

Zmiany stężeń fosforanów w wodach rolniczej zlewni rzeki Raszynki

Irena Burzyńska

Instytut Technologiczno-Przyrodniczy
Falenty, al. Hrabaska 3, 05-090 Raszyn, Polska

Abstrakt. W pracy przedstawiono wyniki badania stężenia jonów fosforanowych (PO_4^{3-}) w wodach rzeki Raszynki, która przepływa przez teren gmin: Lesznów, Raszyn i Michałowice, w woj. mazowieckim. Próbki wód z rzeki pobierano w okresie od marca do listopada, w latach 2014–2015. W wodach oznaczano zawartość fosforanów metodą spektrofotometryczną z molibdenianem amonu. Wykazano, że stężenia fosforanów w 87% próbek wód Raszynki przekraczały wartości dopuszczalne ($\leq 0,30 \text{ PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^{-3}$) dla wód powierzchniowych, a największą ich liczbę zanotowano w zakresie: $0,51\text{--}1,00 \text{ PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^{-3}$. Duży udział gruntów ornych (84,7%) pod uprawą warzyw gruntowych (20%) i ziemniaków (27,5%) w górnej części zlewni sprzyjał nadmiernemu stężeniu fosforanów w wodach powierzchniowych. Ograniczenie intensywności rolniczego użytkowania gruntów w dolnej części zlewni na korzyść łąk ekstensywnych sprzyjało znacznemu zmniejszeniu stężenia fosforanów w wodach rzeki.

Słowa kluczowe: zlewnia rolnicza, wody powierzchniowe, fosforany

WSTĘP

Niekontrolowane rozpraszanie składników nawozowych z rolnictwa, a zwłaszcza pierwiastków biogennych do wód powierzchniowych stanowi poważny problem środowiskowy (European Parlament, 2009; Parry, 1998; Sapek, 1998). Związki azotu i fosforu są ważnymi składnikami w produkcji rolniczej, jednak niezbilansowane ich stosowanie przyczynia się do niekontrolowanej emisji biogennych z terenów rolniczych, co może prowadzić do eutrofizacji wód powierzchniowych (HELCOM, 2006). Badania dotyczące ładunków substancji biogennych wprowadzanych do Morza Bałtyckiego z terenu Polski wskazują, że

trafia do niego ok. 20% związków azotu i 22% związków fosforu – ze źródeł naturalnych; 65% N i 55% P – ze źródeł obszarowych (rolnictwo) oraz 15% N i 23% P – ze źródeł punktowych (Igras, Pastuszek, 2009). Związki fosforu mogą przenikać do wód w sposób naturalny w procesie wietrzenia skał, rozpuszczania minerałów fosforanowych oraz antropogenicznie – podczas erozji nawożonej gleby, z gospodarstw rolnych specjalizujących się w produkcji zwierzęcej oraz ze zrzutu ścieków komunalnych i przemysłowych (Barszczewski, 2008; Burzyńska, 2007; Cymes, Szymczyk, 2004; Koc i in., 1999; Parry, 1998; Pietrzak, 2002; Pietrzak, Sapek, 1998; Skwierawski 2004). Według Stegna (1997) prawdopodobieństwo eutrofizacji słodkich wód powierzchniowych zwiększa się wraz ze zwiększaniem stężenia fosforu w zakresie od $0,02\text{--}0,09 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ P. Celem pracy była ocena stężenia fosforanów w wodach rzeki Raszynki oraz w wodach śródpolnych rowów melioracyjnych zlokalizowanych na terenie trzech wiejskich gmin (Lesznów, Raszyn i Michałowice) przyległych do aglomeracji warszawskiej.

MATERIAŁ I METODY

Teren badań

Badania wód powierzchniowych prowadzono w zlewni rzeki Raszynki. Pobierano próbki z tej rzeki oraz ze śródpolnych rowów melioracyjnych na terenie gmin wiejskich (Lesznów, Raszyn i Michałowice) powiatów piaseczyńskiego i pruszkowskiego w województwie mazowieckim. Rzeka Raszynka jest prawym dopływem rzeki Utraty. Długość Raszynki wynosi 16,84 km, a zlewnia zajmuje $72,42 \text{ km}^2$ (Czarnecka i in., 2003). W strukturze użytkowania gruntów w zlewni rzeki Raszynki grunty orne stanowią 74,7% ogólnej powierzchni, użytki zielone 4,6%, lasy 6,1%, zaś tereny zabudowane z szlakami komunikacyjnymi 14,0%. Rzeka częściowo znajduje się na terenie rezerwatu przyrody „Stawy Raszynskie”, którego powierzchnia wynosi 110 ha, z czego 90 ha stanowią stawy hodowlane,

