

Aleksander Kiryluk, Małgorzata Rauba

WPLYW ROLNICTWA NA STĘŻENIE FOSFORU OGÓLNEGO W WODACH POWIERZCHNIOWYCH ZLEWNI RZEKI ŚLINY

Streszczenie. Zbadano stężenie fosforu ogólnego w wodzie rzeki Śliny. Rzeka Ślina i jej dopływy znajdują się na typowym obszarze rolniczym. Badania przeprowadzono w latach 2007-2010 w 19 stałych punktach badawczych usytuowanych na całej długości rzeki. Średnie stężenie fosforu ogólnego wynosiło $0,92 \text{ mg P}\cdot\text{dm}^{-3}$. Wartość tego wskaźnika, powoduje, że wody rzeki Śliny ze względu na stężenie fosforu należy uznać za pozaklasowe i wrażliwe na eutrofizację. Główną przyczyną dużego stężenia fosforu w wodzie rzeki jest duża koncentracja chowu bydła (obsada $2\text{-}3 \text{ DJP}\cdot\text{ha}^{-1}$) a także spływy wód powierzchniowych do rzeki wraz ze związkami biogennymi.

Słowa kluczowe: fosfor ogólny, wody powierzchniowe, eutrofizacja, bydło mleczne.

WPROWADZENIE

W Polsce przeważająca ilość związków azotu i fosforu migrujących do wód powierzchniowych i gruntowych pochodzi z rolnictwa [Ochrona...2006; Sapek 2005]. Szacuje się, że około 50–60% azotu i fosforu dopływającego do Morza Bałtyckiego pochodzi z rolniczych źródeł obszarowych, [Wiśniowska-Kielian, Niemiec, 2006]. Na wielkość ładunku tych związków przedostających się do wód zlewni wpływ ma sposób użytkowania gruntów (intensywne i ekstensywne użytkowanie rolnicze lub brak rolniczego użytkowania) [Adams i in. 1975; Kuźniar i in. 2008]. Związki azotu z zanieczyszczonych wód i ścieków udaje się usuwać w wysokim stopniu, natomiast znacznie trudniej i w mniejszym zakresie usuwane są związki fosforu, co wynika ze ich specyfiki i reakcji z elementami środowiska glebowego. Fosfor w dużych ilościach przedostaje się do środowiska wodnego przez odprowadzanie ścieków z gospodarstw domowych, z budynków inwentarskich, a także przez spływy powierzchniowe z terenów rolniczych, na których stosowane jest nawożenie. Ulega rozpuszczeniu i przemieszcza się dobrze w środowisku kwaśnym, a w środowisku zasadowym ma tendencję do występowania w formie trwałej, trudno dostępnej dla roślin, jako fosforan wapnia, żelaza czy manganu.

W celu ograniczenia i zmniejszenia dopływu biogenów z obszarów rolniczych do wód opracowano i wdrożono Dyrektywę Azotanową [Dyrektywa...1991] doty-

Aleksander KIRYLUK – Politechnika Białostocka, Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska; Małgorzata RAUBA – Politechnika Białostocka, Zamiejscowy Wydział Leśny w Hajnówce

czącą ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego. Dotychczas nie opracowano podobnej dyrektywy fosforanowej, mającej na celu ograniczać dopływ związków fosforu ze źródeł obszarowych. Fosfor jest jednym z pierwiastków powodujących jednakże w dużym stopniu eutrofizację wód. (Kupiec, Zbierska 2010).

W województwie podlaskim po 1990 r. wyraźnie wzrosła produkcja mleka i obecnie ok. 30% jej krajowej produkcji pochodzi z tego regionu kraju [Rolnictwo...2008]. Największe gospodarstwa bydła mlecznego o charakterze ferm występują w zachodniej części tego województwa [Program... 2003]. Wyraźny wzrost pogłowia i koncentracja chowu bydła w tej części województwa powoduje, że obsada bydła wynosi tu od 2 do 3 DJP·ha⁻¹, a w niektórych gospodarstwach przekracza 3 DJP·ha⁻¹. Intensywne wykorzystanie użytków zielonych i dynamiczny rozwój chowu bydła mlecznego mogą powodować duże rozproszenie związków azotu i fosforu do środowiska. Rozpoznanie i identyfikacja źródeł zanieczyszczenia wody składnikami nawozowymi ma uzasadnienie w związku z realizacją programów działań mających na celu ograniczenie odpływu azotu ze źródeł rolniczych [Brandjes i in. 1996; Rozporządzenie ... 2002 r.].

Przez obszar województwa podlaskiego przepływa ważna dla stanu środowiska przyrodniczego rzeka Narew. Jest ona badana i oceniana w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska w zakresie zanieczyszczeń związkami chemicznymi i biologicznymi pochodzącymi z przemysłu i gospodarki komunalnej, natomiast mniejsze jej dopływy nie są objęte monitoringiem, pomimo, że przyczyniają się znacząco do zmiany jakości wód rzeki głównej. W małych zlewniach rzecznych użytkowanych rolniczo największy problem stanowią zanieczyszczenia związkami azotu i fosforu. Ze spływem powierzchniowym są przemieszczane rozpuszczalne formy azotu oraz w mniejszym stopniu związki fosforu.

