

## ANALIZA CZYSTOŚCI WÓD RZEKI ŁUTOWNIA NA TERENIE PUSZCZY BIAŁOWIESKIEJ

Halina Chomutowska<sup>1</sup>, Konrad Wilamowski<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Halina Chomutowska, Zamiejscowy Wydział Leśny Politechniki Białostockiej w Hajnówce, Politechnika Białostocka, ul. Piłsudskiego 8, 17-200 Hajnówka, e-mail: h.chomutowska@pb.edu.pl

<sup>2</sup> Konrad Wilamowski, e-mail: KWZH@poczta.fm

### STRESZCZENIE

Celem pracy było określenie zmian w występowaniu pierwiastków biogennych w wodzie rzeki Łutownia, przepływającej przez tereny chronione Puszczy Białowieskiej. Zakres analiz obejmował określenie temperatury i odczynu wody (pH), przewodnictwa elektrolitycznego, zawartość pierwiastków biogennych (azotu amonowego, azotanów III i V, fosforanów) oraz tlenu rozpuszczonego. Na obszarze, na którym badana woda odpowiadała II klasie czystości; zawartość tlenu rozpuszczonego była niska, zaś zawartość pierwiastków biogennych odpowiadała średniemu zanieczyszczeniu. Rzeka niesie szereg zanieczyszczeń z pobliskiej wsi Teremiski, co wpływa na stan czystości oraz eutrofizację okolicznych obszarów leśnych. Woda rzeki przepływającej przez tereny chronione Puszczy Białowieskiej nie spełnia kryteriów czystości. Problemem w ostatnich latach staje się gwałtowne obniżenie poziomu wód, aż do całkowitego ich braku w niektórych miesiącach letnich, które przyczynia się do negatywnych zmian siedlisk.

**Słowa kluczowe:** zanieczyszczenia, Puszcza Białowieska, wody, Łutownia.

## ANALYSIS OF WATER QUALITY IN THE RIVER ŁUTOWNIA ON THE AREA OF THE BIAŁOWIEŻA FOREST

### SUMMARY

The main purpose of this work was defining seasonal changes of biogenic elements in Lutownia river flowing through the protected areas of Bialowieza Forest. The range of analyses included measurements of temperature, water reaction, electrolytic conductivity, biogenic elements level (ammonium nitrogen, nitrates III i V, phosphates) and dissolved oxygen. On study area analyzed water corresponded to II class of water purity; level of dissolved oxygen was low and content of biogenic elements indicates an average pollution. The Lutownia river brings many urban pollution form near Teremiski village. This fact influences on water purity level and eutrophication of surrounding forest areas. The water of Lutownia river flowing through protected areas Bialowieza Forest does not meet the requirements of water purity. The main problem of last years is sudden reduction water level until the complete disappearance in several summer months, what cause the negative changes in habitats.

**Keywords:** :pollution, Bialowieza Forest, water, Lutownia.

## WPROWADZENIE

Puszcza Białowieska jest jednym z nielicznych miejsc, w którym występują obszary z roślinnością naturalną, w tym zbiorowiska z roślinnością pochodzenia pierwotnego [Malzahn 2009]. Jest jednym z największych i tym samym najlepiej zachowanym obszarem leśnym niżu środkowo – wschodniej Europy [Sokołowski 2004]. Znajduję się nieustannie pod wpływem zmian globalnych klimatu i zanieczyszczenia powietrza. Wiele czynników stresogennych jest w różnym stopniu ze sobą skorelowana, działa na ekosystemy leśne z różną intensywnością, a dynamika ich zmian z reguły nie ma charakteru liniowego [De Vries i in. 2000].

Najlepszym sposobem badania wpływu zanieczyszczeń na środowisko leśne jest prowadzenie ich w cyklu wieloletnim. Można wówczas obserwować zjawiska krótko- i długoterminowe, jak krótkotrwały wpływ zjawisk klimatycznych, czy oddziaływanie różnej jakości i ilości zanieczyszczeń powietrza na ekosystemy leśne [Prinz 1987].

Puszcza Białowieska jest dobrym obiektem do długoterminowej analizy zagrożeń ze strony czynników biotycznych i abiotycznych z wielu względów, zwłaszcza z powodu unikalnej wartości przyrodniczej i niespotykanego w innych lasach niżu europejskiego wysokiego stopnia naturalności [Paluch 2002].

Celem pracy była analiza zmian zawartości pierwiastków biogennych w wodzie rzeki Łutownia, przepływającej przez tereny chronione Puszczy Białowieskiej.

