

OCENA POTENCJALNEJ EUTROFIZACJI WÓD PŁYNĄCYCH W ZLEWNI ŚRODKOWEJ WISŁY

Tatiana SOLOVEY

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, Zakład Zasobów Wodnych

Słowa kluczowe: azot, eutrofizacja, fitoplankton, fosfor, glony

Streszczenie

Podstawowym indykatorem potencjalnej eutrofizacji wód powierzchniowych jest duża zawartość związków fosforu i azotu. Korzystając z danych monitoringu WIOŚ przeprowadzono analizę jakości wód rzecznych na obszarze RZGW Warszawa pod kątem oceny ich potencjalnej eutrofizacji. Przyjęto, że wody są potencjalnie eutroficzne, jeżeli przekroczone zostają graniczne wartości wskaźników podane w Rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych. W ponad 40% punktów pomiarowych (667 w latach 2004–2006) stwierdza się przekroczenie granicznej wartości co najmniej jednego z rozpatrywanych wskaźników – stężenia azotanów, azotu ogólnego, fosforu ogólnego i chlorofilu α . Objawy eutrofizacji (intensywny rozwój glonów planktonowych) występują na nizinnych odcinkach Wisły oraz głównych rzek zlewni jej środkowego biegu: Narwi, Wieprza, Bzury, Pilicy, Radomki, Bugu, a także na krótkich przyujściowych odcinkach innych rzek.

WSTĘP

Rzeki są systemami otwartymi, których funkcjonowanie zależy od dopływu materii ze zlewni. Wzbogacanie wody w substancje biogenne spływające z terenu zlewni powoduje przyspieszony wzrost glonów oraz wyższych form życia roślinnego, czyli eutrofizację. Głównym czynnikiem eutrofizującym wody jest fosfor, w niewielkiej części – azot, a w wyjątkowych sytuacjach – węgiel [LAMPERT, SOMMER, 2001].

Wskaźniki obciążenia jednostki powierzchni zlewni ładunkami azotu i fosforu (kg N lub $\text{P}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$) zależą głównie od struktury jej użytkowania. Przyczyną dużych wartości

tych wskaźników jest znaczny udział terenów rolniczych. Największe wymywanie azotanów w warunkach braku nawożenia obserwowane jest w strefach ugorów ($144 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) i gruntów ornych ($52 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) [ŻUREK, 2002]. Przyjmuje się, że:

- 50–80% zanieczyszczeń wód azotem pochodzi z odpływów z obszarów wykorzystywanych rolniczo;
- głównymi źródłami zanieczyszczeń wód fosforem są ścieki komunalne i przemysłowe.

W warunkach naturalnych eutrofizacja jest procesem powolnym, który może trwać setki, a nawet tysiące lat. Przekształcanie środowiska przez ludzi znacznie go przyspieszyło – można obecnie wyodrębnić oddzielny proces – eutrofizację antropogeniczną, która stała się problemem ogólnosiwiatowym.

Eutrofizacja wód objawia się wieloma niekorzystnymi dla środowiska przyrodniczego i gospodarki zjawiskami: zakwitami glonów (szczególnie groźnymi – sinic), zmniejszeniem przezroczystości wody, deficytami tlenu. Warunki beztlenowe sprzyjają zachodzeniu procesów desulfatyzacji, denitryfikacji, amonifikacji, czy wreszcie powstawaniu metanu i siarkowodoru. Z zanieczyszczonych osadów dennych w warunkach beztlenowych uwalniają się znaczne ładunki fosforu, co jeszcze bardziej wzmacnia proces eutrofizacji [The lakes..., 2004].

Podstawowymi czynnikami decydującymi o stopniu zeutrofizowania wód są fosfor i azot, stanowiące podstawę rozwoju glonów i makrofitów w wodach powierzchniowych, przy czym zdecydowanie przeważa opinia, że to fosfor jest głównym czynnikiem limitującym produkcję pierwotną (rozwój glonów).

Ocena stanu troficznego rzek jest daleko bardziej skomplikowana niż jezior. Objawy eutrofizacji są różne w różnych typach rzek. O ile pomiary stężenia chlorofilu α w wodach rzek są na świecie i w Polsce rozpowszechnione (z lat 90. ubiegłego stulecia), o tyle ocena obfitości fitoplanktonu i makrofitów w rutynowych badaniach monitoringowych przeprowadzana jest bardzo rzadko. W chwili obecnej w celu oceny eutrofizacji śródlądowych wód powierzchniowych wykorzystuje się dane dotyczące średniego rocznego stężenia związków biogennych, chlorofilu α oraz przezroczystości.

Celem niniejszej pracy jest ocena potencjalnej eutrofizacji wód płynących w zlewni środkowej Wisły. Za wody potencjalnie podatne na eutrofizację przyjmuje się te, które z łatwością w danych warunkach środowiskowych ulegają eutrofizacji, ze względu na swój skład chemiczny.

METODY BADAŃ

Potencjalną eutrofizację wód płynących oceniono na podstawie średnich rocznych stężeń azotanów, azotu ogólnego, fosforu ogólnego i chlorofilu α . Graniczne wartości tych stężeń przyjęto zgodnie z Rozporządzeniem MŚ w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych (tab. 1) [Rozporządzenie..., 2002]. Przyjmuje się, że wody, w których przekroczony jest co najmniej jeden z powyższych parametrów, są wodami potencjalnie eutrofizowanymi.

W analizie wykorzystano dane z punktów monitoringu wód płynących, założonych przez WIOŚ w latach 2004–2006 w granicach Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej (RZGW) w Warszawie [Stan..., 2005, 2006, 2007].