Autor do kontaktu

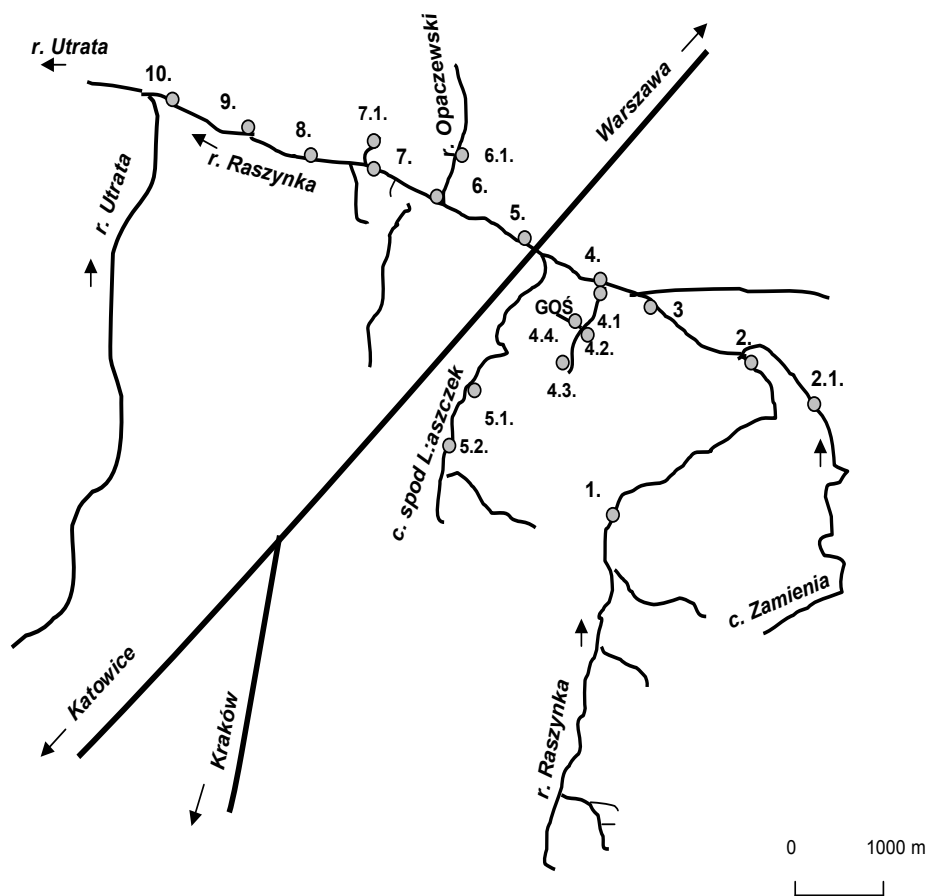
Irena Burzyńska
e-mail: i.burzynska@itp.edu.pl
tel. +48 22 720 0531 w. 568

Praca wpłynęła do redakcji 31 lipca 2015 r.

a resztę terenu zajmują łąki, groble i niewielkie kompleksy lasów olszowych. „Stawy Raszynskie” są rezerwatem ochrony biotopów lęgowych i żerowania ptaków wodno-błotnych (Huflejt i in., 2003). Rzeka rozpoczyna bieg na terenie gminy Lesznówola i uchodzi do rzeki Utraty w 48,92 km jej biegu w miejscowości Pęcice gmina Michałowice. Średni przepływ u ujścia w latach 2014–2015 wyniósł: $0,34 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Zlewnia rzeki Raszynki znajduje się w zasięgu Niecki Mazowieckiej i charakteryzuje się wielowarstwową budową geologiczną oraz złożonym systemem krążenia wód. Fic i Dziedziczak (2003) wyróżnili w tym rejonie dwa główne piętra wodonośne, trzeciorzędowe i czwartorzędowe. W zlewni dominują gleby brunatne i czarne ziemie. W dolinie rzeki występują czarne ziemie kumulacyjne, zgodnie z klasyfikacją PTG, 2011 (Marcinek, Komisarek, 2011). Według danych GUS z 2014 roku (Stan środowiska..., 2014), 69,5% ludności województwa mazowieckiego korzystało z oczyszczalni ścieków, przy czym odsetek korzystających z oczyszczalni wiejskich stanowił zaledwie 26,8%. Ścieki z gminy Michałowice odprowadzane są za pomocą przepompowni Oczyszczalni Ścieków w Pruszkowie, którą zmodernizowano w 2011 roku. Ścieki z terenu gminy Raszyn odprowadzane są do Gminnej Oczyszczalni Ścieków (GOŚ) w Raszynie. Wody

rzeki Raszynki są zasilane oczyszczonymi ściekami z GOŚ w Raszynie, a okresowo również wodami ze stawów hodowlanych Zakładu Doświadczalnego w Falentach.

