

WPLYW ZMIENNEGO NASILENIA RUCHU WCZASOWO-TURYSTYCZNEGO NA JAKOŚĆ WÓD BIAŁEGO I CZARNEGO DUNAJCA

Sylwester SMOROŃ, Stanisław TWARDY

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Małopolski Ośrodek Badawczy w Krakowie

Słowa kluczowe: klasy czystości wód powierzchniowych, wskaźniki fizykochemiczne i bakteriologiczne

Streszczenie

W latach 1996–2001 prowadzono badania jakości wód Białego Dunajca (przekrój Szaflary) i Czarnego Dunajca (przekrój Ludźmierz). Biały Dunajec niesie wody z obszaru Podhala najbardziej licznie odwiedzanego przez turystów i wczasowiczów, m.in. Zakopanego, Poronina, Białego Dunajca i okolic. W zlewni Czarnego Dunajca, gdzie gęstość zaludnienia jest znacznie mniejsza, liczba osób wypoczywających jest również mniejsza. Działalność wczasowo-turystyczna wiąże się z powstawaniem dodatkowych ilości odpadów stałych i płynnych, które są w środowisku wodnym źródłem substancji zanieczyszczających. Badania dowiodły, że wody Białego Dunajca zawierały znacznie więcej biogenów (N-NH₄, N-NO₃, PO₄) niż wody Czarnego Dunajca. W wodach Białego Dunajca miano *Coli* typu fekalnego było ponad 8 razy niższe niż w wodach Czarnego Dunajca, co świadczy o wyraźnym zróżnicowaniu jakości wód obu rzek. Takie parametry zdecydowały o zaklasyfikowaniu wód Białego Dunajca do pozaklasowych. Wody Czarnego Dunajca są znacznie lepszej jakości i w omawianym okresie badawczym mieściły się w II i III klasie czystości.

WSTĘP

O poziomie produkcji rolniczej w obszarach górzystych Polski decydują uwarunkowania klimatyczno-glebowe, siedliskowe oraz strukturalne. Na ogół poziom produkcji jest tu niższy niż na terenach nizinnych. Rzutuje to na dochody rolników, które są często niewystarczające do zapewnienia odpowiedniego poziomu egzystencji. Dlatego też przyszłość obszarów wiejskich, położonych w atrakcyjnych

Adres do korespondencji: dr inż. S. Smoroń, Małopolski Ośrodek Badawczy IMUZ, ul. Ułanów 21B, 31-450 Kraków; tel. +48 (12) 411-81-46, e-mail: imuzkrak@kki.pl

terenach karpackich i mających duże walory przyrodnicze, powinna się wiązać z rozwojem działalności turystyczno-wczasowej. Działalność ta, związana z obsługą osób czasowo przebywających na danym terenie, obejmuje szeroko rozumiane usługi hotelarsko-noclegowe, agroturystykę, wypoczynek, gastronomię i wszelkiego rodzaju działania związane z wykorzystaniem walorów środowiska. Tego rodzaju działalność gospodarcza powoduje dodatkowe obciążenie środowiska przyrodniczego odpadami stałymi i płynnymi. Przyczynia się też do zwiększenia emisji zanieczyszczeń pyłowych i gazowych [PAWLIK-DOBROWOLSKI, 1990; SMORON, TWARDY, 2001].

Celem przeprowadzonych badań było wstępne rozpoznanie wpływu działalności wczasowo-turystycznej na środowisko, zwłaszcza na jakość wód powierzchniowych odpływających ze zlewni Białego i Czarnego Dunajca. W badanych zlewniach szczególną uwagę zwrócono na gęstość zaludnienia, wielkość ruchu wczasowo-turystycznego oraz związaną z tym migrację do środowiska substancji chemicznych, pochodzących ze stałych i płynnych odpadów bytowych.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Biały i Czarny Dunajec wypływają z Tatr. Biały Dunajec tworzą wody Olczyńskiego Potoku, Bystrego, Cichej Wody, Zakopianki, Porońca oraz kilku innych, mniejszych cieków. Czarny Dunajec zbiera wody potoków mających źródła w Dolinie Kościeliskiej i Chochołowskiej. Obie rzeki łączą się w Nowym Targu, tworząc Dunajec.

Średnia roczna temperatura z wielolecia w piętrze umiarkowanie chłodnym, w którym leży obszar badanych zlewni, mieści się w granicach 6–4°C, a w najwyższych partiach Tatr (piętro zimne), od – 4 do –2°C [NIEDŹWIEDŹ, OBRĘBSKA-STARKŁOWA, 1991].

Na obszarze badań występują wysokie opady atmosferyczne, które średnio w ciągu roku wynoszą od około 800 mm (Kotlina Nowotarsko-Orawska) do 1800–2000 mm w szczytowych partiach Tatr [Atlas ..., 1985; NIEDŹWIEDŹ, OBRĘBSKA-STARKŁOWA, 1991].

