

MICHAŁ FIEDLER, CZESŁAW SZAFRAŃSKI, JERZY BYKOWSKI

ZMIENNOŚĆ ZAWARTOŚCI FOSFORU I ŻELAZA W WODZIE ŚRÓDPOLNEGO OCZKA WODNEGO*

*Z Katedry Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji
Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu*

ABSTRACT. During ten years of research, the concentrations of phosphates and iron did not show any significant trend. The highest concentration of PO_4 occurred summer of 1994, shortly in the pond was again filled with water, while highest concentration of Fe was observed in 1996. Higher concentrations of phosphates and iron were observed in summer and autumn periods. The results show a statistically significant, but relatively weak relationship between concentration of phosphates and iron in the pond water.

Key words: water quality, midfield pond

Wstęp

Eutrofizacja jest często obserwowanym zjawiskiem dotyczącym wód śródlądowych. Dlatego w analizie zagrożeń wód śródlądowych należy zwrócić szczególną uwagę na zawartość w nich azotu i fosforu (Arheimer i Liden 2000). Dokładnie kontrolowane i ograniczane powinny być zwłaszcza źródła fosforu – elementu najczęściej limitującego produkcję biomasy w zbiornikach wodnych (Sapek 2001).

Dotyczy to szczególnie oczek wodnych położonych na terenach użytkowanych rolniczo (Szpakowska i Karlik 2002, Zbierska i Ławniczak 2002). Bardzo istotne jest zachowanie zasad agrotechniki – terminów i dawek nawożenia – w celu zapobieżenia nadmiernej migracji nawozów z pól do oczek. Bezodpływowe oczka wodne charakteryzują się opadowo-ewaporacyjną gospodarką wodną (Fiedler 2001), która może powodować stopniowe zagęszczanie roztworu dopływającego z wód gruntowych i dopływów drenarskich.

* Pracę wykonano w ramach projektu badawczego nr 3P06S 071 23 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych.

Śródpolne oczka wodne są cennym elementem krajobrazu rolniczego. Mogą być wykorzystywane do zwiększania zasobów małej retencji na terenach deficytowych w wodę, a także zmieniać mikroklimat otaczających je terenów. Dlatego wymagają podejmowania działań zmierzających do ich ochrony (Koc i in. 2001, Fiedler i in. 2002).

Materiały i metody

Badania były prowadzone od 1994 do 2003 roku w zlewni śródpolnego oczka wodnego znajdującego się na terenie Doświadczalnej Stacji Badawczej „Mokronosy”, położonej na terenie Pojezierza Gnieźnieńskiego (52°53' N, 17°28' E), w powiecie wągrowieckim. Stacja znajduje się na obszarze falistej moreny dennej zlodowacenia bałtyckiego stadiału poznańskiego, która charakteryzuje się silnym pofałdowaniem terenu i występowaniem licznych śródpolnych oczek wodnych.

Powierzchnia zlewni badanego oczka wynosi 2,06 ha, w tym oczko zajmuje 2500 m² przy maksymalnym napełnieniu. W pokrywie glebowej zlewni oczka przeważają gleby płowe typowe, a w bezpośrednim sąsiedztwie występują czarne ziemie zbrunatniałe. W 1994 roku, po kilkuletniej przerwie spowodowanej latami o bardzo niskiej sumie opadów, nastąpiło ponowne napełnienie oczka wodą. Przyczyniły się do tego zarówno wysokie opady, jak i sieć drenarska, podłączona do oczka w 1993 roku, prowadząca wodę spoza zlewni oczka. W analizowanym okresie dopływ wód z tej sieci wystąpił w latach hydrologicznych 1994 i 1999. W 1994 roku do oczka dopłynęło łącznie 700 m³ wody, a w 1999 roku – 750 m³. Wielkości te stanowiły ponad 20% całkowitej pojemności oczka.