Teren badań znajduje się w III strefie klimatycznej Polski o średniej temperaturze rocznej $7,6^\circ\text{C}$, niskiej sumie opadów: 450–500 mm/rok oraz długości okresu wegetacji 210–220 dni (Internetowy..., 2015). Intensywne przeobrażenia gospodarcze obserwowane od końca XX wieku na terenie gmin Lesznówola, Raszyn i Michałowice należących do aglomeracji warszawskiej przyczyniły się do zmian w strukturze użytkowania gruntów, m.in. rozbudowy sieci handlowej i komunikacyjnej oraz budownictwa mieszkaniowego. Średnia powierzchnia użytków rolnych w gospodarstwach indywidualnych na terenie powiatu przuszkowskiego w 2010 roku wynosiła 5,0–6,99 ha (Charakterystyka..., 2010). Powiat przuszkowski charakteryzuje się niską obsadą inwentarza żywego: krów (0,4–13,7 sztuk na 100 ha UR na tle średniej dla województwa 27,4 tys. sztuk) oraz trzody chlewnej (32 tys. sztuk, na tle średniej dla województwa 64 tys. sztuk) (Rozwój Rolnictwa..., 2012). Sąsiedztwo aglomeracji warszawskiej – dużego rynku zbytu dla produktów żywnościowych, sprzyja uprawie warzyw gruntowych na terenie gmin Lesznówola, Raszyn i Michałowice.



Rys. 1. Lokalizacja punktów monitoringowych w zlewni rzeki Raszynki

Fig. 1. Location of measuring points in the catchment of the Raszynka river.

Tabela 1. Charakterystyka punktów pobrania próbek wód powierzchniowych
Table 1. The characteristic of a surface water sampling.

Kod punktu The point code	Km biegu rzeki/ rowu Km river	Miejscowość i gmina Locality	Zagospodarowanie terenu Land management
1.	4,2	Łady, gm. Raszyn	B–R
2.	6,5	Dawidy, gm. Raszyn	R, Ł
2.1.	1,0	Dawidy, gm. Raszyn – ciek Zamienna	R, Ł
3.	7,2	Raszyn–Jaworowa gm. Raszyn	Lz, Ł
4	8,0	Raszyn, gm. Raszyn	B–R, Ł
4.1	0,0	Gminna Oczyszczalnia Ścieków Raszyn, gm. Raszyn	Ł
4.2	0,5	Gminna Oczyszczalnia Ścieków – rów Falenty Nowe, gm. Raszyn – rów	R, Ł
4.3	1,0	Falenty Nowe, gm. Raszyn – rów	R, Ł
4.4	1,1	Falenty Nowe, gm. Raszyn – odprowadzalnik GOŚ	Ł
5.	11,5	Raszyn – osiedle, gm. Raszyn	B, N, Wsr
5.1.	1,0	Falenty – Rezerwat Przyrody, gm. Raszyn	Lz, Wsr
5.2.	2,0	Laszczki, gm. Raszyn – ciek spod Laszczek	R, Ł
6.	11,5	Raszyn, gm. Raszyn – za rowem Opaczewskim	B, N, Wsr
6.1.	0,1	Raszyn, gm. Raszyn – rów Opaczewski	B, N
7.	12,4	Michałowie Wieś, gm. Michałowie	B–R, W
7.1.	0,1	Michałowie Wieś, gm. Michałowie – ciek z Michałowie	B–R, W
8.	14,0	Michałowie Wieś, gm. Michałowie	B–R, W
9.	15,8	Pęcice, gm. Michałowie	N, Ł
10.	16,5	Pęcice, gm. Michałowie	N, Ł

B – tereny mieszkaniowe, residential areas; B–R grunty rolne zbudowane, agricultural land built; Ł – łąki, meadows; Lz – grunty zadrzewione, wooded land; N – nieużytki, fallow lands; R – grunty orne, arable land; W – rowy, trenches; Wsr – grunty pod stawami land for ponds

Pobór próbek i oznaczenia

W latach 2014–2015 do analiz laboratoryjnych pobierano próbki wód z częstotliwością jeden raz w miesiącu od marca do listopada z 19 punktów monitoringowych zlokalizowanych na rzece Raszynce i jej dopływach (tab. 1). Do badań pobrano łącznie 170 próbek wody.

W próbkach oznaczono stężenie fosforanów metodą spektrofotometryczną z molibdenianem amonu, zgodnie z normą: PN-EN ISO 6878:2006. Badania wykonano za pomocą analizatora przepływowego SAN PLUS z segmentowanym przepływem strumienia (SFA) firmy SKALAR Breda. Analizy chemiczne wykonano w Laboratorium Badawczym Chemii Środowiska Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach.

W celu oceny stężenia fosforanów w wodzie rzeki na tle zagospodarowania gruntów w jej sąsiedztwie oraz dopływu tego biogenu do rzeki z wodami, rzekę Raszynkę podzielono na trzy odcinki, tj. odcinek górny (4,2–7,2 km), środkowy (6,0–11,5), dolny (11,6–16,5). Wskazany sposób podziału rzeki na odcinki wykorzystano do oceny różnic między średnimi stężeniami fosforanów w jej wodach. Wykonano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA), zaś istotność różnic między wartościami średnimi sprawdzano testem NIR Tukeya przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI

