

ZASOBNOŚĆ RZEK KARPACKICH A ZAGOSPODAROWANIE ZLEWNI

Maria Bombówna

Zakład Biologii Wód PAN w Krakowie

Karpacki obszar Polski południowej zajmuje mniej więcej $\frac{1}{10}$ powierzchni całego kraju, dostarcza natomiast $\frac{1}{3}$ ogólnej ilości wody. Dopływy Wisły, spływające z Karpat, mają więc zasadnicze znaczenie dla systemu wodnego kraju.

Zakład Biologii Wód prowadził i prowadzi w tych rzekach szereg badań stanowiących podstawę priorytetowego aktualnie dla hydrobiologów zagadnienia — eutrofizacji wód powierzchniowych.

Jedną z najistotniejszych przyczyn eutrofizacji wód jest nadmierny dopływ składników pokarmowych, głównie jednak jonów azotu i fosforu, nie mówiąc o innych składnikach odżywczych, zwiększających również produkcję pierwotną w rzekach.

Problem jest tym ważniejszy, że eutrofizacja, zwiększając się w bardzo znacznym stopniu w rzekach, zagraża przede wszystkim zbiornikom zaporowym. Z licznych badań wynika, że typ zbiornika rzutuje w znacznej mierze na jakość wody w rzece, na której jest on usytuowany. Porównanie zawartości materii organicznej w wodzie powyżej cofki i poniżej zapory wykazało, że zbiornik typu górskiego wpływa na polepszenie cech jakościowych wody w rzece poniżej, a zbiornik nizinny cechy te pogarsza. Bardzo korzystną w tym aspekcie okazała się kaskadowa zabudowa rzek, jeżeli zbiorniki wchodzące w skład kaskady zmniejszają się idąc w dół rzeki. Badania wykonane w kaskadzie Soły nad produkcją pierwotną [9] i wtórną (zooplankton i fauna denna) wykazały spadek eutrofizacji idąc z biegiem rzeki. Na ten fakt wydają się wpływać dwie zasadnicze przyczyny — dopływ chłodniejszych wód z wyżej leżących zbiorników oraz skrócenie czasu wymiany wody w poszczególnych zbiornikach. W limnicznym — według klasyfikacji Starmacha [19] — zbiorniku tresneńskim czas retencji wynosi ok. 3 miesiące, w reolimnicznym zbiorniku w Porąbce wymiana wody następuje ok. 12 razy w roku, a w skrajnie reolimnicznym Czańcu trwa ona tylko 2 dni.

Zlewnie rzek karpackich wchodzących w zakres tego tematu leżą w obrębie trzech województw: katowickiego, krakowskiego i rzeszow-

skiego. Ich zagospodarowanie jest w większości rolnicze, przy czym największej użytków rolnych przypada na woj. krakowskie, a z kolei największy stan zalesienia notuje się w woj. rzeszowskim (Bieszczady). Podobnie jak w całej Polsce i w tych trzech województwach zmniejsza się areał ziemi użytkowanej rolniczo, przy stałym wzroście ilości mieszkańców. Równocześnie wzrasta intensyfikacja gospodarki rolnej, głównie przez stosowanie coraz większej ilości nawozów.

Całość zabiegów, mających na celu podniesienie produkcji roślinnej czy też zwierzęcej, prowadzących z kolei do zwiększenia ilości produktów żywnościowych, wpływa w bardzo niekorzystny sposób na rzeki. Z danych uzyskanych ze stacji chemiczno-rolniczych a także z Rocznika Statystycznego wynika, że począwszy od 1950 r. ilość stosowanych nawozów wzrasta bardzo wyraźnie, podwajając się w latach pięćdziesiątych mniej więcej co 10 lat, a w ostatnich co 5 lat. W 1970 r. zużycie nawozów wynosiło w kg NPK/ha dla woj. katowickiego 134,4, dla krakowskiego 99,4, a dla rzeszowskiego 107,2. Planowane jest jednak podniesienie tej ilości do 200 kg NPK/ha w 1975 r. Tak więc jeszcze większa niż obecnie ilość składników pokarmowych, czy to przez ługowanie, czy przez erozję będzie dopływać do rzek.

Erozja jest jednym z bardzo ważnych czynników decydujących o eutrofizacji rzek karpackich. Większość tutejszych terenów podlega erozji zimą i latem. W tym właśnie aspekcie rzeki karpackie zajmują bardzo szczególne stanowisko na tle innych rzek w Polsce. Wykazują one największe natężenie denudacji zlewni i największą ilość rumowiska wleczonego i unoszonego [10, 12, 14, 17, 18]. Ocenia się, że Dunajec transportuje przeciętnie 400 tys. a Soła 40 tys. ton rocznie. Równolegle z tym mętność wody jest zawsze większa w prawostronnych aniżeli w lewostronnych dopływach górnej Wisły. Zmącenie tych pierwszych jest rzędu 100-200 g/m³, w przeciwieństwie do lewobrzeżnych prowadzących wodę o niewielkim zmąceniu w granicach 10-20 g/m³.

Wszelkie podwyższone stany wody i odpowiadające im zmętnienia to równocześnie usunięcie z kamienistego dna górskich rzek całej masy glonów osiadłych, a z drugiej strony dopływ świeżego zasobu i zwiększenie koncentracji wyerodowanych ze zlewni składników pokarmowych. W rzekach taka fala większego stężenia składników odżywczych przechodzi dość szybko, zwłaszcza w okresie letnim. W zbiornikach zaporowych natomiast, po usunięciu całej masy fitoplanktonu i przy długo utrzymującym się często zmąceniu, ilość azotu i fosforu wzrasta kilkakrotnie w stosunku do okresu poprzedzającego wezbranie. Często po takich wezbraniach obserwuje się duże zakwity wody w zbiornikach wodnych.

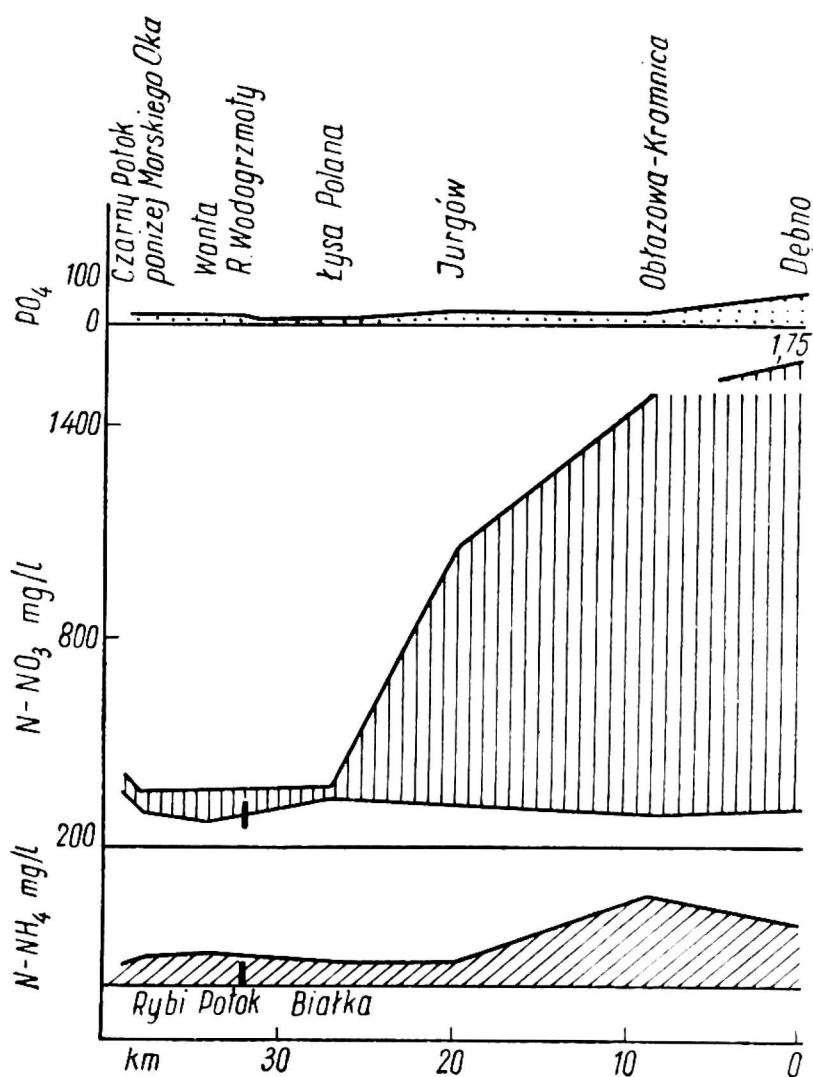
Z użytków rolnych fosfor podobnie jak amoniak dostaje się ze zlewni do wody rzek na skutek erozji. Pierwszy w formie wytrąconej, drugi związany w kompleksie sorbcyjnym koloidów glebowych zostają wy-