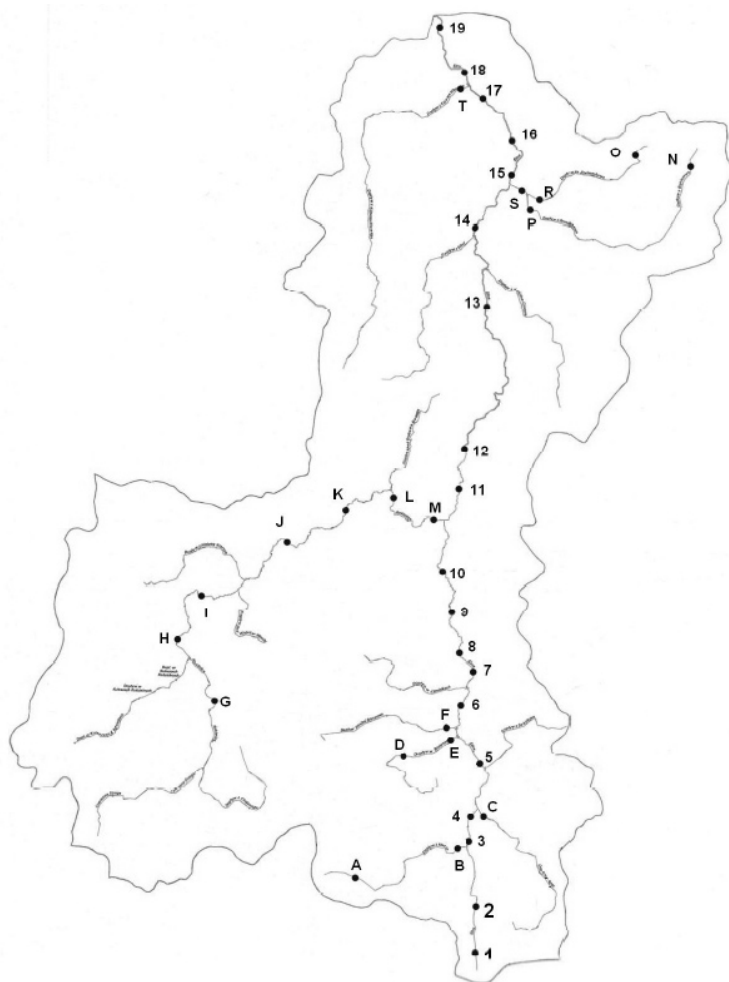
Niewielkie rzeki i ciekі są badane w celach kontrolnych okresowo, średnio raz na 3 lata, tylko przy ujściu. Bez badania dopływów trudno ocenić ich wpływ na jakość większych rzek oraz rzeczywiste przyczyny ich zanieczyszczeń. Podjęto więc badania zanieczyszczeń wody rzeki Ślina, będącej jednym z ważniejszych dopływów Narwi.

Wejście Polski do Unii Europejskiej wymusiło na rolnikach stosownie się do Kodeksu Dobrej Praktyki Rolniczej oraz opracowywanie planów nawozowych dla gospodarstw. Bilans azotu nie powinien przekraczać 30 kg azotu na 1ha użytków rolnych [Kodeks...2004]. Zmniejszyło to w pewnym stopniu niekontrolowane i czasami nieracjonalne nawożenie.

Celem badań jest pokazanie zmian stężenia fosforu ogólnego w wodach rzeki Śliny. Badany teren zlewni znajduje się w obrębie Zielonych Płuc Polski, co uzasadnia celowość prowadzenia tych badań także w aspekcie środowiskowym.

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU I METODYKA BADAŃ

Zlewnia rzeki Śliny położona jest w południowo-zachodniej części województwa podlaskiego w obrębie dwóch powiatów: białostockiego i wysokomazowieckiego. W granicach zlewni zlokalizowane są gminy: Zawady, Tykocin, Sokoły, Kobylin-Borzymy, Nowe Piekuty, Kulesze Kościelne i Wysokie Mazowieckie (rys. 1). Obszar zlewni w podziale fizyczno-geograficznym położony jest w obrębie mezoregionu Dolina Górnej Narwi oraz Wysoczyzny Wysokomazowieckiej wchodzącej w skład makroregionu Niziny Północnopodlaskiej. Granicę zlewni od północy wyznacza ujście rzeki Śliny do rzeki Narew w miejscowości Targonie Wielkie.



