



OCENA WPLYWU ZANIECZYSZCZEŃ ANTROPOGENICZNYCH NA JAKOŚĆ WÓD RZEKI BOCHOTNICZANKI

*Aneta Pytka, Krzysztof Józwiakowski, Michał Marzec, Magdalena Gizińska,
Bożena Sosnowska*

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

IMPACT ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC POLLUTION ON WATER QUALITY OF BOCHOTNICZANKA RIVER

Streszczenie

W pracy przedstawiono ocenę jakości wód rzeki Bochotniczanki przepływającej przez teren gminy Nałęczów i Park Zdrojowy uzdrowiska w Nałęczowie. Określono również podstawowe przyczyny zanieczyszczenia rzeki oraz wskazano działania zmierzające do poprawy istniejącego stanu. Stwierdzono, że bezpośredni wpływ na jakość wód badanej rzeki mają zanieczyszczenia obszarowe, a szczególnie spływy powierzchniowe z erodowanych pól, jak również zanieczyszczenia punktowe związane z nieuporządkowaną gospodarką ściekową w zlewni, do których zaliczono m.in.: fermę krów, bazę wozów asenizacyjnych i stadninę koni. Wskaźnikami fizyczno-chemicznymi świadczącymi o złej jakości wody w badanej rzece były: BZT₅, ChZT_{Cr}, zawiesiny ogólne i fosforany. Średnie wartości tych wskaźników zazwyczaj znajdowały się poza zakresem klas jakości wyznaczonych w Rozporządzeniu MŚ [2011]. Wskazano, że liczebności bakterii z grupy coli i z grupy coli typu kałowego, odnotowane w wodach z rzeki Bochotniczanki, zgodnie z Rozporządzeniem MŚ [2004], degradują je do V – najgorszej klasy jakości i wskazują na bezpośrednie ich zanieczyszczenie ściekami bytowymi. Zauważono, że obecność zbiornika zaporowego w postaci stawu w Parku Zdrojowym w Nałęczowie znacząco wpływała na zatrzymywanie zanieczyszczeń transportowanych przez rzekę Bochotniczanke i na poprawę jakości wody w jej dolnym biegu. Kumulacja zanieczyszczeń przyczyniła się do zachwiania równowagi ekologicznej w stawie i nasilenia zjawisk charakterystycznych dla zbiorników eutroficznych. Efektem tego był deficyt tlenu w wodzie ze stawu i śnięcie ryb w lipcu 2012 roku. W celu zachowania walorów uzdrowskich Nałęczowa, w tym atrakcyjności Parku Zdrojowego, niezbędne jest podjęcie odpowiednich działań, które ograniczą

lub wyeliminują dopływ zanieczyszczeń i przyczynią się do poprawy jakości wód w rzece Bochotniczance.

Słowa kluczowe: jakość wód, rzeka Bochotniczanka, uzdrowisko, Nałęczów, zanieczyszczenia antropogeniczne

Summary

This paper presents an assessment of the water quality of the Bochotniczanka river flowing through the area of community Nałęczów and Spa Park resort in Nałęczów. It also identifies the root causes of pollution of the river and the measures to improve the status quo. It was found that the factors that have direct impact on water quality of the river are: study area pollution, especially surface runoff of eroded fields, as well as point pollution associated with disordered wastewater management in the catchment, which include, among others: farm cows, vacuum trucks base and horse riding. Physico-chemical indicators that indicate poor quality of the water in the tested river were: BOD₅, ChZT_{Cr}, suspended solids and phosphates. Mean values of these ratios were generally outside the scope of the designated quality class in the Regulation of the Ministry of Environment [2011]. It was indicated that the abundance of coliforms and faecal coliforms, recorded in the waters of the Bochotniczanka river, in accordance with the Regulation of Ministry of Environment [2004], degrades it to V - the worst quality class and indicates their direct contamination by domestic waste. It was observed that the presence of a dam reservoir in the form of a pond in the Spa Park in Nałęczów significantly contributes to the retention of pollutants transported by the Bochotniczanka river and to the improvement of water quality in its lower reaches. Accumulation of pollutants contributed to the ecological imbalance in the joint and the severity of the phenomena characteristic of eutrophic reservoirs. The result was a deficit of oxygen in the pond water and the fish kill in July 2012. It was recommended that in order to preserve the advantages of spa Nałęczów, including the attractiveness of the Spa Park, it is necessary to take appropriate actions to reduce or eliminate the flow of pollutants and contribute to the improvement of water quality in the Bochotniczanka river.

Key words: water quality, Bochotniczanka river, spa, Nałęczów, anthropogenic pollution

WSTĘP

Główną przyczyną degradacji sztucznych i naturalnych zbiorników wodnych oraz rzek jest nadmierny dopływ zanieczyszczeń, a szczególnie związków biogenych: azotu i fosforu, zarówno ze źródeł punktowych, jak i obszarowych. Według Komisji Helsińskiej ponad 50% ładunku związków biogenych odpływających z terenu Polski pochodzi z obszarowych źródeł zanieczyszczeń [HEL-COM 2007]. Niezbędne jest zatem podejmowanie działań mających na celu ograniczanie i redukcję zanieczyszczeń u źródła ich powstawania.

Uzyskanie dobrego stanu ekologicznego wód w Polsce w najbliższych latach jest wymagane przede wszystkim przez Ramową Dyrektywę Wodną 2000/60/WE [RDW 2000]. Dyrektywa ta wprowadza dwa rodzaje stanu wód powierzchniowych: ekologiczny i chemiczny, a w przypadku wód sztucznych i silnie zmienionych zamiast stanu ekologicznego określa się potencjał ekologiczny. Dyrektywa 2000/60/WE wprowadza konieczność identyfikacji obecnych i potencjalnych zagrożeń w zlewniach, głównie ze strony sektora komunalnego, przemysłowego, czy rolniczego [RDW 2000]. Pomimo, że w ostatnich latach jakość wód powierzchniowych w Polsce ulega znacznej poprawie, to nadal istnieją rzeki i małe ciekły, które odpływają ze zlewni z nieuporządkowaną gospodarką wodno-ściekową [Bogoń i in. 2011, Mazur 2013, Policht-Latawiec, Kanownik 2013].