Badania terenowe obejmowały okresowe pobieranie próbek wody w centralnej części śródpolnego oczka wodnego. W analizach laboratoryjnych oznaczano spektrofotometrycznie zawartość jonów fosforanowych i żelaza. Obliczenia statystyczne wykonano programem Statgraphics 5.

Wyniki badań

Zlewnia badanego śródpolnego oczka wodnego znajduje się w obrębie jednego pola płodozmianowego. Uprawiane rośliny oraz wielkości nawożenia mineralnego przedstawiono w tabeli 1. Jak widać, nie ma tu zastosowania tradycyjnego płodozmianu, a w uprawie przeważa pszenica ozima. Małe dawki nawożenia w latach 1992 i 1993 wskazują na ekstensywną uprawę, która uległa intensyfikacji po przejęciu pola przez nowego właściciela. Dawki nawożenia mineralnego nie odbiegają od wartości zalecanych (Hobubowicz-Kliza 1995) i przy prawidłowych terminach stosowania nie powinny być zagrożeniem dla wód oczka. Równocześnie na polu płodozmianowym nie stosowano nawożenia organicznego.

Na rycinie 1 przedstawiono dane dotyczące stężeń fosforanów PO₄ i żelaza Fe w wodzie śródpolnego oczka wodnego w okresie od lutego 1994 roku do maja 2003 roku. Jak widać, zmiany zawartości analizowanych jonów charakteryzowały się zbliżonym

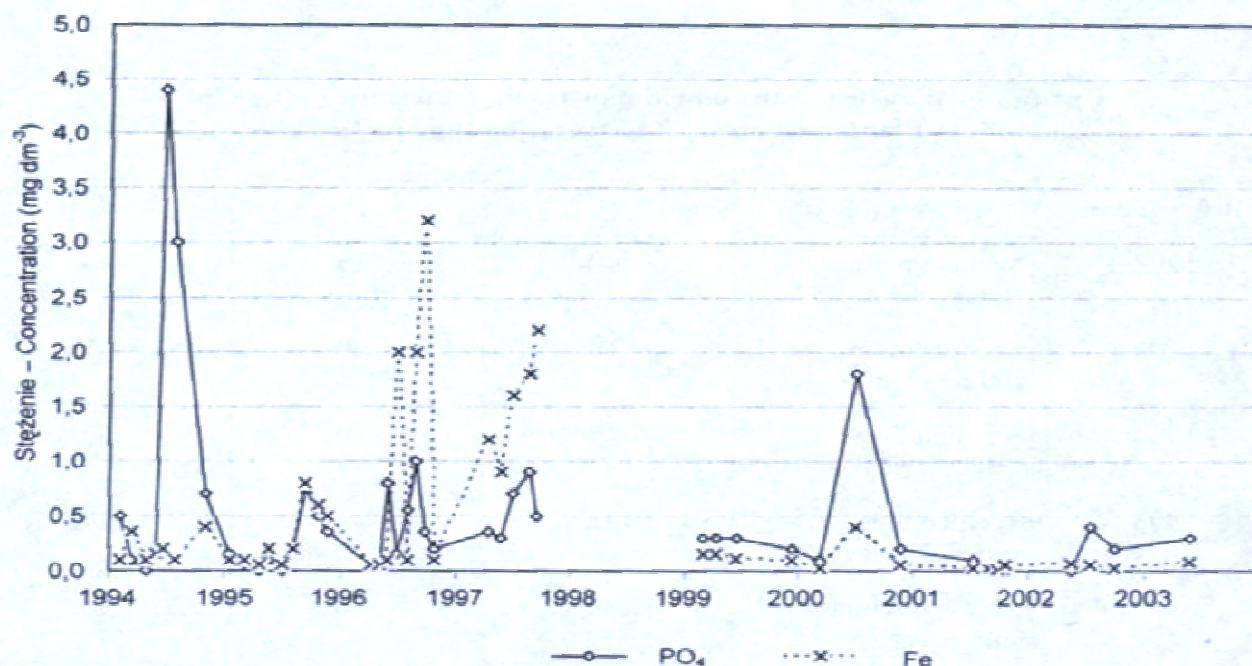
Tabela 1

Uprawy oraz zastosowane dawki nawożenia mineralnego (kg · ha⁻¹)
Plants and mineral fertilization (kg · ha⁻¹)

