

JAKOŚĆ WÓD CIEKU BOGDANKA

Ewelina Janicka¹, Jolanta Kanclerz¹, Klaudia Borowiak², Katarzyna Wiatrowska³, Marta Lisiak²

¹ Instytut Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94, 60-649 Poznań, e-mail: ejanicka@up.poznan.pl, jkanclerz@up.poznan.pl

² Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94, 60-649 Poznań, e-mail: klaudine@up.poznan.pl, lismar@up.poznan.pl

³ Katedra Gleboznawstwa i Rekultywacji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94, 60-649 Poznań, e-mail: kawiatr@up.poznan.pl

STRESZCZENIE

W pracy przedstawiono wyniki badań jakości wody cieką Bogdanka oraz zbiorników przez które przepływa, w okresach wegetacyjnych lat 2011–2012. Próbkę do analiz laboratoryjnych pobierane były w siedmiu punktach pomiarowo-kontrolnych i obejmowały oznaczenie wybranych elementów fizykochemicznych tj. O₂, BZT₅, ChZT, pH, przewodność w 20° C, N-NO₃, N-NH₄ i PO₄³⁻. Analiza otrzymanych wyników wykazała, że jakość wody w górnym biegu Bogdanki była lepsza niż w jej dolnym biegu – poniżej jeziora Rusalka oraz Stawu Sołackiego. Wielkość stężeń niektórych badanych wskaźników fizykochemicznych (ChZT, BZT₅ i PO₄³⁻) przekraczały wartości graniczne klasy II i dlatego stan cieką określono jako poniżej dobrego.

Słowa kluczowe: ciek, zbiorniki, jakość wody, parametry fizykochemiczne

QUALITY WATER IN BOGDANKA STREAM

ABSTRACT

The paper concerns with water quality of Bogdanka Stream and its reservoirs, which flow through it, during vegetation period of 2011–2012. The water samples for physico-chemical analysis were collected from seven control points and analyzed for: O₂, BOD₅, COD, pH, EC, N-NO₃, N-NH₄ and PO₄³⁻. Results obtained showed that water quality in the upper-course of Bogdanka was better than in the lower-course – below Rusalka and Staw Sołacki Lakes. Some parameters such as: COD, BOD₅ and PO₄³⁻ exceeded threshold values for second class and classified water as below good.

Keywords: watercourse, reservoirs, water quality, physico-chemical parameters

WSTĘP

Zbiorniki wodne spełniają wiele funkcji gospodarczych i zawsze przyczyniają się do zwiększenia zasobów wodnych [Mioduszewski 2004]. Również nie bez znaczenia jest znajomość wpływu zbiorników wodnych na zmiany jakości wody, która przepływa przez zbiorniki. Zbiorniki wodne ze względu na położenie w najniższym miejscu zlewni są odbiornikami zanieczyszczeń z obszaru całej zlewni, co decyduje o ich dużej wrażliwości na procesy w niej zachodzące [Wiatkowski i in. 2006]. Czynniki istotnie wpływającymi na jakość wody w zbiorniku są przede wszystkim

związki fosforu i azotu, zwłaszcza ich nieorganiczne, rozpuszczalne formy, przyswajalne przez fitoplankton [Miernik i Wałęga 2006, Suchowicz i Górniak 2006]. Znacznym zagrożeniem dla zbiorników wodnych jest proces eutrofizacji [Ilnicki 2002, Koc i Skierawski 2004, Miernik 2007, Pawełek i Spytek 2008].

W Polsce jest bardzo mało jezior o wodach zakwalifikowanych do I klasy jakości, większość jezior należy do zbiorników w mniejszym lub większym stopniu eutroficznych. Przeprowadzona przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Poznaniu ocena wód jeziornych w roku 2013 wykazała, iż na 24 przebadane je-

ziora aż 21 jezior zostało sklasyfikowane do stanu ekologicznego złego. Na zły stan wód jeziornych w województwie wielkopolskim mają wpływ przede wszystkim: punktowe źródła zanieczyszczeń, zanieczyszczenia z obszarów rolniczych, rozwój istniejących i powstawanie nowych terenów rekreacyjnych, a także niewystarczająca sanacja wsi [Raport o stanie... 2014].

