

Stanisław Malek

Katedra Ekologii Lasu, Akademia Rolnicza w Krakowie

Tomasz Gawęda

Nadleśnictwo Andrychów, RDLP Katowice

CHARAKTERYSTYKA CHEMICZNA WÓD POWIERZCHNIOWYCH ZLEWNI POTOKU DUPNIAŃSKIEGO ORAZ OLZY W BESKIDZIE ŚLĄSKIM

THE CHARACTERISTIC OF SURFACE WATER OF POTOK DUPNIAŃSKI AND OLZA DRAINAGE AREA IN BESKID ŚLĄSKI

Słowa kluczowe: chemizm wód powierzchniowych, zlewnie górskie, zlewnie zalesione i zurbanizowane, klasyfikacja jakościowa wód powierzchniowych, Potok Dupniański, Olza, Beskid Śląski, Leśny Kompleks Promocyjny „Lasy Beskidu Śląskiego”.

Streszczenie: Przedstawiona praca przedstawia różnice w wybranych właściwościach fizyko-chemicznych wód pomiędzy dopływem (Potok Dupniański – zlewnia zalesiona) a odbiornikiem (rzeką Olzą – zlewnia rolnicza i zurbanizowana). Jakość wód potoku poza okresami roztopowymi jest znacznie wyższa. Czynnikiem determinującym przynależność do poszczególnych klas czystości jest przeważnie odczyn ich wód. Wody odbiornika są gorszej jakości, o której decydują często zawartości nieorganicznych form azotu.

Key words: water chemical, mountain forest and urban catchment, water quality classification, the Potok Dupniański stream, The Olza, the Silesian Beskid, Forest Promotion Complex „Silesian Beskid Forest”.

Summary: Presented paper contain difference in chosen physic-chemical water parameters between inflow (Potok Dupniański – forest catchment) and outflow (Olza river – agricultural and urban catchment). The stream water quality, beside the snow melting period is higher. The main and determining element for water classifies is their reaction. Waters from Olza river are of pure quality, which is the effect of the inorganic nitric form.

WSTĘP

Zagadnienie kompleksowej ochrony zasobów leśnych nabrało w ostatnim czasie ogromnego znaczenia nie tylko wśród leśników i przyrodników, lecz również wśród całego społeczeństwa. Troska ta znalazła wyraz przede wszystkim w nowej ustawie o lasach z 28 września 1991 roku (z późniejszymi poprawkami) (DzU 56/2000), zaś

wewnątrz Lasów Państwowych w zarządzeniu nr 11 (1995) i 11A (1999) Generalnego Dyrektora Lasów Państwowych w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych.

Jednym z ważniejszych zasobów leśnych jest woda. W tej materii główne zadania stawiane lasom to: działania przeciwpowodziowe, zwiększenie zasobów wód powierzchniowych i podziemnych, zachowanie czystości wód, zabezpieczenie ujęć wód, zapobieganie erozji liniowej i powierzchniowej, poprawa mikroklimatu, cele rekreacyjne itp. [Tyszka, 1995]. Badania nad chemizmem wód powierzchniowych prowadzone w Katedrze Ekologii Lasu AR Kraków wskazują na istotny wpływ zlewni o zagospodarowaniu leśnym na jakość wód powierzchniowych wymieniając na różnice wynikające z różnych cech charakterystycznych drzewostanów (zwarcie, skład gatunkowy, gleba, ukształtowanie terenu itp.) [Małek i Wężyk, 2000; Małek, 2001; Małek i Gawęda, 2002; Gawęda, 2003].

W świetle wyżej przytoczonych zadań, jakie stawia się lasom w zakresie ochrony wód, zagadnieniem niezwykle istotnym wydaje się jakość wód wypływających ze zlewni leśnej w porównaniu do jakości wód odpływających ze zlewni o innym sposobie zagospodarowania.

