

Wpłynęło 06.11.2016 r.
Zrecenzowano 01.03.2017 r.
Zaakceptowano 13.03.2017 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

WPŁYW PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW FIZYKOCHEMICZNYCH NA LICZBĘ BAKTERII PSYCHROFILNYCH I MEZOFILNYCH W WODACH RZEKI WISŁY

**Janusz AUGUSTYNOWICZ¹⁾ ACDE, Mariusz NIEREBIŃSKI¹⁾ ADF,
Anna JÓŹWIAK²⁾ ABCDF, Anna PRĘDECKA³⁾ BCF, Stefan RUSSEL⁴⁾ ADF**

- ¹⁾ Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych Województwa Pomorskiego w Gdańsku
- ²⁾ Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Rolnictwa i Biologii, Samodzielny Zakład Biologii Mikroorganizmów
- ³⁾ Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie, Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Cywilnego, Zakład Bezpieczeństwa i Higieny Pracy
- ⁴⁾ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Zakład Użytków Zielonych

Streszczenie

Woda jest istotnym siedliskiem życia pod względem objętościowym, a także jednym z naturalnych środowisk życia wielu grup mikroorganizmów, reprezentowanych przez liczne grupy drobnoustrojów, np.: bakterie, sinice, glony i grzyby. W związku z powyższym istotną rolę w określeniu jakości wody w rzekach odgrywa ocena jej stanu mikrobiologicznego.

Celem badań przedstawionych w niniejszej pracy było określenie wpływu podstawowych parametrów fizykochemicznych wody pobranej z rzeki Wisły na ogólną liczebność bakterii psychrofilnych i mezofilnych. Badania przeprowadzono w próbkach wody pobranych ze środkowego odcinka rzeki Wisły w okolicach Warszawy. Analizy wybranych parametrów wykonywano raz w miesiącu w ciągu całego roku. Badania mikrobiologiczne obejmowały ogólną liczebność bakterii psychrofilnych i ogólną liczebność bakterii mezofilnych. W pobranych próbkach wody dokonano pomiarów takich parametrów fizykochemicznych, jak: temperatura, tlen rozpuszczony oraz biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT₅).

Badania wykazały korelację między mierzonymi parametrami mikrobiologicznymi a analizowanymi wskaźnikami fizykochemicznymi.

Słowa kluczowe: ogólna liczebność bakterii mezofilnych, ogólna liczebność bakterii psychrofilnych, rzeka Wisła

Do cytowania For citation Augustynowicz J., Nierebiński M., Józwiak A., Prędecka A., Russel S. 2017. Wpływ podstawowych parametrów fizykochemicznych na liczbę bakterii psychrofilnych i mezofilnych w wodach rzeki Wisły. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 17. Z. 2 (58) s. 5–13.

WSTĘP

Najdłuższą polską rzeką jest Wisła, której długość wynosi 1 047,5 km. Jej źródła znajdują się na wysokości 1 106 m n.p.m., na zachodnim stoku Baraniej Góry w Beskidzie Śląskim. Zlewnia rzeki podzielona jest na trzy makroregiony: górnej (duża koncentracja przemysłu), środkowej (charakter rolniczo-przemysłowy) i dolnej Wisły (głównie tereny rolnicze) [BUSZEWSKI i in. 2002; PISKOZUB 1982]. Jakość wody w Wiśle jest niezadowolająca, niemniej poczynawszy od lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku ulega ona systematycznej poprawie [MILLER 2005; ZDZIENICKI 2006].

Ekosystem rzeki jest połączoną pod względem funkcjonalnym całością, a określają go zmieniające się warunki fizyczne i chemiczne, co z kolei prowadzi do zmian żyzności i produktywności biocenozy. Konsekwencją są fluktuacje w obrębie struktury i dynamiki poszczególnych zespołów organizmów, a także w ogólnym obiegu poszczególnych pierwiastków [STARMACH 2000]. Głównymi czynnikami środowiskowymi wpływającymi na biocenozę wód płynących są: temperatura, światło, zawartość tlenu, fosforu, azotu, wapnia, żelaza, węgla, substancji organicznej oraz odczyn [ALI i in. 2000; CHEŁMICKI 2001].