Stężenia fosforanów w wodach Raszynki były zróżnicowane wzdłuż biegu rzeki. Największe jego zakresy zanotowano w górnym odcinku rzeki (0,131–9,051 mg PO₄⁻³·dm⁻³), a najmniejsze w dolnym odcinku (0,090–2,909) (tab. 2). Dodatkowo wartości niektórych parametrów statystycznych (skośność i kurtoza) wskazują, że stężenia fosforanów miały rozkład prawostronny szpiczasty. Około 87% próbek wód Raszynki ze względu na wysokie stężenie w nich fosforanów została zakwalifikowana do stanu poniżej dobrego (Rozporządzenie MŚ z 2014) (tab. 3), a największą ich liczbę stwierdzono w przedziale: 0,51–1,00 PO₄⁻³·dm⁻³. Jedynie 13% próbek mieściło się w dopuszczalnym zakresie stężenia fosforanów ($\leq 0,30$ PO₄⁻³·dm⁻³) i część z nich pochodziła z dolnego odcinka rzeki (tab. 3). Największe średnie stężenie fosforanów zanotowano w górnym biegu rzeki, w punkcie: 1 (3,23 PO₄⁻³·dm⁻³) położonym w Ładach, gm. Raszyn. Najmniejsze stężenia tego składnika stwierdzono w dolnym odcinku rzeki Raszynki w punktach od 7 do 10 (rys. 2).

Stężenie fosforanów w śródpolnych rowach melioracyjnych, stanowiących dopływy Raszynki, było zróżnicowane (0,040–6,979 mg PO₄⁻³·dm⁻³), w zależności od miej-

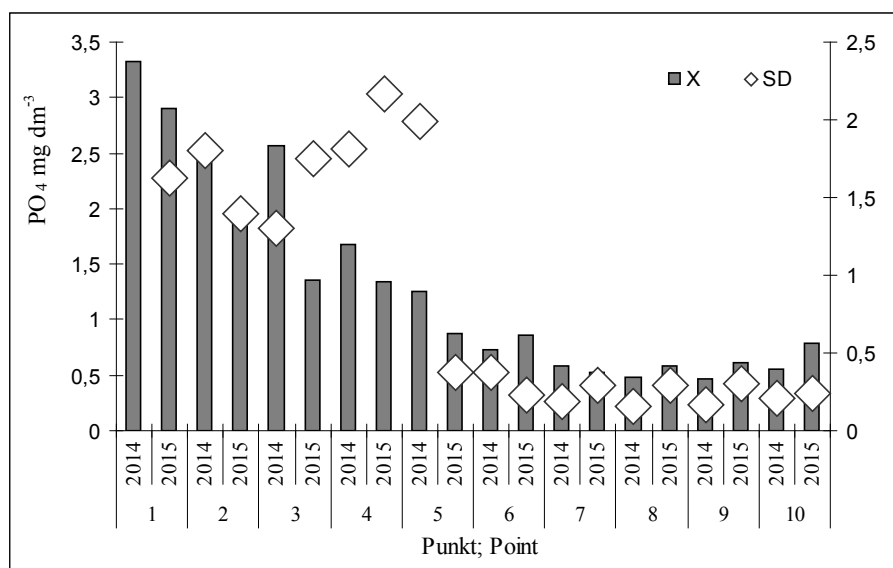
Tabela 2. Stężenie PO_4^{-3} [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$] w wodach rzeki Raszynki i wybranych jej odpływów w latach 2014–2015
 Table 2. PO_4^{-3} [$\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$] concentration in Raszynka river and it's selected tributaries in 2014–2015.

Odcinek rzeki/dopływu (punkt) The section of the river/tributary (point)	Stężenie; Concentration PO_4^{-3}					
	Średnia Mean	Mediana Median	Min.–max,	SD	Skośność Skewnes	Kurioza Kurtosis
Rzeka; river: Raszynka						
Górny; Upper (pkt. 1–3)	2,037 a	1,629	0,131–9,051	1,502	1,670	3,862
Środkowy; Middle (pkt. 4–6)	1,205 b	0,874	0,128–6,936	1,444	3,020	9,607
Dolny; Lower (pkt. 7–10)	0,587 c	0,545	0,090–2,909	0,364	3,586	10,704
Cała rzeka; All section	1,187	0,698	0,090–9,051	1,377	2,800	9,520
Dopływy; Tributaries						
Górny; Upper (2.1)	0,771 ab	0,573	0,131–2,258	0,705	1,540	2,386
Środkowy; Middle 4.1/4.2/4.3	0,829 a	0,601	0,040–6,979	1,012	1,450	1,210
4/4	1,446	0,488	0,040–6,290	0,782	0,897	-0,111
5.1/5.2	1,446	0,593	0,078–6,979	2,032	1,948	2,983
5.1/5.2	0,369	0,455	0,076–0,789	0,223	0,241	-0,738
Dolny; Lower	0,521 b	0,472	0,161–1,435	0,319	1,246	2,561
6.1	0,528	0,588	0,162–0,774	0,226	-0,574	-1,229
7.1	0,515	0,356	0,207–1,435	0,412	1,993	3,848

a, b – statystycznie istotne różnice między wartościami średnimi; a, b – statistically significant differences between the average values