niesione z najdrobniejszymi frakcjami. Związki fosforu nie ulegają tak silnemu wylugowaniu jak azotu. Według Prochazkowej [16] tylko 2% stosowanych w zlewni nawozów fosforowych ulega wymywaniu.

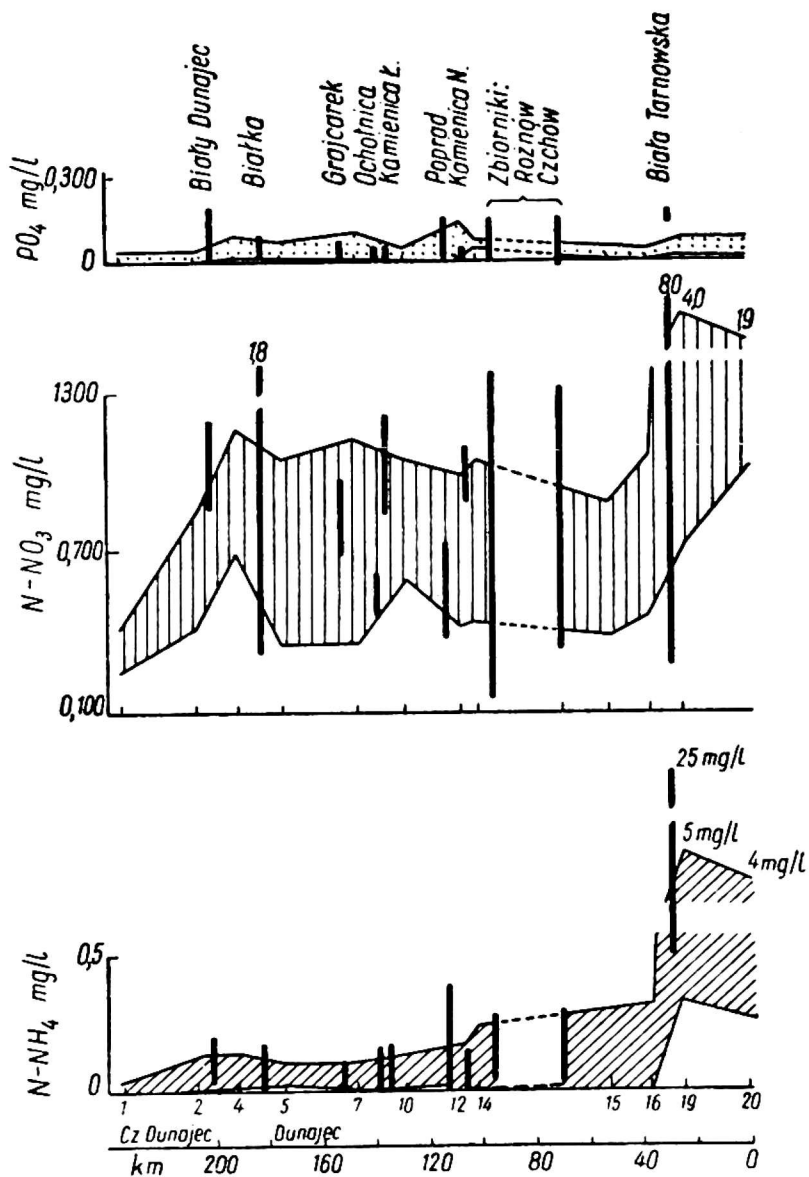
Azot podobnie jak i wapń są lugowane w większym stopniu. W zagadnieniach dotyczących eutrofizacji zwraca się głównie uwagę na azot, mimo że wapń wymywany z gleb w formie kwaśnego węgla odgrywa zasadniczą rolę w regulowaniu ilości równie ważnego składnika pokarmowego — dwutlenku węgla.

Analizując źródła — z których pochodzą składniki pokarmowe w wodach powierzchniowych, można przyjąć, że związki azotowe pochodzą głównie z użytków rolnych, podczas gdy fosforany dopływają przede wszystkim z miast i osiedli wraz ze ściekami komunalnymi wzbogaconymi w fosfor przez detergenty [13]. Z zagadnieniem tym wiąże się bardzo ściśle gęstość sieci kanalizacyjnej, która jest najlepiej rozbudowana w woj. katowickim, a najslabiej w rzeszowskim i to raczej głównie w rejonie większych miast czy też większych obiektów przemysłowych.

Z jednorazowego jak dotąd badania Wisłoki wynika, że zwiększenie ilości materii organicznej (utlenialność i BZT₅) i zawartości chlorków w wodzie poniżej ujścia ścieków z Jasła nie szło w parze ze zwiększeniem koncentracji fosforanów i amoniaku, które stwierdzono dopiero poniżej



Rys. 1. Zakres wahań koncentracji składników pokarmowych w wodzie Białki Tatrzańskiej