Bakterie zasiedlają wszystkie typy wód powierzchniowych, w tym wody czyste i silnie zanieczyszczone, wody płynące i stojące (stawy i jeziora), a także wody słodkie i słone. Powszechność występowania i opanowanie całego środowiska wodnego bakterie zawdzięczają specyficznym cechom, których nie mają inne organizmy. Można do nich zaliczyć przede wszystkim bardzo dużą dynamikę rozwoju bakterii, która pozwala im w krótkim czasie nadrabiać straty wynikłe z działania niekorzystnych warunków środowiskowych. Ponadto bakterie wykazują dużą odporność na działanie np.: gwałtownych zmian składu chemicznego wody, ostrych deficytów tlenowych, obecności związków toksycznych, nagłych zmian temperatury wody [POSTGATE 2000].

Jednym z podstawowych parametrów fizykochemicznych warunkujących rozwój poszczególnych grup mikroorganizmów jest temperatura. Jak podaje RHEINHEIMER [1991], bakterie mogą rozwijać się w temperaturze od -10 do $+90^{\circ}\text{C}$. Taki zakres warunkuje ich wzrost, wpływa na zapotrzebowanie na pokarm oraz w mniejszym stopniu także na skład enzymatyczny i chemiczny komórek. Ze względu na optymalną temperaturę warunkującą wzrost i rozwój bakterii dzieli się je na: psychrofilne, mezofilne i termofilne [RHEINHEIMER 1991]. Bakterie psychrofilne to liczna grupa bakterii, w większości Gram-ujemnych, żyjących i rozmnażających się w niskiej temperaturze ($0-25^{\circ}\text{C}$). Żyją w zimnych wodach, pod śniegiem, spotyka się je w żywności konserwowanej w niskiej temperaturze [SCHLEGEL 2004]. W wodach śródlądowych strefy cieplej dominują bakterie mezofilne. Optymalna temperatura wzrostu tych bakterii mieści się w zakresie od 20 do 37°C . Większość bakterii chorobotwórczych, a także glebowych i wodnych należy do mezofili [OBIRI-DANSO i in. 2005]. Optymalna temperatura wzrostu bakterii termo-

filnych wynosi ponad 40°C, choć są i takie, dla których temperatura ta przekracza 65°C. Takie bakterie żyją w gorących źródłach siarkowych, żelazowych i gorących ściekach [KUNICKI-GOLDFINGER 2007].

Rodzaje organizmów występujących w zbiornikach wodnych zależą od stopnia czystości wody i zachodzących w niej procesów biochemicznych. Dlatego jedną z metod oceny jakości wód jest określenie jej stanu poprzez oznaczenie wskaźników biologicznych, w tym parametrów mikrobiologicznych. Liczebność drobnoustrojów mezofilnych informuje o obecności drobnoustrojów chorobotwórczych i potencjalnie chorobotwórczych. Liczebność drobnoustrojów psychrofilnych wskazuje z kolei na zawartości substancji organicznej w wodzie, określając jej zanieczyszczenie [DJUIKOM i in. 2006].

Celem badań przedstawionych w niniejszej pracy było określenie wpływu podstawowych parametrów fizykochemicznych wody pobranej z wybranych punktów kontrolnych rzeki Wisły na ogólną liczebność bakterii psychrofilnych i mezofilnych.

METODY BADAŃ

Badania przeprowadzono w próbkach wody pobranych ze środkowego odcinka rzeki Wisły w okolicach Warszawy. Analizy wybranych parametrów wykonywano raz w miesiącu w ciągu całego roku. Próbkę wody pochodziły z następujących punktów kontrolnych:

- Kazuń – 549 km Wisły,
- Dziekanów Polski – 538 km Wisły,
- Kępa Zawadowska – 496 km Wisły,
- Góra Kalwaria – 477 km Wisły.