Rys. 1. Mapa zlewni rzeki Śliny z zaznaczonymi punktami poboru wody do badań
Fig. 1. Ślina river basin map with marked points of water sampling for research

Rzeka Ślina jest III-rzędowym, lewobrzeźnym dopływem Narwi. Wpada do niej na 270 km jej biegu. Jest to rzeka uregulowana na całej długości wynoszącej 20 km. Szerokość koryta rzeki wynosi od 1,5 do 5 m, a głębokość nie przekracza 1m. Na pewnych odcinkach jest ona ciekim okresowym, wody zanikają w piaskach jest brak przepływu.

Prowadzone w roku 2008 badania przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w punkcie pomiarowo-kontrolnym w miejscowości Targonie Wity, wykazują iż wody rzeki Śliny są podatne na eutrofizację ze względu na podwyższoną zawartość azotu azotanowego (V), którego stężenie średnioroczne wynosiło 12,23 mg N-NO₃·dm⁻³. Stan ekologiczny rzeki jest umiarkowany ze względu na zwiększone stężenia azotu azotanowego (V), a rzeka nie jest przydatna do bytowania ryb ze względu na zawartość tlenu rozpuszczonego i fosforu ogólnego.

Zlewnia zajmuje powierzchnię 35 717,9 ha, z czego 28 312,5 ha zajmują grunty użytkowane rolniczo. Największą powierzchnię z użytków rolnych zajmują grunty orne (GO), tj. 22 020 ha. Trwałe użytki zielone (TUZ) stanowią 6 292 ha. Duży obszar zlewni zajmują również lasy i grunty leśne – 7 364 ha. Natomiast pozostałe obszary (wody powierzchniowe, nieużytki oraz zabudowania) zajmują około 235 ha. Procentowa struktura użytkowania gruntów na terenie zlewni przedstawia się następująco:

- grunty orne – 61,3%
- łąki i pastwisk – 17,5%
- sady – 0,1%
- lasy i grunty leśne – 20,5%
- wody powierzchniowe i nieużytki – 0,6%

W celu oceny oddziaływania produkcji rolniczej na jakość wód powierzchniowych przeprowadzono badania powierzchniowych wód płynących w miesiącach o szczególnie intensywnej działalności rolniczej. Próby wód powierzchniowych pobierano w sezonie wiosennym, letnim i jesiennym w następujących terminach:

- 2007 rok – 15 września i 7 listopada,
- 2008 roku – 27 marca, 16 maja, 20 czerwca, 26 sierpień, 15 września, 17 listopada,
- 2009 roku – 3 kwietnia, 24 maja, 25 czerwca, 26 sierpień, 16 września, 20 listopada,
- 2010 roku – 3 marca, 10 maja.

Badania wód prowadzono w stałych 19 punktach zaznaczonych na mapie (rys. 1.) Punkty badawcze na ciekach zlokalizowano w miejscach, które nie były narażone na dopływy zanieczyszczeń komunalnych pochodzących z osiedli wiejskich lub ścieków z ferm hodowlanych.

Punkty o numerach 1-6 występują w dolnym biegu rzeki, gdzie na obszarach przylegających do niej przeważają użytki zielone. Na tym odcinku doliny jest duża

koncentracja chowu bydła, a łąki i pastwiska są intensywnie użytkowane. Prowadzony jest intensywny wypas bydła na pastwiskach przyzagrodowych.

Punkty o numerach 7-11 zlokalizowano w środkowej części rzeki. Przeważają tam grunty orne oraz występują niewielkie enklawy użytków zielonych i leśnych. W tej części zlewnia jest użytkowana średnio intensywnie, natomiast istnieją możliwości spływu związków azotu i fosforu z położonych wyżej pól uprawnych.

Punkty badawcze o numerach 12-19 występują w górnej części zlewni, która jest użytkowana średnio intensywnie.

Okres wiosenny poboru prób ustalono ze względu na możliwość oceny intensywnego wymywania i przemieszczania składników nawozowych, w tym także fosforu pod wpływem roztopów, spływów powierzchniowych i opadów atmosferycznych, które w tym okresie są bardzo intensywne. Niewykorzystane składniki biogenne po sezonie wegetacyjnym w okresie jesienno-zimowym mogą być kumulowane w profilu glebowym i na okres zimowy unieruchamiane, po czym wiosną mogą migrować do wód powierzchniowych.

Okres letni wybrano ze względu na możliwość oceny wykorzystania składników pokarmowych przez rośliny w okresie ich intensywnego rozwoju i wzrostu. W czasie intensywnego wzrostu roślin składniki pokarmowe, przy odpowiednio dobranych dawkach nawozowych, powinny być w całości pobierane przez rośliny, a straty do środowiska wodnego być znikome.

Termin jesienny został wybrany ze względu na możliwość przedostawania się do wód powierzchniowych nawozów naturalnych i organicznych pochodzących z resztek poźniwnych. Na skutek odsłonięcia pokrywy glebowej po zniwach, nawozy naturalne wraz ze spływami powierzchniowymi i częściowo przez erozję wietrzną mogą przedostawać się do wód otwartych.