## CHARAKTERYSTYKA TERENU I METODYKA BADAŃ

Rzeka Łutownia jest największym lewobrzeżnym dopływem rzeki Narewki. Zlewnia rzeki Łutowni ma powierzchnię 121 km<sup>2</sup>, co stanowi 21% powierzchni Puszczy Białowieskiej znajdującej się w granicach Polski. Rzeka płynie w dolnym biegu w korycie o głębokości około 1,5 m. Szerokość doliny miejscami wynosi ponad 100 m. Przez większą część roku rzeka jest odbiornikiem wód gruntowych i powierzchniowych. Przepływ wody zakłócany i hamowany jest przez zarastanie, zlodzenia i piętrzenia wody oraz przez działalność bobrów. Dominują tu siedliska lasowe (81,8%). Przeważają drzewostany mieszane o wielopiętrowej strukturze i dużej produktywności biomasy [Pierzgalski i in. 2006].

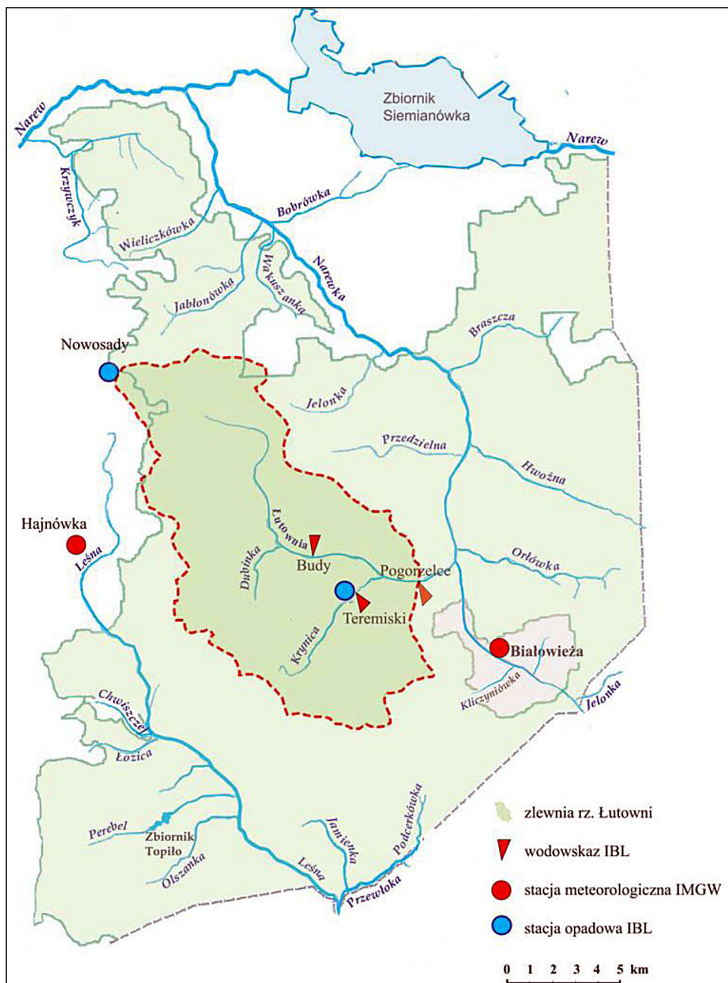
Źródła tej jednej z najczystszych rzek w Puszczy, której wody zaliczane są do I klasy czystości, znajdują się na Bagnie Derlicz (okolice wsi Nowosady). Łutownię z kolei zasilają dwie mniejsze rzeczki: Dubitka i Krynica. Dolina rzeki w górnym biegu jest zalesiona, zaś w środkowym i dolnym pokryta głównie przez łąki i pastwiska; w połowie swego biegu przepływa przez Rezerwat Szczekotowo.

## CHARAKTERYSTYKA STANOWISK BADAWCZYCH

Stanowiska badawcze przedstawiono za pomocą współrzędnych geograficznych ustalonych przez GPS, zaś plan sytuacyjny rzeki na rysunku 1:

- Stanowisko 1 – N 52°44'08 E 23°47'23.04

Stanowisko położone koło uroczyska Stara Białowieża w Puszczy Białowieskiej, 1 km od wsi Pogorzelec, 5 km od Białowieży. Punkt umiejscowiono pomiędzy dwoma mostami, drogowym oraz nieużytkowanym mostem kolejki wąskotorowej. Charakteryzuje się roślinnością zespołu *Nupharo-Nymphaetum albae*. Występują tu gleby brunatne, gleby płowe oraz opadowo-glejowe [Kwiatkowski 1994].



Rys. 1. Plan sytuacyjny rzeki Łutownia [Pierzgalski i in. 2006]

Fig. 2. Location of the Łutownia river

Brzegi rzeki obficie porośnięte roślinnością. Woda w okresie letnim utrzymuje się na poziomie 20–50 cm; w okresie jesiennym – 60 cm. Spotykane są żeremia bobrowe, drzewa ścięte w wyniku ich działalności oraz wykroty drzew. Woda zalewa pobliskie tereny.