Analizy mikrobiologiczne obejmowały następujące oznaczenia, wykonane zgodnie z wytycznymi GRABIŃSKIEJ-ŁONIEWSKIEJ [1996]:

- ogólną liczebność bakterii psychrofilnych oznaczoną metodą płytkową, na podłożu agarowym MPA o następującym składzie: bulion zwykły – 1000 cm³, agar – 15 g;
- ogólną liczebność bakterii mezofilnych oznaczoną metodą płytkową, na podłożu agarowym MPA o następującym składzie: bulion zwykły – 1000 cm³, agar – 15 g.

W pobranych próbkach wody wykonano pomiary takich parametrów fizykochemicznych, jak:

- temperatura wg PN-77/C-04584,
- tlen rozpuszczony wg PN-72/C-04545.08,
- biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT₅) wg PN-EN 1899-1:2002.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej, wyznaczając współczynnik korelacji (*r*) między wartościami wskaźników mikrobiologicznych a poszczególnymi parametrami fizykochemicznymi (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$). Siłę związku określono na podstawie klasyfikacji wg GUILFORDA [1964].

WYNIKI I DYSKUSJA

Najniższą temperaturę w badanych próbkach wody zanotowano w miesiącach styczeń–marzec (1–2°C), najwyższe natomiast latem (18–22°C) (tab. 1). Zaobserwowano niewielkie różnice temperatury wody w próbkach z poszczególnych punktów badawczych w poszczególnych miesiącach. Na uwagę zasługują wartości zanotowane w punktach zlokalizowanych na odcinku rzeki przed Warszawą (Kępa Zawadowska, Góra Kalwaria) w kwietniu, czerwcu i grudniu, które są niższe od zaobserwowanych za Warszawą.

Tabela 1. Temperatura wody w zależności od lokalizacji punktu badawczego

Table 1. The temperature of the water depending on sampling point location

Miesiąc Month	Temperatura wody, °C Temperature of water, °C			
	Kazuń	Dziekanów Polski	Kępa Zawadowska	Góra Kalwaria
Styczeń January	1	1	1	1
Luty February	2	2	2	2
Marzec March	1	1	1	1
Kwiecień April	10	10	9	9
Maj May	14	14	14	14
Czerwiec June	22	22	21	21
Lipiec July	18	18	18	18
Sierpień August	20	20	20	20
Wrzesień September	19	19	19	19
Październik October	14	14	14	14
Listopad November	12	12	12	12
Grudzień December	5	5	4	4

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Zawartość tlenu rozpuszczonego w próbkach wody pobranych z rzeki Wisły w ciągu roku wynosiła od 5,4 do 14,5 mg O₂·dm⁻³ (tab. 2). Najmniejsze wartości badanego wskaźnika we wszystkich punktach badawczych zanotowano w sierpniu, a największe w styczniu i lutym. Wyniki uzyskane w punktach kontrolnych w poszczególnych miesiącach były zbliżone do siebie, z wyjątkiem lipca, kiedy zawartość tlenu w próbkach wody pobranych w Dziekanowie Polskim znacznie odbiegała od pozostałych wartości.

Biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT₅) w próbkach wody pobranych z Wisły w ciągu roku wynosiło od 1 do 14 mg O₂·dm⁻³ (tab. 3). Najmniejsze wartości badanego wskaźnika w poszczególnych punktach badawczych uzyskano w różnych okresach badań: Kazuń – styczeń, Dziekanów Polski – kwiecień, Kępa Zawadowska – grudzień, Góra Kalwaria – styczeń, marzec, kwiecień i grudzień.