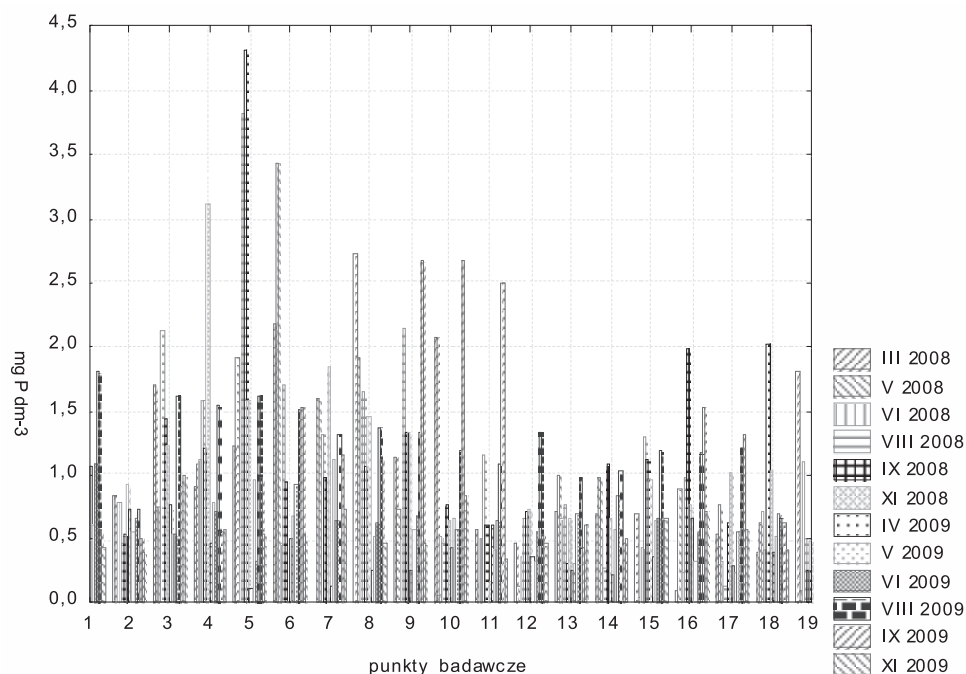
Próbki do oznaczeń pobierano do pojemników polietylenowych z ze środkowego strumienia cieką za pomocą czerpaka ze zlewką wykonaną z polipropylenu. W pobranych próbkach wód oznaczono stężenia fosforu ogólnego metodą spektrofotometryczną przy użyciu spektrofotometru DR/2000 firmy HACH zgodnie z metodyką tej firmy. W badanych wodach zbadano również stężenie tlenu rozpuszczonego przy pomocy zmodyfikowanej metody Winklera zgodnie z metodyką firmy HACH.

W celu oceny poziomu stosowanego nawożenia przeprowadzono badania ankietowe w 119 gospodarstwach usytuowanych w obrębie zlewni rzeki Śliny. Na podstawie uzyskanych wyników obliczono bilans fosforu metodą „Macrobil” [Fotyma i in., 2001]. Uzyskane wyniki opracowano przy użyciu programu statystycznego STATISTICA 9 (firmy StatSoft, Inc). Zbadano zależność pomiędzy średnimi stężeniami fosforu ogólnego w pobranych wodach rzeki Śliny a średnimi stężeniami tlenu rozpuszczonego, przy poziomie ufności 0,05. Określono także korelacje pomiędzy średnimi stężeniami fosforu ogólnego i wielkością stosowanego nawożenia fosforowego.

WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Stężenia fosforu ogólnego w wodzie rzeki Śliny

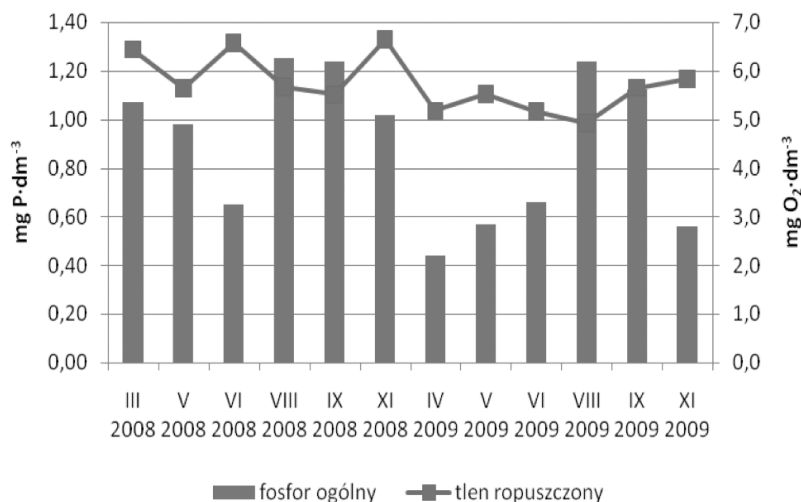
Średnie stężenie fosforu ogólnego w wodach powierzchniowych w latach 2007-2010 wynosiło $0,92 \text{ mg P-dm}^{-3}$ (tab.1). Ponadnormatywne stężenia fosforu ogólnego wystąpiły w wodach pobranych we wszystkich punktach pomiarowych (rys. 2). Przekroczyły one średnio dwukrotnie dopuszczalne stężenie tego parametru przypisanego dla II klasy jakości wód powierzchniowych (Rozporządzenie ...2008).