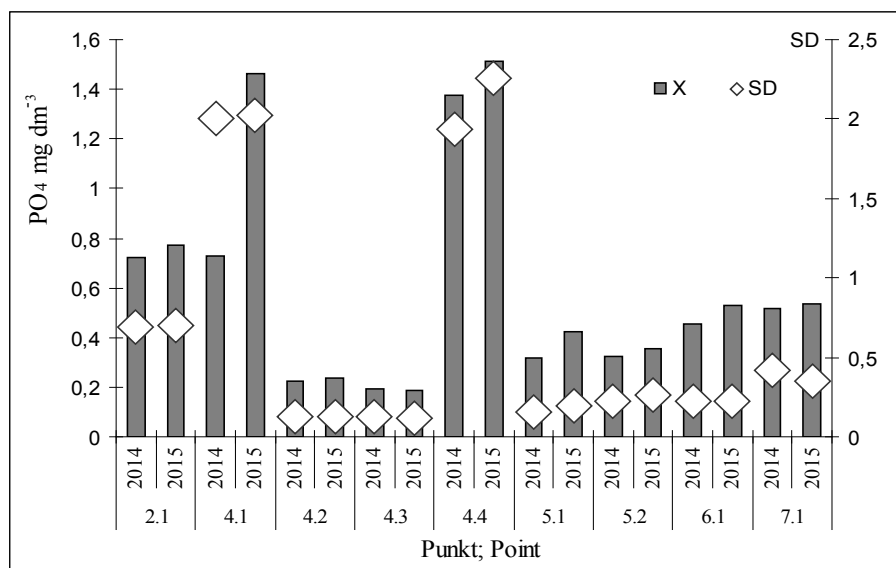
sca pobrania próbek (tab. 2, rys. 3). Największe średnie stężenie fosforanów, a także znaczną wartość odchylenia standardowego zanotowano w przypadku wód z rowu melioracyjnego odprowadzającego „ścieki oczyszczone” z Gminnej Oczyszczalni Ścieków (GOŚ) w Raszynie (4.1 i 4.4). Jednocześnie należy nadmienić, że wody tego odprowadzalnika trafiały do rzeki w punkcie 4. Wody powierzchniowe rowu w jego początkowym (4.3) i środkowym (4.2) odcinku, mimo że przepływały przez tereny rolnicze były dobrej jakości, a stężenie fosforanów było poniżej $0,20 \text{ mg}\cdot\text{PO}_4^{-3}\cdot\text{dm}^{-3}$. Natomiast na odcinku końcowym rowu (4.3) przed wlotem do rzeki, jego wody były w stanie poniżej dobrego, ze względu na znaczne stężenie fosfora-

nów (rys. 3). Również nadmiernie zanieczyszczone fosforanami były wody ciekui Zamienna (2.1), odprowadzającego wody górnego odcinka Raszynki z terenu pól uprawnych gminy Lesznowola. Wody te zakwalifikowano do stanu poniżej dobrego, a ponadto wykazano znaczną zmienność stężenia fosforanów ($0,131\text{--}2,258 \text{ mg}\cdot\text{PO}_4^{-3}\cdot\text{dm}^{-3}$). Stosunkowo niewielkie przekroczenie dopuszczalnego zakresu stężenia dla wód powierzchniowych stwierdzono w wodach ciekui spod Laszczyk (5.1 i 5.2), co może wskazywać na ograniczone źródła rozproszenia tego składnika do środowiska, spowodowane ograniczeniem użytkowania rolniczego gruntów na rzecz trwałej okrywy roślinnej (łąki, tereny zadrzewione) (tab. 1).



Rys. 2. Średnie stężenia fosforanów w wodach rzeki Raszynki w latach 2014–2015

Fig. 2. Mean phosphates concentrations in Raszynka River in 2014–2015.



Rys. 3. Średnie stężenia fosforanów w wodach wybranych dopływów rzeki Raszynki

Fig. 3. Mean phosphates concentrations in surface waters of selected tributaries of Raszynka river.

Tabela 3. Liczba próbek w przedziałach stężenia PO_4^{-3} [$\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$] w wodach rzeki Raszynki w 2014–2015 r.

Table 3. Ranges of PO_4^{-3} concentrations [$\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$] in Raszynka river in 2014–2015.

Odcinek rzeki The section of the river	Liczba próbek w przedziałach stężenia PO_4^{-3} w wodzie Intervals concentration of PO_4^{-3} in surface water					
	$\leq 0,20$	0,21–0,30	0,31–0,50	0,51–1,00	1,01–3,00	$> 3,00$
Górny; Upper	2	2	2	13	18	12
Środkowy; Middle	3	1	6	14	10	3
Dolny; Lower	5	6	20	42	3	0
Wszystkie odcinki; All sections	10	9	28	69	31	15

W dolnym odcinku rzeki badania wód dotyczyły dwóch rowów melioracyjnych, odprowadzających wody z terenów zabudowanych Raszyna i Michałowic, tj. dopływu z Rowu Opaczewskiego (6.1), rowu z Michałowic (7.1). Wykazano, że wody obu rowów były również nadmiernie zanieczyszczone fosforanami „stan poniżej dobrego” (tab. 3, rys. 3).