Konsekwencją tak wysokich opadów są też znaczne odpływy wód powierzchniowych. W latach 1961–1990 średni roczny przepływ SSQ w Białym Dunajcu w przekroju Szaflary (powierzchnia zlewni 210,1 km²) wynosił 5,32 m³·s⁻¹, a przy wielkiej wodzie WWQ aż 276 m³·s⁻¹. Czarny Dunajec w przekroju Nowy Targ (powierzchnia zlewni 431,8 km²), prowadzi więcej wody – SSQ wynosi 9,03 m³·s⁻¹, a WWQ 474 m³·s⁻¹ [Atlas ..., 1995–1996]. Różnice w odpływach są spowodowane, oprócz powierzchni, między innymi odmiennymi cechami fizjograficznymi tych zlewni.

Według danych z 1996 r., w zlewni Białego Dunajca gęstość zaludnienia jest kilkakrotnie większa niż w zlewni Czarnego Dunajca – w Zakopanem przekracza

350 osób na km², a w Białym Dunajcu i Szaflarach 170 osób na km² (średnio 234 osób na km²), podczas gdy w gminie Kościelisko, należącej do zlewni Czarnego Dunajca, wynosi 56 osób na km², a w gminie Czarny Dunajec 92 osoby na km² (średnio 74 osoby na km²).

Na omawiany teren przyjeżdża wielu turystów chętnych do skorzystania z zasobów środowiska. W Zakopanem w 1996 r. było zarejestrowanych 135 obiektów gospodarki turystycznej, dysponujących około 15 tys. miejsc noclegowych, w Poroninie 5 obiektów (3,3 tys. miejsc) i w Szaflarach 2 obiekty (84 miejsca noclegowe). Łącznie w ciągu 9 miesięcy (I–IX) 1996 r. udzielono w nich na terenie Zakopanego około 1,27 mln noclegów, w Poroninie 142 tys., Białym Dunajcu 55 tys. i w Szaflarach 1,7 tys. [Rocznik ..., 1997]. Rzeczywiste możliwości usługowe w tym zakresie są jednak kilkakrotnie większe, ponieważ liczne domy prywatne dysponują pokojami gościnnymi, nie przekraczającymi 10 miejsc noclegowych. Kwatery te nie podlegają oficjalnej rejestracji. Na terenie zlewni Czarnego Dunajca znajduje się również mniej obiektów wczasowych. Zlokalizowane są one w gminie Kościelisko i łącznie dysponują 2,4 tys. miejsc noclegowych. W 1996 r. w okresie I–IX udzieliły one 226 tys. noclegów. Z ogólnej ilości 16 obiektów wypoczynkowych zarejestrowanych w gminie Kościelisko większość jest położona w zlewni Białego Dunajca. Dotyczy to również kwater prywatnych na terenie tej gminy.

Na podstawie wywiadów i lustracji terenowych można szacunkowo przyjąć, że liczba miejsc noclegowych na obszarze zlewni Białego i Czarnego Dunajca w kwaterach prywatnych nie objętych rejestracją była około trzykrotnie większa od oficjalnej, publikowanej w przytaczanym Roczniku ... [1997].

Ilość ścieków bytowych od stałych mieszkańców, obliczona w wyżej wymienionym okresie na podstawie gęstości zaludnienia i średniego dobowego odpływu ścieków, w zlewni Białego Dunajca wynosiła około 1 960 tys. m³ (tj. średnio 218 tys. m³ w miesiącu). Osoby przebywające czasowo w celach turystyczno-wypoczynkowych pozostawiały około 95 tys. m³ płynnych odpadów bytowych miesięcznie w ciągu sezonu turystycznego (I–II oraz VI–VIII). Stanowiło to około 44% objętości ścieków wytwarzanych przez stałych mieszkańców. Na niektórych obszarach zlewni Białego Dunajca ilość ścieków powstała w wyniku ruchu wczasowo-turystycznego, niekiedy znacznie przekraczała ilość wytwarzaną przez stałych mieszkańców.

Objętość ścieków wytwarzanych przez stałych mieszkańców zlewni Czarnego Dunajca w omawianym okresie była o połowę mniejsza niż w zlewni Białego Dunajca i wynosiła około 990 tys. m³ (tj. średnio 109 tys. m³ miesięcznie). Objętość ścieków powstałych w wyniku ruchu wczasowo-turystycznego w każdym miesiącu sezonu średnio wynosiła około 7 tys. m³, co stanowiło zaledwie 6,5% objętości ścieków odprowadzanych od stałych mieszkańców.