Jeziora przepływowe w znaczący sposób wpływają na jakość wód rzeki. Badania Kanclerz [2011] wykazały, że jakość wody rzeki Małej Wełny poniżej Jeziora Gorzuchowskiego uległa pogorszeniu pod względem większości przebadanych wskaźników w porównaniu z dopływem. W punkcie pomiarowo-kontrolnym poniżej jeziora notowano znacznie niższe stężenia tlenu rozpuszczonego i wyższe stężenia BZT₅, azotu azotanowego i azotu amonowego. Jezioro Gorzuchowskie zatrzymało 3836,7 kg (17%) azotu ogólnego i 299,7 kg (20%) fosforu ogólnego, które prawdopodobnie zostały włączone do obiegu biologicznego oraz częściowo zostały zdeponowane w osadach dennych. Natomiast Wiatkowski [2010] w swych badaniach wykazał, że po przepłynięciu wód rzeki Prosnicy przez zbiornik Psurów następowało zmniejszenie wartości stężeń fosforanów, azotu azotanowego, azotu azotynowego i amoniaku. Badania Kanclerz i in. [2014] wykazały, że na odpływie były wyraźnie większe wartości BZT₅ i ChZT, ale dzięki zbiornikowi nastąpiła znaczna redukcja stężeń ortofosforanów oraz poprawiły się warunki tlenowe. Bogdał i in. [2015] przedstawili analizę przeprowadzonych w roku 2011 badań jakości wód rzeki Wisły. Analiza wyników wykazała, iż w wyniku przepływu rzeki Wisły przez zbiornik Goczałkowski obniżyły się stężenia m.in. azotu azotanowego i fosforanów, ale pogorszyły się warunki tlenowe.

W niniejszej pracy określono stan fizykochemiczny cieku Bogdanka na podstawie wybranych parametrów fizykochemicznych w siedmiu punktach pomiarowo-kontrolnych (ppk).

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAWCZEGO

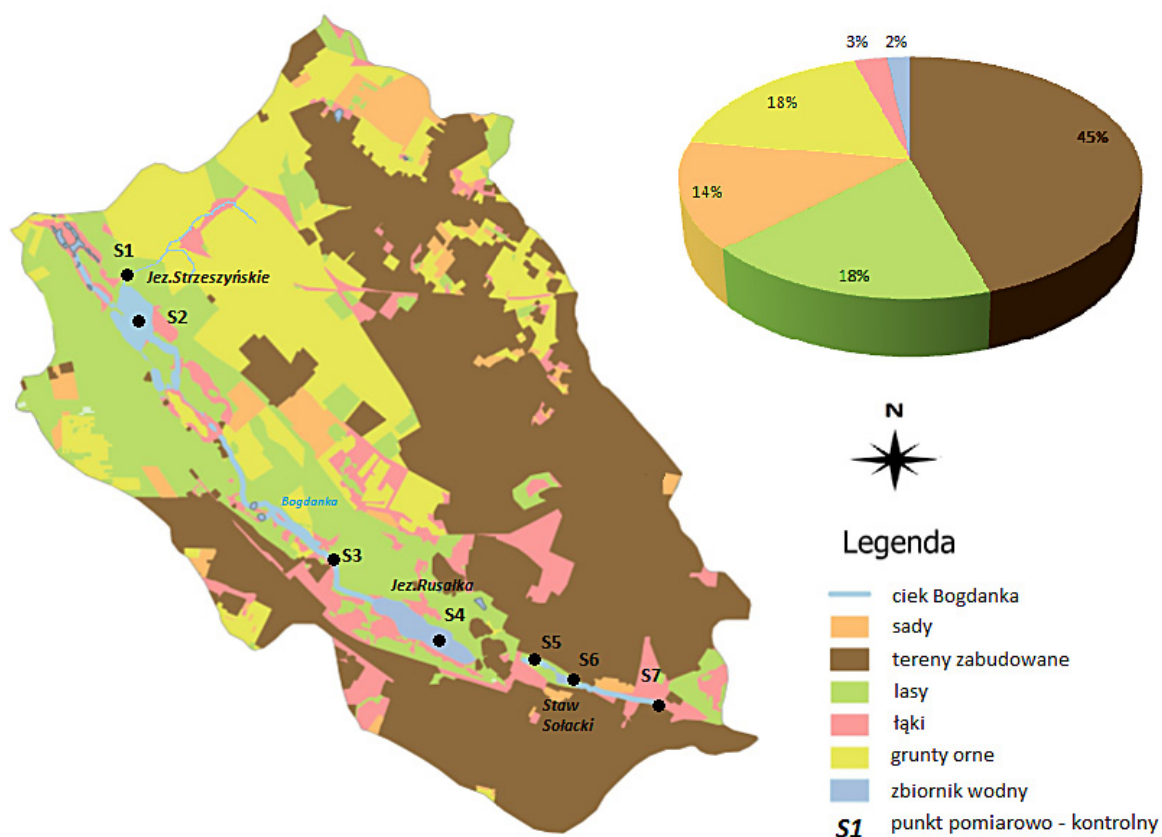
Zlewnia cieku Bogdanka o powierzchni 51,95 km² położona jest na Pojezierzu Wielkopolskim (315.5), w mezoregionie Pojezierze Poznańskie (315.51) [Kondracki 2009]. Bogdanka znajduje się w granicach administracyjnych miasta Poznania (82% powierzchni) i gminy Su-