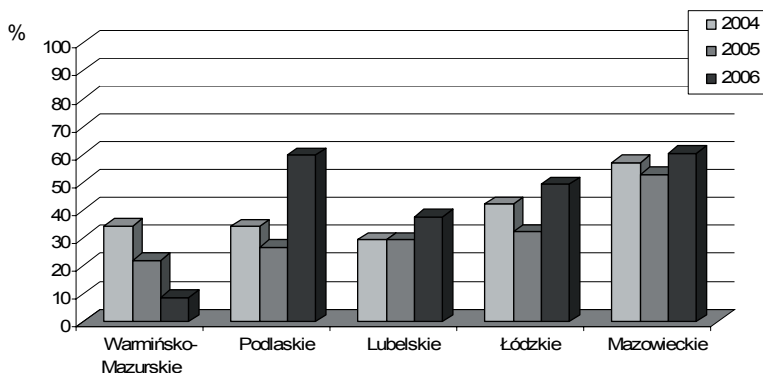
Tabela 1. Wartości graniczne podstawowych wskaźników eutrofizacji wód [Rozporządzenie..., 2002]**Table 1.** Basic standard value of parameters of eutrophications [Rozporządzenie..., 2002]

Wskaźnik Coefficient	Jednostka Unit	Wody płynące (średnia roczna) Surface water (annual mean)
Fosfor ogólny Total phosphorus	mg P·dm ⁻³	>0,25
Azot ogólny Total nitrogen	mg N·dm ⁻³	>5
Azot azotanowy Nitrogen-nitrate	mg N _{NO₃} ·dm ⁻³	>2,2
Azotany Nitrate	mg NO ₃ ·dm ⁻³	>10
Chlorofil α Chlorophyll α	μg·dm ⁻³	>25

Wykonano również obliczenia statystyczne, które umożliwiły wykazanie częstości przekroczeń granicznych wartości poszczególnych wskaźników.

WYNIKI BADAŃ

W okresie 2004–2006 liczba punktów monitoringu wód powierzchniowych (rzecznych) w granicach RZGW Warszawa była zmienna. W związku z tym, podczas wyznaczania stanów i tendencji eutrofizacji wód płynących wzięto pod uwagę udział punktów, w których zidentyfikowano potencjalną eutrofizację w ich ogólnej liczbie (rys. 1).



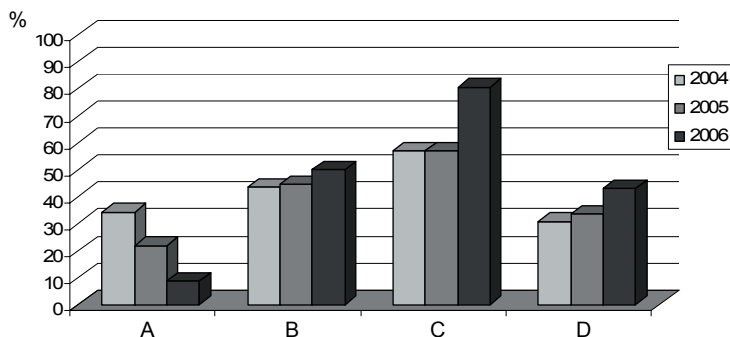
Rys. 1. Udział punktów monitoringu wód płynących w granicach RZGW Warszawa, w których zidentyfikowano potencjalną eutrofizację

Fig. 1. The percentage of sampling points in running waters within the borders of the Regional Water Management Board in Warsaw where potential eutrophication was identified

W województwie mazowieckim w ponad 50% punktów monitoringu wód płynących stwierdzono warunki sprzyjające eutrofizacji (rys. 1). Mniejszy odsetek takich punktów (21,7%) występuje w województwie warmińsko-mazurskim, co pozwala na wysunięcie wniosku o głównej roli czynnika antropogenicznego w potęgowaniu eutrofizacji rzek. Na większości obszaru RZGW Warszawa występuje tendencja do rozwoju eutrofizacji. W 2006 r., w porównaniu z 2004 r. liczba punktów monitoringu, w których zidentyfikowa-

no potencjalną eutrofizację zwiększyła się o 11,2%. Szczególnie duży wzrost nastąpił w województwie podlaskim – o 25%. Wzrost ten spowodowany jest lokalnym pogorszeniem się jakości wód w już istniejących punktach. W 2004 r. w tym województwie potencjalną eutrofizację zidentyfikowano w 31 z 91 punktów, a w 2006 r. – w 55 z 92. Odwrotna tendencja jest obserwowana w województwie warmińsko-mazurskim. Tutaj w latach 2004–2006 liczba punktów, w których zidentyfikowano potencjalną eutrofizację zmniejszyła się o 25,4%.

Analogiczne obliczenia przeprowadzono w poszczególnych zlewniach – Pregole, Narwi oraz Wisły – od Narwi do Drwęcy i od Sanu do Narwi (rys. 2). Obserwuje się w nich następującą tendencję – w zlewniach z wyższym poziomem antropopresji występuje większy udział punktów, w których zidentyfikowano potencjalną eutrofizację wód rzecznych w ich ogólnej liczbie. Czynniki przyrodnicze – sprzyjające warunki hydrologiczne (niewielkie przepływy i niskie stany wód) oraz zabagnione i zarośnięte koryta rzeczne i tarasy zalewowe – w niewielkim stopniu przyczyniły się do podwyższenia wskaźników eutrofizacji w zlewni Narwi.



Rys. 2. Udział punktów monitoringu wód płynących w granicach głównych zlewni, w których zidentyfikowano potencjalną eutrofizację; zlewnie: A – Pregola, B – Narew, C – Wisły od Narwi do Drwęcy, D – Wisły od Sanu do Narwi

Fig. 2. The percentage of sampling points in running waters within the borders of main catchments where potential eutrophication was identified; A – Pregola catchment, B – Narew catchment, C – Vistula catchment from Narew to Drwęca), D – Vistula catchment from San to Narew

Analizując uzyskane dane należy stwierdzić, że najdogodniejsze warunki dla rozwoju eutrofizacji występują na obszarze zlewni Wisły na odcinku od Narwi do Drwęcy (rys. 2). W 57–80% punktów monitoringu stwierdzono warunki sprzyjające zachodzeniu eutrofizacji. Jest to najprawdopodobniej związane z:

- rozwiniętą na tym obszarze produkcją rolną;
- zmianami w strukturze użytkowania gruntów (przeznaczanie dużych obszarów pod zabudowę wolnostojącą, zwłaszcza w strefach większych skupisk ludności);
- rozwiniętą i nadal postępującą urbanizacją regionu;
- dużym zaludnieniem i związanymi z tym problemami gospodarki wodno-ściekowej.