Zdecydowana większość gospodarstw domowych opisywanego rejonu korzysta z bieżącej wody, pochodzącej z wodociągów zbiorowych i zagrodowych. Skanalizowanym usuwaniem ścieków bytowych objętych jest znacznie mniej gospodarstw

[SMOROŃ, TWARDY, 2001]. Wprawdzie w Zakopanem 84,6% ludności było obsługiwane przez oczyszczalnie ścieków, ale już Poroninie tylko 16,4%, natomiast w gminach Biały Dunajec i Szaflary w ogóle brak takich obiektów. W zlewni Czarnego Dunajca sytuacja przedstawiała się jeszcze gorzej. Ścieki były odprowadzane do oczyszczalni tylko od około 16% mieszkańców gminy Kościelisko, położonej na jej obszarze.

METODY BADAŃ

Jakość wód obu rzek oceniono, zestawiając wyniki comiesięcznych analiz próbek wody z lat 1996–2000. Zostały one udostępnione autorom przez WIOŚ z Nowego Sącza i pochodziły z przekrojów w Szaflarach (Biały Dunajec – punkt I) i Ludźmierzu (Czarny Dunajec – punkt II). W pobranych próbkach wody oznaczano $N-NO_3$, $N-NH_4$, PO_4 , SO_4 , Cl , miano *Coli* i BZT_5 , zgodnie z metodyką stosowaną w Państwowym Monitoringu Ochrony Środowiska.

Próbki wody do badań własnych pobierano również w 2001 r. z obu wymienionych rzek w Nowym Targu, tuż przed miejscem ich połączenia (Biały Dunajec – punkt III, i Czarny Dunajec – punkt IV – rys. 1) i oznaczano w nich dodatkowo stężenie Mg i Ca metodą miareczkowo-kompleksometryczną oraz K i Na metodą fotometrii płomieniowej. Analizy wody przeprowadzono w laboratorium MOB IMUZ w Krakowie.



Rys. 1. Lokalizacja punktów poboru wody do analiz chemicznych z Białego i Czarnego Dunajca

Fig.1. Location of the sampling points for chemical analyses in the Biały and Czarny Dunajec rivers

Wyniki analiz chemicznych uśredniono z 5-letniego okresu (średnia roczna), zimowych sezonów urlopowych (XII, I, II), sezonów letnich (VI, VII, VIII), a także okresów poza sezonem (III, IV, V, IX, X i XI) w celu wyodrębnienia okresów o zróżnicowanym nasileniu napływu turystów. Poza sezonem nasilenie ruchu wczasowego na tym obszarze jest niewielkie. Podobny sposób doboru okresów do szczegółowych rozważań zróżnicowanego napływu turystów, a także do obliczeń zastosowano w odniesieniu do 2001 r.

WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Prezentowane wyniki umożliwiły wstępne rozpoznanie wpływu zmiennego nasilenia ruchu wczasowo-turystyczno-wypoczynkowego na jakość wód górnego Dunajca. Z przeprowadzonych analiz wynika, że pod względem jakościowym wody te są znacznie zróżnicowane, a podstawowe źródło ich zanieczyszczeń to płynne, niekiedy stałe, choć zazwyczaj uwodnione, odpady bytowe pochodzenia organicznego [MAZURKIEWICZ-BOROŃ, 2002]. Według SIKORSKIEGO [1998] stężenie N-NH₄ w ściekach pochodzących z kanalizacji zagrodowej może dochodzić do 140 mg·dm⁻³, N-NO₃ do 33 mg·dm⁻³, PO₄³⁻ do 24 mg·dm⁻³, a wartość BZT₅ nawet do 700 mg O₂·dm⁻³.

Średnie roczne stężenie N-NO₃ w wodach Białego Dunajca wynosiło 1,42 mg·dm⁻³, a Czarnego Dunajca 1,15 mg·dm⁻³ (tab. 1). W sezonach letnich było ono najmniejsze i wynosiło odpowiednio 1,14 i 0,84 mg·dm⁻³, a w zimowych osiągały najwyższe wartości – 1,77 i 1,45 mg·dm⁻³. W pozostałych okresach stężenie N-NO₃ utrzymywało się na poziomie zbliżonym do wartości średnich rocznych. W wodach Białego Dunajca maksymalne stężenie N-NO₃ wynosiło 3,62, minimalne 0,71 mg·dm⁻³, a w Czarnym Dunajcu odpowiednio 2,23 i 0,66 mg·dm⁻³ (tab. 1).

Średnie stężenie azotu amonowego z okresu badań w wodach Białego Dunajca wynosiło 0,27 mg·dm⁻³, a Czarnego Dunajca – 0,09 mg·dm⁻³, w Czarnym Dunajcu było więc o 27% mniejsze niż w Białym. Większe stężenie N-NH₄ stwierdzono w okresach zimowych (średnio 0,59 i 0,12 mg·dm⁻³), a mniejsze w letnich (średnio 0,13 i 0,07 mg·dm⁻³). Maksymalne stężenie N-NH₄ w wodach Białego Dunajca wynosiło 1,52 mg·dm⁻³ (okres zimowy), a minimalne 0,01 mg·dm⁻³ (okres letni i poza sezonem). W Czarnym Dunajcu stężenie N-NH₄ mieściło się w granicach 0,01–0,60 mg·dm⁻³ (tab. 1).