DYSKUSJA

Sposób zagospodarowania terenu, a zwłaszcza intensywność użytkowania gruntów rolnych oraz działalność bytowo-gospodarcza na terenach wiejskich może wpływać na jakość odpływających z nich wód. Na podstawie badań w zlewni rzeki Raszynki wykazano, że wody górnego i środkowego odcinka rzeki oraz jej dopływów (ciek Zamienia – dopływ spod Dawid), opuszczające teren rolniczej gminy Lesznowola, powiat Piaseczno, wielokrotnie przekraczały wartość graniczną dla II klasy jakości wód powierzchniowych określoną w Rozporządzeniu MŚ z 2014. Otrzymane wyniki mogą wskazywać na wpływ intensywnego rolniczego użytkowania gruntów na jakość wód powierzchniowych. Gmina Lesznowola charakteryzuje się znacznym udziałem gruntów rolnych (84,7%)

w ogólnej ich powierzchni, zaś w strukturze zagospodarowania rolniczego dominuje uprawa ziemniaka (27,5%), warzyw gruntowych (20,0%) oraz pszenicy (15,0%) (Studium..., 2011). Większość gatunków roślin warzywnych ma duże wymagania pokarmowe, co wiąże się ze stosowaniem znacznych dawek nawozów organicznych i mineralnych oraz potrzebą stosowania okresowych nawodnień plantacji tych upraw. Wskazane czynniki mogą przyczyniać się do migracji składników biogennych (NPK) do wód powierzchniowych. Badania prowadzone przez Nash i in. (2015) i Skorbiłowicza (2004) wykazały, że stężenie fosforu w wodzie glebowej zwiększało się wraz ze zwiększaniem dawek tego składnika. Bogdał i Ostrowski (2007) oraz Kiryluk i Rauba (2011) stwierdzili, że w zlewniach o znacznym udziale gruntów ornych dobrych klas bonitacyjnych występuje największy wpływ zanieczyszczeń obszarowych na jakość wód (powierzchniowych i gruntowych).

Na stężenie fosforanów w wodach środkowego odcinka rzeki Raszynki (8,0,1–11,5 km) wpływał zrzut oczyszczonych ścieków z Gminnej Oczyszczalni Ścieków w Raszynie.

Fosforany w wodach w punktach pomiarowych 4,1–4,4 wykazywały znaczną zmienność stężeń tego biogenu (wartość odchylenia standardowego). W wodach dolnego od-

cinka rzeki Raszynki, mimo że stężenia fosforanów przekraczały wartości graniczne określone dla II klasy jakości wód ($\leq 0.30 \text{ mg} \cdot \text{PO}_4^{-3} \cdot \text{dm}^{-3}$), stężenia tego składnika były istotnie mniejsze niż w przypadku górnego odcinka rzeki. Otrzymane wyniki wskazują na zdolności samooczyszczania się wód rzecznych. Badania Burzyńskiej (2013), Barszczewskiego (2008), Pietrzaka (2002) oraz Pietrzaka i Sapka (1998) wskazują, że pozostawianie trwałych użytków zielonych w krajobrazie rolniczym pełni ważną rolę ochronną, skutecznie ograniczającą migrację składników nawozowych, zwłaszcza do wód powierzchniowych. Dąbrowski i Pawłat-Zawrzykraj (2003) na podstawie badań osadów dennych rzeki Raszynki wskazali, że były one zasobne w niektóre makroskładniki (N, P, Mg i Ca). Jakość wód rzeki Raszynki stanowiła przedmiot wielu opracowań, m.in. Dąbrowski i Pawłat-Zawrzykraj (2003) w swoich badaniach z lat 1997/1998 wykazali, że wody rzeki były nadmiernie zanieczyszczone składnikami biogennymi ($8,60 \text{ Nog} \cdot \text{dm}^{-3}$ i $0,342 \text{ Pog} \cdot \text{dm}^{-3}$) Badania monitoringowe prowadzone przez WIOŚ (Raport..., 2008), z lat: 2007–2008 w rejonie dolnego odcinka rzeki w miejscowości Pęcice, wykazały, że wody Raszynki były złej jakości (V klasa jakości) z powodu znacznego stężenia w nich: PO_4^{-3} i Pog ($0,398 \text{ PO}_4^{-3} \cdot \text{dm}^{-3}$ i $0,420 \text{ P} \cdot \text{dm}^{-3}$). Zła jakość wód rzeki Raszynki, a zwłaszcza nadmierne obciążenie jej fosforanami, mimo upływu lat nadal stanowi duży problem, który wymaga rozwiązania. W celu poprawy jakości wód rzeki Raszynki zgodnie z zaleceniami Ramowej Dyrektywy Wodnej (European..., 2009), konieczne jest przestrzeganie przez rolników zaleceń dobrych praktyk rolniczych – dotyczących gospodarowania składnikami nawozowymi w sąsiedztwie wód otwartych w krajobrazie rolniczym.