Rok – Year	Uprawa – Plant	N	P	K
1992	pszenica ozima winter wheat	40	15	20
1993	pszenica ozima winter wheat	60	20	35
1994	jęczmień jary spring barley	85	90	60
1995	pszenica ozima winter wheat	125	32	44
1996	pszenica ozima winter wheat	130	40	60
1997	rzepak winter rape	178	80	90
1998	pszenica ozima winter wheat	140	60	80
1999	rzepak winter rape	180	80	100
2000	pszenica ozima winter wheat	140	60	80
2001	pszenżyto triticale	120	50	70
2002	pszenica ozima winter wheat	140	70	90
2003	pszenica ozima winter wheat	140	60	80

przebiegiem. Zawartość fosforanów była maksymalna latem 1994 roku (ryc. 1), osiągając 4,4 mg·dm⁻³ (tab. 2). Nastąpiło to krótko po napełnieniu oczka wodą i mogło być spowodowane uruchomieniem fosforanów z osadów dennych. Jednak już jesienią tego roku stężenie PO₄ obniżyło się do wartości około 0,5 mg·dm⁻³ i na zbliżonym poziomie utrzymywało się do końca analizowanego okresu. Jedynie latem 2000 roku wzrosło nieznacznie, osiągając wartość 1,8 mg·dm⁻³.

Zbliżonym do zmian fosforanów przebiegiem charakteryzują się zmiany zawartości żelaza rozpuszczonego w wodzie oczka (ryc. 1). Wzrostowi stężenia PO₄ towarzyszy wzrost stężenia żelaza. Jednak najwyższe stężenia Fe zaobserwowano w letnich i jesiennych okresach lat 1996 i 1997 (ryc. 1). Maksymalne stężenie wyniosło wówczas 3,2 mg·dm⁻³ (tab. 2).



Ryc. 1. Przebieg zmian stężenia fosforanów (PO_4) i żelaza (Fe) w wodzie śródpolnego oczka wodnego w latach 1994-2003

Fig. 1. Concentration of phosphates (PO_4) and iron (Fe) in water of the midfield pond during 1994-2003

Tabela 2

Charakterystyczne wartości stężeń fosforanów PO_4 i żelaza Fe ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) w wodzie śródpolnego oczka wodnego
Characteristic values of concentrations of phosphates and iron ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) in water of the midfield pond