chy Las [Kanclerz i in. 2016]. Jest ona największym lewobrzeżnym dopływem Warty do której uchodzi w 240,15 km biegu na terenie Poznania. W unijnym systemie kodowania jednostek hydrograficznych zlewnia Bogdanki otrzymała kod 18578 [Czarnecka 2005]. Źródłem Bogdanki jest strumień znajdujący się na podmokłych terenach powyżej jeziora Strzeszyńskiego. Po wypływie z jeziora Strzeszyńskiego Bogdanka przepływa przez dwa Stawy Strzeszyńskie, jezioro Rusalka oraz Staw Sołacki, a na koniec skanalizowanym odcinkiem uchodzi do Warty [Gołdyn i in. 1996]. Od źródła znajdującego się na wysokości 75,5 m n.p.m. do ujścia na 57,5 m n.p.m. ciek pokonuje 11,8 km, co daje spadek podłużny 1,7%.

W strukturze użytkowaniu zlewni Bogdanki przeważają tereny zabudowane stanowiące 45%, następnie lasy (18%) oraz grunty orne (18%). Najmniejszy udział zlewni stanowią łąki, sady i ogrody działkowe (rys. 1).

Wody powierzchniowe w strukturze użytkowania zlewni stanowią ok. 2% w tym m. in.:

- 1. Jezioro Strzeszyńskie** jest zbiornikiem przepływowym o powierzchni 34,9 ha, położonym w północno-zachodniej części miasta Poznania. Jest ono czwartym co do wielkości jezior w Poznaniu o głębokości średniej 8,2 m, a maksymalnej 17,8 m. Zlewnię bezpośrednią jeziora, o powierzchni 132,6 ha stanowią: lasy (61%), grunty orne (20%), łąki (16%) i tereny zabudowane (3%) [Pułyk i Tybiszevska 1996]. Kształt zbiornika jest nieregularny, a długość linii brzegowej wynosi 4,5 km. Na dnie jeziora zalegają osady organiczne o miąższości 0,3–0,7 m [Gołdyn i in. 1996]. Jest to jezioro wykorzystywane rekreacyjnie. Znajdują się tam ośrodki wypoczynkowe, motel, restauracja oraz domki letniskowe i kempingowe [Świerk i Szpakowska. 2009]. Do 2011 roku jezioro to uważane było za najczystsze w Poznaniu. Niestety od lipca 2011 roku z powodu zakwitów sinic oraz mętności wody zakazano w nim kąpieli [Janiak i in. 2013]. Obecnie jezioro Strzeszyńskie poddawane jest zabiegom rekultywacji. W maju 2013 roku zamontowany został aerator, jednocześnie prowadzony jest proces mobilnej aeracji z inaktywacją fosforu.
- 2. Jezioro Rusalka**, o powierzchni 36,7 ha, położone jest w tzw. Zachodnim Klinie Zieleni, w granicach administracyjnych miasta Poznania [Buczyńska i in. 1995]. To sztuczny zbiornik, który powstał w roku 1943 w wyniku