- Stanowisko 2 – N 52°44'19.44 E 23°45'55.11  
Stanowisko położone przy drodze do wsi Teremiski koło uroczyska Stara Białowieża, przy moście. Brzegi rzeki porośnięte są roślinnością zespołu *Nupharo-Nymphaeetum albae*. Woda w okresie letnim utrzymuje się na poziomie 20–50 cm, w okresie jesiennym – 60 cm. Spotykane są żeremia bobrowe.
- Stanowisko 3 – N 52°43'41.04 E 23°44'51.20  
Położone 0,5 km za wsią Teremiski, przy drewnianym moście. Teren łąkowy. W okresie zimowo-wiosennym znaczna część łąk jest zalana wodą. Roślinnością dominującą w korycie rzeki jest trzcina pospolita (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.). Woda w okresie letnim utrzymuje się na poziomie 30–35 cm.
- Stanowisko 4 – N 52°44'43.95 E 23°44'21.39  
Stanowisko położone 1 km za wsią Budy, przy moście. Pobliskie łąki w okresie wiosennym są zalane wodą. Brzegi koryta rzeki porośnięte jest roślinnością zespołu turzycy zaostrej (*Caricetum acutiformis* Egger). Poziom wody w okresie letnim: 25–30 cm.
- Stanowisko 5 – N 52°44'44.89 E 23°42'59.33  
Stanowisko położone jest 5 km od wsi Budy, przy moście. Obszar objęty programem Natura 2000. Poziom wody wysoki; co spowodowane jest częstym występowaniem żeremi bobrów. Większą część roku pobliskie łąki są zalane bądź podmokłe. Brzegi koryta rzeki pokrywa obfita roślinność zespołu szuwaru pałki szerokolistnej.
- Stanowisko 6 – N 52°45'40.98 E 23°41'42.95  
Położone jest 10 km od wsi Budy w rezerwacie przyrody. Składa się z zespołu małych cieków spływających do głównego. Zbiorowisko z dominacją kosańca żółtego (*Irys pseudocorus* L.). Poziom wody średnio wynosi 30–45 cm.

## ZASTOSOWANE TECHNIKI BADAWCZE

Badania prowadzono w latach 2012 i 2013 w miesiącach: kwiecień, maj, sierpień, październik, listopad w 2012 roku oraz luty, kwiecień, maj, czerwiec, sierpień, październik w 2013 roku.

Próby wody pobierano do pojemników o pojemności 1000 ml. Mierzono temperaturę wody oraz oznaczono pierwiastki biogenne: azot azotanowy (III) i azot azotanowy (V), azot amonowy, fosforany, tlen rozpuszczony, pH, przewodnictwo elektrolityczne. Na stanowiskach mierzono również poziom wody. Analizę wykonano spektrofotometrem firmy Hach DR/2000 wer. 3.0, korzystając z poduszkowych

odczynników tej firmy wg ogólnie przyjętych metod [Kiedrzyńska i in. 2006, Rozporządzenie... 2011].

Wyniki opracowano statystycznie za pomocą programu STATISTICA, wersja 10.0 firmy StatSoft. Przeprowadzono analizę zależności zmiennych losowych, za pomocą wykresu rozrzutu, oznaczając współczynnik korelacji z istotnością  $p < 0,05$  między wskaźnikami fizykochemicznymi (tab. 1).

**Tabela 1.** Analiza korelacji zmiennych  
**Table 1.** Correlation analysis of variables

Zmienna	Oznaczenie współczynnika korelacji są istotne z $p < 0,05$						
	Przewodnictwo elektrolityczne ( $\mu\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$ )	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	Azot azotanowy III ( $\text{mg NO}_2\cdot\text{dm}^{-3}$ )	Azot azotanowy V ( $\text{mgNO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$ )	Azot amonowy ( $\text{mg}\cdot\text{NH}_4\cdot\text{dm}^{-3}$ )	Tlen rozpuszczony ( $\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$ )	Fosfor reaktywny ( $\text{mgPO}_4\cdot\text{dm}^{-3}$ )
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	$r = 0,2560$						
	$N = 66$						
	$p = 0,038$						
Azot azotanowy III ( $\text{mg NO}_2\cdot\text{dm}^{-3}$ )	$r = -0,0177$	$r = 0,0285$					
	$N = 66$	$N = 66$					
	$p = 0,888$	$p = 0,820$					
Azot azotanowy V ( $\text{mgNO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$ )	$r = 0,2074$	$r = 0,0973$	$r = -0,0185$				
	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$				
	$p = 0,095$	$p = 0,437$	$p = 0,883$				
Azot amonowy ( $\text{mg}\cdot\text{NH}_4\cdot\text{dm}^{-3}$ )	$r = 0,2400$	$r = 0,9606$	$r = 0,0653$	$r = 0,1432$			
	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$			
	$p = 0,052$	$p = 0,000$	$p = 0,602$	$p = 0,251$			
Tlen rozpuszczony ( $\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$ )	$r = 0,2681$	$r = -0,2387$	$r = 0,1530$	$r = 0,1459$	$r = 0,2402$		
	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$		
	$p = 0,029$	$p = 0,052$	$p = 0,220$	$p = 0,243$	$p = 0,052$		
Fosfor reaktywny ( $\text{mgPO}_4\cdot\text{dm}^{-3}$ )	$r = 0,1082$	$r = 0,3548$	$r = -0,0586$	$r = 0,0441$	$r = 0,1738$	$r = 0,2503$	
	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$	
	$p = 0,387$	$p = -0,003$	$p = 0,640$	$p = 0,725$	$p = 0,163$	$p = 0,043$	
Odczyn (pH)	$r = 0,2845$	$r = -0,592$	$r = -0,0285$	$r = 0,0973$	$r = -0,2387$	$r = 0,0608$	$r = 0,3548$
	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$	$N = 66$
	$p = 0,021$	$p = 0,637$	$p = 0,820$	$p = 0,437$	$p = 0,054$	$p = 0,628$	$p = 0,003$

## WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

Wyniki analizy wody na zawartość pierwiastków biogennych (wartości średnie): azotu azotanowego III i V, azotu amonowego, fosforu reaktywnego (fosforany) oraz

przewodności elektrolitycznej, tlenu rozpuszczonego w wodzie, odczynu wody i temperatury oraz poziomu wody przedstawiono zostały w tabeli 2.

**Tabela 2.** Średnie wyniki właściwości fizykochemicznych  
**Table 2.** Average results of meant properties physics-chemical

Oznaczenie	Temperatura [°C]	Odczyn pH	Przewodność elektrolityczna $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Tlen rozpuszczony $\text{mg O}_2\cdot\text{dm}^{-3}$	Azot azotanowy III $\text{mg NO}_2\cdot\text{dm}^{-3}$	Azot azotanowy V $\text{mg NO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$	Azot amonowy $\text{mg NH}_4\cdot\text{dm}^{-3}$	Fosfor reaktywny $\text{mg PO}_4\cdot\text{dm}^{-3}$	Poziom wody [cm]
Stara Białowieża	11,1	7,83	434	8,48	0,014	0,6	0,64	1,7	50,7
Teremiski Dąbrowa	11,1	7,66	372	8,34	0,101	0,6	0,70	1,6	60,3
Krynica dopływ Łutowni	10,9	7,65	395	7,62	0,009	0,7	0,51	1,8	58,5
Budy 1	11,1	7,59	352	8,06	0,007	0,6	0,41	1,8	47,8
Budy 2	11,1	7,60	339	8,18	0,015	0,8	0,59	1,9	87,9
Droga do Hajnówki	11,9	7,76	338	8,05	0,019	0,8	0,36	1,8	42,1

Substancje biogenne ulegają w rzekach znacznym wahaniom. Pierwiastki te są niezbędne życia dla większości organizmów. Przemieszczanie się substancji organicznych spowodowane pobieraniem ich przez organizmy i okresową kumulację jest uzależniona nie tylko od procesów biotycznych i abiotycznych, lecz od zapotrzebowania na dany pierwiastek [Chomutowska 2008; Chomutowska, Wilamowski 2012].

Analiza wybranych wskaźników zanieczyszczeń wody rzeki Łutownia w okresie lat 2012–2013 pozwoliła określić stan fizykochemiczny wód.

Azot azotanowy III jest przejściowym produktem powstającym w cyklu azotowym. Związki organiczne, w których skład wchodzi azot ulegają biochemicznemu rozkładowi. Początkowo przechodzą one w amoniak, a następnie przy udziale tlenu, w azot azotanowy III łatwo ulegający utlenieniu do azotu azotanowego V. Azot azotanowy III może powstawać również w skutek redukcji azotu azotanowego V, w warunkach beztlenowych. Obecność biochemicznych produktów rozkładu związków organicznych zawierających azot (roślinnych i zwierzęcych), takich jak azot azotanowy III i V oraz sole amonowe w wodzie zwykle wskazują na jej zanieczyszczenie. Jony azotowe w wodach naturalnych występują w ilości 0,1–0,5  $\text{mgNO}_3/\text{dm}^{-3}$ . W lecie są zużywane przez rośliny. Źródłem azotu są też opady atmosferyczne, spływy z pól uprawnych i ścieki [Starmach i in. 1978].

Zawartość związków azotowych w rzece Łutownia wynikało z charakteru zagospodarowania pobliskiego obszaru. Różne formy azotu zasilają wody powierzchniowe wskutek spływu powierzchniowego i gruntowego podczas użytkowania rolniczego ziemi [Fleisher 1991]. Najwyższe wartości azotu azotanowego (V) odnotowano na

stanowisku 5 i 6 (tab. 2). Mogło to być spowodowane obecnością bobrów i wylaniem rzeki na skutek ich działalności.