Tabela 2. Zawartość tlenu rozpuszczonego w próbkach wody w zależności od lokalizacji punktu badawczego**Table 2.** Dissolved oxygen content in water depending on sampling point location

Miesiąc Month	Zawartość tlenu rozpuszczonego, mg O ₂ ·dm ⁻³ Dissolved oxygen content, mg O ₂ ·dm ⁻³			
	Kazuń	Dziekanów Polski	Kępa Zawadowska	Góra Kalwaria
Styczeń January	13,5	13,1	13,2	13,7
Luty February	13,8	13,8	14,5	14,5
Marzec March	12,5	12,7	13,0	13,1
Kwiecień April	10,7	10,7	11,0	10,8
Maj May	10,3	10,2	10,4	10,5
Czerwiec June	13,6	14,5	12,7	14,3
Lipiec July	9,3	5,4	11,3	10,8
Sierpień August	5,8	5,7	6,3	6,2
Wrzesień September	11,2	11,3	11,2	11,2
Październik October	10,8	10,8	11,7	11,6
Listopad November	9,3	9,2	10,2	10,7
Grudzień December	12,7	12,9	13,7	14,1

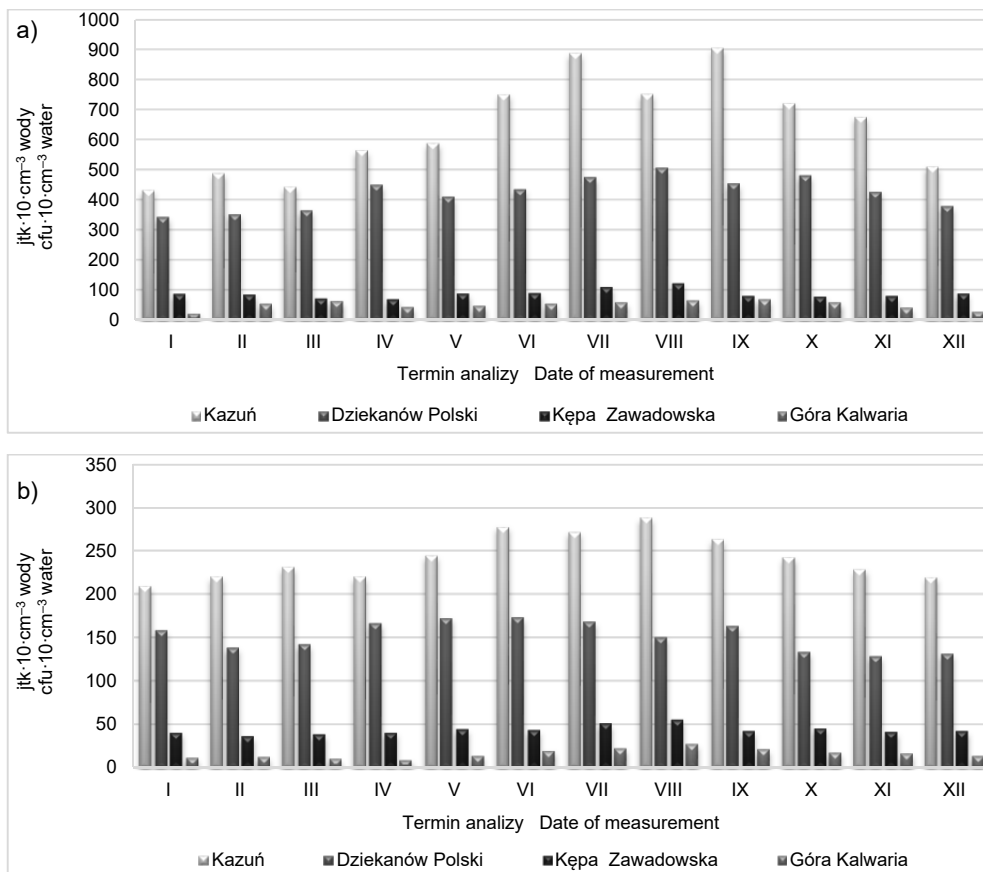
Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Tabela 3. Biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT₅) w próbkach wody w zależności od lokalizacji punktu badawczego**Table 3.** Biochemical oxygen demand (BOD₅) in water depending on sampling point location