Rys. 1. Zlewnia ciek Bogdanka, lokalizacja punktów pomiarowo-kontrolnych oraz struktura użytkowania zlewni
 Fig. 1. Land usage of the Bogdanka Stream catchment and localization of the control points

spiętrzenia ciek Bogdanka. Jego maksymalna głębokość wynosi 9 m, natomiast średnia głębokość 1,9 m. Zlewnia całkowita jeziora Rusalka stanowi powierzchnię ok. 2500 ha, natomiast zlewnia bezpośrednia 83,9 ha, gdzie blisko 90% stanowią lasy, a 10% łąki. Zbiornik ten jest jeziorem przepływowym, a dodatkowo zasilany jest przez inne cieki, są to: Strumień Gołęciński oraz cztery dopływy odwadniające pobliskie tereny od strony południowo-wschodniej. Kształt zbiornika jest wydłużony, jego linia brzegowa wynosi 3,3 km. Zbiornik ze względu na swe położenie, narażony jest na ogromną presję turystyczną w okresie letnim. Nad jeziorem znajduje się Ośrodek Sportu i Rekreacji a także ośrodki wczasowe i kąpielisko wyposażone w sprzęty wodne [Gołdyn i in. 1996].

3. **Staw Solacki** o powierzchni ok. 3,6 ha znajduje się na terenie Parku Solackiego. Zbiornik utworzony został w latach 1908–1911 przez władze miejskie, na terenach podmokłych wzdłuż Bogdanki [Karolczak 1993], poprzez spiętrzenie wód Bogdanki. Ma on

kształt wydłużony, długość jego linii brzegowej wynosi 1,05 km [Szczepańska 2008]. Jest to ostatni zbiornik przepływowy tuż przed skanalizowanym ujściem Bogdanki do Warty [Gołdyn i in. 1996].

METODY I MATERIAŁY

Charakterystykę stanu wód ciek Bogdanka wykonano na podstawie wyników analiz laboratoryjnych próbek wody pobieranych z siedmiu punktów pomiarowo-kontrolnych (czterech z ciek powyżej i poniżej zbiorników oraz trzech ze zbiorników wodnych) z częstotliwością raz w miesiącu w okresach wegetacyjnych lat 2011–2012 (rys. 1). Punkty pomiarowo-kontrolne (zwane dalej jako ppk) zostały oznaczone następująco:

- S1 – punkt pomiarowo-kontrolny powyżej jeziora Strzeszyńskiego (2,137 km),
- S2 – jezioro Strzeszyńskie (2,829 km),
- S3 – punkt pomiarowo-kontrolny poniżej jeziora Strzeszyńskiego (6,489 km),