Najgorszą sytuację obserwuje się w zlewni Bzury, gdzie potencjalną eutrofizację zidentyfikowano w 87% punktów monitoringu wód płynących. Główną przyczyną były podwyż-

szone stężenia azotanów. Stwierdza się postępującą tendencję eutrofizacji. W 2006 r. zanotowano zwiększenie liczby rzek, w których na całej długości można mówić o potencjalnej eutrofizacji.

W zlewni Narwi warunki sprzyjające eutrofizacji występowały w około 50% (rys. 2) punktów. Większość z nich zlokalizowano na rzece Bug. Analogiczna sytuacja jest obserwowana w zlewni Wisły na odcinku od Sanu do Narwi – przeważnie w punktach na dużych rzekach (Wisła, Wieprz) stale są przekroczone koncentracje związków biogenych.

W zlewni Pregoly zmniejsza się odsetek punktów ze zidentyfikowaną potencjalną eutrofizacją. Może to świadczyć o poprawieniu się jakości wód. Należy jednak zwrócić uwagę, że w latach 2005 i 2006 prowadzono obserwacje w znacznie mniejszej liczbie punktów pomiarowych.

Ogólną sytuację odnoszącą się do eutrofizacji wód rzecznych w badanym obszarze zaprezentowano na rysunku 3., na którym przedstawiono punkty monitoringu, w których w latach 2004–2006 chociaż raz przekroczony został jeden z parametrów decydujących o potencjalnej eutrofizacji.

Analizując sytuację w poszczególnych latach można stwierdzić, że:

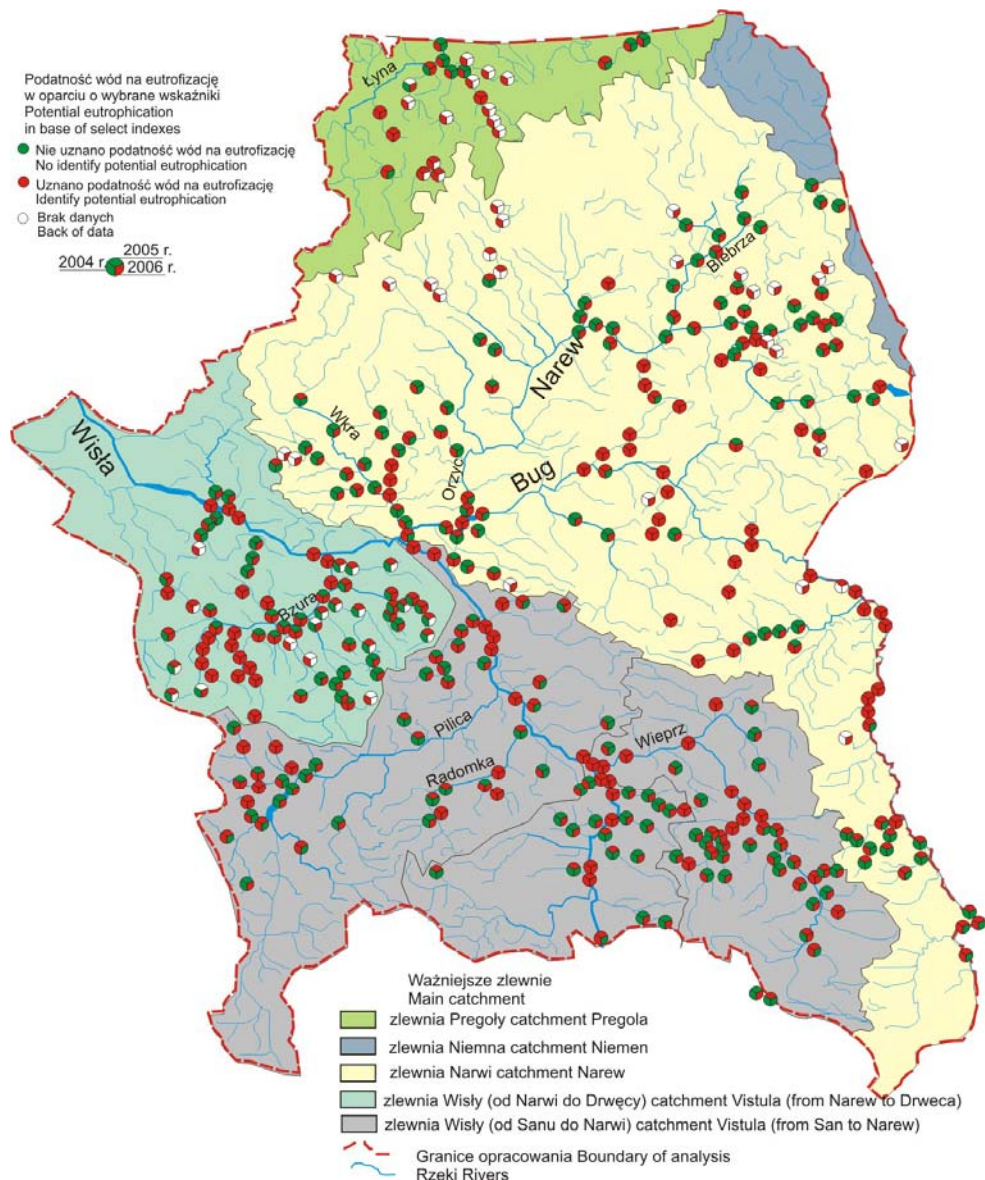
- w 2004 r. na obszarze RZGW Warszawa zarejestrowano 216 (38,4%) punktów z potencjalną eutrofizacją wód płynących, przy ogólnej liczbie zbadanych punktów 562;
- w 2005 r. w 38,8% (201) punktach ustalono potencjalną eutrofizację;
- w 2006 r. wystąpił najwyższy wskaźnik – 46,3% (260) punktów ze zidentyfikowaną potencjalną eutrofizacją.

Ogólnie można stwierdzić, że w większości (90%) punktów monitoringu na Wiśle i Bugu, a także na ujściowych odcinkach Narwi, Wieprza i Bzury stale notuje się potencjalną eutrofizację wód. Analogiczna sytuacja notowana była na rzekach o zlewniach różnego rzędu w rejonie aglomeracji miejskich.