Rys. 2. Stężenia fosforu ogólnego w wodach rzeki Śliny

Fig. 2. Concentrations of total phosphorus in Ślina river waters

Wyższymi stężeniami charakteryzowały się wody dolnego i środkowego odcinka rzeki (punkty 1-11), na co miały wpływ niewielkie przepływy wód i niskie stężenie tlenu rozpuszczonego (rys. 3). Badania Milera [2002] oraz Dojlido [1998] potwierdzają, że wielkości stężeń związków fosforu w dużej mierze zależą od zawartości tlenu w wodach powierzchniowych. Uważają oni, że następuje wzrost stężeń fosforu przy jednoczesnym spadku zawartości tlenu rozpuszczonego (uwalniania się rozpuszczalnych związków fosforu w warunkach anaerobowych), co miało również miejsce w wodach rzeki Śliny. Można więc przypuszczać, że w wodach rzeki Śliny jedną z przyczyn występowania wysokich stężeń w miesiącach letnich były stwierdzone niskie stężenia tlenu rozpuszczonego przy niskich przepływach.

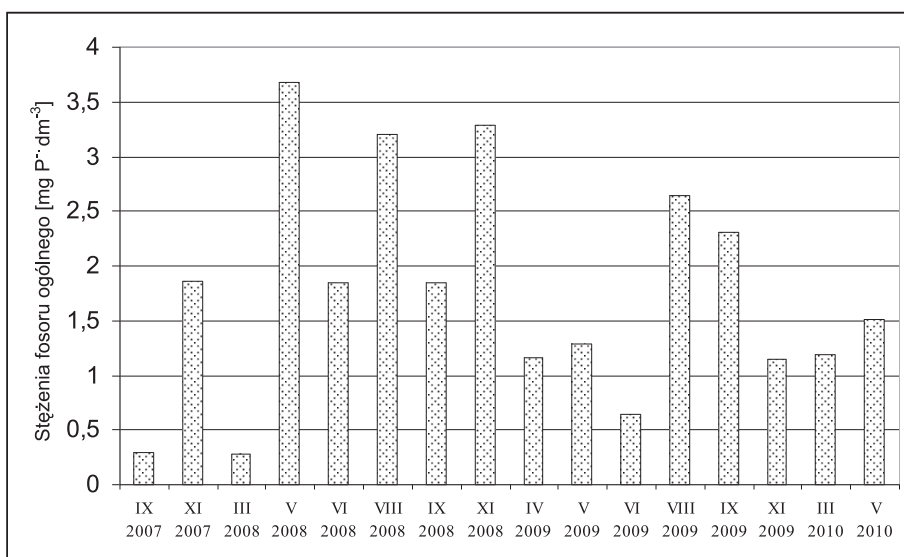


Rys. 3. Stężenia fosforu ogólnego i tlenu rozpuszczonego w wodach rzeki Śliny
Fig. 3. Concentrations of total phosphorus and dissolved oxygen in river water of Ślina

Najmniejsze stężenie fosforu ogólnego stwierdzono w listopadzie 2008 r. w punkcie badawczym 6 i wynosiło $0,01 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. Największe stężenie wystąpiło w listopadzie 2007 r. w punkcie badawczym 4 i wynosiło $5,16 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 1). Te dwa punkty znajdują się w górnym, początkowym odcinku rzeki Śliny, a więc w rejonie, gdzie przeważają grunty orne i jest dość gęsta zabudowa wiejska. Do rzeki na tym odcinku przedostają się niekontrolowane odcieki z budynków inwentarskich oraz ścieki komunalno bytowe. Jednakże w tej części doliny rzecznej wysokie stężenie fosforu ogólnego wystąpiły sporadycznie. Terenowa analiza użytkowania gruntów i badania ankietowe wykazują, że na tym odcinku doliny brak jest intensywnego chowu bydła, a pojawienie się dość dużych stężeń fosforu w rzece wynika z przedostawania się głównie ścieków komunalno-bytowych. Na duże stężenie fosforu w tych punktach może mieć także wpływ bardzo mały przepływ wody w rzece w jej górnym odcinku i brak możliwości rozcieńczenia dopływających zanieczyszczeń. Brak większych kompleksów użytków zielonych w tym obszarze także nie stwarza barier do zatrzymywania przemieszczających się zanieczyszczeń [Barszczewski 2008; Pietrzak, Sapek 1998].