Rys. 2. Zakres wahań koncentracji składników pokarmowych w wodzie Dunajca

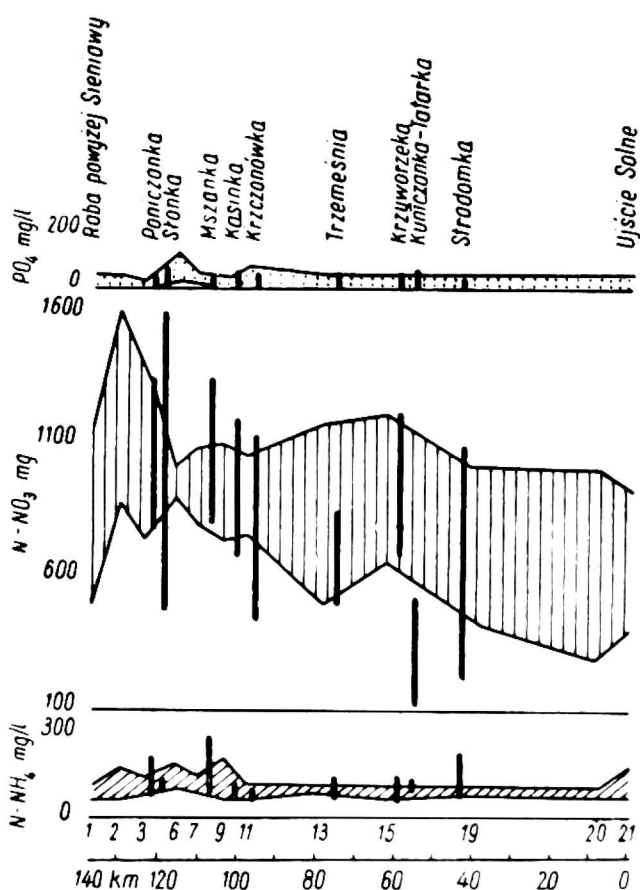
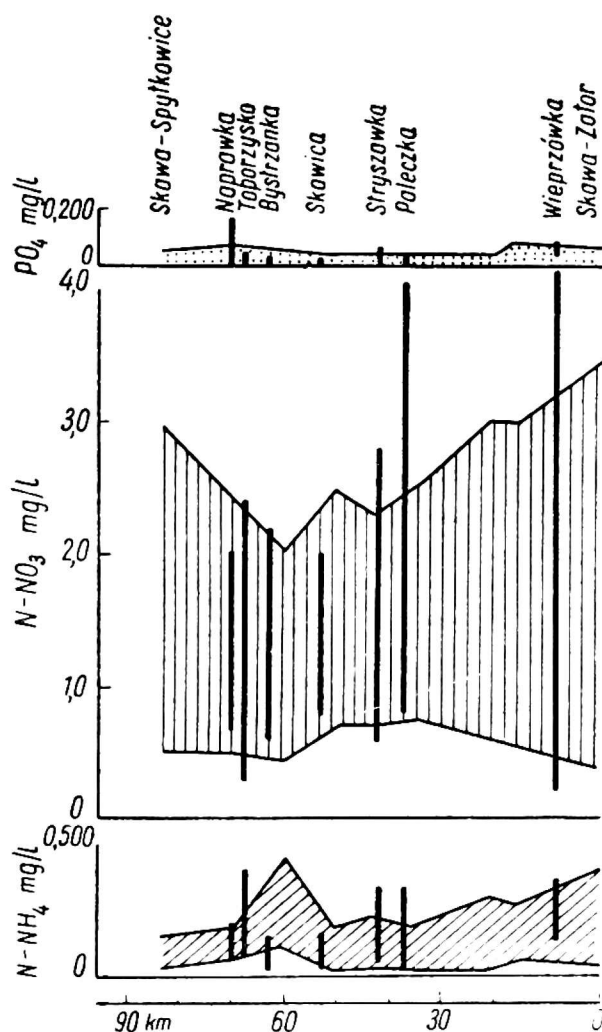
Dębicy. Na niektórych stanowiskach zawartość fosforanów mieściła się nawet w zasięgu koncentracji granicznych. Należy jednak pamiętać, że analiza wykazuje to, co nie zostało przez glony zużytkowane. Graniczne koncentracje, powyżej których następuje często masowy rozwój glonów, wynoszą według Vollenweidera [20] dla fosforanów 0,010 mg P/l, a dla azotu mineralnego 0,30 mg N/l. We wszystkich naszych rzekach ilość związków azotu jest zazwyczaj wielokrotnie większa.

Jedynie w potokach tatrzańskich koncentracja połączeń azotowych odpowiada mniej więcej wymaganym warunkom [2, 3], jeżeli nie uwzględniać bardziej zanieczyszczonych odcinków poniżej schronisk (rys. 1). Zlewnie tych potoków, usytuowane w granitowej części Tatr, powiększają ilość związków azotowych głównie dzięki opadom. W badaniach nad składem chemicznym wód opadowych w Polsce Chojnicki [11] wykazał, że największa ilość związków azotu w przeliczeniu na hektar opada w rejonie Tatr, z racji największej w tych okolicach sumy opadów, mimo że średnia roczna koncentracja tego składnika jest najmniejsza w zestawieniu z innymi okolicami Polski. Nic więc dziwnego, że tylko w potokach tego regionu ilość azotu, stwierdzona w wodzie, ale już

zmniejszona przez asymilację glonów, odpowiada wartościom granicznym.

Po wypłynięciu potoków z masywu Tatr na tereny użytkowane rolniczo, koncentracja azotu rośnie kilkakrotnie i powiększa się również ilość

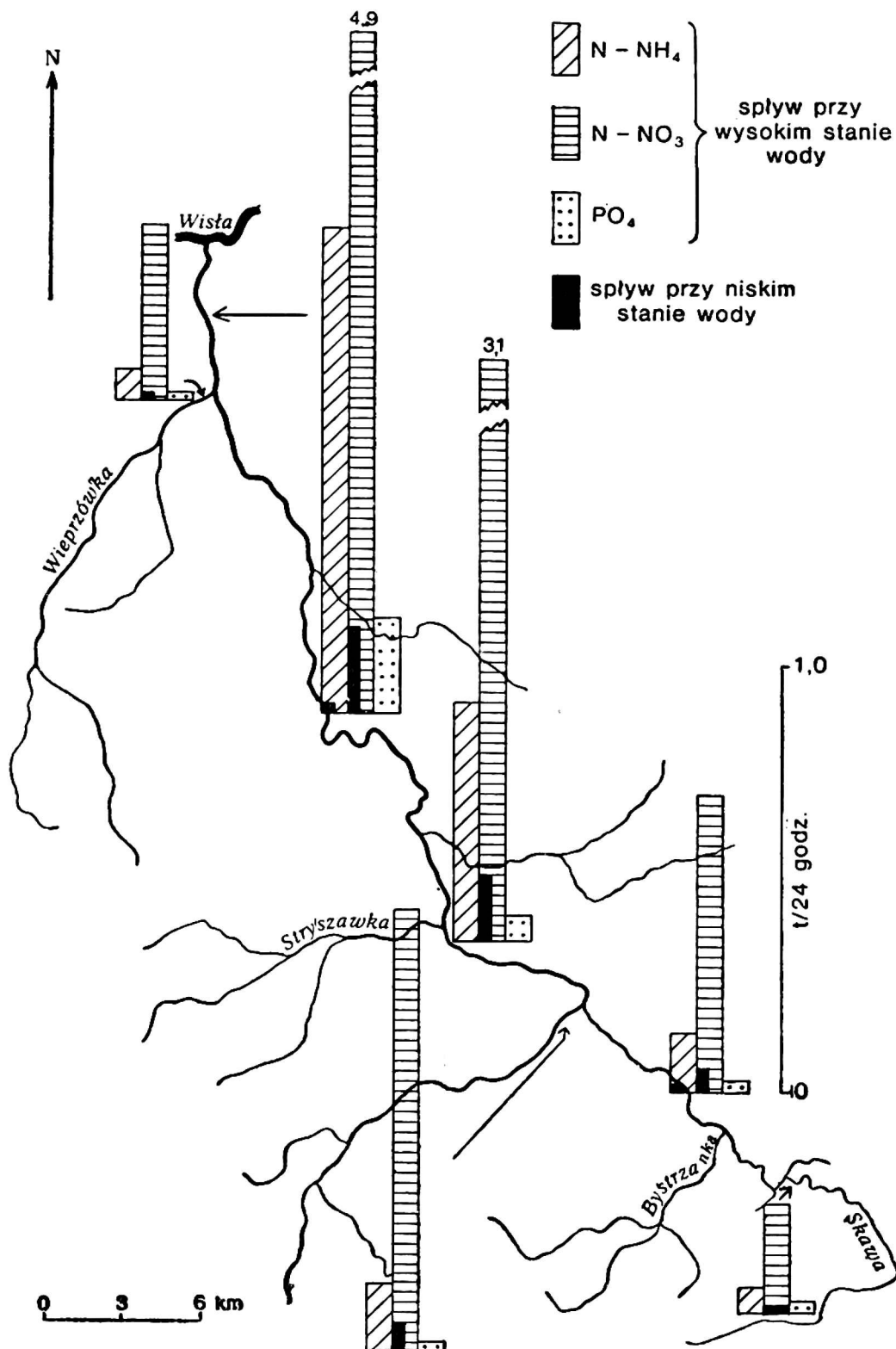
Rys. 3. Zakres wahań koncentracji składników pokarmowych w wodzie Skawy