Niezmiernie ważne jest określenie stosunku stężenia azotu do fosforu (N:P), na podstawie którego można rozstrzygnąć, który z pierwiastków biogenych stymuluje rozwój glonów. Uważa się, że jeżeli stosunek ten jest < 10 to rozwój glonów jest limitowany azotem, gdy wynosi 10–20 – występuje łączne limitowanie przez oba pierwiastki biogenne, natomiast gdy $N:P > 20$ to produkcja fitoplanktonu jest limitowana fosforem [Kryteria..., 2003]. Na podstawie obliczeń stosunku N:P w wodach rzecznych na badanym obszarze wyciągnięto następujące wnioski:

- rozwój glonów limitowany jest: w 50% przypadków przez oba pierwiastki biogenne, w 40% przez azot i w 10% przez fosfor;
- w punktach monitoringu, gdzie produkcja glonów jest limitowana zawartościami azotu, w 90% przypadków nie obserwuje się przekroczenia granicznych wielkości stężeń chlorofilu α ;
- w punktach monitoringu, gdzie produkcja limitowana jest zawartością fosforu, w 90% przypadków stwierdzono przekroczenia granicznych stężeń chlorofilu α ; sytuację taką przeważnie zauważa się, gdy występują jednocześnie dwa czynniki – małe stężenie fosforu (średnie roczne stężenie P_{og} nie przekracza $0,17 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) i podwyższone stężenie azotu (średnie roczne stężenie N_{og} powyżej $3 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) – przykładem jest Wisła.

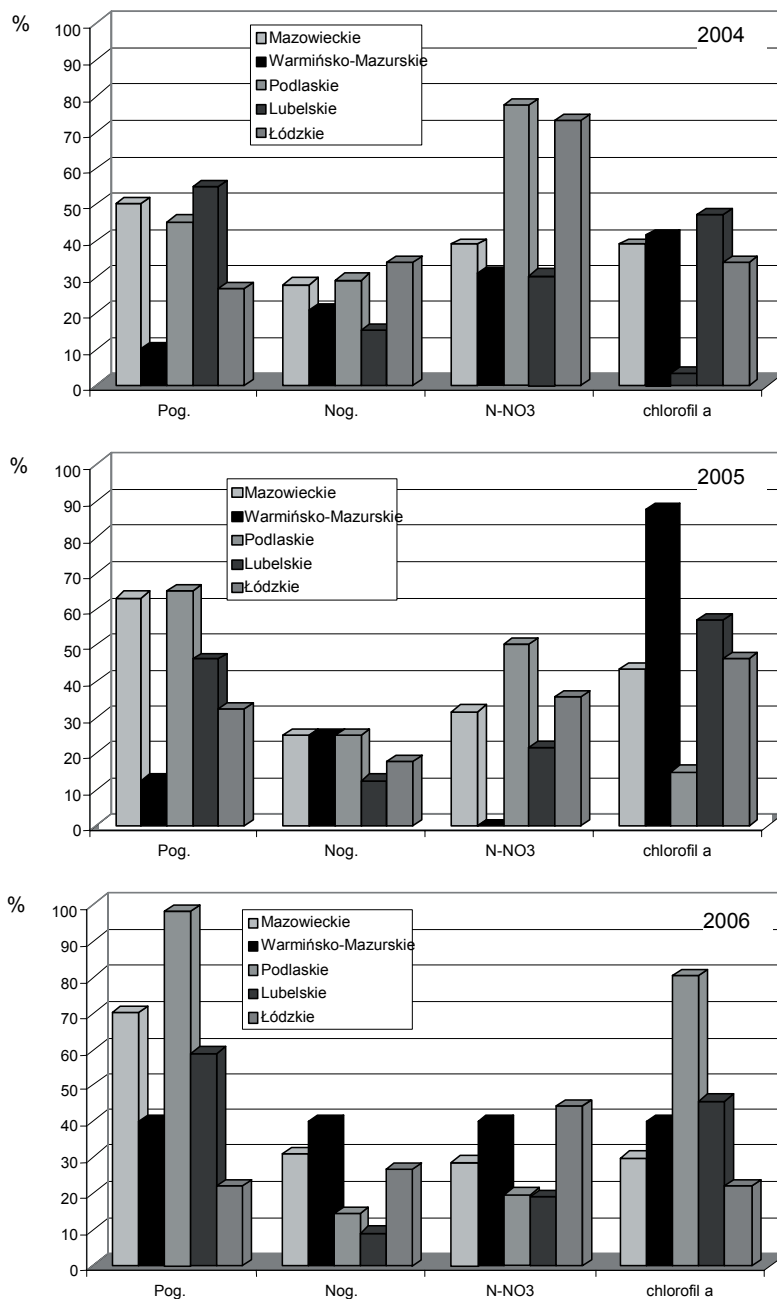
W województwie mazowieckim i lubelskim w 2004 r. w ok. 50% punktów przyczyną zakwalifikowania wód do potencjalnie eutrofizowanych było stężenie fosforu ogólnego, w ok. 35% – azotanów i chlorofilu α i tylko w ok. 20% przypadków – azotu ogólnego (rys. 4).



Rys. 3. Lokalizacja punktów, w których stwierdzono potencjalną eutrofizację w latach 2004–2006

Fig. 3. The location of points with potential eutrophication – years 2004–2006

Nieco inna była sytuacja w województwach podlaskim i łódzkim. Tutaj w 70–75% punktów monitoringu zanotowano przewyższenia granicznych stężeń azotanów, w 25–40% – azotu i fosforu ogólnego. W województwie łódzkim w 30% punktów monitoringu notuje się przekroczenia granicznych stężeń chlorofilu α , podczas gdy w województwie podlaskim jedynie w 3%. Można to tłumaczyć rozmieszczeniem punktów monitoringu. Intensywniej-