Średnie stężenie fosforanów z okresu 1996–2000 w wodach Białego i Czarnego Dunajca wynosiło odpowiednio 0,34 i 0,04 mg·dm⁻³. W okresach zimowych średnie stężenie fosforanów w wodach Białego Dunajca było większe niż w okresach letnich i wynosiło odpowiednio 0,42 i 0,27 mg·dm⁻³. W wodach Czarnego Dunajca stężenie PO₄³⁻ było mniej zróżnicowane sezonowo, wartości średnie mieściły się w przedziale od 0,03 (sezon zimowy) do 0,06 mg·dm⁻³ (sezon letni).

W Białym Dunajcu skrajne wartości stężenia fosforanów wynosiły 0,02 i 1,44 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, a w Czarnym Dunajcu odpowiednio od 0,01 do 0,29 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (tab. 1).

Średnie stężenie chlorków w okresie 1996–2000 w wodach Białego i Czarnego Dunajca wynosiły odpowiednio 7,8 i 4,5 $\text{mg Cl}^{-}\cdot\text{dm}^{-3}$ (tab. 1). W sezonie letnim stężenie to utrzymywało się na niższym poziomie (4,5 i 5,0 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). W okresie zimowym w Białym Dunajcu było większe (10,0), a w Czarnym Dunajcu mniejsze (4,5 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). Maksymalne stężenie Cl^{-} w wodach Białego Dunajca sięgało 34,0 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (poza sezonem), a minimalne 4,0 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (okres letni). W wodach Czarnego Dunajca wartości te wynosiły odpowiednio 7,0 (poza sezonem) i 4,0 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (we wszystkich badanych okresach). Wody Białego Dunajca zawierały zdecydowanie więcej chlorków – maksymalne zanotowane stężenie Cl^{-} było prawie pięciokrotnie większe niż w Czarnym Dunajcu, co wskazuje na okresowy dopływ znacznie większej ilości zanieczyszczeń pochodzenia bytowego.

Stężenie siarczanów było nieznacznie większe w wodach Białego Dunajca (średnio rocznie 18,5 $\text{mg SO}_4^{2-}\cdot\text{dm}^{-3}$) niż w wodach Czarnego Dunajca (16,3 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). W sezonach zimowych średnie stężenie tego składnika wynosiło odpowiednio 23,0 i 17,0, a w letnich 14,0 i 14,5 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Maksymalne stężenie siarczanów w Białym Dunajcu wynosiło 28,0 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (okres zimowy), a minimalne 10,0 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (okres letni). W Czarnym Dunajcu stwierdzono odpowiednio 26,0 i 9,0 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, w obu przypadkach poza sezonem (tab. 1).

Średnie roczne stężenie potasu w wodzie z Białego i Czarnego Dunajca w 2001 r. było zbliżone i wynosiło odpowiednio 1,2 oraz 1,1 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Wyraźnie mniejsze stężenie tego składnika rejestrowano w okresie letnim (średnio 0,2 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) niż w zimowym (1,5 w Białym Dunajcu i 1,4 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w Czarnym Dunajcu). Stężenie potasu w Białym Dunajcu mieściło się granicach 0,1–1,6, a w Czarnym Dunajcu odpowiednio 0,1–1,5 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (tab. 2).

Średnie roczne stężenie sodu w wodach Białego Dunajca wynosiło 4,4, a w wodach Czarnego Dunajca 2,9 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. W sezonie zimowym stężenie tego składnika było wyraźnie większe niż w letnim. Skrajne wartości stężenia Na^{+} wynosiły odpowiednio 2,4–7,9 i 1,8–4,9 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ (tab. 2).

Większa zawartość potasu, a jeszcze bardziej sodu wynika najprawdopodobniej również z przedostawania się znacznie większej ilości zanieczyszczeń płynnych. Przeciętna zawartość sodu w ściekach zagrodowych może sięgać 140 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ [SIKORSKI, 1998]. W związku z tak dużym stężeniem sodu w ściekach, dopływ nawet niewielkiej ich ilości znacząco zwiększa zawartość tego składnika w wodach powierzchniowych.

Zawartość wapnia i magnezu w wodach w znacznym stopniu zależy od zasobności skał macierzystych w te składniki. Zawartość wapnia w ściekach bytowych pochodzących z kanalizacji zagrodowej jest mniejsza od stwierdzonej w badanych wodach. Według SIKORSKIEGO [1998] wynosi około 36 $\text{mg Ca}\cdot\text{dm}^{-3}$. Średnie stężenie wapnia w ciągu roku w omawianych rzekach utrzymywało się na poziomie 57,0 $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. W okresach zimowych stwierdzono większe wartości, nieco mniej-

sze w okresach letnich, a najmniejsze poza sezonem. Maksymalne stężenie tego składnika w wodach Białego Dunajca wynosiło 98,2, minimalne 32,1 mg·dm⁻³, a w wodach Czarnego Dunajca odpowiednio 64,1 i 40,1 mg·dm⁻³ (tab. 2).