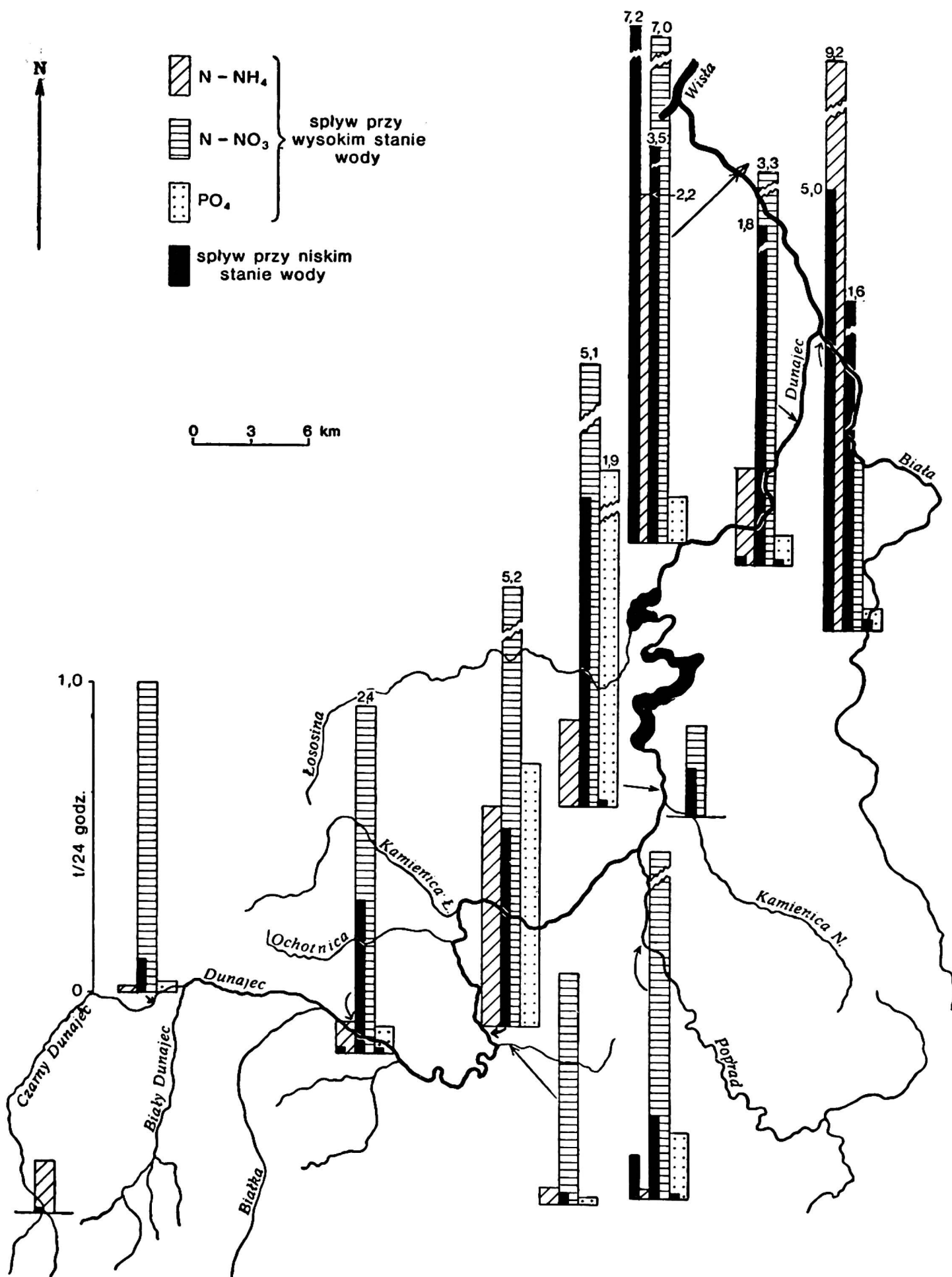
Rys. 4. Zakres wahań koncentracji składników pokarmowych w wodzie Raby

fosforanów (rys. 1, 2). Na przykładzie Dunajca wyraźnie widać zależność między użytkowaniem zlewni a zasobnością rzeki. I tak, niewielki zakres wahań koncentracji składników pokarmowych, zwłaszcza mineralnych form azotu, w rejonie Tatr ulega znacznemu powiększeniu po wpłynięciu rzeki na teren zagospodarowany rolniczo. W dolnym biegu rzeki zaznacza się wpływ przemysłu w postaci ścieków, wyrażający się bardzo dużym powiększeniem koncentracji azotu amonowego w wodzie rzeki.

Zwiększony zasób składników odżywczych utrzymuje się właściwie we wszystkich rzekach karpackich. Zakres wahań koncentracji poszczególnych składników jest jednak dość znaczny i różny w poszczególnych rzekach (ryc. 2—4). Zazwyczaj maksymalne wartości notuje się w okre-