WNIOSKI

1. Około 87% próbek wód Raszynki przekraczało dopuszczalny zakres stężenia fosforanów ($\leq 0,30 \text{ PO}_4^{-3} \cdot \text{dm}^{-3}$) dla wód powierzchniowych, a największą ich liczbę zanotowano w zakresie: $0,51\text{--}1,00 \text{ PO}_4^{-3} \cdot \text{dm}^{-3}$.
2. Stężenie fosforanów w wodach rzeki Raszynki i w śródpolnych rowach melioracyjnych stanowiących jej dopływy było uzależnione od miejsca poboru próbek oraz zagospodarowania terenu i użytkowania gruntów rolnych. Znaczny udział gruntów ornych (84,7%) pod uprawą warzyw gruntowych (20%) i ziemniaków (27,5%) w górnym odcinku rzeki powodował, że wody w ciekach były nadmiernie zanieczyszczone.
3. Ścieki oczyszczone, odprowadzane z gminnej Oczyszczalni Ścieków do wód powierzchniowych, w tym do rzeki, były poniżej stanu dobrego i miały znaczne odchylenia standardowe.
4. Ograniczenie intensywności rolniczego użytkowania gruntów w dolnym biegu rzeki na korzyść łąk ekstensywnych sprzyjało znacznemu zmniejszeniu stężenia fosforanów w wodach rzeki.

PIŚMIENNICTWO

- Barszczewski J., 2008.** Kształtowanie się obiegu składników nawozowych w produkcyjnym gospodarstwie mlecznym w warunkach dochodzenia do zrównoważonego systemu gospodarowania. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, Rozprawy naukowe i monografie, 23: 1-122.
- Bogdał A., Ostrowski K., 2007.** Wpływ rolniczego użytkowania zlewni podgórskiej i opadów atmosferycznych na jakość wód odpływających z jej obszaru. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 7, z 2a(20): 59-69.
- Burzyńska I., 2007.** Ocena wpływu wybranych cech gleb łąkowych na przenikanie rozpuszczalnych form składników mineralnych do płytkich wód gruntowych. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 7, z. 2a(20): 95-106.
- Burzyńska I., 2013.** Migracja składników mineralnych i węgla organicznego do wód gruntowych w warunkach zróżnicowanego użytkowania łąk na glebach mineralnych. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, Rozprawy naukowe i monografie, 35: 1-92.
- Czarnecka H. (red.), 2003.** Atlas podziału hydrologicznego Polski. Cz. 2. Zestawienia zlewni. Wyd. IMGW Warszawa, Ser. Atlasy, 562.
- Charakterystyka gospodarstw rolnych w województwie mazowieckim. Powszechny spis rolny 2010.** Urząd Statystyczny w Warszawie, ss. 67-69. WWW. psr_2010_charakterystyka_gospodarstw_rolnych.pdf. (dostęp 10.07.2015)
- Cymes I., Szymczyk S., 2004.** Wpływ użytkowania i typu gleby na skład chemiczny wód śródpolnych małych zbiorników. Nawozy i Nawożenie, 2(19): 86-96.
- Dąbrowski Sz.L., Pawłat-Zawrzykraj A., 2003.** Jakość wód Raszynki i jej dopływów. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 3, z. spec. (6): 111-123.
- European Parliament, 2009. Directive 2000/60/EC of the European parliament and of the council of 3rd October 2000, establishing a framework for community action in the field of water policy. European Journal of Communication, 1327: 1-72.
- Fic M., Dziedziczak R., 2003.** Zarys warunków hydrogeologicznych rejonu Falent. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t. 3, z. specj., (6): 9-17.
- Hufajt B., Wasilewski A., Lempicka A., Pawlik-Dobrowolski J., 2003.** Ptaki wodno-błotne na terenie rezerwatu „Stawy Raszynskie” w latach 1999–2000 – struktura i liczebność. Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, t.3, z. Specj., (6): 167-177.
- HELCOM, 2006. Eutrophication in the Baltic Sea, Dryft HELCOM Thematic Assessment in 2006, Helsinki, Finland 7 March 2006: 29.
- Internetowy Atlas Polski.** Maps.igipz.pan.pl/AIDS/home_pl.htm. (dostęp 18.07.2015)
- Igras J., Pastuszek M., 2009.** Udział polskiego rolnictwa w emisji związków azotu i fosforu do Bałtyku. Wyd. IUNG-PIB, Puławy, ss. 309-390.
- Kiryłuk A., Rauba M., 2011.** Wpływ rolnictwa na stężenie fosforu ogólnego w wodach powierzchniowych zlewni rzeki Śliny. Inżynieria Ekologiczna, 26: 122-132.
- Koc J., Szymczyk S., Procyk Z., 1999.** Czynniki kształtujące wymywanie azotu, fosforu i potasu z gleb uprawnych. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 467: 119-125.