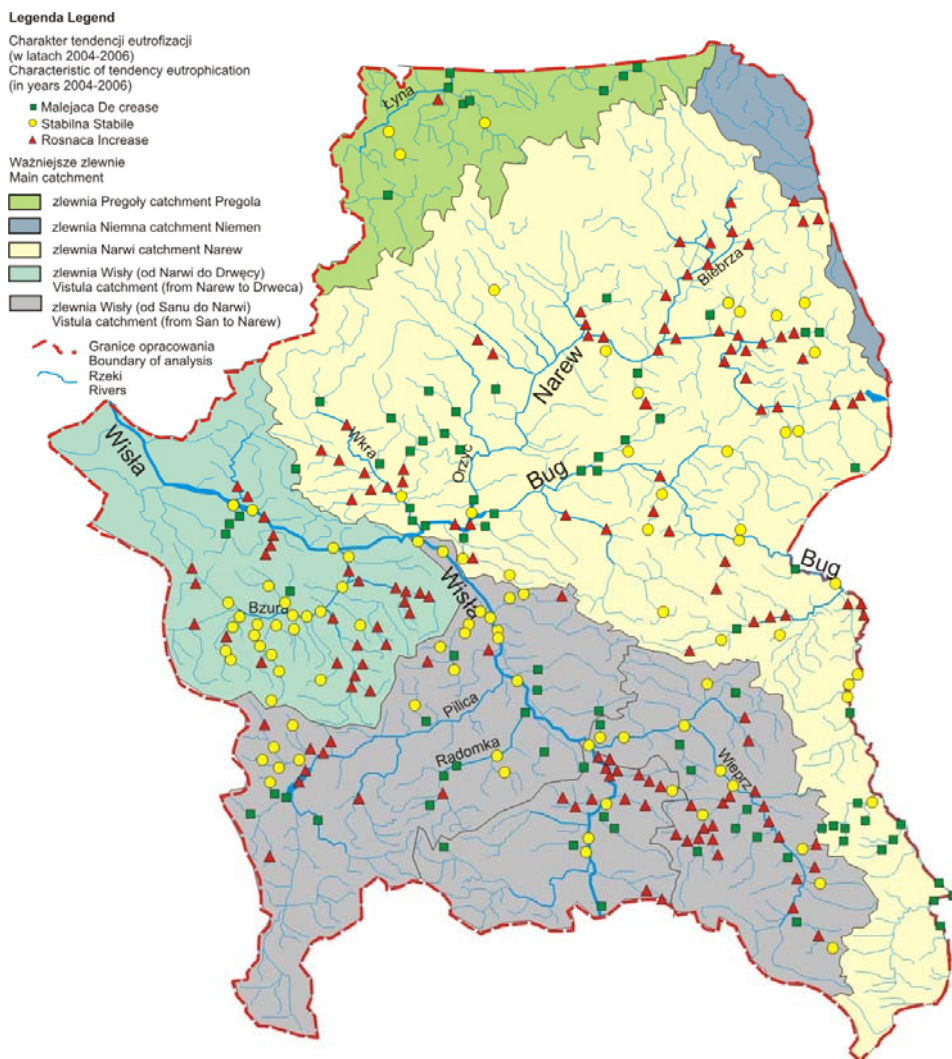


Rys. 4. Udział punktów, w których były przekroczone graniczne wartości związków biogenych i chlorofilu α w ogólnej liczbie punktów, w których stwierdzono potencjalną eutrofizację

Fig. 4. The share of points where threshold nutrient and chlorophyll α concentrations were exceeded in the total number of points with identified potential eutrophication

szy rozwój fitoplanktonu odbywa się w rzekach płytkich, powolnych, o małych objętościach przepływów. W województwie łódzkim większość punktów była zlokalizowana na małych rzekach (dopływach Bzury i Pilicy), a w województwie podlaskim – na wielkich (Narew, Biebrza i Bug). Z drugiej natomiast strony wiadomo, że wody Narwi są bardzo często silnie zeutrofizowane, m.in. na skutek oddziaływania zbiornika Siemianówka. Zbiornik ten jest zaliczany do podatnych na eutrofizację [Stan..., 1998].

Z kolei w województwie warmińsko-mazurskim mamy do czynienia z przekroczeniem granicznych wartości stężenia chlorofilu α w 40% punktów, azotanów – w 30%, azotu ogólnego – w 20% i fosforu ogólnego – w 10%.



Rys. 5. Tendencje rozwoju eutrofizacji w latach 2004–2006

Fig. 5. Trends in the advancement of eutrophication in the years 2004–2006

W 2005 r. w większości przypadków przyczyną zaliczenia wód do kategorii potencjalnie eutrofizowanych było stężenie fosforu i chlorofilu α (rys. 4).

Fosfor ogólny był główną przyczyną zaliczenia wód do potencjalnie eutrofizowanych w województwie mazowieckim. Zaczął dominować również w województwie podlaskim – zanotowano go w ponad 60% punktów. W 2005 r. w porównaniu z 2004 r. w większości punktów wzrosły stężenia chlorofilu α . Stał on się najczęściej przekraczanym wskaźnikiem spośród rozpatrywanych w województwie warmińsko-mazurskim (w 85% punktów), lubelskim (w 55%) i łódzkim (w 43%).

W 2006 r. w większości przypadków przyczyną zaliczenia wód do potencjalnie eutrofizowanych był fosfor (40–98%, z wyjątkiem woj. łódzkiego) (rys. 4). Ważność wpływu reszty wskaźników była podobna jak w 2005 r.

Tendencję rozwoju procesów eutrofizacji oceniono na podstawie analizy zmian średnich rocznych stężeń związków biogenych (fosforu i azotu ogólnego, azotanów) i chlorofilu α w latach 2004–2006. Analizując dane z lat 2004–2006 przyjęto trzy możliwe typy tendencji zmian eutrofizacji – rosnąca, stabilna i malejąca (rys. 5).

W punktach pomiarowych na Wiśle i Bugu oraz w rejonach dużych aglomeracji miejskich dominuje stabilna potencjalna eutrofizacja wód. Stabilna podatność wód na eutrofizację utrzymywała się także w rejonie ujść Narwi, Wieprza, Bzury i Pilicy. W miarę oddalania się od ujścia sytuacja była zmienna. Rosnącą tendencję do rozwoju procesów eutrofizacji zaobserwowano w zlewni Bzury.

