. Changes of nitrates concentration in 11 control wells in the years 2001-2008



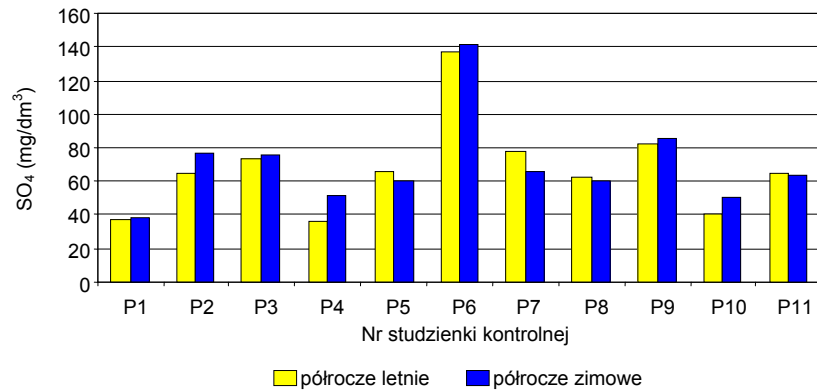
Rys. 8. Średnie stężenie fosforanów w latach 2001-2008 w 11 studzienkach kontrolnych w półroczu letnim i zimowym  
 Fig. 8. Mean concentration of phosphates in 11 control wells in the summer and winter half-years of the studied period 2001-2008

Po dokonaniu oceny zawartości fosforanów w wodach gruntowych stwierdzono, że w 2004 roku po napełnieniu zbiornika wodą zmalała ona, po czym od 2006 roku zaczęła wzrastać (rys. 9). Pod względem koncentracji fosforanów wody ze wszystkich studzienek można zaliczyć do II i III klasy czystości.

Średnie stężenie siarczanów zawierało się w przedziale od 36,6 mg  $\text{SO}_4$  w 1  $\text{dm}^3$  w studzience kontrolnej P4 w półroczu letnim do 140,8 mg  $\text{SO}_4$  w 1  $\text{dm}^3$  w studzience P6 w półroczu zimowym (tab. 2, rys. 10). Zmiany stężenia siarczanów w 11 studzienkach kontrolnych w latach 2001-2008 ilustruje rysunek 11.

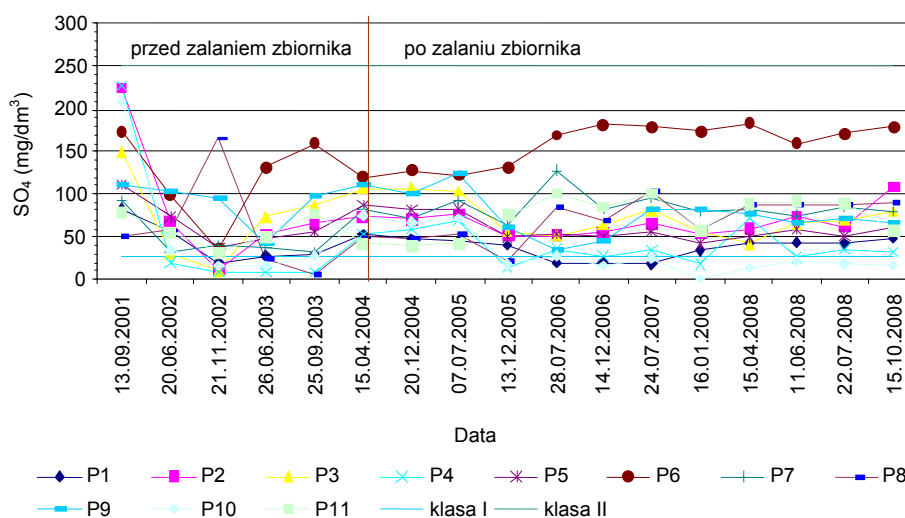


Rys. 9. Zmiany stężenia fosforanów w 11 studzienkach kontrolnych w latach 2001-2008  
 Fig. 9. Changes of phosphates concentration in 11 control wells in the years 2001-2008



Rys. 10. Średnie stężenie siarczanów w latach 2001-2008 w 11 studzienkach kontrolnych w półroczu letnim i zimowym  
 Fig. 10. Mean concentration of sulphates in 11 control wells in the summer and winter half-years of the studied period 2001-2008





Rys. 11. Zmiany stężenia siarczanów w 11 studzienkach kontrolnych w latach 2001-2008  
 Fig. 11. Changes of sulphates concentration in 11 control wells in the years 2001-2008

## Wnioski

1. Największe średnie stężenie amoniaku w okresie badań 2001-2008 zanotowano w półroczu zimowym w studzience kontrolnej P8 zlokalizowanej na gruntach rolnych w bliskim sąsiedztwie zabudowań gospodarskich ( $3,184 \text{ mg NH}_4 \text{ w } 1 \text{ dm}^3$ ).