Stężenie magnezu w ściekach jest porównywalne ze stężeniem w badanych wodach i sięga 11 mg Mg·dm⁻³. Dlatego też przenikające do środowiska płynne zanieczyszczenia bytowe oddziałują w ograniczonym zakresie na zawartość tych składników w wodach powierzchniowych. Stężenie magnezu w wodach obu rzek utrzymywało się również na zbliżonym poziomie i wynosiło średnio w ciągu roku około 8,7 mg·dm⁻³ (tab. 2). Rozkład był podobny, jak w przypadku wapnia. Maksymalne stężenie tego składnika w wodach Białego Dunajca wynosiło 15,0, a minimalne 4,9 mg·dm⁻³. W wodach Czarnego Dunajca stwierdzono odpowiednio 9,7 i 6,0 mg·dm⁻³ (tab. 2).

Oprócz dopływu zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego, o zawartości biogenów w wodach powierzchniowych decyduje również stopień rozwoju roślinności wodnej, warunki tlenowe oraz temperatura [DOJLIDO, 1987]. W miesiącach letnich substancje odżywcze są lepiej wykorzystywane przez organizmy roślinne, a amoniak łatwiej ulega nitryfikacji, w trakcie której azot łączy się z tlenem. Jakość wód powierzchniowych w tym okresie na ogół jest lepsza. W zimie procesy te ulegają znacznemu spowolnieniu, przez co stężenie składników zanieczyszczających wody się zwiększa.

Wskaźnikiem stopnia zanieczyszczenia wód składnikami pochodzenia organicznego jest biochemiczne zapotrzebowanie na tlen – BZT₅. Jego średnia wartość w okresie 1996–2000 w wodach Białego Dunajca wynosiła 4,0, a Czarnego Dunajca 2,6 mg O₂·dm⁻³. W wodach Białego Dunajca najniższe wartości tego wskaźnika notowano w okresach letnich (średnio 2,6 mg·dm⁻³), a Czarnego Dunajca poza sezonem (2,7), najwyższe natomiast w sezonach zimowych (średnie 4,6 i 3,1 mg O₂·dm⁻³). Maksymalna wartość BZT₅ w Białym Dunajcu wynosiła 18,0, a minimalna 1,3 mg O₂·dm⁻³, w Czarnym Dunajcu odpowiednio 6,8 i 1,1 mg O₂·dm⁻³ (tab. 1). W wodach Białego Dunajca wartości wskaźnika BZT₅ były wyższe przeciętnie o 1,4 mg O₂·dm⁻³ niż w wodach Czarnego Dunajca. Według DOJLIDY [1987] podstawowa grupa substancji organicznych w wodzie i osadach dennych to związki humusowe pochodzenia naturalnego, które mogą stanowić 60–80% całkowitej masy organicznej. Pozostała część pochodzi ze ścieków przemysłowych, bytowych, spływów powierzchniowych oraz z opadów atmosferycznych. W sezonach letnich stwierdzono mniejsze wartości wskaźnika BZT₅ – w warunkach wyższej temperatury procesy biologicznego rozkładu substancji organicznej przebiegają w intensywniej, natomiast w okresach zimowych, gdy proces ten praktycznie nie zachodzi, obserwuje się wysokie wartości biologicznego zapotrzebowania na tlen. W związku z tym poziom zanieczyszczeń pochodzenia organicznego lepiej charakteryzują wartości BZT₅ oznaczane w okresach zimowych.

Stopień zanieczyszczenia wód powierzchniowych ściekami bytowymi określano, oznaczając miano *Coli* – objętość wody (w ml), w której znajduje się jedna

bakteria *Coli* typu fekalnego (jelitowego). Średnia wartość miana *Coli* w badanym okresie w Białym Dunajcu wynosiła 0,047 (tab. 1), w wodach Czarnego Dunajca była wielokrotnie wyższa i wynosiła 0,410. Stężenie bakterii fekalnych w wodach Białego Dunajca było więc ponad 8-krotnie większe niż w Czarnym Dunajcu (tab. 1). Wartości tego parametru były najniższe w wodach Białego Dunajca w sezonach zimowych, a Czarnego Dunajca – w letnich. Wyższe wartości miana *Coli* w wodach Białego Dunajca obserwowano najczęściej w miesiącach posezonowych. Maksymalna jego wartość w Białym Dunajcu wynosiła 0,4, a minimalna 0,002. W wodach Czarnego Dunajca obserwowano znaczne zróżnicowanie miana *Coli* w rozpatrywanych okresach – od 0,02 do 4,0. W sezonach zimowych miano *Coli* było zbliżone do wartości średniej rocznej, natomiast w letnich zmniejszało się o ponad połowę, co wskazuje na zwiększony dopływ ścieków bytowych. Poza sezonem miano *Coli* osiągało największą wartość.