Analizując wielkość stężeń na całej długości rzeki można zauważyć (tab.1), że większe wartości średniego stężenia fosforu ogólnego wystąpiły w punktach badawczych od 1 do 9, usytuowanych w dolnym, ujściowym odcinku rzeki. Powodowane to było kumulowaniem się fosforu w rzece Ślina z wód docierających z licznych dopływów na całej trasie rzeki. Ponadto wzdłuż dolnego odcinka rzeki występują zwarte kompleksy łąk i pastwisk i jest skoncentrowana hodowla bydła mlecznego (w niektórych wsiach obsada bydła wynosi $3 \text{ DJP} \cdot \text{ha}^{-1}$) a więc znacznie ponad zalecane dobre praktyki rolnicze [Kodeks..., 2004].

Rozpatrując sezonową zmienności stężeń fosforu ogólnego (rys.4) należy zauważyć, że większe stężenia występowały w miesiącach wegetacyjnych (maj – wrzesień 2008 r., oraz sierpień – wrzesień 2009). Mogło być to spowodowane przemieszczaniem się fosforu z nawozów stosowanych na grunty orne i użytki zielone. Liczne badania [Adams i in. 1975; Barszczewski 2008] potwierdzają wzrost stężeń fosforu w wodach powierzchniowych w miesiącach letnich. Na większe stężenia fosforu w rzece miały wpływ występujące w miesiącach letnich w tym rejonie opady, często o charakterze burzowym [Kiryłuk, Rauba 2009; Program... 2003], powodujące zmywanie związków nawozowych i innych zanieczyszczeń zawierających fosfor, pochodzący z obszarów wiejskich. Jedną z przyczyn podwyższonych stężeń fosforu ogólnego w okresie wegetacyjnym może być wielkość dawek stosowanych nawozów fosforowych. Z bilansu fosforu przeprowadzonego na badanym terenie wynika, że nadwyżki tego składnika wynosiły do $15 \text{ kg P} \cdot \text{ha}^{-1}$. Mimo, iż uważa się, że fosfor słabo migruje w środowisku glebowym ze względu na przechodzenie w trudno rozpuszczalne związki fosforanowe (RUSZKOWSKA i in., 1984), w przypadku gleb lekkich, które występują na badanym obszarze oraz w wyniku długotrwałego nawożenia jest możliwe wysycenie gleb tym składnikiem i migracja fosforu w profilu glebowym.



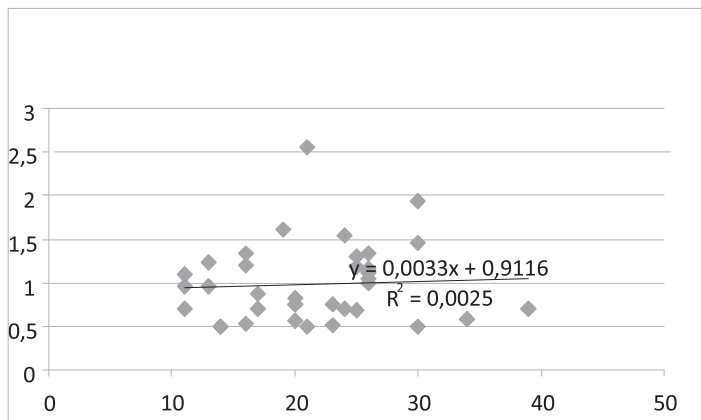
Rys. 4. Sezonowa zmienność stężeń fosforu ogólnego w rzece Ślina

Fig. 4. Seasonal variability of total phosphorus concentrations in the river Ślina

Wykonana analiza statystyczna (rys.5.) wykazała, że wielkość stosowanego nawożenia fosforowego nie wpłynęło w istotny sposób na wielkość stężenia fosforu ogólnego w wodzie rzeki Śliny (bardzo niski współczynnik korelacji). Można przypuszczać, że wysokie stężenie fosforu w wodach dolnego odcinka rzeki pochodziło głównie z koncentracji bydła na pastwiskach i z fermowej zabudowy wsi.

Tabela 1. Stężenie fosforu ogólnego w wodzie rzeki Ślony (mg P<sub>dm⁻³)
Table 1. The concentration of total phosphorus in river water of Ślona (mg P · dm⁻³)</sub>