2. Przebieg stężenia azotynów wykazywał wyraźną cykliczność. W okresach zimowych stężenie było minimalne, natomiast w okresach letnich wzrosło i osiągnęło maksimum  $0,35 \text{ mg NO}_2 \text{ w } 1 \text{ dm}^3$ . Przebieg tych zmian jest wyraźnie widoczny w studzienkach nr 8 i 6 zlokalizowanych na gruntach rolnych.

3. Zawartość azotanów w wodach gruntowych studzienki P2 znacznie zmalała po napełnieniu zbiornika wodą w 2004 roku. W studzienkach P5 i P6, zlokalizowanych na obrzeżach doliny rzeki Pogony, po napełnieniu zbiornika obserwowano wzrost zawartości azotanów, co spowodowało pogorszenie jakości wód.

4. Po dokonanej ocenie zawartości fosforanów w wodach gruntowych stwierdzono, że w 2004 roku po napełnieniu zbiornika wodą zawartość ta zmalała, po czym od 2006 roku zaczęła wzrastać.

5. Średnie stężenie siarczanów mieściło się w przedziale od  $36,6 \text{ mg SO}_4 \text{ w } 1 \text{ dm}^3$  w studzience kontrolnej P4 w półroczu letnim do  $140,8 \text{ mg SO}_4 \text{ w } 1 \text{ dm}^3$  w studzience P8 w półroczu zimowym. Studzienki te są zlokalizowane na terenach rolniczych, a studzienka nr 8 jest położona w niewielkiej odległości od zabudowań gospodarskich.

6. Zbiornik Jeżewo pełni funkcję osadnika związków biogenych. Jednak na obecnym etapie badań nie można udowodnić, że retencjonowanie wody w zbiorniku Jeżewo powoduje znaczne zmiany w jakości wód gruntowych terenów przyległych.

## Literatura

- MIODUSZEWSKI W., 2003. Mała retencja, ochrona zasobów wodnych i środowiska naturalnego. IMUZ, Falenty.
- PIJANOWSKI Z., KANOWNIK W., 1997. Zmienność stężeń wybranych substancji o różnym zagospodarowaniu. *Rocz. AR Pozn.* 294, *Melior. Inż. Środ.* 19, cz. 2: 347-358.
- PRZYBYŁA CZ., KOZŁOWSKI M., 2004. Wstępne wyniki badań jakości wód gruntowych w obszarze budowanego zbiornika retencyjnego Jeżewo. *Rocz. AR Pozn.* 357, *Melior. Inż. Środ.* 25: 475-486.
- 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. 2004. *Dz. U.* nr 32, poz. 284.

## QUALITY CHANGES IN GROUNDWATER ON AREAS ADJACENT TO THE RETENTION RESERVOIR JEŻEWO

**Summary.** Estimation of ground waters quality was carried out on the basis of the five indicators which decide about water quality class using a 5-degree water quality scale. The estimation of phosphates content in the groundwater indicated that in 2004, when the reservoir was filled with water, the content of phosphates decreased. However, after the year 2006, the concentration of phosphates began to grow to the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> class of water purity. On the other hand, the course of nitrites concentration after the filling of the reservoir indicated a cyclical course. In winter periods, the concentration was minimal, while in summer periods, the concentration was increasing and the waters could be counted to the 5<sup>th</sup> quality class. The Jeżewo Reservoir performs the function of a setting tank of a biogenic compounds. Among others, it contributes to the decrease of the content of ammonia nitrogen and phosphates in the Pogona River below the dam and it leads to a self-purification of river waters in the reservoir.

**Key words:** retention reservoir, groundwater quality

*Adres do korespondencji – Corresponding address:*

*Czesław Przybyła, Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94 E, 60-649 Poznań, Poland, e-mail: czprzybyla@up.poznan.pl*

*Zaakceptowano do druku – Accepted for print:*

*10.07.2009*

*Do cytowania – For citation:*

*Przybyła Cz., Sosiński M., Pochylska J., 2009. Zmiany jakości wód gruntowych na terenach przyległych do zbiornika retencyjnego Jeżewo. *Nauka Przyr. Technol.* 3, 3, #100.*