Wody powierzchniowe pobrane w punktach wskazanych na rysunku 1. oceniono zgodnie z obowiązującym w tym czasie Rozporządzeniem ... [1991]. Ze względu na zawartość N-NO₃ wszystkie analizowane próbki mieściły się w I klasie czystości. Wody Czarnego Dunajca również ze względu na zawartość N-NH₄ przez cały okres badań kwalifikowały się do I klasy czystości. W tym czasie jakość wody Białego Dunajca sporadycznie pogarszała się, uzyskując parametry II klasy.

Ze względu na małą zawartość fosforanów wody Czarnego Dunajca na ogół również spełniały kryteria I klasy czystości. Wyjątkiem był 1997 r., w którym w okresie popowodziowym (sierpień) rejestrowano obniżenie ich jakości do II klasy czystości. W przypadku Białego Dunajca fosforany wpływały negatywnie na jakość wód odprowadzanych ze zlewni i przez 4 miesiące w latach 1996–1997 kwalifikowały się do wód pozaklasowych, a w całym okresie badawczym przez około 20–35% każdego roku – do III klasy czystości.

Ponadnormatywne zanieczyszczenie typu organicznego wód Białego Dunajca stwierdzono w ciągu 3 miesięcy 1999 r. W pozostałym okresie, przez około 25–35% każdego roku, badane wody mieściły się w II i III klasie czystości, a przez resztę czasu w I klasie. Wody Czarnego Dunajca były pod tym względem czystsze (I klasa czystości) z wyjątkiem krótkich okresów, w których zaliczono je do II klasy.

Zanieczyszczenia bakteriami *Coli* typu fekalnego były główną przyczyną złego stanu wód Białego Dunajca. Przez około 6 miesięcy każdego roku utrzymywało się ponadnormatywne zanieczyszczenie bakteriologiczne. W pozostałych miesiącach wody spełniały najczęściej kryteria III klasy czystości. Jakość wód Czarnego Dunajca była pod tym względem znacznie lepsza i odpowiadała I i II klasie czystości.

Zła i bardzo zła jakość wód Białego Dunajca utrzymuje się od wielu lat. Świadczą o tym dane WIOŚ z lat 1985–1996 [Rocznik ..., 1997]. Na niemal całej długości rzeki jej wody były zaliczane pod względem fizykochemicznym do wód pozaklasowych, rzadko do III klasy czystości. Pod względem bakteriologicznym

wody te należały i należą do pozaklasowych (NON) – nie odpowiadają żadnym normom.

Wody odprowadzane ze zlewni Czarnego Dunajca miały zawsze lepszą jakość. Pod względem fizykochemicznym odpowiadały II klasie, a bakteriologicznym i w ocenie ogólnej – III klasie czystości. Przyczyną takiego stanu jest między innymi zróżnicowane użytkowanie zlewni obu rzek, w tym w znacznej mierze obciążenie sezonowym napływem turystów i wczasowiczów, co starano się wykazać w niniejszym opracowaniu.

WNIOSKI

1. Działalność turystyczna przyczyniła się do znacznie gorszej jakości wód Białego Dunajca niż w wodach Czarnego Dunajca. Świadczy o tym większe stężenie $N-NH_4$, PO_4^{3-} , Cl^- , Na^+ oraz znacznie wyższe wartości BZT_5 i niższe miana *Coli*.

2. Stężenie składników mineralnych w wodzie w okresach letnich najczęściej było mniejsze niż w okresach zimowych. Szczególnie odnosi się to do składników biogennych i wynika z intensywnego rozwoju mikroflory oraz roślinności wodnej.

3. W obszarach wiejskich, intensywnie wykorzystywanych przez wypoczywających, istnieje pilna potrzeba uregulowania gospodarki wodno-ściekowej, zwłaszcza budowy systemów sieci kanalizacyjnej i oczyszczalni ścieków.

4. Badania nad wpływem ruchu wczasowego na środowisko wodne mają duże znaczenie z uwagi na założenia społeczno-gospodarcze, zmierzające do pełnego wykorzystania walorów środowiskowych omawianych zlewni. Powinny być kontynuowane.

