

Marian Wasilewski
Andrzej Szykowski

OCENA JAKOŚCI WÓD PŁYNĄCYCH W REJONIE KARKONOSZY

Aglomeracja miejsko-przemysłowa Jeleniej Góry oraz baza turystyczno-wypoczynkowa rejonu Karkonoszy odczuwają coraz większe trudności w zaspokajaniu zapotrzebowania na czystą wodę. Niekorzystny bilans wodny na tym obszarze wiąże się z jednej strony ze zwiększającym się zapotrzebowaniem na wodę w celu zaspokojenia potrzeb ludności, przemysłu i rolnictwa, z drugiej zaś wynika z niewielkich zasobów wód podziemnych, z braku większych zbiorników wodnych oraz wiąże się także z działalnością przemysłową, ograniczającą możliwości poboru wody z zasobniejszych źródeł z uwagi na pogarszającą się ich jakość.

Możliwości poprawy niekorzystnego stanu aktualnego zaopatrzenia użytkowników w czystą wodę na terenie województwa jeleniogórskiego władze wodne wiążą z rozbudową niektórych istniejących ujęć wodociągowych i budową zbiorników retencyjnych w zlewniach potoków karkonoskich. Podstawę do podejmowania odpowiednich w tym zakresie decyzji stanowić będzie ilościowo-jakościowa ocena dyspozycyjnych zasobów wodnych, opracowywana przez wrocławski oddział Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej dla wytypowanych zlewni w rejonie Karkonoszy. Dla uzyskania danych do oceny aktualnej czystości wody Zakład Badania Jakości Zasobów Wodnych IMGW we Wrocławiu przeprowadził w okresie lat hydrologicznych 1983—

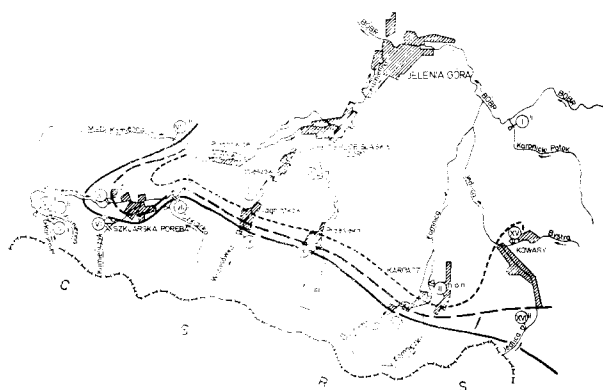
1985 badania składu fizyczno-chemicznego (temperatura, mętność, barwa, zawiesiny, równowaga kwasowo-zasadowa, wskaźniki zasolenia, substancje biogenne, wskaźniki zosobności w substancje organiczne, metale ciężkie oraz pestycydy chloroorganiczne) i biologicznego (analiza bakteriologiczna w zakresie bakterii psychrofilnych, mezofilnych i oznaczenie miana coli oraz ilościowa i jakościowa ocena biocenozy rozwijającej się w biosestonie i zespole organizmów poroślowych) wód w szesnastu przekrojach badawczych zlokalizowanych na dwunastu potokach rozpatrywanego obszaru (rys. 1). Poniżej przedstawiono niektóre wyniki badań, ograniczone do danych z jednego roku badawczego (1984) i do wybranych oznaczeń jakości wody. Celem pracy było omówienie stanu czystości i cech podobieństwa składu wody badanych potoków, w zakresie obejmującym cechy biologiczne i wskaźniki wyrażające obciążenie wód związkami organicznymi oraz wybranymi substancjami biogennymi, uzupełnionymi wynikami oznaczeń odczynu i ogólnej mineralizacji tych wód.