Działania mające na celu poprawę stanu jakości wód powierzchniowych są przede wszystkim konieczne na obszarach chronionych, czy takich które pełnią funkcję uzdrowiskową, gdzie jakość środowiska przyrodniczego jest czynnikiem decydującym o skuteczności leczenia.

Celem pracy jest ocena jakości wód rzeki Bochońniczanki przepływającej przez teren gminy Nałęczów i Park Zdrojowy uzdrowiska w Nałęczowie oraz próba określenia podstawowych przyczyn ich zanieczyszczenia, jak również wskazanie działań zmierzających do poprawy istniejącego stanu.

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAWCZEGO

Rzeka Bochońniczanka przepływa przez teren gminy Nałęczów i jest położona w zachodniej części woj. lubelskiego w powiecie puławskim (rys. 1). Gmina Nałęczów zajmuje powierzchnię 6294 ha i zamieszkuje ją 9328 mieszkańców [GUS 2012].

Według podziału fizycznogeograficznego Polski [Kondracki 1994] zlewnia rzeki Bochońniczanki jest zlokalizowana na terenie Wyżyny Lubelskiej, na pograniczu dwóch mezoregionów: Płaskowyżu Nałęczowskiego oraz Równiny Bełżyckiej. W podłożu analizowanego obszaru przeważają skały węglanowe (wapienie i opoki) z górnej jury i górnej kredy przykryte lokalnie przez osady paleogenu [Malinowski, Mojski 1978a]. Kompleks osadów czwartorzędowych reprezentują utwory związane ze zlodowaczeniami: środkowopolskim i północnopolskim. Osady starsze, związane ze zlodowaczeniem środkowopolskim (gliny zwałowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe) można spotkać w okolicach Nałęczowa. Młodsze (głównie less), związane ze zlodowaczeniem północnopolskim, obserwuje się zwłaszcza w północnej i centralnej części gminy Nałęczów [Harsimiuk, Henkiel 1976]. Najmłodsze osady (holoceńskie) są reprezentowane przez utwory dolinne (piaski i żwiry rzeczne) i namywy zboczowe (mułki), wysięcające dna i zbocza doliny Bystrej i jej dopływów – w tym rzeki Bochońniczanki [Malinowski, Mojski 1978b].

Omawiany obszar charakteryzuje się bardzo małą gęstością sieci rzecznej oraz cechuje go specyficzny charakter wód podziemnych [Wilgat 1998]. Znaczną część gminy Nałęczów odwadnia rzeka Bystra (prawobrzeżny dopływ Wisły) wraz ze swoim prawobrzeżnym dopływem – rzeką Bochoćniczką o długości 8,5 km. Niewielką powierzchnię gminy zajmują też wody stojące. Cztery sztuczne zbiorniki retencyjne znajdujące się w Drzewcach, Antopolu, Bochoćnicy i Nałęczowie mają łączną powierzchnię 4,95 ha, natomiast kompleks stawów w Czesławicach zajmuje powierzchnię 22 ha. Wymienione zbiorniki o łącznej powierzchni 26,95 ha magazynują w sumie 217 tys. m³ wody, a dodatkowe 3 tys. m³ jest magazynowane przez urządzenia piętrzące „Górna Kurówka” i „Antopol” [Lokalny Program Rewitalizacji 2010] (rys. 1).

Wody podziemne występują w dwóch głównych piętrach wodonośnych: kredowym oraz czwartorzędowym i najczęściej mają charakter warstwowo-szczelinowy. Główny poziom wodonośny w skałach górnokredowych (opoki, margle, kreda) jest połączony z poziomem piętra paleogeńskiego i tworzy jeden poziom kredowo-paleogeński. Zawodnione utwory czwartorzędowe mają charakter lokalny [Michalczyk 2001]. Według Burlikowskiej [1993] rzeka Bochoćniczanka w 47% zasilana jest ze źródeł. Są to głównie źródła podzboczowe o wydajności poniżej 10 l·s⁻¹, zlokalizowane pomiędzy Cynkowem a Nałęczowem. Łączna wydajność 8 źródeł zasilających Bochoćniczkę wynosi 21 l·s⁻¹ [Burlikowska 1993]. Duży udział w zasilaniu rzeki Bochoćniczanki mają również opady atmosferyczne. Sytuacja taka sprawia, że w okresach suchych w rzece panują niskie stany wód i wtedy jest ona najbardziej narażona na zanieczyszczenia antropogeniczne.

Charakterystycznym elementem krajobrazu okolic Nałęczowa są liczne, głębokie i malownicze wąwozy lessowe, które stanowią jedną z atrakcji turystycznych tego regionu. Według Maruszczaka [1960] średnia gęstość wąwozów na terenie gminy Nałęczów wynosi 2,5 km·km⁻², a 70% jej powierzchni jest zagrożone erozją wąwozową, w tym 21,7% stanowią tereny z tendencją do bardzo silnej erozji [Józefaciuk, Józefaciuk 1998].