Numer punktu badawczego	Terminy badań																		Śred-nia	Min.	Max.
	IX 2007	XI 2007	III 2008	V 2008	VI 2008	VIII 2008	IX 2008	XI 2008	IV 2009	V 2009	VI 2009	VIII 2009	IX 2009	XI 2009	III 2010	V 2010					
1	2,34	2,03	0,54	1,48	1,66	2,36	2,17	0,67	1,06	0,61	1,8	0,57	0,43	0,91	1,61	1,33	0,43	2,36			
2	2,1	1,65	0,84	4,04	0,79	0,46	0,53	0,92	0,74	0,56	0,74	0,51	0,39	0,76	0,93	1,03	0,39	4,04			
3	1,98	1,23	1,7	0,75	0,75	2,13	1,43	1,23	0,76	0,54	1,62	0,91	0,99	0,57	0,62	1,11	0,53	2,13			
4	0,79	5,16	0,9	1,08	1,12	1,58	1,21	3,12	0,46	0,79	1,54	0,55	0,57	0,52	0,66	1,29	0,46	5,16			
5	1,78	2,12	1,23	1,92	0,6	3,82	4,32	1,58	0,11	0,96	1,62	0,98	0,53	0,77	1,01	1,48	0,11	4,32			
6	1,07	1,76	2,18	3,44	0,46	1,7	0,95	0,01	0,51	0,68	1,51	1,53	0,53	0,47	0,5	1,13	0,01	3,44			
7	1,16	1,08	3,34	1,6	0,57	1,32	0,98	1,84	0,13	1,13	1,32	1,15	0,74	0,4	0,47	1,11	0,13	3,34			
8	0,98	1,13	2,72	1,92	0,46	1,65	1,07	1,46	0,26	0,52	1,37	1,13	0,47	0,39	0,54	1,04	0,26	2,72			
9	1,13	1,32	1,14	0,73	0,5	2,14	1,34	1,34	0,25	0,57	1,34	2,67	0,46	0,44	0,71	1,04	0,25	2,67			
10	0,91	0,87	2,08	0,07	0,52	0,47	0,76	0,65	0,44	0,66	1,19	2,68	0,84	0,45	0,53	0,85	0,07	2,68			
11	1,09	0,66	0,58	0,15	0,51	1,15	0,61	0,16	0,61	0,42	1,08	2,5	0,34	0,49	0,54	0,72	0,15	2,5			
12	0,93	0,87	0,47	0,13	0,37	0,67	0,72	0,74	0,37	0,33	1,34	0,53	0,47	0,17	0,54	0,58	0,13	1,34			
13	0,66	1,07	0,72	1,00	0,66	0,76	0,31	0,66	0,26	0,31	0,98	0,43	0,61	0,53	0,56	0,63	0,26	1,07			
14	0,57	0,97	0,69	0,98	0,58	0,27	1,08	0,67	0,23	0,57	1,03	0,46	0,5	0,51	0,42	0,64	0,23	1,08			
15	1,08	1,28	0,7	0,05	0,43	1,29	1,12	0,97	0,37	0,65	1,19	0,65	0,66	0,56	0,52	0,76	0,05	1,29			
16	0,78	1,21	0,09	0,89	0,24	0,98	1,99	0,76	0,66	0,32	1,17	1,53	0,72	0,51	0,55	0,81	0,09	1,99			
17	0,63	0,89	0,53	0,76	0,32	0,13	0,63	1,02	0,29	0,24	1,21	1,32	0,57	0,49	0,57	0,63	0,13	1,32			
18	0,71	1,19	0,39	0,62	0,72	0,41	2,03	1,03	0,39	0,52	0,67	0,62	0,42	0,45	0,58	0,71	0,39	2,03			
19	0,69	0,57	1,8	0,1	1,11	0,5	0,26	0,48	0,46	0,41	0,52	0,75	0,61	0,38	0,5	0,64	0,1	1,8			
Srednia	1,12	1,42	1,19	1,14	0,65	1,25	1,23	1,01	0,44	0,56	1,23	1,12	0,56	0,52	0,65						
Minimum	0,57	0,57	0,09	0,05	0,24	0,13	0,26	0,01	0,11	0,24	0,03	0,67	0,43	0,17	0,42						
Maximum	2,34	5,16	3,34	4,04	1,66	3,82	4,32	3,12	1,66	1,13	1,8	2,68	0,99	0,91	1,61						



Rys. 5. Zależność stężenia fosforu ogólnego od wielkości stosowanego nawożenia fosforowego
Fig. 5. Dependence of total phosphorus concentration from the degree of phosphorus fertilization

WNIOSKI

1. Średnie tężenie fosforu ogólnego w okresie 2007-2010 w wodach rzeki Śliny wynosiło $0,92 \text{ mg P} \cdot \text{dm}^{-3}$. Stężenia należy uznać za wysokie a wody za wrażliwe na zanieczyszczenia związkami fosforu ze źródeł rolniczych.
2. Stwierdzono sezonową zmienność stężenia fosforu ogólnego w wodzie rzeki Śliny: największe jego stężenia występowały w miesiącach letnich i powodowane były wpływami związków nawozowych z intensywnie użytkowanych obszarów rolniczych oraz niskimi przepływami wody w cieku.
3. Koncentracja chowu bydła mlecznego na obszarze dolnego odcinka doliny rzeki Śliny (obsada 2-3 DJP·ha⁻¹) miała wpływ na wzrost stężenia fosforu ogólnego w wodzie rzecznej.
4. Nie stwierdzono istotnego wpływu wysokości stosowanego nawożenia fosforowego na wielkość stężeń fosforu w wodach powierzchniowych.