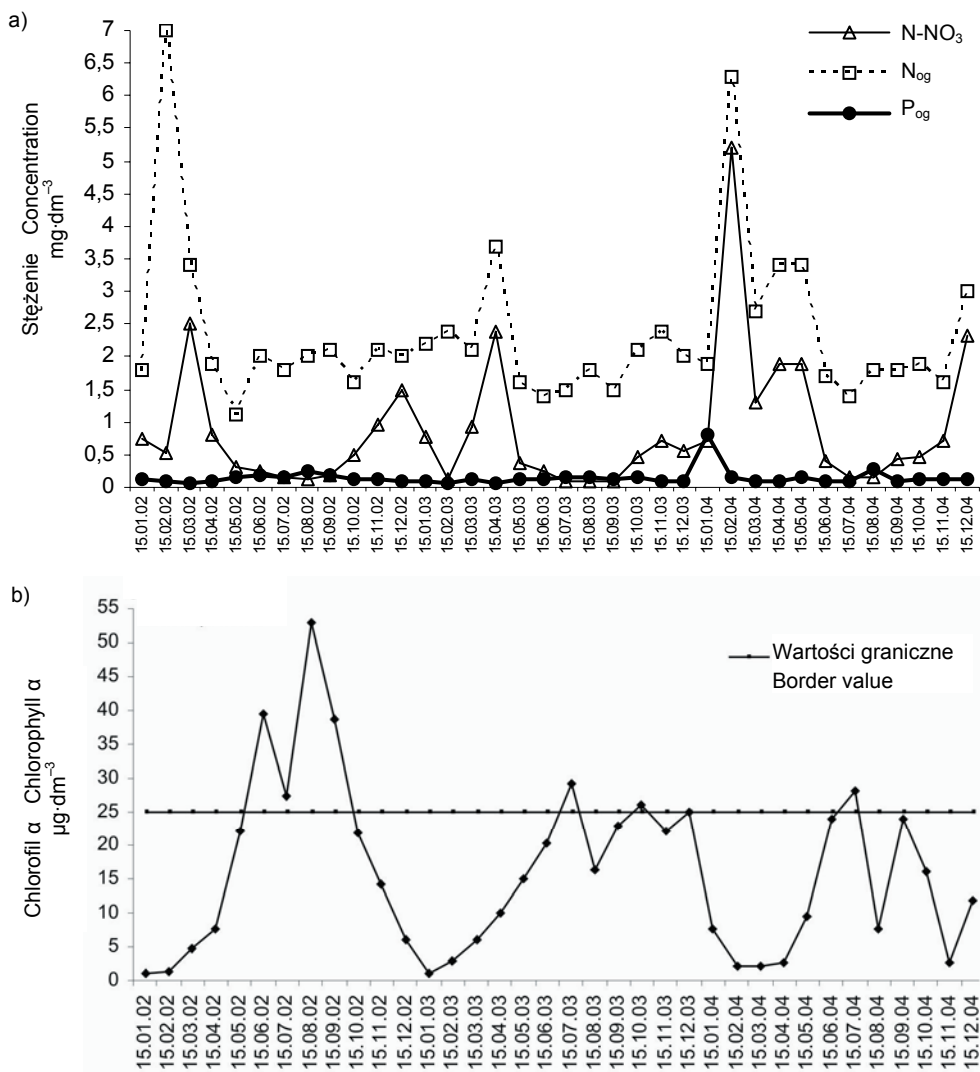
Większość punktów monitoringu, gdzie ustalono malejącą tendencję średnich rocznych stężeń związków biogenych jest rozmieszczona na małych rzekach. Są one wrażliwsze na zmianę intensywności antropopresji i w warunkach jej zmniejszania się jakość wód szybciej ulega poprawie.

Rosnącą tendencję zmian eutrofizacji notuje się w punktach monitoringu wód na następujących małych rzekach:

- w zlewni Narwi: Awisie, Jabłonce, Tocznej, Sonie, Czapelce, Krznie, Turośniance, Chodniance;
- w zlewni Wisły od Sanu do Narwi: Bystrzycy, Radomce, Czarnej Bylinie;
- w zlewni Wisły od Narwi do Drwęcy: Ochni, Moszczenicy, Brzuśni, Utracie, Malinie, Mrodze.

PROBLEMY OCENY POTENCJALNEJ EUTROFIZACJI WÓD PŁYNĄCYCH

Stosowana w Polsce metoda oceny eutrofizacji wód płynących [Rozporządzenie..., 2002] opiera się na średnich rocznych stężeniach wybranych związków biogenych i biologicznych w wodach płynących. W przypadku związków biogenych i chlorofilu α charakterystyczna jest sezonowa zmienność ich stężeń wywołana wpływem czynników hydrobiologicznych. Minimalne stężenia związków biogenych obserwuje się w wodach powierzchniowych w okresie wegetacyjnym, zwiększają się wiosną (szczególnie w okresie roztopów) i osiągają maksimum zimą – kiedy występuje najmniejsza bioakumulacja azotu i fosforu. Charakter typowych, sezonowych zmian stężeń związków biogenych przedstawiono na przykładzie Narwi w przekroju Strabla (rys. 6a). Przekrój Strabla wybrano jako wzorcowy ze względu na występowanie warunków najbardziej zbliżonych do naturalnych.



Rys. 6. Dynamika zmian stężeń a) azotu ogólnego (N_{og}) i azotanowego (N-NO_3) oraz fosforu ogólnego (P_{og}), b) chlorofilu α ; Narew, przekrój Strabla w 2002–2004 r.