Rys. 5. Zmiany ładunku składników pokarmowych w wodzie Skawy



Rys. 6. Zmiany ładunku składników pokarmowych w wodzie Dunajca

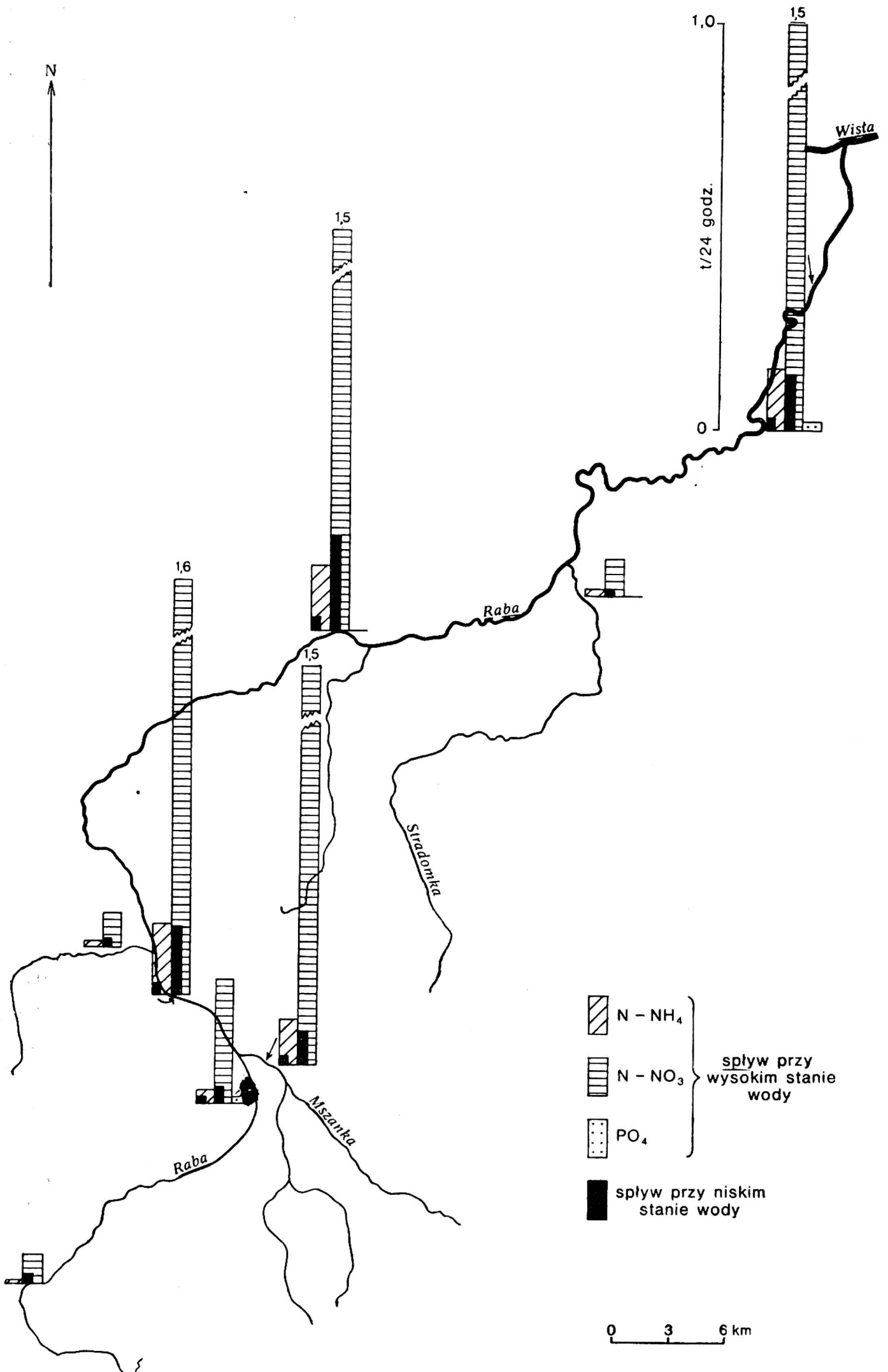
się wiosennych spływów ze zlewni. Znacznie mniejsze ilości, zwłaszcza gdy chodzi o azotany, występują w czasie letnich wezbrań, co jednakże i tak powoduje, że wynoszony do Wisły ładunek tych składników jest bardzo duży (rys. 5 6).

Na przykładzie Dunajca (rys. 6) widać wyraźnie, że wysokość koncentracji wpływa na wielkość ładunku tylko w niektórych przypadkach, przeważnie jednak decydujący wpływ ma przepływ wody. I tak Biała Tarnowska, przejmująca ścieki Zakładów Azotowych w Tarnowie, wykazuje zawsze wysoką koncentrację połączeń amonowych, co w zależności wprost proporcjonalnej odbija się na wielkości ich ładunku. Natomiast przy ujściu Dunajca zależność ta może być odwrotnie proporcjonalna.

W lecie i jesienią, zwłaszcza wtedy, gdy obie pory roku są suche, koncentracja składników odżywczych zmniejsza się w wodzie bardzo wyraźnie. Zawartość azotanów zmniejsza się dwu- a niekiedy i trzykrotnie w stosunku do stwierdzonej na wiosnę. Brak fosforanów występuje często na całej długości rzeki. Szczególnie odcinki o kamienistym dnie są ich zupełnie pozbawione, w tych zresztą partiach rzeki notuje się wtedy największą produkcję pierwotną, szczególnie wysoką tam, gdzie stałe uzupełnianie limitującego czynnika — fosforu, czy to w postaci ścieków miejskich, czy jakiegoś zakładu produkcyjnego, jest stale zapewnione [4, 5]. Jeżeli tego rodzaju źródła uzupełniającego fosfor brak, a bardzo niski stan wody nadal się utrzymuje, to odbija się to wyraźnie na stanie fizjologicznym („starzenie się”) glonów osiadłych. Każdy jednakże większy deszcz, nawet tylko w zlewni któregoś z dopływów, powoduje, że zawartość fosforanów w wodzie powiększa się i to nie tylko pod wpływem sąsiadujących użytków rolnych, lecz również uruchamiania tego składnika z dna, gdzie duża jego część po uprzednim dopływie ze zlewni uległa retrogradacji. Jeżeli opad nie był tak gwałtowny, aby ogołocić dno z glonów osiadłych, fosforany zostają przez te glony wychwytywane i dlatego ładunek fosforanów powiększa się dopiero w tranzytowej, przyujściowej części rzeki, o piaszczystym dnie (rys. 7).

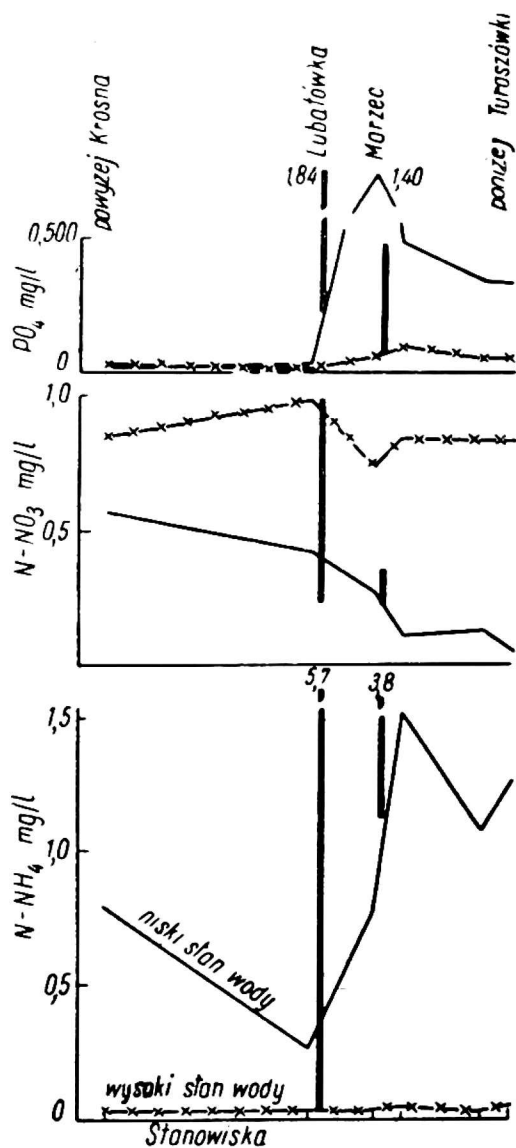
Pojawienie się zwiększonej ilości fosforanów w wodzie, będące efektem erozji, nawet w regionach użytkowanych tylko rolniczo, stanowi przyczynę znacznego zakresu wahań, często na całej długości rzek karpaccich. Wartości te wielokrotnie przewyższają dopuszczalne ilości graniczne, a głównie fosforany, przy stałym nadmiarze składników azotowych w wodzie rzecznej, są więc one czynnikiem limitującym rozwój glonów. Testowe badania nad potencjalną żyznością rzek karpaccich [6] wykazały, poza największą produktywnością Raby w okresie letnim, bardzo liczny rozwój zielenic we wszystkich badanych rzekach. To samo dotyczy też niestety tatrzańskich potoków w odcinkach poniżej schronisk.