Źródła wód mineralnych, bogata roślinność porastająca zbocza dolin rzecznych, duży Park Zdrojowy, cisza, wysoka liczba dni słonecznych, czystość powietrza oraz umiarkowana zmienność typów pogody to walory klimatyczne i krajobrazowe, które w połączeniu z walorami kulturowymi sprawiają, że Nałęczów jest jedynym w woj. lubelskim ośrodkiem o statusie uzdrowiska, w którym leczone są choroby układu krążenia. Dzięki wymienionym walorom w 1967 roku zespół pałacowo-zdrojowy w Nałęczowie został wpisany do rejestru zabytków jako zespół architektoniczno-krajobrazowy [Katalog Polskich Zamków, Pałaców i Dworów]. Tymczasem wody rzeki Bochoćniczanki ze względu na charakter zlewni, podlegają silnej presji antropogenicznej. Do degradacji jakości wód tej rzeki przyczyniają się zanieczyszczenia punktowe oraz obszarowe, a przede wszystkim spływy powierzchniowe z terenów zurbanizowanych, nie-

uporządkowana gospodarka ściekowa w wiejskich jednostkach osadniczych (głównie w Cynkowie) oraz nieumiejętne stosowanie nawozów mineralnych i organicznych. Na skutek dopływu zanieczyszczeń ze zlewni jakość wody w rzece Bochońniczance ulega stopniowemu pogorszeniu. Konsekwencją tego jest również zmiana warunków ekologicznych w stawie w Parku Zdrojowym w Nałęczowie. Na podstawie obserwacji wykonanych w 2012 roku można stwierdzić, że staw jest zbiornikiem silnie zeutrofizowanym (fot. 1). W okresie wegetacyjnym w stawie stwierdzono m.in. silne zakwity glonów, małą przejrzystość wody, nieprzyjemny zapach, czy deficyty tlenowe, które powodowały masowe śnięcie ryb.



Fot. 1. Rzeka Bochońniczanka przed stawem w Parku Zdrojowym w Nałęczowie w lipcu 2012 r. (fot. K. Józwiakowski)

Photo 1. Bochońniczanka river in front of pond in the Nałęczów Spa Park in July 2012

METODYKA BADAŃ

Badania jakości wody w rzece Bochońniczance wykonywano w lutym, czerwcu, sierpniu i listopadzie 2012 roku. Próby do badań pobierano w ośmiu punktach biegu rzeki (rys. 1). Punkty poboru prób wytypowano poniżej miejsc uznanych za największe, potencjalne źródła zanieczyszczeń antropogenicznych, takich jak: ferma krów, baza wozów asenizacyjnych, czy stadnina koni. W sumie pobrano 36 prób wody, w których określano: pH, przewodnictwo elektrolityczne, temperaturę, wielkość BZT₅, ChZT_{Cr}, stężenie azotu ogólnego, azotu amonowego, azotanowego, azotynowego, fosforu ogólnego i fosforanów, stężenie tlenu rozpuszczonego, chlorków i siarczanów. Analizy fizyczno-chemiczne

wykonywano według powszechnie stosowanych metod [Hermanowicz i in. 1999]. Ponadto określano liczebność bakterii grupy *coli* w 100 cm³ oraz bakterii grupy *coli* typu kałowego w 100 cm³ według polskich norm [PN-75/C-04615/05, PN-75/C-04615/07]. Na podstawie uzyskanych wyników badań wyznaczono: wartość minimalną, maksymalną i średnią oraz odchylenie standardowe. Wyniki badań fizyczno-chemicznych porównano z wartościami granicznymi wskaźników jakości wód, określonymi w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 roku, natomiast wyniki badań mikrobiologicznych porównano do norm określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku, ze względu na brak stosownych wymagań w aktualnie obowiązującym rozporządzeniu.

WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

Badania wykazały niewielkie wahania odczynu analizowanych wód. We wszystkich punktach pomiarowych wartości pH wahały się w granicach od 7,29 do 8,29 (tab. 1) i nie wykraczały poza zakres, określony jako normatywny dla wód I klasy jakości [Rozporządzenie MŚ 2011].

W trakcie badań notowano dobre natlenienie wód rzeki Bochotniczanki. Średnie stężenia tlenu rozpuszczonego w wodach ze wszystkich punktów pomiarowych były wyższe od 7 mg O₂·dm⁻³ (tab. 1) i odpowiadały I klasie jakości [Rozporządzenie MŚ 2011]. Stężenie tlenu znacznie poniżej 5 mgO₂·dm⁻³ stwierdzono jedynie w sierpniu 2012 r. w wodzie z rzeki odpływającej ze stawu w Parku Zdrojowym w Nałęczowie (pkt. 8). Było to spowodowane tym, że w połowie lipca w wodzie ze stawu wystąpił deficyt tlenu – 16.07.2012 r. jego stężenie wynosiło 1,72 mgO₂·dm⁻³, a kilka dni później poniżej 0,5 mgO₂·dm⁻³. Efektem tego było śnięcie ryb. W pozostałych miesiącach badań stężenie tlenu w wodzie z rzeki wyraźnie przekraczało 6 mg O₂·dm⁻³, czasami osiągając nawet poziom 12 mgO₂·dm⁻³. Maksymalne stężenia tlenu notowano w miesiącach z niższą temperaturą powietrza i wody (luty, listopad), gdy wzrastała jego rozpuszczalność. Ponadto najwyższy poziom natlenienia wód stwierdzono w punktach pomiarowych nr 2 i 6. W przypadku pierwszego z nich wpływ na to może mieć obecność kompleksu stawów hodowlanych, przez które przepływa rzeka. Większa powierzchnia kontaktu na granicy faz sprzyja lepszej dyfuzji tlenu do wody. W przypadku punktu nr 6 zwiększone stężenie tlenu może być związane z okresowym dopływem dobrze natlenionych wód strugą z pod Góry Poniatowskiego.

Najwyższe wartości przewodności właściwej notowano w górnym biegu rzeki (punkty nr 1 i 2) – około 750 μS·cm⁻¹, a w dolnym wynosiły około 600 μS·cm⁻¹ (tab. 1). Średnie wartości przewodności na całym badanym odcinku biegu rzeki odpowiadały I klasie jakości wód.