Metodyka

Zaprezentowaną niżej wstępną ocenę czystości wód potoków karkonoskich i zróżnicowania przestrzennego składu tych wód oparto na charakterystycznych, statystycznie wyznaczonych ze zbioru rocznego, średnich ($p=50\%$) i najniekorzystniejszych ($p=90\%$) wartościach wskaźników: pH, BZT₅, utlenialności, azotu amonowego i azotanowego, fosforanów oraz substancji rozpuszczonych. W zakresie wskaźników biologicznych analizie poddano: liczebność bakterii mezofilnych i psychrofilnych, miano coli (wartości o $p=90\%$), oraz saprobność biosestonu i zespołu organizmów poroślowych [4, 5].

Wymienione wyżej wskaźniki chemiczne oznaczane były z częstotliwością trzy razy w miesiącu, zgodnie z obowiązującą metodyką analityczną. Próby do analiz biologicznych pobierane były zwykle z częstotliwością raz na miesiąc, a oznaczenia wykonano według metodyki opisaną w cytowanych wcześniej materiałach wyjściowych.

W celu określenia stanu czystości wód, wartości charakterystyczne rozpatrywanych wskaźników porównano z normami dopuszczalnych zanieczyszczeń dla poszczególnych klas czystości śródlądowych wód powierzchniowych [3]. Przestrzenne zróżnicowanie jakości wód w przypadku kryterium biologicznego przedstawiono graficznie, nanosząc uzyskane wartości określające poszczególne klasy czystości wód na plan te-



Rys. 1 Przestrzenne zmiany jakości wód potoków karkonoskich według kryterium biologicznego (— granice wartości miana coli dopuszczalne dla I klasy czystości wód z 90% prawdopodobieństwem, - - - granice wartości miana coli dopuszczalne dla II klasy czystości wód z 90% prawdopodobieństwem, . . . granice wartości miana coli dopuszczalne dla III klasy czystości wód z 90% prawdopodobieństwem, (VII)KI II — numer przekroju badawczego z symbolem klasy czystości wody (kl. I, II, III i pozanormatywne — non) odniesionej do saprobności biocenozy)

renu badań, natomiast w przypadku kryterium chemicznego dokonano analizy stopnia podobieństwa charakterystycznych wartości wskaźników przy zastosowaniu współczynnika Steinhausa [2], który poddano analizie skupień [1], pozwalającej wyróżnić grupy przekrojów badawczych z wodą o najbardziej zbliżonym składzie chemicznym. Liczbowe wartości wskaźników charakteryzujących badane grupy przedstawiono w tabelach 1 i 2, natomiast stopień ich podobieństwa zilustrowano rysunkami 2 i 3.

Tabela 1
ŚREDNIE WARTOŚCI CHARAKTERYSTYCZNYCH WSKAŹNIKÓW
CHEMICZNYCH DLA GRUP PRZEKROJÓW WYRÓŻNIONYCH
W ANALIZIE SKUPIEŃ ODNIESIONEJ DO PRZECIĘTNEGO
SKŁADU WODY

Grupa	pH	BZT ₅	Utlenial- ność	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₂ ⁻	P-PO ₄ ³⁻	Subst. rozp.
1	5,3	1,0	3,6	0,16	1,29	0,008	71
2	5,0	0,9	2,6	0,15	1,42	0,006	71
3	5,9	1,0	2,9	0,17	1,78	0,014	86
4	6,6	1,0	2,0	0,13	2,08	0,018	102
5	6,9	2,0	5,3	0,28	1,55	0,015	140

Tabela 2
ŚREDNIE WARTOŚCI CHARAKTERYSTYCZNYCH WSKAŹNIKÓW
CHEMICZNYCH DLA GRUP PRZEKROJÓW WYRÓŻNIONYCH
W ANALIZIE SKUPIEŃ ODNIESIONEJ DO NAJNIEKORZYSTNIEJSZEGO
SKŁADU WODY