Miesiąc Month	BZT ₅ wody, mg O ₂ ·dm ⁻³		BOD ₅ of water, mg O ₂ ·dm ⁻³	
	Kazuń	Dziekanów Polski	Kępa Zawadowska	Góra Kalwaria
Styczeń January	2	6	3	2
Luty February	8	8	3	6
Marzec March	4	6	3	2
Kwiecień April	3	2	2	2
Maj May	7	7	5	5
Czerwiec June	6	6	7	7
Lipiec July	14	14	10	10
Sierpień August	5	5	5	5
Wrzesień September	6	6	3	4
Październik October	4	5	6	6
Listopad November	5	5	3	3
Grudzień December	3	4	1	2

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Największą liczebność zarówno bakterii psychrofilnych, jak i mezofilnych zaobserwowano w okresie letnim (od czerwca do września), a najmniejszą w okresie zimowym (od grudnia do marca) – rysunek 1. Największe wartości tych wskaźników zanotowano w punkcie kontrolnym Kazuń, a najmniejsze w Górze Kalwarii.



Rys. 1. Ogólna liczebność bakterii (a) psychrofilnych i (b) mezofilnych w próbkach wody pobranych z rzeki Wisły w zależności od terminu badań; źródło: wyniki własne

Fig. 1. Total number of (a) psychrophilic and (b) mesophilic bacteria in water samples taken from the Vistula River depending on date of measurement; source: own study

Korelację niemal pełną dodatnią między ogólną liczebnością bakterii psychrofilnych a wskaźnikami fizykochemicznymi zaobserwowano tylko w przypadku temperatury (tab. 4). Współczynnik korelacji w odniesieniu do zawartości tlenu rozpuszczonego i biochemicznego zapotrzebowania na tlen wskazuje na korelację wysoką. W przypadku tlenu rozpuszczonego jest to zależność dodatnia, a BZT₅ – ujemna.

Siłę związku między ogólną liczebnością bakterii mezofilnych a temperaturą określono jako korelację bardzo wysoką dodatnią (tab. 4). W przypadku BZT₅ zaobserwowaną zależność należy sklasyfikować jako korelację przeciętną dodatnią, natomiast w odniesieniu do uzyskanych wartości tlenu rozpuszczonego wykazano korelację wysoką ujemną.

Tabela 4. Współczynniki korelacji: ogólna liczebność bakterii psychro- i mezofilnych – parametry fizykochemiczne**Table 4.** The correlation coefficients: total number of psychrophilic and mesophilic bacteria – physico-chemical parameters

Grupa bakterii Group of bacteria	Wskaźnik Indicator		
	temperatura wody water temperature	tlen rozpuszczony dissolved oxygen	biochemiczne zapotrzebowanie na tlen (BZT ₅) biochemical oxygen demand (BOD ₅)
Psychrofilne Psychrophilic	$r = 0,90102$	$r = -0,50910$	$r = 0,55535$
Mezofilne Mesophilic	$r = 0,88512$	$r = -0,54070$	$r = 0,49294$

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Wyniki badań przedstawionych w niniejszej pracy wskazują na silną dodatnią zależność między liczebnością analizowanych grup drobnoustrojów a temperaturą wody. Podobne wyniki uzyskała CHOMUTOWSKA [2009], wykazując dodatnią korelację między liczbą bakterii psychro- i mezofilnych a temperaturą wody. Według KAJAKA [1998] temperatura wody wpływa na liczebność drobnoustrojów, ponieważ warunkuje przeprowadzane przez nie procesy biochemiczne. Wyniki badań ŚWIĄTECKIEGO [1997] wskazują natomiast, że intensywność procesów biochemicznych, a tym samym liczebność drobnoustrojów, zwiększa się wraz z temperaturą wody. Zaobserwowano również, że wraz ze zwiększaniem się biologicznego zapotrzebowania na tlen zwiększa się liczba badanych grup drobnoustrojów. Jak podają MICHAŁKIEWICZ i in. [2011], wartości BZT₅ świadczą o podatności materii organicznej na rozkład przez mikroorganizmy. Wyniki prezentowane w niniejszej pracy wskazują na ujemną korelację między liczbą badanych grup drobnoustrojów a zawartością tlenu rozpuszczonego w wodzie. Według CHOMUTOWSKIEJ [2009] wraz ze spadkiem temperatury zwiększa się ilość tlenu rozpuszczonego a zmniejsza się liczba bakterii w wodzie. Jak podają CZECZUGA i in. [1984–1985], duża zawartość tlenu w wodzie powoduje wzrost populacji zooplanktonu, którego pokarmem są mikroorganizmy.