Tabela 1. Jakość wody w rzęce Bochotniczance w 2012 roku
Table 1. Water quality in Bochotniczanka river in 2012

Parametry Parameters	Punkty poboru prób; Sampling points																							
	1		2		3		4		5		6		7		8									
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max								
Temperatura; Temperature [°C]	8,9	19,9	7,7	19,8	8,4	19,3	8,6	19,2	8,0	19,6	8,3	19,8	7,9	19,7	8,7	19,9								
pH	5,5	14,2	8,6	13,7	5,5	13,6	5,3	13,7	5,8	13,8	8,1	14,0	5,9	13,9	5,69	14,9								
Tlen rozpuszczony Dissolved oxygen [mg·dm ⁻³]	7,29	7,74	7,72	8,00	7,30	7,67	7,51	7,83	7,65	8,10	8,04	8,29	7,60	8,06	7,55	8,21								
Przewodnictwo; Conductivity [μS·cm ⁻¹]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-								
Zawiesina ogólna; Total suspended solids [mg·dm ⁻³]	4,98	10,82	7,76	11,34	6,57	10,91	6,79	9,42	6,62	10,44	8,09	12,24	5,72	9,55	4,66	10,19								
BZT ₅ ; BOD ₅ [mg·dm ⁻³]	2,45	7,46	2,03	10,11	2,00	8,54	1,32	8,02	1,63	8,59	2,14	10,46	1,93	7,77	2,84	7,81								
ChZT; COD [mg·dm ⁻³]	485	913	613	1052	563	726	611	814	584	700	523	655	577	673	586	690								
Fosfor ogólny; Total phosphorus [mg·dm ⁻³]	245	746	242	773	80,2	606	103	704	54,7	623	66	589	52	613	52	638								
	57	169	32	394	3	266	2	175	3	485	6	110	32	735	11	129								
	46,8	106	192	176	115	141	87,6	95,4	223	156	57,1	71,3	396	279	64,2	55,7								
	1,6	10,6	2	11,1	2,1	10,8	2,2	9,3	2,7	9,0	2,1	9,5	2,9	9,5	4,3	10,1								
	4,2	5,6	4,6	6,8	4,1	5,3	3,6	5,7	3,0	5,4	3,7	5,6	3,6	5,3	3,0	6,7								
	10	71	11	21	6	44	19	214	4	255	13	14	16	99	16	32								
	26,2	33,7	5,1	16,7	17,0	20,0	110,6	86,3	142	91,7	0,7	13,5	47,9	43,7	8,0	23,7								
	0,27	6,80	0,38	2,19	0,40	0,80	0,42	0,60	0,27	2,62	0,48	1,10	0,21	1,30	0,50	0,60								
	3,11	2,16	1,01	1,02	0,19	0,67	0,09	0,51	1,04	1,12	0,31	0,76	0,55	0,74	0,05	0,54								
	0,19	2,42	0,12	0,71	0,18	0,26	0,14	0,22	0,15	0,85	0,20	0,37	0,13	0,58	0,17	0,24								
	1,28	0,95	0,08	0,35	0,04	0,22	0,05	0,17	0,32	0,41	0,12	0,29	0,24	0,30	0,04	0,21								

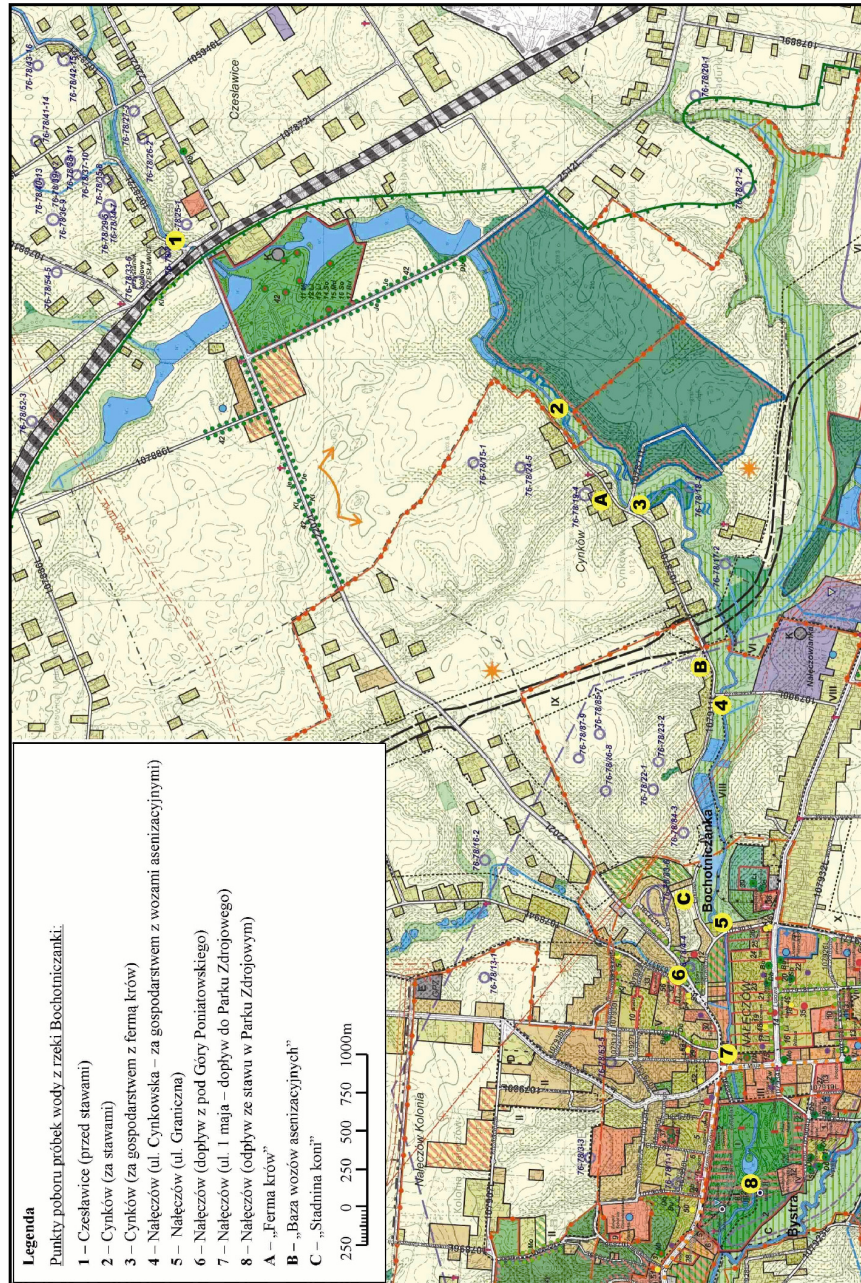
Tabela 1 cd. Jakość wody w rzece Bochońniczance w 2012 roku
Table 1 continue. Water quality in Bochońniczanka river in 2012