Inną przyczyną mógł być zwiększony w okresie jesiennym rozkład szczątków roślinnych [Chelmicki 2002], co znacząco wpływa na stężenia azotu w wodach powierzchniowych. W okresie wegetacyjnym zapasy łatwo dostępnych form związków biogenych w glebach wyczerpują się i tym samym mniej dostaje się ich do wód [Koc i in. 2005].

W wodach z torfowisk, terenów leśnych, stężenie azotu azotanowego III może być większe, rzędu  $0,010\text{--}0,030\text{ mgNO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$  [Kiedrzyńska i in. 2006]. Przy takim poziomie tego związku nie zalicza się ich do wód zanieczyszczonych, a podwyższona zawartość może być pochodzenia naturalnego. Wody niezanieczyszczone zawierają poniżej  $0,01\text{ mgNO}_2\cdot\text{dm}^{-3}$  [Starmach i in. 1978].

Na podstawie wyników badań stwierdzono, że najwyższa zawartość azotu azotanowego (III) była na stanowisku 2 (Teremiski Dąbrowa) i wynosiła  $0,101\text{ mgNO}_2\cdot\text{dm}^{-3}$ . Na podwyższony poziom azotu mógł mieć wpływ spływ powierzchniowy z przyległych do rzeki terenów wiejskich (wieś Teremiski), a także zanieczyszczenia spowodowane ruchem komunikacyjnym oraz procesami naturalnymi zachodzącymi w wodzie. Również spływ powierzchniowy z przyległych terenów oraz duża ilość martwego drewna rozkładającego się w wodzie mogła wpłynąć na poziom azotu [Chomutowska 2008].

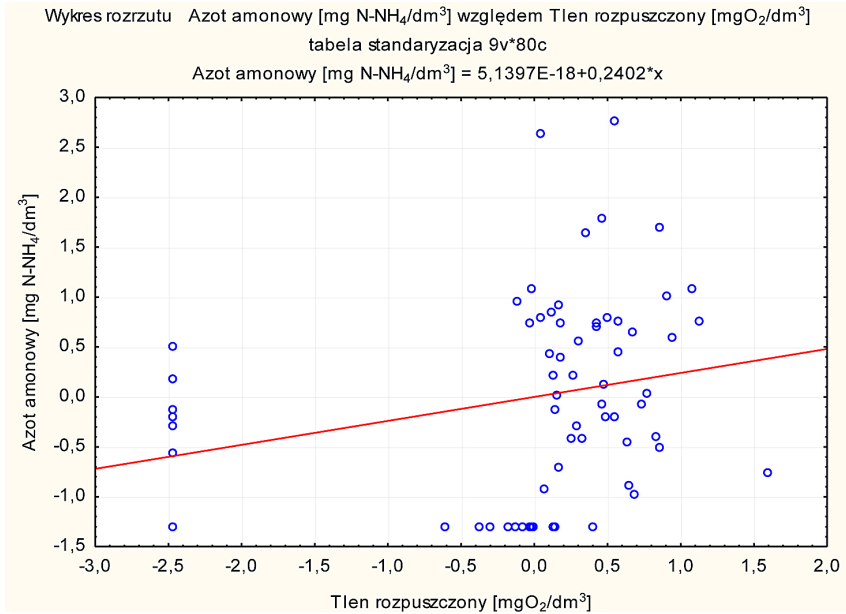
Azot amonowy w wodach powierzchniowych pochodzi zwykle z biochemicznego rozkładu organicznych związków azotowych roślinnych lub zwierzęcych, jak białko i produkty jego rozpadu. Źródłem  $\text{N-NH}_4$  mogą być także zrzuty ścieków przemysłowych – co na tym obszarze nie występuje – oraz rozkładu martwego drewna znajdującego się w wodzie. Wody płytkie i z terenów bagiennych mogą zawierać azot amonowy ze związków humusowych [Hermanowicz i in. 1999]. Amoniak w wodach czystych występuje w ilości około  $0,0\text{--}1,0\text{ mgNH}_4\cdot\text{dm}^{-3}$ . Wpływ na zawartość azotu amonowego ma poziom tlenu rozpuszczonego.

Analiza zależności pomiędzy zawartością azotu amonowego i tlenu rozpuszczonego w wodzie rzeki Łutownia wskazała, liniowy i dodatni charakter zależności (tab. 1, rys. 2).