Grupa	pH	BZT ₅	Utlenial- ność	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₂ ⁻	P-PO ₄ ³⁻	Subst. rozp.
1	4,6	1,7	9,0	0,44	1,80	0,020	95
2	4,4	1,6	5,8	0,36	1,50	0,011	93
3	4,5	1,6	4,4	0,28	2,20	0,014	92
4	4,7	2,2	4,6	0,45	2,10	0,030	110
5	5,1	3,1	2,5	0,52	2,50	0,078	100
6	6,3	1,8	3,0	0,25	2,40	0,018	120
7	6,1	2,0	6,0	0,25	3,20	0,013	160
8	5,8	2,6	7,8	0,75	2,00	0,045	180

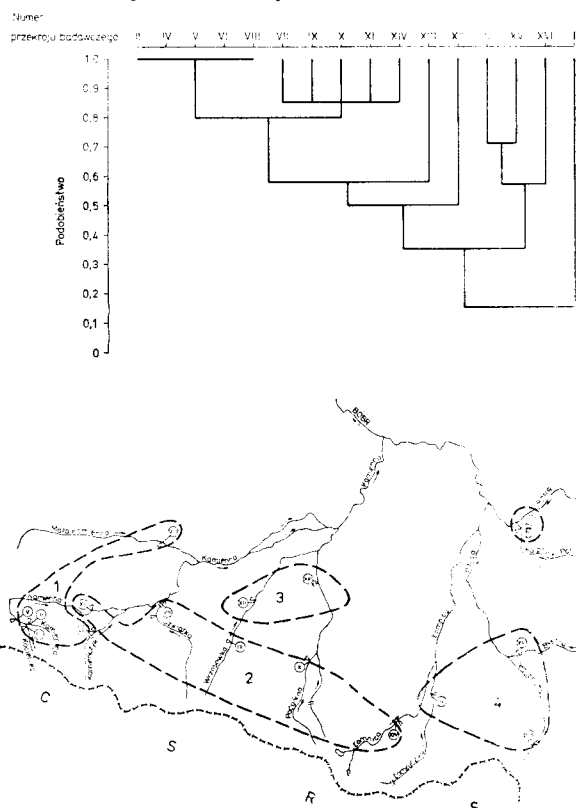
Analiza przestrzennego zróżnicowania jakości wody

Ocena stanu czystości potoków karkonoskich, przeprowadzona na podstawie kryterium biologicznego, wykazuje w przypadku oceny bakteriologicznej wyraźną strefowość zmian jakości wody (rys. 1). Z 90% prawdopodobieństwem należy oczekiwać w przekrojach pomiarowo-kontrolnych, zlokalizowanych w górnych biegach potoków, wartości miana coli odpowiadających I klasie czystości, a następnie — z biegiem potoku — obserwuje się obniżenie miana coli do wartości pozanormatywnych na terenach zabudowanych. Układ ten znajduje całkowite potwierdzenie w rozmieszczeniu i ilości bakterii mezofilnych. W przypadku bakterii psychrofilnych obserwowane liczebności wskazują już w górnych biegach potoków na niewielkie zanieczyszczenie badanych wód biochemicznie rozkładalną substancją organiczną, a na odcinkach poniżej obszarów zabudowanych liczebności te osiągają wartości typowe dla wód silnie zanieczyszczonych. W przypadku saprobozości rozwijającej się biocenozy obserwuje się całkowitą zgodność pomiędzy wskazaniami biosestonu i zespołu organizmów poroślowych, które generalnie wskazują na II klasę czystości