Parametry Parameters	Punkty poboru prób; Sampling points																											
	1		2		3		4		5		6		7		8													
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max										
Azot ogólny; Total nitrogen [mg·dm ⁻³]	0,50	3,80	1,40	2,07	1,20	2,30	1,40	1,90	1,20	3,70	1,40	4,90	1,60	1,90	0,90	1,70	1,47	2,03	0,68	2,17	0,48	1,63	0,25	1,67	0,15	1,73	0,40	1,30
N-NH ₄ [mg·dm ⁻³]	0,12	0,55	0,12	0,49	0,18	0,39	0,09	0,34	0,17	0,41	0,09	0,29	0,07	0,27	0,02	0,48	0,21	0,23	0,19	0,28	0,09	0,28	0,13	0,21	0,11	0,16	0,10	0,20
N-NO ₃ [mg·dm ⁻³]	0,09	0,32	0,23	0,33	0,34	0,45	0,51	1,01	0,55	0,76	0,27	1,93	0,62	0,63	0,18	0,50	0,10	0,22	0,05	0,28	0,05	0,40	0,26	0,72	0,10	0,62	0,08	0,91
N-NO ₂ [mg·dm ⁻³]	0,01	0,11	0,02	0,09	0,01	0,10	0,01	0,05	0,02	0,08	0,01	0,04	0,02	0,07	0,02	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,02	0,03	0,03	0,05	0,02	0,03
Cl [mg·dm ⁻³]	33,2	118	46,0	127	12,2	91,0	28,9	31,8	19,8	93,0	59,3	62,0	25,8	28,6	58,2	99,5	44,8	67,3	57,3	86,5	44,4	39,8	2,0	30,3	36,8	54,1	1,9	60,6
SO ₄ [mg·dm ⁻³]	2,0	214	1,0	122,0	1,0	68,0	20,0	46,0	8,0	54,0	40,0	144,0	20,0	55,0	28,0	47,0	90,8	84,2	60,7	58,7	31,5	35,7	14,7	37,0	20,8	38,7	52,3	95,3
K [mg·dm ⁻³]	3,84	9,54	2,50	2,58	4,40	5,97	3,90	7,30	5,50	8,91	2,00	4,27	0,19	9,32	4,60	8,31	3,10	7,39	0,06	2,54	0,80	5,27	1,78	5,91	1,71	7,21	1,61	3,14
Liczebność bakterii grupy <i>coli</i> – NPL /100 cm ³ ; Numbers of <i>coli</i> group bacteria in MPN /100 cm ³	1,3·10 ²	7,0·10 ³	5,0·10	2,4·10 ³	2,4·10 ⁴	2,4·10 ⁵	7,0·10 ⁴	7,0·10 ⁵	2,4·10 ⁴	7,0·10 ⁵	7,0·10 ²	7,0·10 ⁴	7,0·10 ⁴	7,0·10 ⁵	1,3·10 ³	1,3·10 ⁵	3,2·10 ³	2,4·10³	1,2·10 ³	1,0·10³	1,0·10 ³	9,0·10⁴	3,3·10 ⁵	3,4·10⁵	3,2·10 ⁵	2,2·10⁵	3,9·10 ⁴	2,6·10⁴
Liczebność bakterii grupy <i>coli</i> typu kałowego – NPL/ 100 cm ³ ; Numbers of faecal type <i>coli</i> group bacteria in MPN /100 cm ³	6,0·10 ⁰	2,1·10 ³	5,0·10	2,4·10 ³	2,4·10 ⁴	2,4·10 ⁵	1,3·10 ²	1,3·10 ⁵	2,1·10 ²	6,2·10 ³	2,3·10 ²	2,4·10 ³	2,3·10	7,0·10 ⁴	7,0·10 ²	7,0·10 ³	1,3·10 ³	8,5·10²	1,2·10 ³	1,0·10³	1,1·10 ⁴	7,9·10³	6,9·10 ⁴	5,1·10⁴	2,5·10 ³	2,8·10³	4,0·10 ⁴	2,4·10⁴

Z badań wynika, że rzeka Bochoćniczka jest w dużym stopniu narażona na zanieczyszczenia obszarowe pochodzące ze zlewni, a szczególnie na dopływ zawiesin z erodowanych pól. Średnie stężenia zawiesiny ogólnej we wszystkich punktach pomiarowych znalazły się poza zakresem klas jakości wyznaczonych w Rozporządzeniu MŚ [2011] i zawierały się w szerokich granicach od $55 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w wodzie z rzeki za stawem w Parku Zdrojowym (punkt nr 8) do blisko $280 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ w wodzie Bochoćniczance przed stawem (punkt nr 7) (tab.1). Uzyskane wyniki wskazują na rolę, jaką pełni staw w oczyszczaniu wód tej rzeki. Z uwagi na to, że powstał on w wyniku spiętrzenia rzeki, spełnia funkcję osadnika, zatrzymującego nie tylko zawiesiny ze spływów powierzchniowych, ale również inne zanieczyszczenia. Efektem istnienia stawu jest poprawa jakości wody w rzece w dolnym biegu. Ma to jednak wyraźnie niekorzystny wpływ na walory ekologiczne samego stawu i otoczenia w Parku Zdrojowym. Kumulacja zanieczyszczeń, a głównie materii organicznej, prowadzi do zakłócenia równowagi w zbiorniku, czego efektem są wspomniane wcześniej zjawiska, charakterystyczne dla wód eutroficznych.