BIBLIOGRAFIA

1. Adams s. N., McAllister J.S.V., 1975. Nutrient cycles involving phosphorus and potassium on livestock farms in Northern Ireland. J. Agricult. Sc.Camb. 85,345-349.
2. Barszczewski J.2008. Kształtowanie się obiegu składników nawozowych w produkcyjnym gospodarstwie mlecznym w warunkach dochodzenia do zrównoważonego systemu gospodarowania. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, Rozpr.nauk.i monogr. 23, pp. 1-122.
3. Brandjes P.J., De Witt J., Van Der Meer H.G., Van Keulen H.1996. Livestock and the environment. Finding a balance. Wageningen: Intern.Agricult.Centre. January 1996, www. virtualcentre.org.
4. Dojlido J., Woyciechowska J., Taboryska B., Szkutnicki J. 1998. Wymywanie związków azotu i fosforu w zlewniach rolniczych dopływów Górnej Wilgi. Wiadomości Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, t. XXI (XLII), z. 4,s.39-73.

5. Dyrektywa Rady 91/676/EWG z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (Dz.U.UE L z dnia 31 grudnia 1991 r.).
6. Fotyma M., Jadczyzyn T., Pietruch Cz. 2001. System wpierania decyzji w zakresie zrównoważonej gospodarki składnikami mineralnymi –MACROBIL. Pam. Puł., Puławy, z. 124, s. 81-89
7. Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej, 2004 Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
8. Kiryluk A., Rauba M. 2009. Zmienność stężenia związków azotu w różnie użytkowanej zlewni rolniczej rzeki Ślina. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, t.9z.4(28),71-86.
9. Kupiec J., Zbierska J. 2010. Nadwyżki fosforu w wybranych gospodarstwach rolnych zlokalizowanych na obszarach narażonych na zanieczyszczenia azotanami. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, t. 10 z. 1(29) s. 59
10. Kuźniar A., Twardy S., Kowalczyk A. 2008. Przyczyny zmian stężenia związków azotu i fosforu w wodach powierzchniowych górnej zlewni Sanu (po przekrój w Przemysłu) w latach 1990-2005. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, t.8,z.1(22),185-196.
11. Miler A. T. 2002. Skład chemiczny oraz unosiny i zawiesiny w ciekach dwóch mikrozelewni o kontrastowym zalesieniu. Przegląd Naukowy. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska. Roczn. XI, z. 2(25), s. 62-70.
12. OCHRONA Środowiska 2006., Informacje i opracowania statystyczne. Warszawa:GUS ss. 522.
13. Pietrzak S., Sapek A. 1998. Monitoring jakości wody gruntowej w zagrodzie wiejskiej i jej otoczeniu. Zesz. Prob. Post. Nauk Rol., 458, 495-504.
14. Program ochrony środowiska województwa podlaskiego na lata 2003-2006. Zarząd Województwa Podlaskiego, Białystok, 2003, maszynopis ss.154.
15. Rolnictwo w województwie podlaskim w 2007 r., 2008. Białystok, Urząd Statystyczny ss.56.
16. Rozporządzenie Ministra Środowiska, z dnia 23 grudnia 2002 r., w sprawie szczegółowych wymagań, jakim powinny odpowiadać programy działań mających na celu ograniczenia odpływu ze źródeł rolniczych (Dz.U.2003, nr 4, poz. 44).
17. 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).
18. Ruzzkowska M., Rębowska Z., Sykut S., Kusio M. 1984. Bilans składników pokarmowych w doświadczeniu lizymetrycznym. Pam. Puł. 82, s. 7-28.
19. Sapek B. 2005. Gospodarowanie azotem i fosforem w rolnictwie w aspekcie poprawy jakości wód w Bałtyku. Zesz. Eduk. IMUZ, nr 10/2005.
20. Wiśniowska-Kielian B, Niemiec M, 2006 Ocena zawartości azotanów w wodach rzeki Dunajec. Annales UMCS, Sec. E, z. 61 s. 147– 156.

IMPACT OF AGRICULTURE ON THE CONCENTRATION OF TOTAL PHOSPHORUS IN THE SURFACE WATER CATCHMENT AREA ŚLINA

Abstract. Examined of the concentration of total phosphorus in the waters of the Ślina River. Ślina River and its tributaries are the typical agricultural area. The study was conducted in 2007-2010 in 19 permanent research points located along the river. The average concentration of total phosphorus was 0,92 mg P dm⁻³. The value of this parameter implies that the waters of Ślina River because of the concentrations of total phosphorus should be considered outside class, and sensitive to eutrophication. The main reason high concentration of phosphorus in the waters of the river is a large concentration of cattle (2-3 DJP ha⁻¹) as well as surface water runoff into the river, together with biogenic compounds.

Keywords: total phosphorus, surface water, eutrophication, dairy cattle.