Fig. 6. Changes in the concentration a) of total nitrogen (N_{og}), nitrate-nitrogen (N-NO_3) and total phosphorus (P_{og}), b) of chlorophyll α in the Narew River; monitoring point Strabla in the years 2002–2004

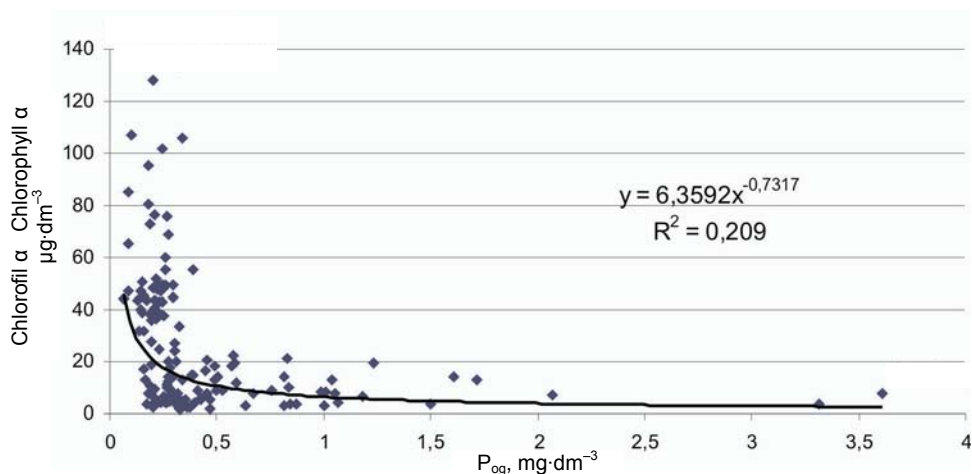
Zupełnie inne są sezonowe zmiany stężeń chlorofilu α . Maksimum przypada na okres wegetacyjny, minimum – na zimę (rys. 6b).

Oceniając eutrofizację na podstawie średnich rocznych stężeń związków biogennych uzyskujemy zaniżony stopień potencjalnej eutrofizacji. Według oceny stosowaną metodą Narew w przekroju Strabla w latach 2002–2004 nie była zaliczana do eutrofizowanych,

natomiast z rysunku 6. wynika, że w okresach letnich Narew była zeutrofizowana. Wydaje się, że oceniając eutrofizację wód należy brać pod uwagę dwa zagadnienia:

- zwiększenie stężenia chlorofilu α w okresie wegetacyjnym, zintensyfikowane przez zwiększone stężenia związków biogenych;
- brak istotnych zależności między zawartością chlorofilu α i stężeniem związków biogenych.

Analiza statystycznej zależności średnich rocznych stężeń fosforu ogólnego i chlorofilu α w województwach mazowieckim i lubelskim w 2006 r. pokazała, że występuje między nimi nieistotna zależność odwrotna (rys. 7).



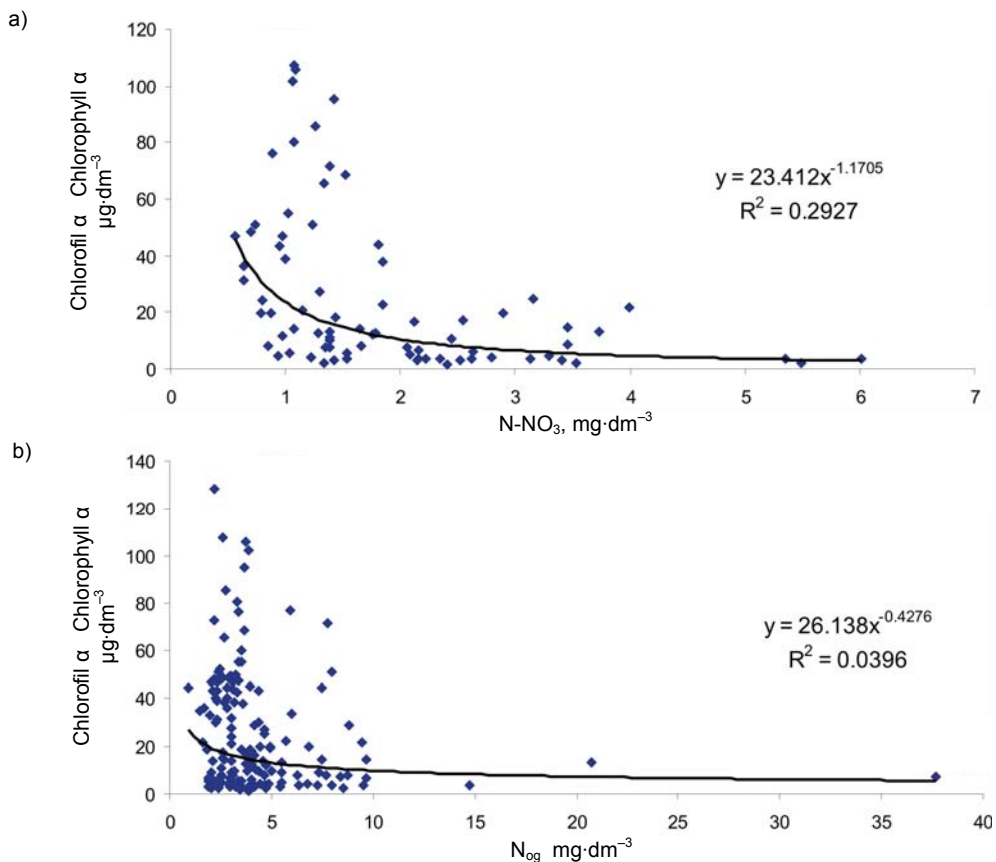
Rys. 7. Statystyczna zależność między średnimi rocznymi stężeniami chlorofilu α i fosforu ogólnego P_{og} w wodach płynących w województwach mazowieckim i lubelskim w 2006 r.

Fig. 7. Statistical relationship between mean annual concentrations of chlorophyll α and total phosphorus P_{og} in surface waters in the mazowieckie and lubelskie province in the year 2006

W okresie wegetacyjnym często obserwuje się zmniejszenie stężeń azotanów, fosforu i azotu ogólnego w wyniku ich bioakumulacji. Jednocześnie następuje zwiększenie stężenia chlorofilu α .

Analizę zależności stężeń azotanów i chlorofilu α w okresie wegetacyjnym przeprowadzono również na Narwi – w punktach badawczych Narew, Strabla, Uhowo (w okresie 2000–2004). We wszystkich punktach stwierdzono występowanie identycznej tendencji (rys. 8a). Oznacza to, że podczas intensywnego rozwoju fitoplanktonu odbywa się najaktywniejsze pochłanianie azotanów z wody. Przeanalizowanie statystycznych zależności stężeń chlorofilu α i azotu ogólnego nie wykazało żadnego związku (rys. 8b).