Jednym ze skutków nagromadzenia zawiesin w zbiorniku i ich rozkładu może być zanieczyszczenie wtórne, prowadzące do uwolnienia dużych ilości prostych związków organicznych, jak również form mineralnych pierwiastków do wody. Na istnienie takiego zjawiska może wskazywać podwyższona wartość BZT₅ poniżej stawu (średnio $6,7 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$), podczas gdy w innych punktach oscylowała ona w granicach $5,50 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 1). Średnie wartości BZT₅ prawie na całym odcinku biegu rzeki pozwalają zaliczyć jej wody do II klasy jakości [Rozporządzenie MŚ 2011]. Jedynie wody pobierane w punktach nr 2 i 8 (za zespołem stawów w Czesławicach i za stawem w Parku Zdrojowym) pod względem wartości BZT₅ znalazły się poza zakresem wyznaczonych klas jakości.

Wielkość ChZT_{Cr} w poszczególnych punktach pomiarowych była bardzo zróżnicowana. W punktach nr 2 i 3 średnie wartości tego wskaźnika były niższe od wartości granicznej określonej dla II klasy jakości ($30 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$). W punktach nr 4 i 5 notowano znaczny wzrost ChZT_{Cr} – średnio do około 86 i 92 $\text{mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$, a w punkcie 4 w listopadzie 2012 r. zanotowano ChZT_{Cr} w wysokości aż $214 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 1). Uzyskane wartości ChZT_{Cr} znalazły się poza zakresem klas jakości wyznaczonych w Rozporządzeniu MŚ [2011]. Tak wysokie wartości tego wskaźnika w wodzie z rzeki Bochoćniczki w punktach 4 i 5 są prawdopodobnie spowodowane dopływem ścieków z punktowych źródeł zanieczyszczeń, czyli z tzw. „bazy wozów asenizacyjnych” i „stadniny koni” – punkty B i C. Wyraźne obniżenie wartości ChZT_{Cr} – do $13,5 \text{ mgO}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ odnotowano natomiast w cieku dopływającym do Bochoćniczki (punkt nr 6) z pod Góry Poniatowskiego (rys. 1).



Rys. 1. Lokalizacja punktów poboru próbek wody z rzeki Bochońniczanka [źródło: mapa Urząd Gminy Nałęczów]
 Fig. 1. Localization of sampling points of Bochońniczanka river [source: Map of Commune Office in Nałęczów]

Wskaźnikiem, który również dyskwalifikuje jakość wody Bochoćniczanki jest zawartość fosforanów. Ich średnie stężenia we wszystkich punktach pomiarowych były znacznie wyższe od wartości granicznej ($0,31 \text{ mgPO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$) określonej w Rozporządzeniu MŚ [2011] dla II klasy jakości. Natomiast w przypadku fosforu ogólnego średnie jego wartości w wodzie z rzeki Bochoćniczanki prawie we wszystkich punktach pomiarowych były mniejsze od wartości granicznej ($0,4 \text{ mgP} \cdot \text{dm}^{-3}$) i odpowiadały II klasie jakości wody. Wyjątek stanowi punkt nr 1, w którym średnie stężenie fosforu ogólnego wyniosło $0,95 \text{ mgP} \cdot \text{dm}^{-3}$. Zarówno w przypadku fosforanów, jak i fosforu ogólnego warto wskazać na znaczny spadek stężenia tych składników w punktach nr 2 i 8, zlokalizowanych na rzece za zespołem stawów w Czesławicach i za stawem w Parku Zdrojowym, co po raz kolejny może świadczyć o wpływie tych zbiorników na zatrzymywanie zanieczyszczeń.

Stężenia azotu amonowego kształtowały się na niskim poziomie, charakterystycznym dla wód I klasy jakości. Średnie wartości tego składnika nie przekraczały $0,28 \text{ mgN-NH}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$, przy czym najwyższe jego stężenia stwierdzono w górnym biegu rzeki (punkty nr 1-3) (tab. 1). Również pod względem zawartości azotu azotanowego badane wody można zaliczyć do I klasy jakości. Najniższą wartość tego składnika stwierdzono w punkcie nr 1. Wraz z biegiem rzeki jego stężenie stopniowo wzrastało, by w punkcie nr 6 osiągnąć wartość maksymalną – $0,91 \text{ mg N-NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$. W kolejnych punktach notowano spadek stężenia azotu azotanowego do wartości $0,35 \text{ mg N-NO}_3 \cdot \text{dm}^{-3}$ w wodzie z rzeki Bochoćniczanki za stawem w Parku Zdrojowym.

Z badań wynika, że zawartość azotu ogólnego w całym biegu rzeki nie przekraczała wartości normatywnej – $5 \text{ mgN} \cdot \text{dm}^{-3}$, określonej w Rozporządzeniu MŚ [2011] dla I klasy jakości. Średnie stężenia azotu ogólnego zawierały się w granicach od $1,3$ do $3,1 \text{ mg N} \cdot \text{dm}^{-3}$. Najwyższe jego stężenie odnotowano w punkcie nr 6, a najniższe w wodzie z rzeki za stawem w Parku Zdrojowym (tab. 1). Taka tendencja ponownie potwierdza udział stawu w zatrzymaniu i kumulacji zanieczyszczeń transportowanych przez rzekę Bochoćniczankę.

Stężenia chlorków ulegały znacznym wahaniom, jednak w żadnym przypadku nie stwierdzono przekroczenia wartości granicznej określonej dla I klasy jakości. Zwiększone zawartości chlorków (powyżej $70 \text{ mg Cl} \cdot \text{dm}^{-3}$), stwierdzono w punktach poboru wody z rzeki za stawami hodowlanymi w Czesławicach i za stawem w Parku Zdrojowym (nr 2 i 8). W pozostałych punktach badawczych stężenia chlorków były wyraźnie niższe, prawdopodobnie na skutek procesów samooczyszczania, jakie zachodzą w rzece, a szczególnie dzięki rozcieńczaniu. Również średnie stężenia siarczanów w wodzie z badanej rzeki we wszystkich punktach odpowiadały I klasie jakości, przy czym najwyższą ich koncentrację stwierdzono w punktach nr 1 i 6 – odpowiednio $84,2$ i $95,3 \text{ mg SO}_4 \cdot \text{dm}^{-3}$ (tab. 1).