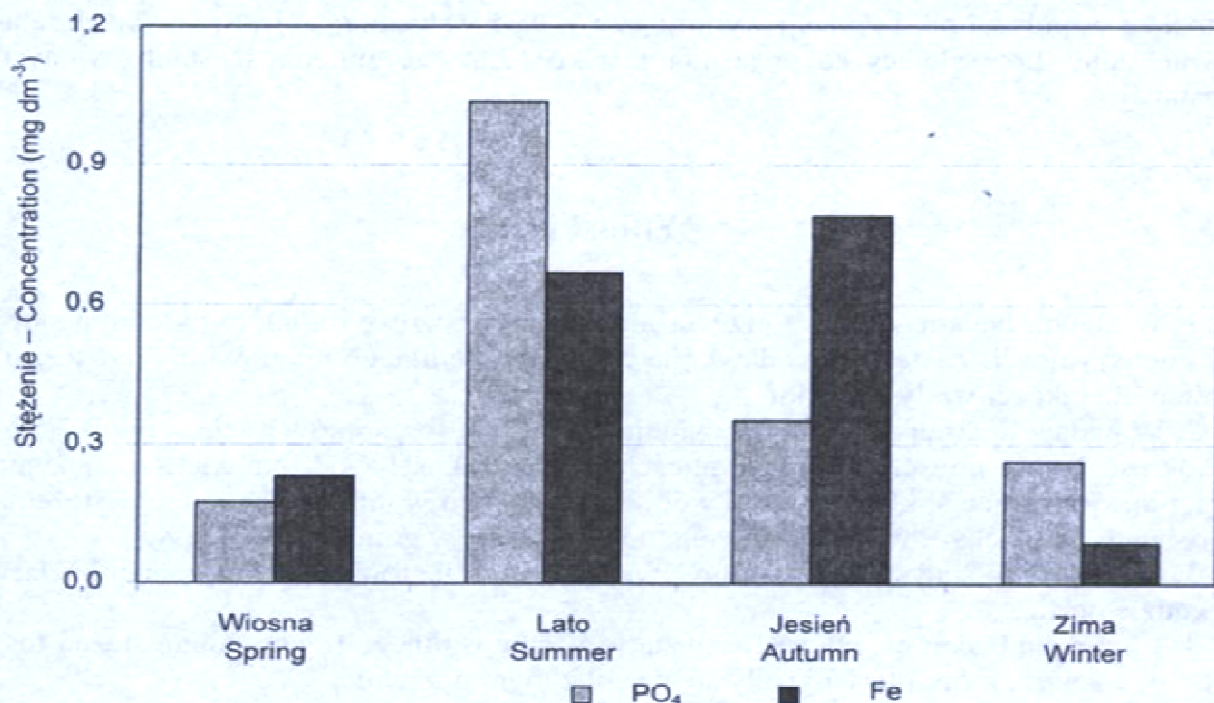
	PO_4	Fe
Średnia – Average	0,44	0,43
Mediana – Median	0,20	0,10
Minimum – Minimum	0,00	0,02
Maksimum – Maximum	4,40	3,20
Skośność – Skewness	11,40	7,10
Kurtoza – Kurtosis	25,30	8,10

Średnie stężenie PO_4 i Fe w okresie od 1994 do 2003 roku utrzymywało się na zbliżonym poziomie, wynosząc odpowiednio $0,44 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ i $0,43 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (tab. 2). Wartości skośności i kurtozy sugerują, że rozkład danych nie jest zbliżony do rozkładu normalnego. Równocześnie wartości mediany, niższe od średnich, wskazują, że w zbiorach danych przeważają wartości niższe od średnich stężeń zarówno PO_4 , jak i Fe (tab. 2). Wartości mediany – wynoszące dla fosforanów $0,2 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, a dla żelaza $0,1 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ – wskazują, że jakość wód można zakwalifikować do I klasy przez co najmniej połowę

okresu obserwacji. Pozwala to na postawienie tezy, że w dłuższym okresie nie ma zagrożenia dla czystości wody przez fosforany i żelazo.