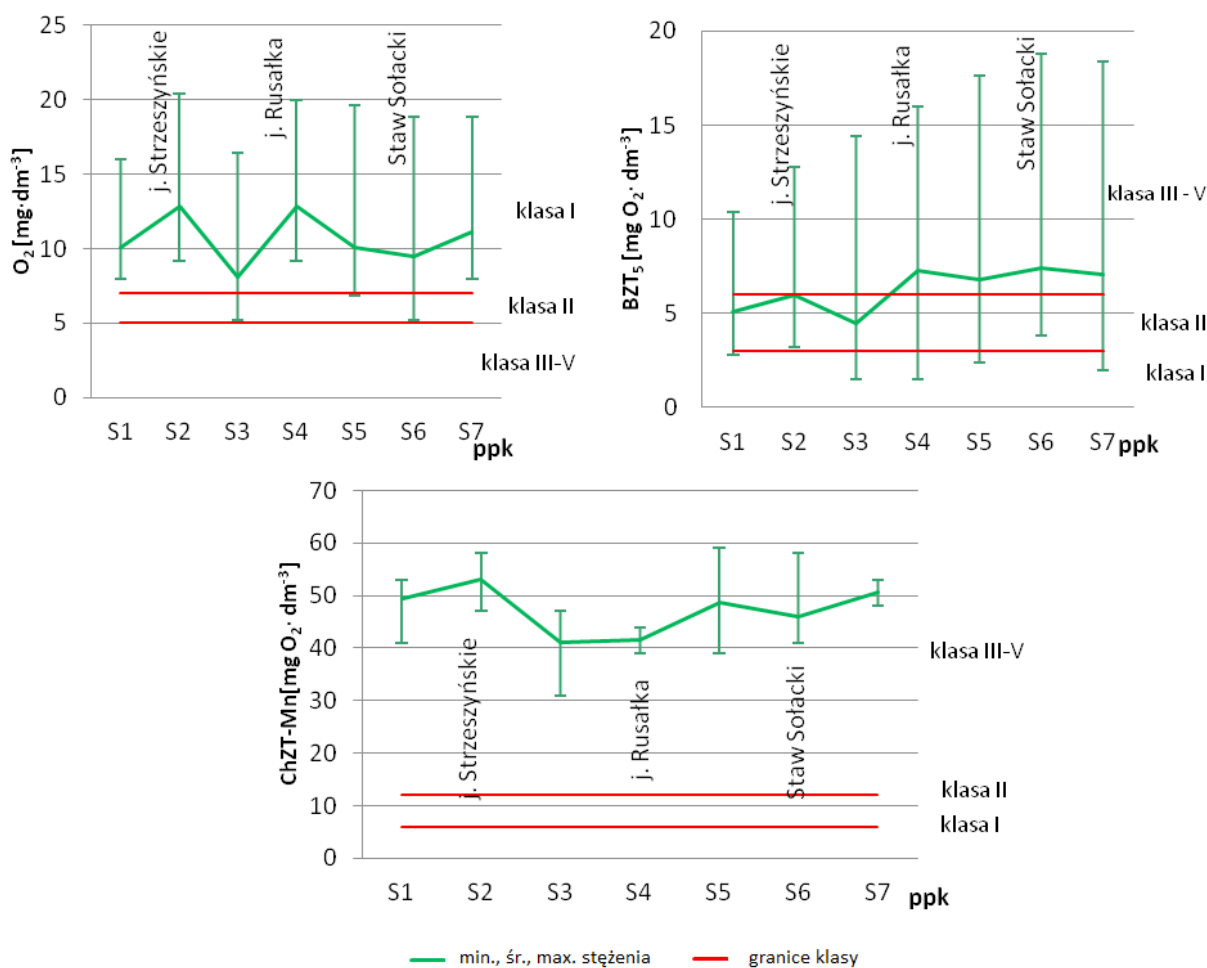
- S4 – jezioro Rusałka (8,185 km),
- S5 – punkt pomiarowo-kontrolny poniżej jeziora Rusałka (9,344 km),
- S6 – Staw Sołacki (9,916 km),
- S7 – punkt pomiarowo-kontrolny poniżej Stawu Sołackiego (10,286 km).

Analizy laboratoryjne próbek wody wykonane zostały w laboratorium Instytutu Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu i obejmowały oznaczenia wskaźników fizykochemicznych charakteryzujących: warunki tlenowe i zanieczyszczenia organiczne (O_2 , BZT_5 , $ChZT$), zakwaszenie (pH), zasolenie (przewodność w 20°C) oraz substancje biogenne ($N-NO_3$, $N-NH_4$ i PO_4^{3-}). Klasę jakości wód ustalono według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 22 października 2014 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych

oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych [RMS 2014, poz. 1482].

WYNIKI

Jakość wód (stan fizykochemiczny) ciekłu Bogdanka określono na podstawie stężeń parametrów fizykochemicznych w czterech punktach pomiarowo – kontrolnych (S1, S3, S5, S7) według wartości granicznych dla poszczególnych klas [RMS 2014, poz. 1482 zał. 1]. Badania wykazały, że wody Bogdanki charakteryzowały się lekko alkalicznym odczynem (pH od 8,11 w S7 do 8,61 w S3), co pozwoliło zakwalifikować je do I klasy jakości wód. Również przewodności elektryczna w 20 °C w badanych punktach pomiarowo-kontrolnych nie przekraczała wartości granicznej dla I klasy ($1000 \mu S \cdot cm^{-1}$).



Rys. 2. Przebieg stężeń tlenu rozpuszczonego oraz wartości BZT_5 i $ChZT-Mn$ w ppk wzdłuż biegu ciekłu Bogdanka