W związku z dużą liczbą czynników, które determinują eutrofizację rzek (temperatura, reżim hydrologiczny, dostępność substancji odżywczych, przegradzanie rzek i in.), ocena podatności wód płynących na eutrofizację powinna bazować na analizie związków przyczynowo-skutkowych w każdym konkretnym wypadku i obowiązkowo wizualnej ocenie rzeki.



Rys. 8. Statystyczna zależność między stężeniami chlorofilu α i azotanów (N-NO_3) (a) oraz azotu ogólnego (N_{og}) (b) w wodach górnej Narwi (przekroje Narew, Strabla, Uhowo) w okresie wegetacyjnym 2000–2004

Fig. 8. Statistical relationship between the concentration of chlorophyll α and nitrates (N-NO_3) (a) and total nitrogen (N_{og}) (b) in the upper Narew River waters (monitoring points Narew, Strabla, Uhowo) in vegetative periods of the years 2000 to 2004

Uważa się, że celowe jest zastosowanie indywidualnego podejścia do oceny podatności wód płynących na eutrofizację dla każdego typu rzek – głównie na podstawie analizy warunków hydrodynamicznych (np. prędkość przepływu może wzmocnić lub osłabić rozwój eutrofizacji). Przy zbliżonych stężeniach związków biogennych intensywność rozwoju fitoplanktonu będzie większa w odcinku dolnym, niż w górnym.

WNIOSKI

Przyjmując założenia podane w Rozporządzeniu Ministra Środowiska [Rozporządzenie..., 2002], w co najmniej w 40% (667 punktów w latach 2004–2006) punktów pomiaro-

wych w zlewni środkowej Wisły stwierdza się przekroczenie stężenia granicznego, co najmniej jednego ze wskaźników.

Fosfor jest głównym czynnikiem limitującym produkcję pierwotną. W badanym obszarze w punktach monitoringu, gdzie produkcja biomasy jest limitowana fosforem, w 90% przypadków stwierdzono przekroczenia stężeń chlorofilu α .

Największa podatność na eutrofizację wód płynących występuje na obszarze zlewni Wisły na odcinku od Narwi do Drwęcy. W 57-80% punktów monitoringu wód płynących stwierdzono warunki sprzyjające zachodzeniu eutrofizacji. Najmniejszy wskaźnik – 21,7% zanotowano w zlewni Pregoly. W zlewniach, w których występuje wyższy poziom antropresji liczba punktów ze zidentyfikowaną potencjalną eutrofizacją wód rzecznych jest większa.

Analiza tendencji rozwoju procesów eutrofizacji w latach 2004–2006 pokazała, że w większości punktów monitoringu sytuacja pogorszyła się. Liczba punktów ze zidentyfikowaną potencjalną eutrofizacją w 2006 r. była większa o 11,4% niż w 2004 r.

W większości przypadków przyczyną zaliczenia wód do kategorii potencjalnie eutrofizowanych były nadmierne stężenia fosforu ogólnego i azotanów. Częstotliwość przekraczania granicznych wartości (podanych w Rozp. MŚ) stężeń azotu ogólnego była mniejsza.

Należy rozdzielić dwa pojęcia – „podatności na eutrofizację” i „eutrofizacji rzeki” i w związku z tym stosować odpowiednie podejście do oceny. W pierwszym wypadku ocena powinna opierać się na dokładnej analizie wpływu warunków hydrologicznych i parametrów morfometrycznych rzeki na produktywność fitoplanktonu. Ocena eutrofizacji rzeki na podstawie średnich rocznych koncentracji wybranych związków biogenych może prowadzić do niejednoznacznych wniosków, co do zaliczenia rzeki do kategorii eutroficznych. W tym wypadku obiektywnym kryterium jest koncentracja chlorofilu α i biomasy fitoplanktonu oraz obowiązek wizualnej oceny zarastania rzeki.

LITERATURA

- Kryteria wyznaczania wód i obszarów wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu pochodzącymi ze źródeł rolniczych, 2003. Pr. zbior. Red. S. Twardy. Kraków: Wydaw. IMUZ ss. 93.
- LAMPERT W., SOMMER U., 2001. Ekologia wód śródlądowych. Warszawa: PWN ss. 210.
- The lakes handbook, 2004. Pr. zbior. Red. P.E. O'Sullivan, C. Reynolds. Vol. 1. Oxford: Blackwell Science ss. 275.
- Rozporządzenie MŚ z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenia związkami azotu ze źródeł rolniczych. Dz. U. nr 241 poz. 2093.
- Stan czystości wód powierzchniowych obszaru Zielonych Płuc Polski, 1998. Bibl. Monitor. Środ. Białystok: WIOŚ.
- Stan środowiska w województwie: łódzkim, lubelskim, podlaskim, mazowieckim i warmińsko-mazurskim w 2004, 2005 i 2006, 2005–2007. Raporty WIOŚ.
- ŻUREK A., 2002. Azotany w wodach podziemnych. Biul. PIG nr 400 s. 115–141.

Tatiana SOLOVEY

**EVALUATION OF POTENTIAL EUTROPHICATION
IN RUNNING WATERS OF THE CENTRAL VISTULA CATCHMENT BASIN**

Key words: algae, eutrophication, nitrogen, phosphorus, phytoplankton

S u m m a r y

Elevated concentrations of phosphorus and nitrogen are the main causes of surface water eutrophication. Data from the Voivodship Inspectorate of Environmental Protection monitoring network on surface water quality in the area controlled by the Warsaw Regional Water Management Board have been interpreted in terms of eutrophication risk. The surface water was considered potentially eutrophic if at least one of the parameters (nitrate nitrogen, total nitrogen, total phosphorus or chlorophyll α) exceeded standards issued by the Minister of Environment. In the years 2004–2006 surface water in over 40% sampling sites did not comply with standards for at least one of the parameters mentioned above. Eutrophication manifested itself by intensive development of phytoplankton in the central Vistula catchment, in the Vistula, Narew, Wieprz, Bzura, Pilica, Radomka, and Bug rivers and at the outlets of other smaller rivers.

Recenzenci:

dr hab. Ewa Krogulec

prof. dr hab. Andrzej Sapek

Praca wpłynęła do Redakcji 20.11.2007 r.