LITERATURA

- Atlas Tatrzańskiego Parku Narodowego, 1985. Pr. zbior. Red. K. Trafas. Zakopane–Kraków: TPN ss. 32.
- Atlas posterunków wodowskazowych, 1995–1996. Bibl. Monitoringu Środ. Warszawa: PIOŚ ss. 210.
- DOJLIDO J., 1987. Chemia wody. Warszawa: Arkady ss. 352.
- MAZURKIEWICZ-BOROŃ G., 2002. Czynniki kształtujące procesy eutrofizacyjne w podgórskich zbiornikach zaporowych. Suppl. Acta Hydrobiol. vol. 2 ss. 68.
- NIEDŹWIEDŹ T., OBRĘBSKA-STARKŁOWA B., 1991. Klimat. W: Dorzecze Górnej Wisły. Cz. 1. Pr. zbior. Red. I. Dynowska, M. Maciejewski. Warszawa–Kraków: PWN s. 68–84.
- PAWLIK-DOBROWOLSKI J., 1990. Źródła substancji chemicznych w zlewni, ich klasyfikacja i metody obliczania. W: Zanieczyszczenia obszarowe w zlewniach rolniczych. Mater. Semin. nr 26. Falenty: IMUZ s. 7–15.
- Raport o stanie środowiska w województwie nowosądeckim w 1997 roku, 1998. Bibl. Monitoringu Środ. Nowy Sącz: WIOŚ ss. 110.
- Rocznik statystyczny woj. nowosądeckiego, 1997. Nowy Sącz: Urząd Statystyczny ss. 382.

- Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 r. w sprawie klasyfikacji wód oraz warunków, jakim powinny odpowiadać ścieki wprowadzane do wód lub do ziemi. Dz.U. 1991 nr 116 poz. 503.
- SIKORSKI M., 1998. Gospodarka ściekami bytowymi na wsi jako czynnik ochrony środowiska. Rozpr. Habil. Falenty: Wydaw. IMUZ ss. 133.
- SMOROŃ S., TWARDY S., 2001. Wstępna ocena gospodarki wodno-ściekowej w rolniczo-turystycznych rejonach górnej zlewni Dunajca. Inż. Rol. nr 8 s. 223–237.

Sylwester SMOROŃ, Stanisław TWARDY

THE IMPACT OF VARIABLE INTENSITY OF TOURIST-RECREATIONAL MOVEMENT ON THE RIVER WATER QUALITY OF THE BIAŁY AND CZARNY DUNAJEC

Key words: classes of the river water quality, physico-chemical and bacteriological indices

S u m m a r y

Water quality was studied in the years 1996-2001 in the Biały Dunajec (Szaflary section) and Czarny Dunajec rivers (Ludźmierz section). The Biały Dunajec carries waters from the most frequented by tourists and holidaymakers regions of Podhale, including Zakopane, Poronin, Biały Dunajec and their vicinity. In the Czarny Dunajec basin, the small number of holidaymakers is in disparity with much lower population density. The holiday and tourist activity was connected with the generation of additional amounts of solid and liquid wastes. They introduce pollutants into aquatic environment. Our study demonstrated the waters of the Biały Dunajec had much higher nutrient (N-NH₄, N-NO₃, PO₄) content than the Czarny Dunajec. From among nutrients particularly dangerous are phosphates, whose maximum concentrations in waters of the Biały Dunajec amounted 1.44 mg PO₄·dm⁻³. Simultaneously, bacteria *coli* index was almost 8 times lower, which indicates pronounced differences in water quality of the two rivers. These parameters decided on classifying the waters of the Biały Dunajec as non-standard. Water quality of the Czarny Dunajec was much better and the river in the study period was classified into the 2nd or 3rd class.

Recenzenci:

prof. dr hab. Józef Koc

prof. dr hab. Zdzisław Zabłocki

Praca wpłynęła do Redakcji 05.12.2002 r.

Tabela 1. Stężenie składników mineralnych ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$), wartości wskaźnika BZT₅ i miana *Coli* oraz wartości odchylenia standardowego *SD* w wodach Białego i Czarnego Dunajca z lat 1996–2000

Table 1. Concentration of chemical substances ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$), BOD₅, coliform index and the respective standard deviations in waters of the Biały and Czarny Dunajec (1996–2000)