POŁOŻENIE OBIEKTU I METODYKA BADAŃ

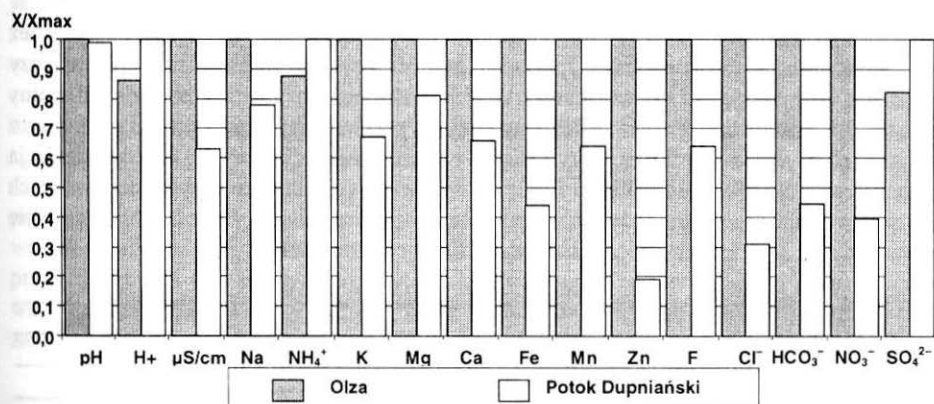
Zlewnia doświadczalna Potok Dupniański położona jest w Leśnictwie Bukowiec, Obręb Istebna, Nadleśnictwie Wisła w RDLP Katowice. Geograficznie zajmuje ona południowe, południowo-wschodnie i południowo-zachodnie stoki wzniesień: Bukowiec, Sałasz Dupne i Młoda Góra położonych w paśmie Stożka w Beskidzie Śląskim. W administracji państwowej jest to obszar miejscowości i gminy Istebna w powiecie cieszyńskim, województwie śląskim [Małek, 2001, 2004].

Odbiornikiem wód powierzchniowych zlewni Potoku Dupniańskiego jest rzeka Olza poniżej miejscowości Istebna, około 500 m przed przecięciem rzeki z granicą polsko-czeską. Zlewnia tej rzeki jest wielokrotnie większa powierzchniowo, zaś jej zagospodarowanie jest rolniczo-leśne ze znacznym udziałem terenów zurbanizowanych.

Wody do analiz pobierano w przekroju zamykającym zlewnię Potoku Dupniańskiego oraz na Olzie około 20 m przed ujściem wód Potoku Dupniańskiego przy niskich, średnich i wysokich stanach wód. Poboru próbek dokonano w listopadzie 2001 oraz w marcu, lipcu, wrześniu i listopadzie 2002 roku. Sesje pomiarowe zostały nazwane datami ich wykonania, przy czym dla sesji listopadowej z 2001 roku przypisano oznaczenie „2001”, zaś w pozostałych nazwach nie podano roku. Ponadto w latach 2001–2002 comiesięcznie z tych samych punktów pobierane były próbki, na podstawie których dokonano m.in. klasyfikacji jakościowej wód Olzy i potoku. Klasyfikacja ta oparta była jedynie o dostępny zestaw oznaczeń, nie uwzględniała m.in. badań bakteriologicznych, dlatego należy traktować ją jako orientacyjną, wskazującą tylko pewne tendencje. Próbki zanalizowane zostały w laboratorium KEkL przy użyciu aparatu firmy Eijkelkamp (pH i przewodnictwo) oraz chromatografu jonowego Dionex – 320 (kolumna anionowa JonPac AS17 – F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , HCO_3^- ; kolumna kationowa JonPac CS 12A – NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^+ , Mn^+ , Zn^+).

WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

Zlewnia rzeki Olzy w przeciwieństwie do zlewni leśnej - Potok Dupniański jest zurbanizowana i wielokrotnie większa powierzchniowo. Stąd należy spodziewać się tu różnic w zawartości poszczególnych substancji i wysokości wskaźników. Różnice te zostały zaobserwowane już podczas badań testowych. W badaniach szczegółowych te różnice się potwierdziły (Rys. 1, 2, tab. 1).