Podczas prowadzonych badań analizowano również wielkości podstawowych wskaźników mikrobiologicznych, które były brane pod uwagę w Rozpo-

rzządzeniu MŚ z 2004 roku, ale nie zostały uwzględnione w najnowszym Rozporządzeniu MŚ z 2011 roku. Bakterie z grupy *coli* oraz bakterie z grupy *coli* typu kałowego (termotolerancyjne) należą do najważniejszych wskaźników jakości bakteriologicznej wody [Krogulska 2003]. Wykonane badania mikrobiologiczne wskazują na bardzo duże zagrożenie sanitarne, jakie występuje w zlewni rzeki Bochotniczanki. W górnym biegu rzeki (punkty 1 i 2) średnie liczebności bakterii z grupy *coli* typu kałowego oraz bakterii z grupy *coli* nie przekraczały odpowiednio $2,0 \cdot 10^3$ NPL \cdot 100cm $^{-3}$ oraz $5,0 \cdot 10^3$ NPL \cdot 100cm $^{-3}$ i według Rozporządzenia MŚ [2004] były charakterystyczne dla III klasy jakości. Począwszy od punktu nr 3 stwierdzono wyraźny wzrost wartości badanych wskaźników mikrobiologicznych. Maksymalny poziom osiągnęły one w punkcie nr 4, gdzie średnia liczebność bakterii z grupy *coli* typu kałowego wynosiła $5,1 \cdot 10^4$ NPL \cdot 100cm $^{-3}$, zaś liczebność bakterii z grupy *coli* typu kałowego $3,4 \cdot 10^5$ NPL \cdot 100cm $^{-3}$ (tab. 1). Niewiele niższe liczebności badanych bakterii stwierdzono w punktach nr 5 i 7. Uzyskane wyniki, zgodnie z Rozporządzeniem MŚ [2004], degradują badane wody do V – najgorszej klasy jakości i wskazują na bezpośrednie ich zanieczyszczenie ściekami bytowymi. Podobne liczebności bakterii grupy *coli* typu kałowego i bakterii grupy *coli* notuje się w typowych ściekach bytowych odpływających do przydomowych oczyszczalni ścieków [Korniłowicz i in. 2010]. Tak wysokie wartości badanych wskaźników mikrobiologicznych znajdują swoje uzasadnienie w charakterystyce potencjalnych źródeł zanieczyszczeń. W punkcie nr 3 była to ferma krów (A), w punkcie nr 4 – baza wozów asenizacyjnych (B), a w punkcie 5 – stadnina koni (C) (rys. 1).

Zaprezentowane wyniki badań wskazują, że istnieje konieczność identyfikacji jeszcze innych źródeł zanieczyszczeń na terenie zlewni rzeki Bochotniczanki, które mogą przyczyniać się do degradacji jakości wód. Jest to bardzo istotny problem, ponieważ rzeka przepływa przez teren uzdrowiska w Nałęczowie i zapewnienie dobrego stanu jakości wód powinno być w najbliższych latach zadaniem priorytetowym. W Lokalnym Programie Rewitalizacji Miasta Nałęczów na lata 2007-2015 [2010] zaplanowano objęcie zlewni rzeki Bochotniczanki statusem obszaru chronionego.

W celu ochrony i poprawy jakości wód w zlewni rzeki Bochotniczanki, należy dążyć do ograniczania ilości stosowanych nawozów, m.in. przez stosowanie specjalnej agrotechniki. Konieczna jest również likwidacja nielegalnych składowisk odpadów i nieszczelnych szamb oraz budowa kanalizacji w celu odprowadzenia ścieków do oczyszczalni komunalnej. Na terenach o rozproszonym charakterze zabudowy zaleca się budowę przydomowych oczyszczalni ścieków, np. hybrydowych oczyszczalni gruntowo-roślinnych [Józwiakowski 2012]. Jakość wód powierzchniowych można również poprawić poprzez budowę odpowiednich instalacji do gromadzenia odchodów zwierzęcych stałych (obornik) i ciekłych (gnojowica i gnojówka) oraz kiszonek. W celu poprawy stanu czystości wód powierzchniowych w zlewniach erodowanych, powinno się

także tworzyć pasy ochronne wokół zbiorników wodnych i nad brzegami rzek, poprzez zalesianie i zakrzewianie [Józwiakowski, Marzec 2001]. Konieczne jest również ciągle podnoszenie świadomości ekologicznej mieszkańców odpowiedzialnych za stan środowiska przyrodniczego w zlewni rzeki Bochothniczanki.

WNIOSKI

1. Bezpośredni wpływ na jakość wód rzeki Bochothniczanki mają zanieczyszczenia obszarowe, a szczególnie spływy powierzchniowe z erodowanych pól, jak również zanieczyszczenia punktowe związane z nieuporządkowaną gospodarką ściekową w zlewni, do których można zaliczyć m.in.: fermę krów, bazę wozów asenizacyjnych i stadninę koni.

2. Wskaźnikami fizyczno-chemicznymi świadczącymi o złej jakości wody w rzece Bochothniczance były: BZT₅, ChZT_{Cr}, zawiesiny ogólne i fosforany. Średnie wartości tych wskaźników zazwyczaj znajdowały się poza zakresem klas jakości wyznaczonych w Rozporządzeniu MŚ [2011].

3. Liczebności bakterii z grupy *coli* i z grupy *coli* typu kałowego, stwierdzone w wodach z rzeki Bochothniczanki zgodnie z Rozporządzeniem MŚ [2004], degradują je do V – najgorszej klasy jakości i wskazują na bezpośrednie ich zanieczyszczenie ściekami bytowymi.

4. Obecność stawu w Parku Zdrojowym w Nałęczowie znacząco wpływa na zatrzymywanie zanieczyszczeń transportowanych przez rzekę Bochothniczankę i na poprawę jakości wody w jej dolnym biegu. Kumulacja zanieczyszczeń w lipcu 2012 roku przyczyniła się do zachwiania równowagi ekologicznej w stawie, a przede wszystkim do deficytu tlenu w wodzie i do śnięcia ryb.