WNIOSKI

1. Stwierdzono silną zależność (wysoki współczynnik korelacji) między liczbą bakterii psychrofilnych i mezofilnych a temperaturą wody w rzece Wiśle.
2. Wraz ze wzrostem biochemicznego zapotrzebowania na tlen (BZT₅) w wodzie zwiększa się liczba bakterii psychrofilnych i mezofilnych.
3. Zanotowano ujemną korelację między zawartością tlenu rozpuszczonego a liczbą badanych drobnoustrojów.

BIBLIOGRAFIA

- ALI G.H., EL-TAWHEEL G.E., GHAZY M.M., ALI M.A. 2000. Microbiological and chemical study of the Nile River water quality. *International Journal of Environmental Studies*. No. 58 s. 47–69.
- BUSZEWSKI B., FUDAŁA J., KOSOBUECKI P., KOWALKOWSKI T., KOWALSKA J., ZBYTNIOWSKI A. 2002. Wisła czystsza, ale... [The Vistula River is purer, but...]. *Ekoprofit*. Nr 4 s. 166–174.
- CHELMICKI W. 2001. Woda – zasoby, degradacja, ochrona [Water – resources, degradation, protection]. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN. ISBN 83-01-13557-3 ss. 305.
- CHOMUTOWSKA H. 2009. Wpływ wybranych czynników fizykochemicznych na bakterioplankton rzeki Rospuda [Influence of physiochemical factor on bacterioplankton in Rospuda River]. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*. Nr 40 s. 513–523.
- CZECZUGA B., BRZOZOWSKA K., POSKROBKO H., WORONOWICZ L. 1984–1985. Wpływ zanieczyszczenia wody na dynamikę bakterii w rzekach [Influence of water pollution on the dynamics of bacteria in rivers]. *Roczniki Akademii Medycznej w Białymstoku*. Vol. 29–30 s. 227–236.
- DJUIKOM E., NJINE T., NOLA M., SIKATI V., JUGNIA L.B. 2006. Microbiological water quality of the Mfoundi River water shad at Waounde, Cameroon, as inferred from indicator bacteria of fecal contamination. *Environmental Monitor Assessment*. Vol. 122 s. 171–183.
- GRABIŃSKA-ŁONIEWSKA A. 1996. Ćwiczenia laboratoryjne z mikrobiologii ogólnej [Laboratory exercises in general microbiology]. Warszawa. Ofic. Wydaw. PW. ISBN 83-86-56981-6 ss. 234.
- GUILFORD J.P. 1964. Podstawowe metody statystyczne w psychologii i pedagogice [Basic statistical methods in psychology and pedagogy]. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN ss. 570.
- KAJAK Z. 1998. Hydrobiologia – limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych [Hydrobiology – limnology. Inland water ecosystems]. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN. ISBN 83-01-12537-3 ss. 94.
- KUNICKI-GOLDFINGER W. 2007. Życie bakterii [Life of bacteria]. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN. ISBN 9788301143787 ss. 616.
- MICHAŁKIEWICZ M., MADRECKA B., DYSARZ T., JONIAK T., SZELĄG-WASIELEWSKA E. 2011. Wpływ miasta Poznania na jakość wód rzeki Warty [The influence of the city of Poznań on water quality of the Warta River]. *Nauka Przyroda Technologie*. T. 5. Z. 5 s. 1–13.
- MILLER P. 2005. Dzika rzeka – Wisła [Wild river – Vistula]. *Przyroda Polska*. Nr 1 s. 10–11.
- OBIRI-DANSO K., WEBOBONG C.A.A., JONES K. 2005. Aspects of health related microbiology of the Subin, an urban river in Kumasi, Ghana. *Journal of Water and Health*. Vol. 3 s. 69–76.
- PISKOZUB A. 1982. Wisła. Monografia rzeki [Vistula. Monograph of the river]. Warszawa. WKiŁ. ISBN 83-20-60174-6 ss. 447.
- PN-72/C-04545.08. Woda i ścieki. Badania zawartości rozpuszczonego tlenu [Water and wastewater. Examination of dissolved oxygen content].
- PN-77/C-04584. Woda i ścieki. Pomiar temperatury [Water and wastewater. Temperature measurement].
- PN-EN 1899-1:2002. Jakość wody. Oznaczanie biochemicznego zapotrzebowania tlenu po n dniach (BZT_n) [Water quality. Determination of biochemical oxygen demand after n days (BOD_n)].
- POSTGATE J. 2000. *Microbes and man*. Cambridge. Cambridge University Press. ISBN 05-21-66579-5 ss. 388.
- RHEINHEIMER G. 1991. *Aquatic microbiology*. Hoboken. John Wiley and Sons Inc. ISBN 04-71-92695-7 ss. 374.
- SCHLEGEL H.G. 2004. *Mikrobiologia ogólna* [General microbiology]. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN. ISBN 83-01-13999-4 ss. 736.
- STARMACH J. 2000. Kierunki badań ekologicznych ekosystemów wodnych rzek i zbiorników zaporowych [Directions of ecological studies of aquatic ecosystems of rivers and reservoirs]. *Kosmos*. Nr 1–2 s. 279–286.