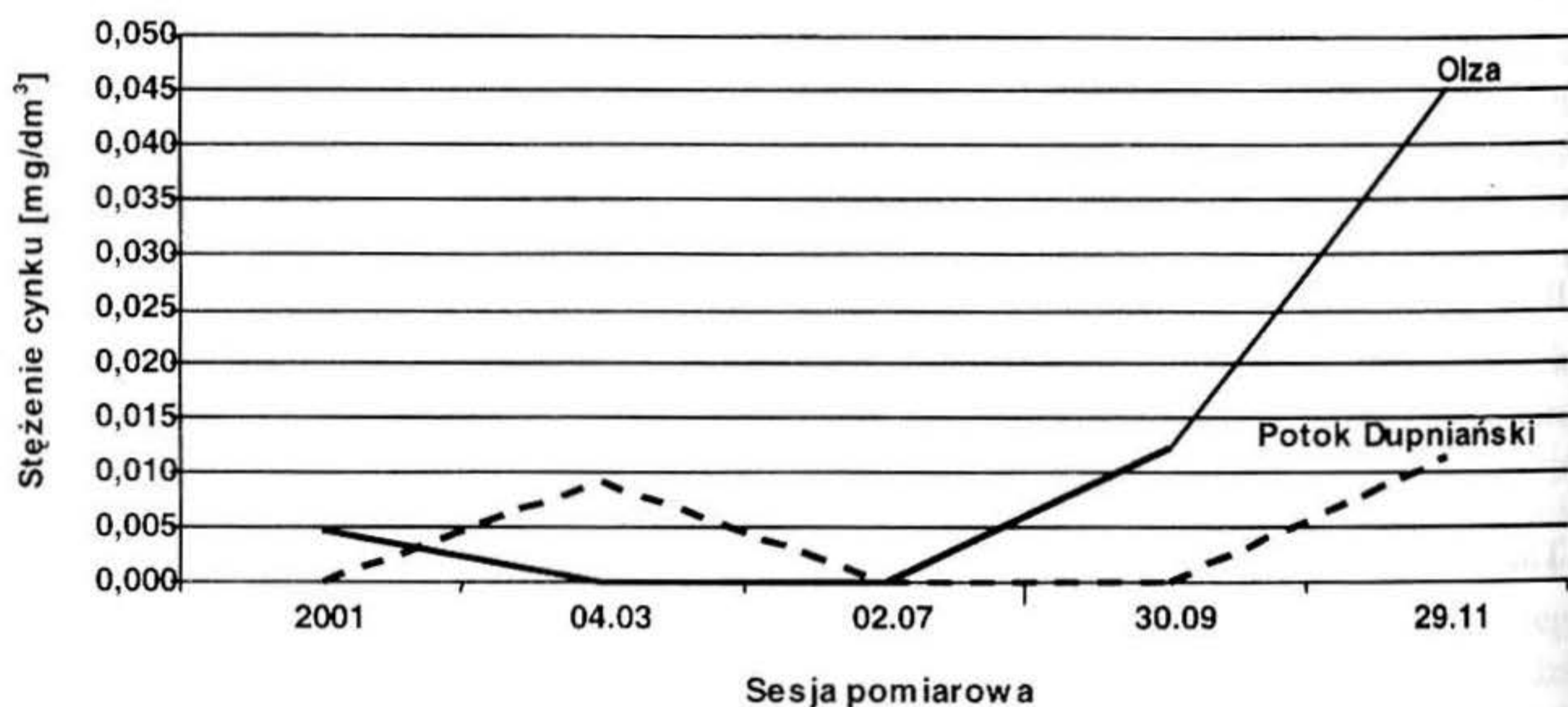
Rys. 1. Różnice w chemizmie pomiędzy wodami Potoku Dupniańskiego i Olzy. W celu ujednoczenia skali, wielkości zestandaryzowano przez podzielenie ich przez wartość maksymalną cechy ($\mu\text{S}/\text{cm}$ oznacza przewodnictwo)

Tab. 1. Chemizm wód dopływu – Potoku Dupniańskiego i odbiornika – Olzy ($\mu\text{S}/\text{cm}$ oznacza przewodnictwo w $[\mu\text{S}/\text{cm}]$, stężenia jonów podano w $[\text{mg}/\text{cm}^3]$)

Cecha	Olza	Potok	Cecha	Olza	Potok
PH	6,23	6,16	Fe	0,090	0,039
Przewodnictwo	119,8	75,5	Mn	0,005	0,003
H ⁺	0,59	0,68	Zn	0,016	0,003
Na ⁺	6,63	5,16	F ⁻	0,151	0,097
NH ₄ ⁺	1,73	1,98	Cl ⁻	4,760	1,470
K ⁺	2,99	2,00	HCO ₃ ⁻	49,370	22,110
Mg ²⁺	4,61	3,74	NO ₃ ⁻	5,520	2,180
Ca ²⁺	20,08	13,20	SO ₄ ²⁻	21,110	25,640

Wody Olzy są mniej kwaśne oraz znacznie bardziej zasolone. Różnice te wynikają z znacznie wyższej zawartości wodorowęglanów i azotanów, a spośród kationów potasu, sodu, wapnia i magnezu. Najwyższe różnice występują jednak, jeśli chodzi o mikroelementy i chlorki (tab. 1). Spowodowane jest to w dużej mierze urbanizacją zlewni Olzy. Dopływ ścieków bytowo-gospodarczych objawia się bowiem wzrostem zawartości chlorków [Dojlido, 1987].