Większe ilości fosforanów dopływają jak wiadomo z terenów zasiedlonych, a także z ośrodków hodowlanych, których budowę planuje się u nas na coraz to większą skalę. Ich wpływ, w mniejszym wprawdzie stopniu, stwierdzono już dawnó w pobliżu koszarów pasterskich. Według Liebmana [15] ilość ścieków z tuczarni świń liczącej 30 tys. sztuk (w przeliczeniu na BZT₅) równa się ściekom 60-tysięcznego miasta.



Rys. 7. Zmiany ładunku składników pokarmowych w wodzie Raby. Dobowy splyw składników pokarmowych w Rabe

Przykład wpływu ścieków miejskich na rzekę, w aspekcie jej zasobności w składniki odżywcze, stanowią badania, które prowadzono w rejonie Krosna. Jak zawsze w ściekach miejskich tak i tu daje się zauważyć pokaźny udział amoniaku, często znacznie większy aniżeli azotanów (rys. 8). W zawartości obu tych składników ustala się odwrotna relacja

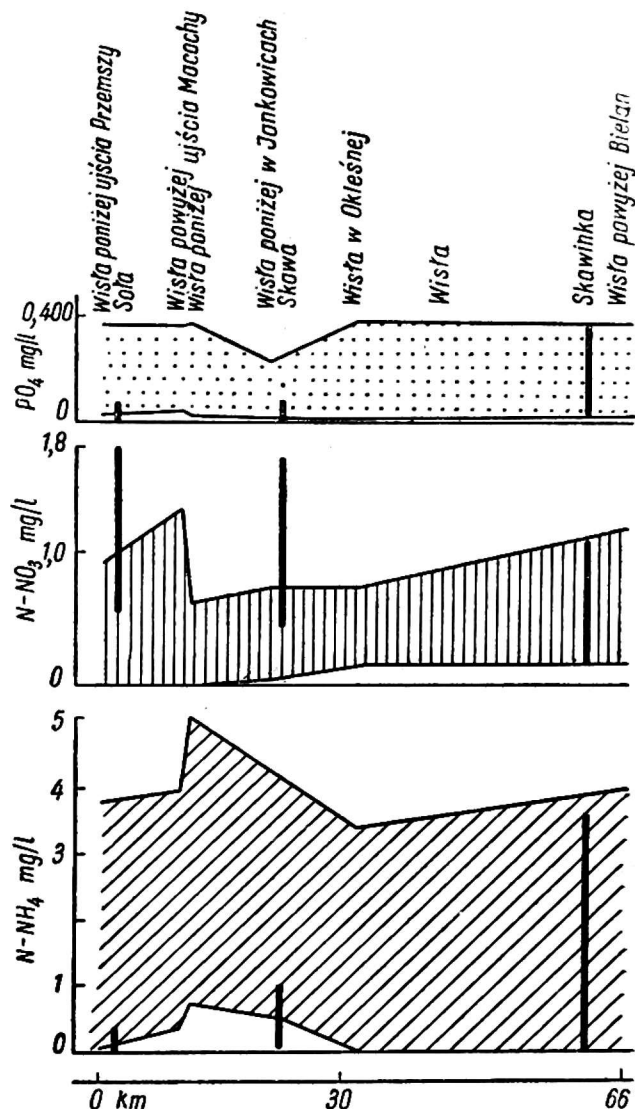


Rys. 8. Koncentracja składników pokarmowych w wodzie Wisłoka

w odniesieniu do stanu wody. Zawartość amoniaku zwiększa się wyraźnie przy niskim stanie wody, a zmniejsza wielokrotnie przy wysokim, podczas gdy koncentracja azotanów wykazuje zależność wprost proporcjonalną w odniesieniu do poziomu wody. Fosforany nie wykazują żadnej korelacji między koncentracją P a ilością prowadzonej wody w rzece powyżej zanieczyszczeń miejskich. Poniżej zaś tych ostatnich jest ona taka sama jak przy amoniaku. W niewielkiej odległości od miasta, poniżej odpływu ścieku z Turaszówki do Wisłoka, zakres wahań koncentracji fosforanów jest nadal dość duży.

Analogiczną sytuację, jeśli chodzi o fosforany, z tym że zakres wahań dotyczy całorocznych badań, stwierdzono w Wiśle na odcinku od ujścia Przemszy do Krakowa [7]. Gęste zasiedlenie terenu i najbardziej w całym kraju rozwinięty region przemysłowy stanowią stałe źródło ścieków dopływających do tego odcinka Wisły. O eutrofizacji tego odcinka dowodzi

wysoka koncentracja amoniaku na całej długości aż do Krakowa, mimo dopływów Soły i Skawy wnoszących wodę o znacznie mniejszym stężeniu tego składnika (rys. 9). Dopływ jednakże tych rzek powoduje, że



Rys. 9. Zakres wahań koncentracji składników pokarmowych w wodzie Wisły

pewna część azotu utrzymuje się w formie azotanów, mimo dominujących tu właściwie stale procesów destrukcji. W dalszym odcinku Wisły następują dopływy, a Dunajec w szczególności, wnoszą bardzo duży zasób składników azotowych, w wyniku czego eutrofizacja Górnej Wisły systematycznie się powiększa.

WNIOSKI

Wyniki omówionych badań można ująć w następujących stwierdzeniach:

1. Stan troficzny rzek karpackich zależy przede wszystkim od zagospodarowania zlewni, co rzutuje na wielkość całkowitego spływu azotu i fosforu, wymywanych w ciągu całego roku z terenu i dopływami transportowanymi do rzek.

2. Ścieki komunalne wpływają na zwiększenie koncentracji oraz ładunku składników pokarmowych tylko poniżej większych miast i osiedli

przyłączonych do sieci kanalizacyjnej, nie mają natomiast decydującego wpływu w terenach wiejskich.

3. Ze względu na strukturę gospodarczą zlewni rzek karpackich, główną przyczynę eutrofizacji stanowi intensyfikacja gospodarki rolnej. Większy ładunek składników pokarmowych pochodzi z terenów użytkowanych rolniczo.

4. Wielkość ładunku mineralnych związków azotowych zależy od ilości prowadzonej wody, a tylko w sporadycznych przypadkach od koncentracji. Koncentracja $N-NH_4$, większa przy niskim stanie wody, zmniejsza się przy wysokim, w przeciwieństwie do $N-NO_3$, którego zawartość zwiększa się przy wysokich stanach wody.

5. Wielkość ładunku $P-PO_4$ układa się proporcjonalnie do ilości prowadzonej wody z tym, że istnieje tam inna korelacja niż w przypadku koncentracji fosforu. Ta bowiem zależy od częstotliwości i intensywności opadów, struktury zasiedlenia i ilości odprowadzanych ścieków.