- Marcinek J., Komisarek J.** (red.), 2011. Systematyka Gleb Polski. Roczniki Gleboznawcze, T. LXII, n 3: 193.
- Nash D. M., Watkins M., Heaven M.W., Hannah M., Robertson F., McDowell R.**, 2015. Effects of cultivation on soil and soil water different fertiliser regimes. *Soil&Tillage Research*, 145: 37-46.
- Pietrzak S.**, 2002. Bilanse i emisje składników nawozowych w gospodarstwach demonstracyjnych. W: Cele i sposoby ograniczania rozproszenia składników nawozowych z gospodarstwa rolnego do środowiska. *Zeszyty Edukacyjne*, 7: 47-56.
- Pietrzak S., Sapek A.**, 1998. Monitoring jakości wody gruntowej w zagrodzie wiejskiej i jej otoczeniu. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 458: 495-504.
- Parry R.**, 1998. Agricultural phosphorus and water quality: a U.S. environmental protection agency perspective. *Journal of Environmental Quality*, 27: 258-261.
- PN-EN ISO 6878:2006. Jakość wody. Oznaczanie fosforu. Metoda spektrofotometryczna z molibdenianem amonu.
- Raporty o stanie środowiska województwa stołecznego warszawskiego, 1993–1998. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa WIOŚ.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 22 października 2014 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jakości jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. Dz.U. z 2014 r. poz. 1482.
- Rozwój rolnictwa i obszarów wiejskich w województwie mazowieckim w latach 1999–2010.** 2012. Warszawa Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego. [pr.pl/user_uploads/image/PRAWE_MENU/WYDAWNICTWA/MAZOWSZE. Analizy i Studia/Zeszyt 3\(34\)2012/MAiS3\(34\)_2012.pdf](http://pr.pl/user_uploads/image/PRAWE_MENU/WYDAWNICTWA/MAZOWSZE.Analizy_i_Studia/Zeszyt_3(34)2012/MAiS3(34)_2012.pdf). (dostęp 17.07.2015)
- Sapek A.**, 1998. Phosphorus in agriculture and water quality protection. A preface. Conference proceeding. Poznań, 2–3 grudnia 1997. Wyd. IMUZ Falenty: 5-18.
- Skwierawski A.**, 2004. Wpływ rolniczego użytkowania zlewni na akumulację składników biogennych (NPK) w śródpolnych oczkach wodnych. *Nawozy i Nawożenie*, 2(19): 118-129.
- Stan Środowiska w Polsce. Raport 2014.** http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/raporty/GIOS_raport_2014.pdf. (dostęp 15.07.2015)
- Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania gminy Lesznów, 2011. Cz. 1– Uwarunkowania. Załącznik nr. 1 do Uchwały Rady Gminy Lesznów nr. 30/IV?2011 z dn. 15 marca 2011 e. s, 11-24. <http://www.lesznowola.pl/strona-glowna/urząd-gminy/referaty/urbanistyka-materialy/studium.pdf>. (dostęp 10.02.2016)
- WIOŚ, 2014. Stan Środowiska w województwie mazowieckim w 2013 roku.: 49-58. [www. Stan_srodowiska_mazowieckie_2013-2.pdf](http://www.Stan_srodowiska_mazowieckie_2013-2.pdf). (dostęp 25.07.2015)
- Skorbiłowicz M.**, 2004. Wpływ rodzaju zlewni na stężenie wybranych makroskładników w wodach Górnej Narwi. *Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie*, t. 4, z. 1(10): 117-123.
- Stegn L. A.**, 1997. European fertilizer industry view on phosphorus retention and loss from agriculture. W: Phosphorus loss from soil to water. Pr. zbior. pod red. H. Tunneya, O.T. Cartona, P.C. Brookersa, A.E. Johnsona. *Waltingford: CAB International* : 311-328.

I. Burzyńska

THE DYNAMIC OF PHOSPHATE CONCENTRATION IN SURFACE WATERS OF AGRICULTURAL CATCHMENT AREA RASZYŃKA RIVER

Summary

The paper presents results of the phosphate concentration of waters in the catchment area of the river Raszyńka located in the municipalities of Lesznów, Raszyn and Michałowice in the province of Mazowieckie. Water samples from the river and from the mid-field drainage ditches were collected in the period from March to November 2014–2015. Phosphate concentration were determined by spectrophotometry with ammonium molybdate. It was shown that 87% of water samples from the Raszyńka river exceeds the maximum range of phosphate concentration ($\leq 0.30 \text{ PO}_4^{-3} \cdot \text{dm}^{-3}$) for surface water, and the highest number was recorded in the interval of $0.51\text{--}1.00 \text{ PO}_4^{-3} \cdot \text{dm}^{-3}$. A large proportion of arable land (84.7%) under field vegetables (20%) and potatoes (27.5%) – in the upper part of the river, favoured an excessive concentration of phosphates in the surface waters. Reducing the intensity of agricultural land use in the lower section of the river to the extensive meadows favoured a decrease of phosphate concentration.

key words: agricultural catchment, surface waters, phosphates