| Wyszczególnienie Specification | Wartości badanych parametrów w wodzie w okresie Values of analysed parameters in the period | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|---|------|-----------------|-----------|---------------|------|-----------------|-----------|-------------------------|------|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| | zimowym winter | | | | letnim summer | | | | poza sezonem off season | | | | 1996–2000 | |
| | min | max | średnia mean | <i>SD</i> | min | max | średnia mean | <i>SD</i> | min | max | średnia mean | <i>SD</i> | średnia mean | <i>SD</i> |
| Biały Dunajec | | | | | | | | | | | | | | |
| N-NO ₃ | 1,21 | 2,32 | 1,77 | 0,37 | 0,79 | 3,62 | 1,14 | 0,70 | 0,71 | 2,78 | 1,38 | 0,52 | 1,42 | 0,58 |
| N-NH ₄ | 0,02 | 1,52 | 0,59 | 0,46 | 0,01 | 0,31 | 0,13 | 0,08 | 0,01 | 1,06 | 0,18 | 0,21 | 0,27 | 0,33 |
| PO ₄ ³⁻ | 0,02 | 1,44 | 0,41 | 0,31 | 0,11 | 0,53 | 0,27 | 0,14 | 0,10 | 1,01 | 0,32 | 0,20 | 0,34 | 0,27 |
| Cl ⁻ | 6,0 | 13,0 | 10,0 | 2,5 | 4,0 | 6,0 | 4,5 | 0,84 | 4,0 | 34,0 | 8,3 | 8,4 | 7,8 | 6,3 |
| SO ₄ ²⁻ | 16,0 | 28,0 | 23,0 | 4,6 | 10,0 | 17,0 | 14,0 | 2,8 | 15,0 | 25,0 | 18,0 | 3,0 | 18,5 | 4,6 |
| BZT ₅ BOD ₅ | 2,4 | 8,6 | 4,6 | 2,1 | 1,3 | 4,4 | 2,6 | 0,9 | 1,7 | 18,0 | 4,5 | 3,4 | 4,0 | 2,7 |
| Miano <i>Coli</i> Coliform index | 0,002 | 0,4 | 0,041 | 0,101 | 0,004 | 0,4 | 0,049 | 0,098 | 0,002 | 0,4 | 0,05 | 0,08 | 0,047 | 0,092 |
| Czarny Dunajec | | | | | | | | | | | | | | |
| N-NO ₃ | 0,96 | 1,79 | 1,45 | 0,3 | 0,68 | 1,38 | 0,84 | 0,21 | 0,66 | 2,23 | 1,13 | 0,49 | 1,15 | 0,44 |
| N-NH ₄ | 0,03 | 0,60 | 0,12 | 0,1 | 0,01 | 0,02 | 0,07 | 0,06 | 0,01 | 0,23 | 0,08 | 0,06 | 0,09 | 0,09 |
| PO ₄ ³⁻ | 0,01 | 0,05 | 0,03 | 0,02 | 0,01 | 0,29 | 0,06 | 0,08 | 0,01 | 0,07 | 0,04 | 0,01 | 0,04 | 0,04 |
| Cl ⁻ | 4,0 | 5,0 | 4,5 | 0,7 | 4,0 | 6,0 | 5,0 | 0,5 | 4,0 | 7,0 | 4,6 | 0,6 | 4,5 | 1,05 |
| SO ₄ ²⁻ | 15,0 | 19,0 | 17,0 | 2,8 | 11,0 | 18,0 | 14,5 | 5,0 | 9,0 | 26,0 | 17,0 | 5,0 | 16,3 | 4,4 |
| BZT ₅ BOD ₅ | 1,4 | 5,0 | 3,1 | 1,3 | 1,1 | 2,8 | 3,1 | 1,3 | 2,0 | 6,8 | 2,7 | 1,3 | 2,6 | 1,2 |
| Miano <i>Coli</i> Coliform index | 0,02 | 0,4 | 0,386 | 0,12 | 0,02 | 0,4 | 0,16 | 0,11 | 0,02 | 4,0 | 0,63 | 1,007 | 0,41 | 0,777 |

Tabela 2. Stężenie składników mineralnych ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) w wodach Białego i Czarnego Dunajca w 2001 r.

Table 2. Concentration of chemical substances ($\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) in waters of the Biały and Czarny Dunajec in 2001

| Wyszczególnienie Specification | Wartości badanych parametrów w wodzie w okresie Values of analysed parameters in the period | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--|------|-----------------|---------------|------|-----------------|-------------------------|------|-----------------|-----------------|
| | zimowym winter | | | letnim summer | | | poza sezonem off season | | | 2001 |
| | min | max | średnia mean | min | max | średnia mean | min | max | średnia mean | średnia mean |
| Biały Dunajec | | | | | | | | | | |
| K ⁺ | 1,2 | 1,6 | 1,5 | 0,1 | 0,8 | 0,2 | 1,1 | 1,3 | 1,2 | 1,2 |
| Na ⁺ | 4,5 | 7,9 | 6,2 | 2,4 | 2,6 | 2,4 | 3,0 | 4,7 | 3,8 | 4,4 |
| Ca ²⁺ | 63,1 | 98,2 | 80,7 | 43,3 | 52,1 | 48,1 | 32,1 | 52,0 | 44,8 | 57,3 |
| Mg ²⁺ | 9,6 | 15,0 | 12,3 | 7,5 | 8,1 | 7,3 | 4,9 | 7,8 | 6,8 | 8,7 |
| Czarny Dunajec | | | | | | | | | | |
| K ⁺ | 1,0 | 1,5 | 1,4 | 0,1 | 0,4 | 0,2 | 1,1 | 1,4 | 1,3 | 1,1 |
| Na ⁺ | 3,9 | 4,9 | 4,1 | 2,0 | 2,2 | 2,1 | 1,8 | 2,6 | 2,2 | 2,9 |
| Ca ²⁺ | 62,9 | 64,1 | 63,5 | 63,2 | 57,1 | 60,1 | 40,1 | 56,1 | 50,8 | 56,6 |
| Mg ²⁺ | 9,6 | 9,7 | 9,7 | 8,9 | 9,5 | 9,2 | 6,0 | 8,5 | 7,7 | 8,6 |