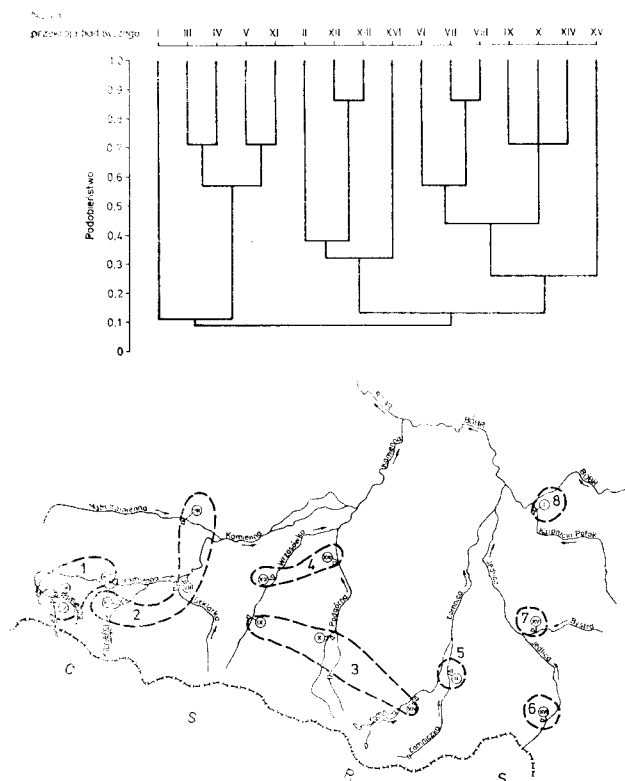
wód badanego obszaru. W nielicznych tylko przypadkach stwierdzono przy tym kryterium inne niż druga klasa czystości, względnie wody pozanormatywne, jednak bez wyraźnej strefowości zaobserwowanej w przypadku kryterium bakteriologicznego. Może to być spowodowane odmiennym działaniem czynników zewnętrznych, a zwłaszcza składem chemicznym w istotny sposób kształtującym biocenozę wód. Wynika stąd celowość przeanalizowania przestrzennego zróżnicowania chemizmu wód badanych potoków. Do analizy takiej wytypowano pH wody, wskaźniki wyrażające zawartość związków organicznych (BZT₅, utlenialność) oraz podstawowych form substancji biogennych (azot amonowy, azotanowy i ortofosforany), a ponadto reprezentujące zasolenie wody — substancje rozpuszczone.

Porównanie podstawowych cech chemicznych wody, dokonane metodą analizy skupień w odniesieniu do średnich (50%) stężeń wymienionych wyżej wskaźników, pozwala wyróżnić pięć grup przekrojów pomiarowo-kontrolnych o odmiennych właściwościach wody rzecznej (rys. 2).

Dwie z nich, zlokalizowane w górnych biegach potoków powyżej osiedli ludzkich, różnią się jedynie wielkością utlenialności wody. Dla trzech grup pozostałych zawierających przekroje na terenie zasiedlonym i zagospodarowanym, obserwuje się wyraźnie wyższe niż dla grupy pierwszej i drugiej wartości stężeń związków azotowych i fosforowych, substancji rozpuszczonych oraz wyższe pH wody, przy równoczesnym znacznym zróżnicowaniu wiel-



Rys. 2 Charakterystyka podobieństwa potoków karkonoskich pod względem przeciętnego składu chemicznego wód (I—XVI numeru przekrojów badawczych, 1—5 grupy przekrojów wyróżnione w analizie skupień)



Rys. 3 Charakterystyka podobieństwa potoków karkonoskich pod względem najniekorzystniejszego składu chemicznego wody (I—XVI numery przekrojów badawczych, 1—8 grupy przekrojów wyróżnione w analizie skupień)

kości tych wskaźników w kolejnych grupach. Układ ten nieco się modyfikuje przy porównaniu wartości zbliżonych do ekstremalnych (90%) i jakkolwiek również w tym przypadku zaznacza się tendencja do rozgraniczenia obszaru przed i poza osiedlami ludzkimi, to jednak w porównaniu z rozpatrywanym wcześniej przypadkiem liczba grup zwiększa się do ośmiu (rys. 3).