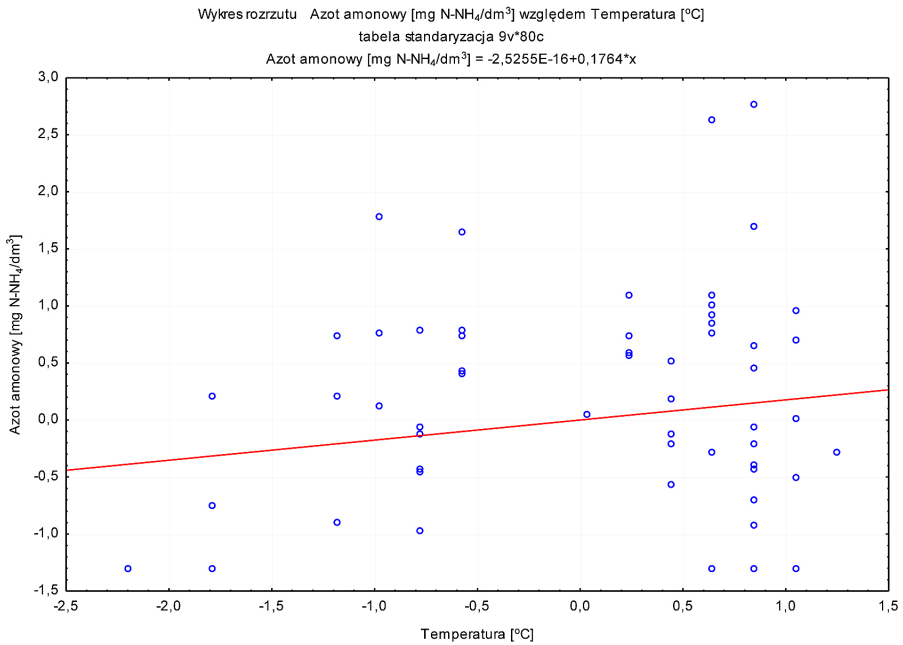
Najwyższe stężenie azotu amonowego wystąpiło na stanowisku 2 ( $0,70\text{ mgNH}_4\cdot\text{dm}^{-3}$ ). Na taki poziom stężenia azotu amonowego może wpływać między innymi temperatura [Chomutowska 2008], co potwierdza analiza zależności występowania azotu amonowego od temperatury (rys. 3).

Nieorganiczne związki fosforanu znajdują się w wodach w stężeniu  $0,05\text{--}0,1\text{ mgPO}_4\cdot\text{dm}^{-3}$ . Zawartość ta maleje od wiosny do lata i wzrasta znów zimą, co wiąże się z zużyciem fosforu przez rośliny w lecie i późniejszą ich odbudową

Interpretując wyniki badań, stwierdzono, iż wartość fosforu reaktywnego w analizowanych próbach wahały się średnio w okresie dwóch lat w przedziale od  $1,6$  do  $1,9\text{ mgPO}_4\cdot\text{dm}^{-3}$ . Najwyższe stężenie tego związku stwierdzono na stanowisku 5 (Budy 2). Przez cały okres badań obserwowano podwyższone stężenia fosforanów na pozostałych stanowiskach. Zmienność zawartości fosforu reaktywnego



**Rys. 2.** Wykres rozrzutu azotu amonowego do tlenu rozpuszczonego badanej wody  
**Fig. 2.** Scatter diagram of the ammonia nitrogen to dissolved oxygen

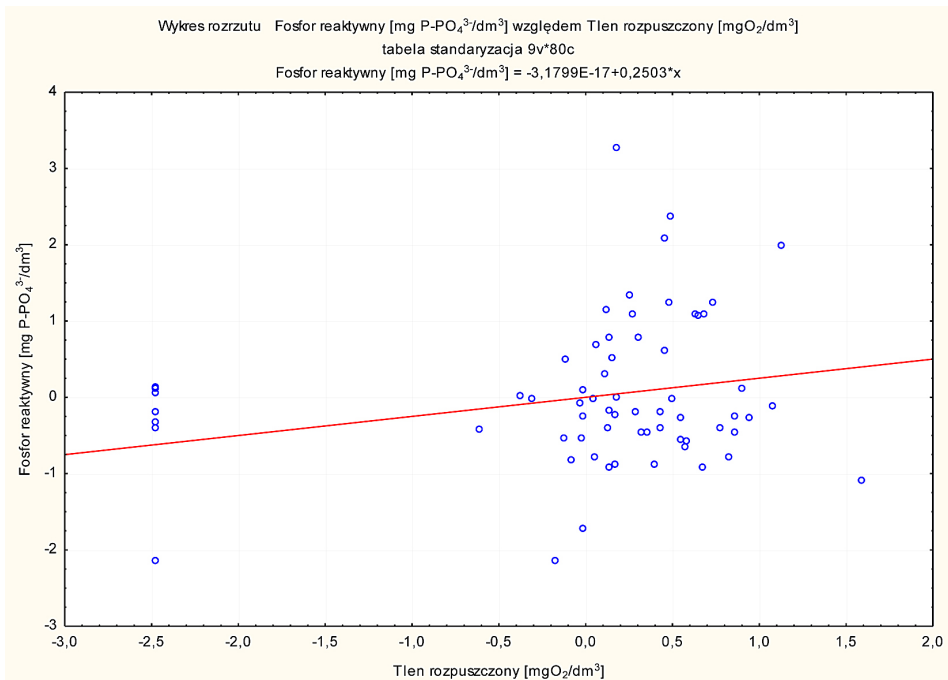


**Rys. 3.** Wykres rozrzutu azotu amonowego do temperatury badanej wody  
**Fig. 3.** Scatter diagram of the ammonia nitrogen to the temperature in water



mogła być spowodowana przemianami zachodzącymi w warunkach aerobowych i anaerobowych.