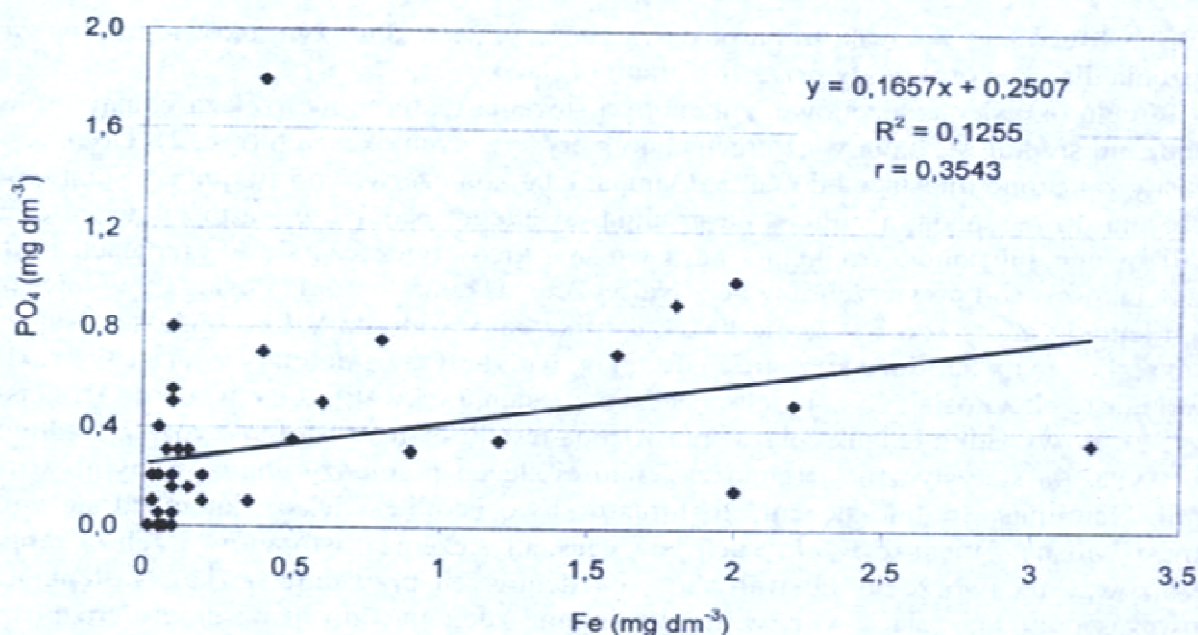
W celu określenia sezonowej zmienności stężenia fosforanów i żelaza w ciągu roku obliczono średnie stężenia w czterech charakterystycznych okresach (ryc. 2). Do okresu wiosny zaliczono miesiące od marca do maja, lata – od czerwca do sierpnia, jesieni – od września do listopada, a zimy – od grudnia do lutego. Najniższe wartości stężeń obie analizowane substancje osiągają zimą i wiosną, kiedy mieszczą się w granicach I i II klasy jakości wód powierzchniowych. Najwyższe stężenia fosforany osiągały w miesiącach letnich, gdy średnie stężenie PO_4 kwalifikowało wody do V klasy jakości. Należy podkreślić, że na tak duże stężenie fosforanów wpłynęły dwa pomiary z lata 1994 roku. Natomiast żelazo osiągało największe stężenie jesienią – kwalifikując wody do III klasy (ryc. 2). W wypadku jednak żelaza sprawdzona testem Fishera istotność różnic średnich nie wykazała statystycznie istotnej zmienności stężeń pomiędzy analizowanymi sezonami. Natomiast średnie stężenie fosforanów było istotnie większe latem od stężeń zimą i wiosną. Większe w okresach lata i jesieni stężenia fosforanów i żelaza mogą wskazywać na tworzenie się warunków beztlenowych przy dnie oczka. Następująca wówczas redukcja żelaza wpływa na uwolnienie zdeponowanych na dnie nierozpuszczalnych kompleksów fosforanów. Na możliwość zaistnienia takich warunków w śródpolnych oczkach wodnych wskazują także wyniki przedstawione przez **Fiedlera (2004)** dotyczące zmian stężeń różnych form azotu w wodzie oczka.

Na rycinie 3 przedstawiono związek stężeń fosforanów ze stężeniem żelaza. W analizie pominięto dwie próbki z lata 1994 roku, w których pomierzono gwałtowny wzrost stężenia fosforanów, spowodowany wspomnianym wyżej uruchomieniem osadów



Ryc. 2. Sezonowa zmienność stężenia fosforanów (PO_4) i żelaza (Fe) w wodzie śródpolnego oczka wodnego w latach 1994-2003

Fig. 2. Seasonal changes of concentration of phosphates (PO_4) and iron (Fe) in water of the midfield pond during 1994-2003



Ryc. 3. Związek stężenia fosforanów (PO₄) ze stężeniem żelaza (Fe) w wodzie śródpolnego oczka wodnego

Fig. 3. Relationship between concentration of phosphates (PO₄) and iron (Fe) in water of the midfield pond

dennych po napełnieniu oczka. Jak widać, wzrostowi stężenia Fe towarzyszy nieznaczny wzrost stężenia PO₄. Związek ten jest statystycznie istotny na poziomie $\alpha = 0,023$. Jednakże współczynnik korelacji wynoszący $r = 0,35$ wskazuje, że jest to związek relatywnie słaby, pozwalający na wyjaśnienie tylko 12,5% ze zmienności analizowanych substancji.