6. Stosunek fosforu do azotu jest przy niskich względnie średnich stanach wody największy poniżej odpływu ścieków komunalnych, a znacznie mniejszy w rejonie zlewni pokrytej przez lasy czy użytki rolne.

Dla stwierdzenia rozmiarów eutrofizacji w zbiornikach stojących wystarczy przeanalizować dokładnie całkowity roczny spływ azotu i fosforu ze zlewni do zbiornika zaporowego oraz poznać źródła tego spływu. W przypadku rzek karpackich uchwycenie dokładnych liczbowych zależności jest zagadnieniem bardzo trudnym, wzięwszy pod uwagę powierzchnię zlewni wszystkich prawostronnych karpackich dopływów Wisły i różnorodność czynników mających decydujące znaczenie, a podlegających dużej zmienności. Znajomość gęstości zaludnienia, powierzchni użytków rolnych i leśnych, ilości stosowanych nawozów oraz ilości ścieków odprowadzanych do rzek w powiązaniu z analizowanym stanem troficznym tych rzek wykaże zawsze daleko idące rozbieżności.

Bernhardt i in. [1], którzy w ciągu dwu lat przeprowadzali badania potoku Wahnbach, głównego dopływu zbiornika zaporowego o tej samej nazwie i trzech małych do tego dopływu uchodzących potoków, przestali na stwierdzeniu stanu troficznego potoków, różniących się typem zlewni.

Wydaje się, że i w naszym przypadku stwierdzenie stopnia eutrofizacji jest najbardziej istotne. Wszelkie ścisłe przeliczenia, mające np. na celu uchwycenie zależności między ilością odpływających ścieków a ich ilością w wodzie rzeki, nie dają zazwyczaj efektu chociażby z tej przyczyny, że sama ilość ścieków jest zazwyczaj szacowana a nie podawana dokładnie, że odpływ ich bywa często nierównomierny, że trudno uwzględnić zasoby wód wglębnych i melioracyjnych itp.

Stwierdzenie zaś i częsta kontrola stanu troficznego poszczególnych rzek, a więc stałe a nie dorywcze badanie składników pokarmowych po-

winno być sukcesywnie wykorzystywane dla przeciwdziałania awansującej się eutrofizacji.

Polska Akademia Nauk podejmuje już pewne kroki w tym kierunku. W dezyderatach Sekcji Badań Rolniczo-Leśnych na Kongres Nauki Polskiej, uwzględniono jako jeden z bardzo ważnych problem ograniczenia ujemnych wpływów gospodarki rolnej, a nawet i lokalowej na wody powierzchniowe [21]. Za najważniejsze postulaty, wysunięte w tym celu w stosunku do rolnictwa przyjęto „optymalizację nawożenia idącą w kierunku dokarmiania roślin, stosowanie nawozów wolno działających, wprowadzenie wszelkich zabiegów przeciwerozyjnych, eliminację fosforanów w oczyszczalniach ścieków komunalnych oraz wykorzystanie ścieków z ferm tuczu przemysłowego raczej w gospodarce stawowej aniżeli rolnej”.

STRESZCZENIE

Jedną z najistotniejszych przyczyn eutrofizacji wód jest nadmierny dopływ składników pokarmowych, głównie jonów azotu i fosforu, jak również i mikroskładników odżywczych, zwiększających produkcję pierwotną w rzekach i zbiornikach zaporowych.

W niniejszym opracowaniu, którego cel sprecyzowano w tytule, oparto się na materiałach dotyczących składu chemicznego wody rzek oraz ich potencjalnej żyzności, zebranych w ciągu szeregu lat, jak również na takich samych badaniach porównawczych, zgromadzonych ze wszystkich rzek równocześnie.

Oceniając w najbardziej ogólnym zarysie zagospodarowanie zlewni badanych rzek karpackich należy podkreślić ich wiejską i rozproszoną strukturę zasilania. Większość terenów jest użytkowana rolniczo, przy czym największy stan zalesienia notuje się w Bieszczadach. Większość terenów podlega procesom erozji latem i zimą.

Na podstawie dotychczasowych danych można wysunąć następujące stwierdzenia:

1. Stan troficzny rzek karpackich zależy przede wszystkim od zagospodarowania zlewni, co rzutuje na wielkość całkowitego spływu azotu i fosforu, wymywanych w ciągu roku z terenu i poprzez dopływy transportowanych do rzek.

2. Ścieki bytowe wpływają na zwiększenie koncentracji oraz ładunku składników pokarmowych tylko poniżej większych miast i osiedli, te bowiem głównie są przyłączone do sieci kanalizacyjnej, nie mają natomiast decydującego wpływu w terenach wiejskich.

3. Ze względu na strukturę gospodarczą zlewni, główną przyczynę eutrofizacji rzek stanowi intensyfikacja gospodarki rolnej. Większy ładunek składników pokarmowych pochodzi z terenów użytkowanych rolniczo (pola orne, pastwiska, ośrodki hodowlane, gnojownie, kompostownie, itd.).

4. Wielkość ładunków mineralnych związków azotowych zależy od ilości prowadzonej wody. Zawartość $N-NH_4$, większa przy niskim stanie wody zmniejsza się przy wysokim, w przeciwieństwie do zawartości $N-NO_3$, zwiększającej się przy podnoszeniu przepływu wody.

5. Wielkość ładunku $P-PO_4$ układa się proporcjonalnie do ilości prowadzonej wody, z tym, że nie istnieje taka sama korelacja jak chodzi o koncentrację fosforu, ta bowiem zależy od częstotliwości i intensywności opadów (erozja), struktury zasiedlania (ilość większych miast i osiedli) i ilości prowadzonych ścieków.

6. Udział fosforu w stosunku do azotu jest przy niskich względnie średnich stanach wody największy poniżej odpływu ścieków bytowych, a znacznie mniejszy w rejonie zlewni pokrytej przez lasy i użytki rolne.