Zależność zawartości fosforanów od poziomu tlenu rozpuszczonego w wodzie jest liniowa, dodatnia (rys. 4). Świadczy to o zwiększaniu się ilości fosforu reaktywnego wraz ze wzrostem tlenu rozpuszczonego w wodzie. Fosfor jako jeden z ważniejszych czynników ekologicznych, warunkuje produkcję biogeniczną wód, odgrywa istotną rolę w metabolizmie komórki i rozwoju organizmów [Kajak 1998].



**Rys. 4.** Wykres rozrzutu fosforu reaktywnego do tlenu rozpuszczonego w wodzie  
**Fig. 4.** Scatter diagram of reactive phosphorus to dissolved oxygen in examined water

Zawartość tlenu w wodach rzek zależy od zmian temperatury w ciągu roku, ciśnienia atmosferycznego i intensywności fotosyntezy roślin. W rzekach o słabym rozwoju roślinności zawartość tlenu związana jest z jego rozpuszczalnością w odpowiedniej temperaturze i waha się między 6–8 mgO<sub>2</sub>·dm<sup>-3</sup> w ciągu lata oraz 8–12 mgO<sub>2</sub>·dm<sup>-3</sup> zimą. Tlen rozpuszczony w wodzie pochodzi głównie z powietrza atmosferycznego oraz z procesów fotosyntezy roślin wodnych.

Analiza wody ze stanowisk badawczych wskazała, iż średnie wartości tego parametru oscyływały pomiędzy 7,62 a 8,48 mgO<sub>2</sub>·dm<sup>-3</sup> (tab. 2). Największe wartości tlenu rozpuszczonego odnotowano na stanowisku 1 (Stara Białowieża). Największe stężenia tlenu obserwuje się wówczas, gdy temperatury powietrza są względnie niskie [Kajak 1998].

Wzrost poziomu przepływu wód znacząco wpłynął na zawartość tlenu w analizowanych próbach. Woda wszystkich stanowisk badawczych odznaczała się słabym nurtem wody, co powodowało niski stan tego parametru. Przy wysokiej temperaturze i dużej ilości substancji organicznej podatnej na rozkład, pochłanianie tlenu zachodzi bowiem znacznie szybciej [Górniak, Zieliński 1998; Kajak 1998]. Stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie jest jednym z głównych czynników określających klasę jakości wód powierzchniowych [Kiedryńska i in. 2006]. Ma on istotny wpływ na obecność innych substancji w wodzie.

Pomiar przewodności wody daje informacje o zawartości w wodzie związków mineralnych. Przewodność właściwa wód naturalnych waha się przeciętnie od 50 do 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$  [Dojlido i in. 1999].

Przewodnictwo elektrolityczne w rzece Łutownia wahało się w granicach od 338 do 434  $\mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ . Świadczy to o niskim stopniu zanieczyszczenia wody badanego obszaru. Najwyższe wartości tego parametru zaobserwowano na stanowisku 1 (Stara Białowieża).

W większości wód naturalny odczyn wody jest w granicach od pH 6,5 do 8,5. Wody rzeki Łutownia mają pH od 7,59 do 7,83 (tab. 2). Odczyn kwaśny wody nie występował. Woda na wszystkich stanowiskach badawczych miała odczyn obojętny do lekko zasadowego.

W latach 1970–2008 średnia temperatura sezonu wegetacyjnego wzrosła o 1,1 °C, sezonu zimowego o 0,9 °C i roku kalendarzowego o 1,0 °C. Powodowało to wcześniejsze odpływy wody, co niekorzystnie wpływało na warunki wodne Puszczy Białowieskiej [Malzahn 2009; Malzahn, Chomutowska 2009].

Temperatura wody rzecznej zmienia się bardzo szybko w porównaniu z wodami stojącymi (jeziora, stawy). Zależy ona od temperatury powietrza, temperatury wód gruntowych i źródeł zasilających rzekę, a również od wykształcenia doliny rzecznej, osłonięcia brzegów. Oprócz zmian sezonowych obserwuje się również zmiany dobowe, które są znacznie większe w małych potokach niż w większych rzekach. Temperatura wody zmienia się z biegiem rzeki.