- ŚWIĄTECKI A. 1997. Spatial and seasonal changes in bacterioplankton of heated Konińskie lakes. Archives of Polish Fisheries. Vol. 5 s. 167–181.
- ZDZIENICKI T. 2006. Śmigus-dyngus brudną wodą [Śmigus-dyngus by dirty water]. Przyroda Polska. Nr 4 s. 20–22.

*Janusz AUGUSTYNOWICZ, Mariusz NIEREBIŃSKI, Anna JÓŹWIAK,
Anna PRĘDECKA, Stefan RUSSEL*

**THE EFFECT OF BASIC PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS
ON THE NUMBER OF PSYCHROPHILIC AND MESOPHILIC BACTERIA
IN THE WATERS OF THE VISTULA RIVER**

Key words: *total number of mesophilic bacteria, total number of psychrophilic bacteria, the Vistula River*

S u m m a r y

Water is an important harbor life in terms of volume, and also a natural environment, with several groups of live microorganisms. They are represented by a significant number of bacteria, cyanobacteria, algae, and fungi. Accordingly, an important role in determination of the quality of water in rivers is its microbiological status.

The aim of the experiment presented in this paper was to investigate the influence of basic physical and chemical parameters of water taken from the Vistula River on the total number of psychrophilic and mesophilic bacteria.

The experiment was conducted in the water samples collected in the central part of the Vistula River near to Warsaw. Analyses of selected parameters was performed once a month throughout the year. Microbiological testing included the following indications: total number of psychrophilic bacteria and total number of mesophilic bacteria. Physical and chemical parameters such as temperature, dissolved oxygen and biochemical oxygen demand (BOD₅) were determined in water samples.

Our results showed correlation between the measured microbiological and physical and chemical parameters.

Adres do korespondencji: dr inż. Janusz Augustynowicz, Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych Województwa Pomorskiego w Gdańsku, ul. Sucha 12, 80-531 Gdańsk; tel. +48 58 343-22-54 do 56, e-mail: j.augustynowicz@zmiuw.gda.pl