5. W celu zachowania walorów uzdrowiskowych Nałęczowa, w tym atrakcyjności Parku Zdrojowego niezbędne jest podjęcie odpowiednich działań, które ograniczą lub wyeliminują dopływ zanieczyszczeń i przyczynią się do poprawy jakości wód w rzece Bochothniczance.

BIBLIOGRAFIA

- Bogoń B., Cupak A., Wałęga A. *Koncepcja poprawy gospodarki ściekowej w gminie Baranów Sandomierski*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich nr 2, 2011, s. 83–97.
- Burlikowska I. *Źródła w dorzeczu Bystrzej*. W: Z. Michalczyk (red.). *Źródła zachodniej części Wyżyny Lubelskiej*. Badania hydrograficzne w poznawaniu środowiska. Wyd. UMCS, Lublin, II, s. 71-93, 1993.
- GUS. *Powierzchnia i ludność w przekroju terytorialnym w 2012 r.*, Warszawa 2012. s. 198.
- HELCOM. *Towards a Baltic Sea unaffected by eutrophication*. 2and Stake-holder Conference on the HELCOM Baltic Sea Action Plan. Helsinki, Finland, 6 March 2007.

- Harasimiuk M., Henkiel A. *Wpływ budowy geologicznej i rzeźby podłoża na ukształtowanie pokrywy lessowej w zachodniej części Płaskowyżu Nałęczowskiego*. Annales UMCS, B, 30/31, 1976.
- Hermanowicz W., Dojlido W., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J. *Fizykochemiczne badanie wody i ścieków*. Arkady. Warszawa 1999. s. 556.
- Józefaciuk Cz., Józefaciuk A. *Erozja gleb i melioracje przeciwerozyjne w regionie wyżyn południowo-wschodniej Polski*. Cz. III. Zagospodarowanie wąwozów. Bibliotheca. Fragmenta Agronomica. A, 4, 1988.
- Józwiakowski K., Marzec M. *Stan czystości wód powierzchniowych na terenie erodowanej zlewni rolniczej*. Inżynieria Rolnicza nr 2, Warszawa 2001, s. 117-122.
- Józwiakowski K. *Badania skuteczności oczyszczania ścieków w wybranych systemach gruntowo-roślinnych*. Rozprawa habilitacyjna. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 1/2012, s. 232.
- Katalog Polskich Zamków, Pałaców i Dworów. <http://www.polskiezabytki.pl/m/obiekt/1769/Naieczow/> (dostęp 14.02.2013 r.).
- Kondracki J. *Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno - geograficzne*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1994.
- Korniłłowicz-Kowalska T., Józwiakowski K., Iglík H.: *Characterisation of the sanitary status of domestic sewage generated in households in rural areas*. Teka Kom. Ochr. Kszt. Środ. Przysr. – OL PAN. 7, 2010, s. 154-162.
- Krogulska B. *Jakość bakteriologiczna wody – wymagania, metodyka badań*. Przemysł Spożywczy. 5, 2003, s. 16-19.
- Lokalny Program Rewitalizacji Miasta Nałęczów na lata 2007-2015*. Agencja Projektów Pomocowych i Strategicznych sp. z o.o. Lublin 2010, s. 123.
- Malinowski J., Mojski J. E. *Mapa geologiczna Polski z utworami powierzchniowymi*. Arkusz Lublin. 1:200000. Instytut Geologiczny, Warszawa 1978a.
- Malinowski J., Mojski J. E. *Mapa geologiczna Polski bez utworów czwartorzędowych*. Arkusz Lublin. 1:200000. Instytut Geologiczny, Warszawa 1978b.
- Maruszczak H. *Rzeźba obszarów lessowych Wyżyny Lubelskiej*. Annales UMCS, sec. B, 15, 1960.
- Mazur A.: *Wpływ splywu powierzchniowego na jakość wód rzeki Żółkiewka*. Gaz Woda i Technika Sanitarna 2/2013, s. 64-66.
- Michalczyk Z. (red.). *Źródła Wyżyny Lubelskiej i Roztocza*. UMCS, Lublin 2001, s. 298.
- Policht-Latawiec A., Kanownik W. *Jakość i walory użytkowe wody rzeki Jabłonicy w aspekcie jej retencjonowania w zbiorniku*. Gaz Woda i Technika Sanitarna 2/2013, s. 83-86.
- PN-75/C-04615/05. *Woda i ścieki. Badania mikrobiologiczne. Oznaczenie bakterii grupy coli metodą fermentacyjną probówkową*.
- PN-75/C-04615/07. *Woda i ścieki. Badania mikrobiologiczne. Oznaczenie bakterii grupy coli typu kałowego (fekalnego) metodą fermentacyjną probówkową*.
- RDW: *Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej*, 2000.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Dz. U. Nr 32, poz. 284), 2004.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. Zał. 1 – Wartości graniczne wskaźników jakości wód odnoszące się do jednolitych części wód powierzchniowych w ciekach naturalnych, takich jak struga, strumień, potok, kanał oraz rzeka, niewyznaczonych jako jednolite części wód sztucznie lub silnie zmienione (Dz. U. nr 257, poz. 1545), 2011.

Wilgat T. *Wody Lubelszczyzny*. Seria: Środowisko Przyrodnicze Lubelszczyzny. Wyd. Lub. Tow. Nauk., Lublin, 1998.

Mgr inż. Aneta Pytka
Dr hab. Krzysztof Józwiakowski
Dr inż. Michał Marzec
Mgr inż. Magdalena Gizińska
Katedra Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Leszczyńskiego 7
20-069 Lublin
tel. 81-524-81-23
anetapytka@poczta.fm
krzysztof.jozwiakowski@up.lublin.pl
michal.marzec@up.lublin.pl
madziagizinska@tlen.pl

Dr Bożena Sosnowska
Pracownia Żywności Ekologicznej Pochodzenia Roślinnego
Katedra Biotechnologii, Żywienia Człowieka i Towaroznawstwa Żywności
Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Skromna 8
20-704 Lublin
bozena.sosnowska@up.lublin.pl