LITERATURA

- [1] Bernhardt H., Such W., Wilhelms A.: Untersuchungen über die Nährstofffrachten aus vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten mit ländlicher Besiedlung. Münchner Beiträge zur Abwasser- Fischerei- und Flussbiologie, 1969, 16, s. 60-118
- [2] Bombówna M.: Hydrochemiczna charakterystyka potoku Białka Tatrzańska. Acta hydrob., 1968, 10, 27-37
- [3] Bombówna M.: Skład chemiczny wody potoków Polskich Tatr Wysokich ze szczególnym uwzględnieniem Suchej Wody. Acta hydrob., 1971, 13, 4, 379-391
- [4] Bombówna M.: Primary production of a montane river. Proceedings of the IBP-UNESCO Symposium on Productivity Problems of Freshwaters Kazimierz Dolny, Poland May 6-12, 1970, 661-671
- [5] Bombówna M.: Chlorophyllgehalt der Aufwuchsalgen als Anzeiger der Bioaktivität des Flusses. Fortschritte der Wasserchemie 14, 1972, 215-220
- [6] Bombówna M., Bucka H.: Bioassay and chemical composition of some Carpathian rivers. Verhandlungen 18 (w druku)
- [7] Bombówna M., Wróbel S.: Badania chemiczne Wisły od ujścia Przemszy do Krakowa. Acta hydrob. 1966, 8, Suppl. 1, 321-343
- [8] Bombówna M., Wróbel S.: Skład chemiczny wody Wisłoka w rejonie Krosna i zanieczyszczenia metalami ciężkimi (Cu, Cr, Ni). Acta hydrob., 1968, 10, 4, 439-452
- [9] Bombówna M., Wróbel S.: Produkcja pierwotna fitoplanktonu zbiorników zaporowych w Tresnej, Porąbce i Czańcu na tle niektórych cech fizyko-chemicznych wody. Opracowanie dla Instytutu Badań GOP. 1969
- [10] Brański J.: Zmęczenie wody i transport rumowiska unoszonego w rzekach polskich. Prace PIHM, 1968, 95, 49-67
- [11] Chojnacki A.: The content of mineral components in atmospheric precipitation in relation to natural and economical conditions of Poland. Pol. of Soil Sci., 1970, vol. III, 1, 39-46
- [12] Figuła K.: Erozja w terenach górskich. Wiad. IMUZ, 1960, 1, 4, 109-147
- [13] Hasler A. D.: Man-induced eutrophication of lakes. Global Effects of environmental Pollution. Ed. S. F. Singer, Dordrecht-Holland, D. Reidel Publ. Co., 1969, 110-125
- [14] Jaworska M.: Erozja chemiczna i denudacja zlewni rzek Wieprza i Pilicy. Prace PIHM, 1968, 95, s. 29-47
- [15] Liebmann H.: Folgerungen für die Praxis aus den Ausführungen über die Methodik und Anwendung der Gewässergütekartierung. Der Wassergüteatlas. Verlag R. Oldenbourg München, Wien. 1969, 82-87
- [16] Procházková L.: Some abiotic factors in relation to the nitrogen and phosphorus concentration of river and reservoir water. Abstr. Intern. Symp.: Dissolved Matter in Water, their Analysis and Effects on Stream Biota. Reinhardsbrunn, 1970, 97-202
- [17] Punzet J.: Charakterystyka hydrologiczna rzeki Raby. Acta hydrob. 1969, 11, 4, 423-477
- [18] Punzet J.: Stosunki hydrologiczne w dorzeczu Soły. Pr. i Stud. Centr. Bad. Nauk. PAN w Woj. katowickim. Zakł. Ochr. Reg. Przem. 1971, 1-72
- [19] Starmach K.: Hydrobiologiczne podstawy użytkowania przez wodociągi wód płytkich zbiorników rzecznych. Pol. Arch. Hydrob. 1958, t. 4 (17), 9-16
- [20] Vollenweider R. A.: Water management research. Scientific fundamentals of the eutrophication of lakes and flowing waters, with particular references to nitrogen and phosphorus as factors in eutrophication. OECD, Paris, 1968
- [21] Wróbel S.: Wpływ rolnictwa na wody powierzchniowe. Referat oprac. dla Kom. Bad. Roln., Leśn. PAN. 1972

Мария Бомбовна

РЕСУРСЫ ПИТАТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ КАРПАТСКИХ РЕК И ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ОСВОЕНИЕ СТОЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Резюме

Одной из самых существенных причин евтрофикации вод является чрезмерный приток питательных веществ, главным образом, ионов азота и фосфора, как и микросоставных питательных веществ, увеличивающих первичную продукцию в реках и плотинных водохранилищах.

Для настоящей работы, цель которой определена в заглавии, основанием явились материалы, касающиеся химического состава воды рек и их потенциальной плодородности, собранные в течении ряда лет, как одни и те же сравнительные исследования, проведенные одновременно на всех реках.

Оценивая в наиболее общем виде хозяйственное освоение сточных бассейнов, исследованных Карпатских рек, следует подчеркнуть их деревенскую и рассредоточенную структуру поселения. Большинство территорий используется сельским хозяйством при чём самое большое заселение наблюдается в Бещадах. Большинство территорий подвергается процессам эрозии летом и зимой.

На основе существующих данных можно констатировать следующие факты:

1. Трофическое состояние карпатских рек зависит, прежде всего, от хозяйственного освоения бассейнов, что сказывается на величине общего стока азота и фосфора, вымываемых на протяжении всего года из поверхности и транспортированных притоками рек.

2. Бытовые сточные воды влияют на увеличение концентрации и запаса питательных веществ только вниз по течению реки от больших городов и посёлков, ибо они главным образом присоединены к канализационной сети, не имеют решающего влияния на сельских территориях.

3. Учитывая экономическую структуру бассейнов, главной причиной евтрофикации рек является интенсификация сельского хозяйства. Большинство запасов питательных веществ происходит из сельскохозяйственных территорий (пахотные поля, пастбища, животноводческие районы, навозохранилища, компосты и т. д.).

4. Величина запасов минеральных азотных соединений зависит от количества воды, протекающей в реке. Содержание $N-NH_4$ большое при низком уровне воды, уменьшается при высоком, в противоположности до содержания $N-NO_3$, увеличивающегося при росте течения воды.

5. Величина запаса $P-PO_4$ укладывается пропорционально к количеству протекающей воды, при чём не наблюдается такой же самой корреляции в отношении к концентрации фосфора, ибо она зависит от частоты интенсивности осадков (эрозия), структуры поселения и отвода сточных вод.

6. Участие фосфора в отношении к азоту является при низких или средних уровнях воды самым большим ниже оттока бытовых сточных вод, и значительно меньше в районе бассейна, покрытого лесом, или занятого пахотными землями.

Maria Bombówna

NUTRIENT CONTENT IN THE CARPATHIAN RIVERS AND THE MANAGEMENT OF A CATCHMENT BASIN

Summary

One of the most essential reasons of the eutrophication of waters is an excessive inflow of nutrients, chiefly ionic forms of nitrogen and phosphorus, as well as of microelements which increase the primary production in rivers and dam reservoirs.

In the present paper the author discusses the materials collected in several-year investigations on the chemical composition of river waters and their potential fertility, and in similar comparative investigations collected in all rivers simultaneously.

In the general evaluation of the management of the catchment basins of the investigated Carpathian rivers it should be stressed that the structure of their settlement is rural and dispersed. Most of the areas are in agricultural utilization while the highest degree of afforestation is noted in the Bieszczady Mts. Most of the areas are exposed to erosion in summer and winter.

The obtained data seem to suggest the following conclusions:

1. The trophic state of the Carpathian rivers above all depends on the economy of the catchment area since it influences the quantity of the whole inflow of nitrogen and phosphorus leached from the fields throughout the year and transported to the rivers by their affluents;

2. Municipal sewage causes an increase in the concentration and load of nutrients only below larger towns and settlements connected with the sewage network, its influence being unimportant in the rural areas.

3. Owing to the economic structure of the catchment basins, the chief reason of the eutrophication of rivers is the intensification of agriculture: the major load of nutrients comes from areas utilized by agriculture (arable land, pastures, animal production centres, dungsteeds, compost heaps, etc.).

4. The value of the load of mineral nitrogen compounds depends on the amount of water. The content of $N-NH_4$ is greater at low water level and decreases at the high one, contrarily to $N-NO_3$ content which increases at the higher water level.

5. The size of the load is proportional to the amount of the flowing water, however there is no such correlation in the phosphorus concentration since it depends on the frequency and intensity of rainfalls (erosion), the structure of settlement (the number of larger towns and settlements), and the inflow of sewage.

6. The share of phosphorus in relation to that of nitrogen is the largest when the water level is low or medium in the sectors below the inlets of municipal sewage but it is much smaller in those parts of the catchment area which are afforested or used as arable land.