Wnioski

1. W zlewni badanego oczka przeważały uprawy zbożowe o małym i średnim stopniu intensywności. Zastosowane dawki nawożenia mineralnego nie powinny być zagrożeniem dla jakości wody w oczku.

2. W badanym śródpolnym oczku wodnym stężenia fosforanów i żelaza przez połowę okresu badań mieściły się w granicach I klasy jakości wód. Największe stężenia PO₄, odpowiadające V klasie jakości wód, obserwowano w miesiącach letnich. Stężenia Fe osiągały największe wartości jesienią, mieszcząc się w granicach III klasy.

3. Stwierdzono statystycznie istotny związek stężeń fosforanów ze stężeniami żelaza w wodzie oczka.

4. W okresie badań nie stwierdzono statystycznie istotnego trendu zmian stężeń fosforanów i żelaza, które utrzymywały się na zbliżonym poziomie.

Literatura

- Arheimer B., Liden R.** (2000): Nitrogen and phosphorus concentration from agricultural catchments – influence of spatial and temporal variables. *J. Hydrol.* 227: 140-159.
- Fiedler M.** (2001): Bilanse wodne zlewni śródpolnych oczek wodnych na terenie zdrenowanym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 477: 51-57.
- Fiedler M.** (2004): Zmienność zawartości różnych form azotu w wodzie śródpolnego oczka wodnego. *Acta Sci. Pol., Form. Circumiec.* 3(1): 95-100.
- Fiedler M., Szafranski Cz., Bykowski J.** (2002): Zasoby wodne mikrozewni rolniczej z występującymi oczkami wodnymi. *Rocz. AR Pozn. 342, Melior. Inż. Środ.* 23: 73-81.
- Holubowicz-Kliza G.** (1995): Technologie uprawy roślin – zalecenia agrotechniczne. Wyd. IUNG, Puławy.
- Koc J., Cymes I., Skwierawski I., Szyperek U.** (2001): Znaczenie ochrony małych zbiorników wodnych w krajobrazie rolniczym. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 476: 397-407.
- Sapek A.** (2001): Rozpraszanie fosforu pochodzącego z rolnictwa i potencjalne zagrożenia dla środowiska. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 476: 269-280.
- Szpakowska B., Karlik B.** (2002): Wpływ struktury zlewni rolniczej na występowanie składników chemicznych w wodach. *Rocz. AR Pozn. 342, Melior. Inż. Środ.* 23: 467-475.
- Zbierska J., Ławniczak A.** (2002): Zmiany zawartości składników nawozowych w wodach gruntowych strefy przybrzeżnej jeziora Niepruszewskiego. *Rocz. AR Pozn. 342, Melior. Inż. Środ.* 23: 547-557.

CHANGES IN THE LEVEL OF PHOSPHORUS AND IRON IN THE WATER OF A MIDFIELD POND

S u m m a r y

Research on the nitrogen content of water in the midfield pond was carried out during 1994-2003 in the area of the Experimental Station Mokronosy located on the Gniezno Lakeland and included measurements of the concentrations of phosphates and iron in water of the pond. Considering the values of those parameters, the water belonged to the first purity class for half of the study period. Higher concentrations of phosphates occurred during summer months when water quality decreased even to V purity class. Higher concentrations of iron were observed in summer and autumn months. The results show statistically significant relationship between concentration of phosphates and iron in water of the pond. During ten years of research, the concentrations of phosphates and iron did not show any significant trend.