Wyższa zawartość mikroelementów związana jest z większą powierzchnią zlewni odbiornika oraz z działalnością człowieka. Znacznie wyższe zawartości żelaza a szczególnie cynku mogą być powodowane spływem wód z terenów zurbanizowanych, szczególnie z cynkowanych wyrobów hutniczych stosowanych na szeroką skalę nie tylko w budownictwie (pokrycia dachów, płyty, urządzenia wodne), lecz również w innych dziedzinach gospodarki (np. w drogownictwie jako bariery przydrożne). Nie bez znaczenia wydaje się tu również spływ wód pośniegowych z licznych w zlewni Olzy sztucznie dośnieżanych stoków narciarskich. Efekt ten nie jest co prawda odwrotny wiosną, lecz może to wynikać z dużo większego rozcieńczenia tego pierwiastka oraz z wyższego pH w wodach Olzy, przy którym nie następuje wymywanie lecz akumulacja tego pierwiastka [Dojlido, 1987]. Różnica zaczyna być znaczna przy niskich stanach wód, szczególnie jesienią, gdy wzmagają się procesy rozkładu (rys. 2). Niewątpliwie świadczy ona o wyższym obciążeniu zlewni Olzy tym metalem.



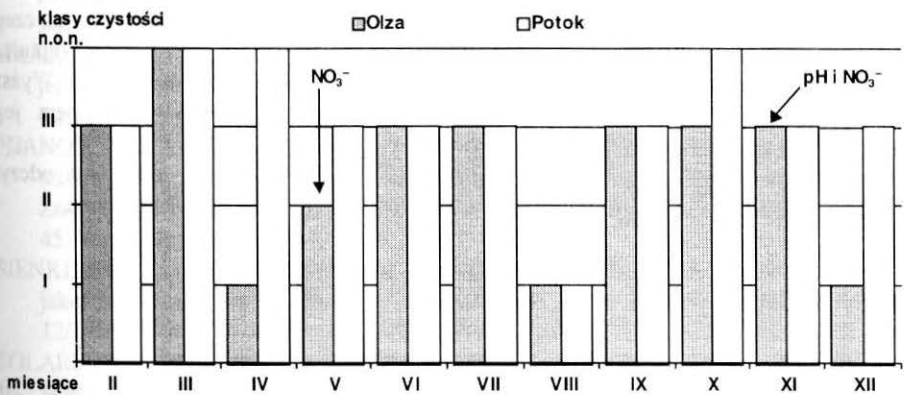
Rys. 2. Sezonowe wahania zawartości cynku w wodach powierzchniowych odpływających ze zlewni Potoku Dupniańskiego oraz w wodach Olzy

Przyczynami antropogenicznymi spowodowana jest znacznie wyższa zawartość związków azotu w wodach Olzy. Różnice dotyczą tu również stosunków tych form. W dopływie notuje się wyższe stężenie amoniaku, natomiast w Olzie więcej jest azotanów. W potoku płytkim, o mniej burzliwym przepływie, licznych zakolach i nieregularnych brzegach istnieją znacznie lepsze warunki do rozwoju mikroorganizmów przeprowadzających nityfikację [Starmach i in., 1978]. Takim ciekim jest Olza w przeciwieństwie do dolnego odcinka Potoku Dupniańskiego, który płynie bardzo burzliwe w ostro wciętym korycie. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w różnicach w zawartości form azotu. Niższa zawartość azotanów w wodach dopływu jest również

wynikiem jego zużywania przez organizmy samożywne, szczególnie w górnym biegu Potoku Dupniańskiego.