W odniesieniu do górnych biegów potoków, dwie uprzednio wyróżnione grupy rozdzielają się tutaj na trzy, z których pierwsza cechuje się wysoką utlenialnością i zasobnością w związki amonowe i fosforowe, trzecia obniżeniem poziomu azotu w formie amonowej i jego podwyższeniem w formie azotanowej, natomiast druga wykazuje cechy pośrednie. W przypadku przekrojów pomiarowo-kontrolnych, zlokalizowanych na obszarze o wzmożonej działalności człowieka, zaobserwowany uprzednio układ grup również uległ modyfikacji, w wyniku której wyróżniono tu zamiast uprzednich trzech — pięć grup przekrojów. Generalnie, ustalone dla nich wskaźniki mają wyższe wartości niż dla trzech grup wyróżnio-

nych na górnych biegach potoków. Od tendencji tej odbiegają jedynie w niektórych przypadkach wartości utlenialności wody i zawartość związków biogenych (tab. 2).

Wnioski

1. Porównanie przeciętnych i zbliżonych do maksymalnych wartości analizowanych wskaźników wskazuje na występowanie okresowo znacznych różnic w jakości badanych wód. Zmienność ta w istotny sposób różnicuje warunki rozwoju biocenozy, pogarszając tym samym możliwości jej rozwoju i obniża klasyfikację saprobiologiczną jakości wody.

2. Badane wody dla większości dokonywanych oznaczeń wykazywały niewielkie ilości łatwo biochemicznie rozkładalnych substancji organicznych, azotu amonowego, fosforanów i substancji mineralnych — w stężeniach właściwych dla wód czystych, a dla wskaźników pozostałych — oprócz pH, jedynie w przypadku azotanów stwierdzono stężenia właściwe dla wód średnio zanieczyszczonych. Wyższe wartości wskaźników oznaczano z reguły w wodach poddanych antropopresji.

3. Odwrotną relację jakości wody i zagospodarowania zlewni odnotowuje się analizując wartość pH wody, która przesądza o warunkach ogólnej klasyfikacji przydatności badanych wód. Generalnie, poza Jedlicą, we wszystkich potokach nie poddanych bezpośredniej wyrażnej działalności człowieka, odczyn pH wody jest niski — nie odpowiadający najgorszej nawet klasie czystości wód użytkowych, natomiast na terenach zasiedlonych pH wody ulega podwyższeniu. Odczyn wody odpowiadający wymogom I klasy czystości stwierdzono jednakże wyłącznie w przekrojach usytuowanych w rejonie wschodnich Karkonoszy, gdzie kwaśny górnokarboński granit Karkonoszy przechodzi w mniej kwaśną jego okrywę metamorficzną.

LITERATURA

1. M. D. MOUNTFORD: An index of similarity and its application to classificatory problems. *Progress in Soil Zoology*, 1962, 43—50.
2. I. PERKAL: Matematyka dla rolników, cz. I. PWN, Warszawa 1958.
3. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 29 listopada 1975 r. w sprawie klasyfikacji wód, warunków jakim powinny odpowiadać ścieki oraz karpieniznych za naruszenie tych warunków (Dz. U. nr 41, poz. 214).
4. M. WASILEWSKI, A. SZYJKOWSKI: Jakościowa ocena dyspozycyjnych zasobów wodnych rejonu Karkonoszy — sprawdzanie nr 3 — z badań wykonanych w okresie lat 1983—84. IMGW, Wrocław 1984 (maszynopis).
5. M. WASILEWSKI, A. SZYJKOWSKI: Ocena jakości wód potoków karkonoskich badanych w okresie lat 1982—84. IMGW, Wrocław, 1985 (maszynopis).

M. Wasilewski, A. Szykowski ESTIMATING THE WATER QUALITY IN THE KARKONOSZE REGION

Making use of the data sets obtained from physical, chemical and bacteriological analyses, the quality of surface water resources in the Karkonosze Range was estimated. Samples were taken in 16 cross-sections

located along 12 creeks. The following water quality parameters were considered: pH, BODs, COD, nitrogen compounds, phosphates, TDS, coli number of meso- and psychrophilic bacteria, and saprosity of the bioseston. Taking into account the values of these parameters, eight sub-regions differing in the degree of water purity and in water properties have been distinguished.