Temperatura, jej wzrost czy spadek, ma istotny wpływ na właściwości chemiczne i fizyczne wód, jak szybkość procesów fotosyntezy roślinności wodnej, zawartość tlenu rozpuszczonego, szybkość procesów metabolicznych organizmów zamieszkujących środowisko wodne. Średnia temperatura wody wahała się między 10,9 °C a 11,9 °C (tab. 2). Badana woda odpowiada następującym klasom czystości wody pod względem:

- wskaźników fizycznych (temperatura i pH) I klasie czystości wody;
- wskaźników tlenowych (tlen rozpuszczony) I klasie czystości wody;
- wskaźników biogenych:
  - azot azotanowy III i V – II klasy czystości wody,
  - azot amonowy – II klasa czystości wody,
  - fosfor reaktywny – III klasie czystości wody;
- wskaźników zasolenia (przewodność elektrolityczna) II klasie czystości wód powierzchniowych (tab. 2) [Rozporządzenie...2011, Dz. U. Nr. 257, poz. 1545].

Podsumowując, analiza stanu czystości rzeki Łutownia wykazuje wysoką jakość wód, oscyluje między I a II klasą czystości wody. Świadczą o tym wyniki przeprowadzonych badań oraz badania przeprowadzone przez WIOŚ [2009].

## WNIOSKI

Na podstawie wyników badań postawiono następujące wnioski:

1. Woda rzeki Łutowni należy do II klasy czystości wody.
2. Stwierdzono zależność pomiędzy poziomem pierwiastków biogennych w wodzie a jej odczynem i zawartością tlenu rozpuszczonego.
3. Na jakość wód rzeki Łutownia, pośrednio wpływają obszary bagiennie-torfowe, które mogą emitować niektóre formy azotu, głównie w wyniku mineralizacji utworów glebowych.

## LITERATURA

1. Chelmiński W., 2002. Woda. Zasoby, degradacja, ochrona. PWN, Warszawa.
2. Chomutowska H., 2008. Ocena zmian w występowaniu pierwiastków biogennych w wybranych oczkach wodnych Puszczy Białowieskiej. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 35/36, 246–253.
3. Chomutowska H., Wilamowski K., 2012. Badania stanu fizykochemicznego wód na terenie Puszczy Białowieskiej. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 54, 190–199.
4. De Vries W., Klapp J.M., Erisman J.W., 2000. Effects of environmental stress on forest crown condition in Europe. Part I: Hypotheses and approach to the study. *Water, Air*.
5. Dojlido J., Hermanowicz W., Dożańska W. 1999, Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Wyd. Arkady.
6. Fleisher S., Stibe L., 1991. Drainage basin management reducing river transported nitrogen – *Vern. Int. Ver. Limnol.* 24, 1753–1755.
7. Górniak A., Zieliński P., 1998. Wpływ lesistości zlewni na jakość wód rzecznych województwa białostockiego. *Przeg. Nauk. SGGW* 16, 231–240.
8. Hermanowicz W., Dojlido J., Dożańska W., Koziorowski B., Zerbe J., 1999. Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Arkady.
9. Kajak Z. 1998. *Hydrobiologia – Limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych.* Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
10. Kiedryńska L., Papciak D., Granops M., 2006. *Chemia sanitarna.* Wyd. Szkoła Główna Gospodarki Wiejskiej, Warszawa.
11. Koc J., Solarski K., Rochwerger A. 2005. Wpływ systemu melioracyjnego na wielkość i sezonowość odpływu azotanów z gleb uprawnych. *J. Elementology* 10, 2, 349–358.
12. Kwiatkowski W., 1994. *Krajobrazy roślinne Puszczy Białowieskiej., Phytocoenosis Supplementum Cartographiae Geobotaniceae* 6. Warszawa – Białowieża.

13. Malzahn E., 2009. Biomonitoring środowiska leśnego Puszczy Białowieskiej. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych* 40, 439–447.
14. Malzahn E., Chomutowska H., 2009. Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych ocena zmian czynników abiotycznych w Puszczy Białowieskiej z. 540, 247–258.
15. Paluch R., 2002. Kierunek i tempo zmian sukcesyjnych roślinności runa na obszarze ochrony ścisłej Białowieskiego Parku Narodowego. *Kosmos* 51, 4, 453–461.
16. Pierzgałski E., Tyszka J., Stolarek A., 2006. Zmienność odpływu wody ze zlewni rzeki Łutowni (Puszcza Białowieska) w latach 1966–2000. *Leśne Prace Badawcze*, 1, 21–26.
17. Prinz B., 1987. Causes of forest damage in Europe: major hypothesis and factors. *Environment* 28, 9, 10–36.
18. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości substancji priorytetowych (Dz. U. 2011, nr 257, poz. 1545).
19. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych (Dz. U. 2011, nr 258, poz. 1549).
20. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011r. w sprawie sposobu kwalifikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych.
21. Sokołowski A.W., 2004. *Lasy Puszczy Białowieskiej*. Centrum Informacji Lasów Państwowych, Warszawa.
22. Starmach K. Wróbel S. Pasternak K., 1978. *Hydrologia Limnologia*, PWN, Warszawa.
23. WIOŚ Białystok, 2009. Ocena stanu czystości rzek województwa podlaskiego w 2009.