Ze zlewni Potok Dupniański wynoszone są również znaczne ilości siarczanów. Należy to uznać za efekt drzewostanu [Małek, 2001, 2004; Małek i Gawęda, 2002]. Mimo kilkakrotnie większej powierzchni zlewni Olza niesie o niemal 20% niższą zawartość tego jonu. Podwyższone zawartości siarczanów w wodach wypływających ze zlewni zalesionych notuje się w badaniach pochodzących z rejonu Sudetów, gdzie gatunkiem głównym jest świerk [Sienkiewicz i in., 1995; Żmuda, 1994]. Odwrotnie wielkości te mają się na niżu w przypadku drzewostanów sosnowych czy liściastych [Miler i in., 1999; Solarska, Solarski, 1996] oraz w różnorodnych drzewostanach jodłowych z domieszką buka, modrzewia i świerka wzrastających na górskich siedliskach na Pogórze Spiskim [Pijanowski i in., 1995]. W tych ostatnich badaniach wykazano ponadto nieco wyższe koncentracje siarczanów w ciekach zlewni zurbanizowanych. Zatem górskie monokultury świerkowe, szczególnie te wzrastające niezgodnie z warunkami siedliskowymi w reglu dolnym, powodują znaczny dopływ siarczanów do wód powierzchniowych.

Nieco wyższe wartości pH notowane w wodach Olzy powoduje większa pojemność buforu węglanowego związana z wyższą zawartością jonów wodorowęglanowych. Różnica ta nie jest jednak znacząca. Podobnie jak w poprzednich przypadkach pH jest jednym z podstawowych czynników limitujących przynależność wód do klas [DzU 116/1991, poz. 503]. Biorąc pod uwagę wartości średnie wody zarówno ujścia potoku jak i Olzy należą do III klasy czystości (rys. 3).



Rys. 3. Miesięczne zmiany przynależności do klas czystości wód Olzy i Potoku Dupniańskiego w latach 2001-2002 (czynnikiem ograniczającym jest pH z wyjątkiem przypadków zaznaczonych na wykresie)

Pod względem badanych czynników wody Olzy są wyżej klasyfikowane niż wody Potoku Dupniańskiego. Wpływa na to głównie znaczne obniżenie pH podczas topnienia śniegów oraz podczas jesiennego okresu zahamowania wegetacji przy intensywnych jeszcze procesach rozkładu. Z wykresu odczytać można wyraźną tendencję do

pogarszania się klasy czystości wód Olzy wraz ze spadkiem przepływu (wyższe koncentracje związków azotu pochodzenia antropogenicznego). W okresie tajania śniegów w obu przypadkach wody są pozaklasowe, przy czym w zlewni leśnej okres ten przedłuża się ze względu na wolniejsze topnienie śniegu niż na powierzchni otwartej.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wody potoku charakteryzują się znacznie niższym zasoleniem i nieco niższym pH niż wody odbiornika, który posiada kilkakrotnie większą zlewnię.

Wyższe zawartości siarczanów w wodzie odpływającej ze zlewni badawczej niż ze zurbanizowanego terenu zlewni Olzy świadczą o znacznym wymywaniu tej substancji z drzewostanów. Badania przeprowadzone w Polsce świadczą, iż zjawisko to zachodzi jedynie w górskich monokulturach świerkowych, szczególnie w tych, które niezgodnie z siedliskiem porastają obszar regła dolnego. Najodpowiedniejsze wydają się być tu lasy jodłowe z udziałem gatunków liściastych, modrzewia oraz świerka.

W Olzie prawdopodobnie intensywniej zachodzą procesy nitryfikacji, czego dowodem są proporcje zawartości poszczególnych form azotu nieorganicznego. Stosunkowo płytki nurt, wiele zakoli oraz zróżnicowana linia brzegowa sprzyjają tu rozwojowi bakterii nitryfikacyjnych.

Znacznie wyższe są koncentracje chlorków w wodach Olzy. Świadczy to niezaprzeczalnie o dopływie ścieków bytowo – gospodarczych.

O ponad 80% niższy jest średni poziom zawartości cynku w wodach potoku, czego przyczyn należy upatrywać przede wszystkim w urbanizacji zlewni Olzy (hutnicze wyroby o powłokach cynkowych oraz sztucznie naśnieżane stoki narciarskie). Wyższe zawartości pozostałych mikroelementów w wodach odbiornika są efektem jego znacznie większej powierzchni zbiorczej.

Podstawowym czynnikiem kształtującym poziom czystości wód jest odczyn, jednak w Olzie na klasy czystości miewa wpływ również zawartość form azotu.

LITERATURA

DOJLIDO J., 1987: Chemia wody. PWN Warszawa.

Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej z 1991 roku. Nr 116, poz. 503; Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 5 listopada 1991 roku w sprawie dopuszczalnych wartości zanieczyszczeń w śródlądowych wodach powierzchniowych.

Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej z 2000 roku. Nr 56, poz. 679; Ustawa z 29 września 1991 roku o lasach z późniejszymi poprawkami – tekst ujednolicony na dzień 19 lipca 2000.

Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej z 2000 roku. Nr 82, Poz. 937; Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 4 września 2000 roku w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze, woda w

- kąpieliskach, oraz zasad sprawowania kontroli jakości wody przez organy Inspekcji Sanitarnej.
- GAWĘDA T., 2003: Chemiczna charakterystyka wód powierzchniowych zlewni Potok Dupniański w Beskidzie Śląskim. Praca magisterska w KEkL AR Kraków.
- GOMÓŁKA E., SZAYNOK A., 1997: Chemia wody i powietrza. Oficyna wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław.
- MAŁEK S., 2001: Obieg pierwiastków w drzewostanach świerkowych rasy istebniańskiej. [w:] Suliński J. + zespół, 2001: Zbadanie czynników określających dynamikę zapasu wody, chemizm i produktywność gleb leśnych wytworzonych z piaszczowców istebniańskich – raport końcowy. Maszynopis w Zakładzie Inżynierii Leśnej AR Kraków, 118–142.
- MAŁEK S., 2004: The effect of different age of spruce stands on the balance of elements in the Potok Dupniański catchment. *Dendrobiology* – przesłane do druku.
- MAŁEK S., GAWĘDA T., 2002: Chemizm wód Potoku Dupniańskiego w Beskidzie Śląskim. [w:] *Czasopismo techniczne. Inżynieria Środowiska. Zeszyt 4 – Ś/2002. Materiały z konferencji naukowej „Las i woda”*, 85–94, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków.
- MAŁEK S., WĘŻYK P., 2000: Zmiany ilościowe i jakościowe opadów atmosferycznych na powierzchniach doświadczalnych w drzewostanach bukowych Ojcowskiego Parku Narodowego i Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy w latach 1997 i 1998. [w:] *Monitorowanie procesów zachodzących w drzewostanach bukowych, w zmieniających się warunkach środowiska przyrodniczego, na przykładzie Ojcowskiego Parku Narodowego i Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy*, (red. S. Małek, P. Wężyk), Katedra Ekologii Lasu AR w Krakowie oraz Popradzki Park Krajobrazowy, 69-85.
- MILER A., LIBERACKI D., PLEWIŃSKI D., 1999: Obieg wody i wybrane wskaźniki jej jakości w dwóch mikrozewniach o zróżnicowanym zalesieniu. *Roczniki AR Poznań, Melioracje*, 20/1, s. 453–463. Wyd. AR Poznań.
- PIJANOWSKI Z., RUMIAN A., KNOWNIK W., 1995: Wpływ użytkowania mikrozewni górskich na skład chemiczny odpływu wód powierzchniowych. *Zeszyty Naukowe AR im. H. Kołłątaja w Krakowie nr 298 Sesja Naukowa. Zeszyt 45*. Wyd. AR Kraków, 23–33.
- SIENKIEWICZ J., KUCHARSKA K., WAWRZONIAK T., 1995: Zmiany ilościowe i jakościowe zasobów wodnych na wylesionych terenach zlewni górskich. *Sylwan* 12/1995, 51-60.
- SOLARSKA J., SOLARSKI K., 1996: Chemizm opadów atmosferycznych i migracja biogenów w zlewniach rolniczych i leśnych na Pojezierzu Mazurskim oraz nowy model łapacza opadów. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. Zeszyt 438*, 91–95.
- STARMACH K., WRÓBEL S., PASTERNAK K., 1978: *Hydrobiologia*. PWN Warszawa.
- TYSZKA J., 1995: Rola i miejsce lasu w kształtowaniu stosunków wodnych w zlewni rzecznej. *Sylwan* 11/1995, 67–80.
- Zarządzenie nr 11 (1995) Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych.

- Zarządzenie nr 11A (1999) Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych.
- ŻMUDA R., 1994: Wymywanie składników chemicznych z obszaru dwóch zlewni w Sudetach Wschodnich o różnym użytkowaniu. Roczniki AR w Poznaniu 266, Melioracja i Inżynieria Środowiska 14. Wyd. AR Poznań, 171–176.