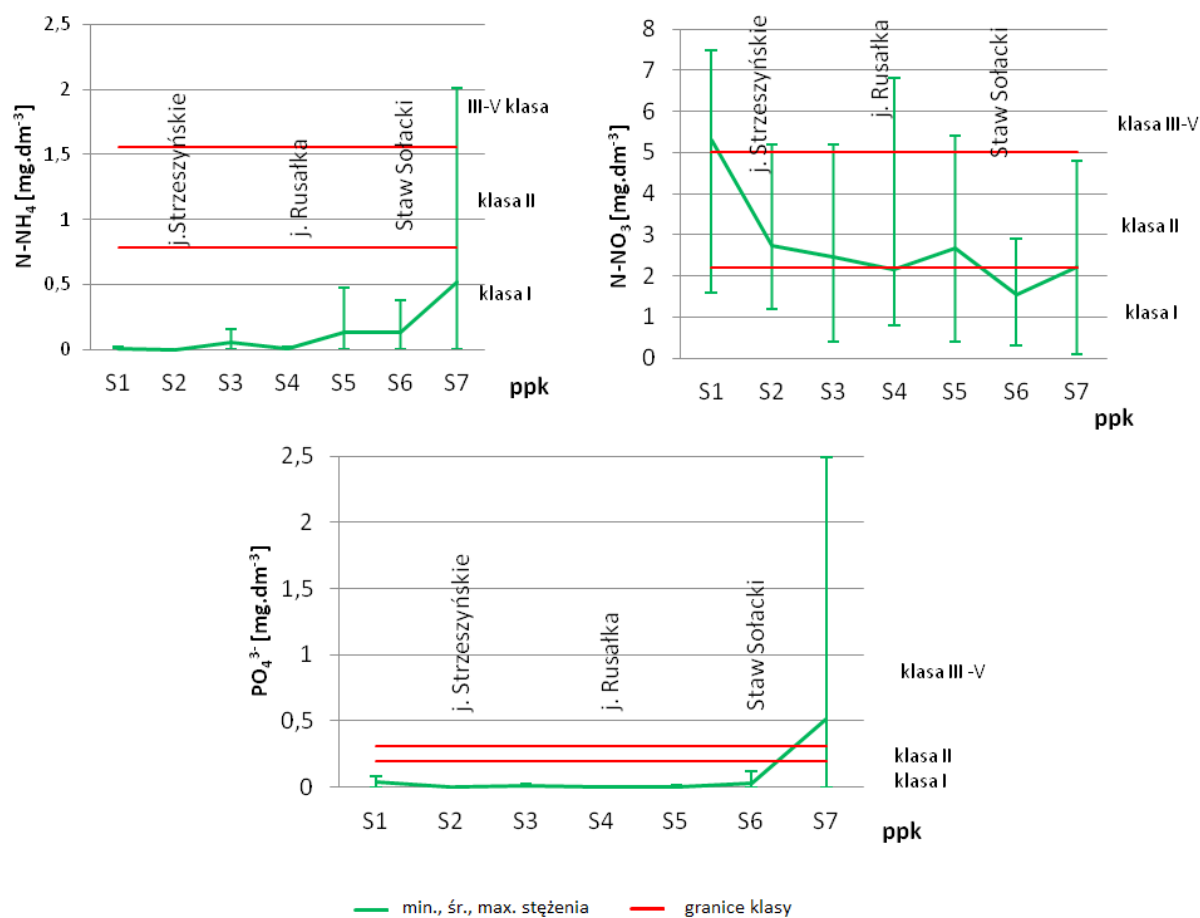
Fig. 2. Changes of dissolved oxygen concentration and BOD_5 , $COD-Mn$ values in control points along the Bogdanka Stream

Natomiast obciążenia wód Bogdanki substancjami organicznymi i zredukowanymi związkami nieorganicznymi, wpływającymi na zużycie tlenu w procesie samooczyszczania było nierównomierne. W okresach wegetacyjnych dwóch lat średnie stężenia tlenu rozpuszczonego na całej długości ciek (od 8,08 mg·dm⁻³ w ppk S3 do 12,88 mg·dm⁻³ w ppk S2) klasyfikowały jakość wód do I klasy, czyli do jakości wody bardzo dobrej. Jednakże w niektórych miesiącach (kwiecień, czerwiec i wrzesień 2012) w punktach pomiarowo-kontrolnych S3, S5 i S6 zaobserwowano stężenia tlenu rozpuszczonego niższe od wartości granicznej dla klasy I (7 mg·dm⁻³). Odnotowano również minimalne stężenie tlenu rozpuszczonego które wynosiło 5,2 mg·dm⁻³ w ppk S3 w terminach 27.06.2012 i 23.09.2012 oraz w ppk S6 w terminie 23.09.2012. Z kolei maksymalne stężenie tlenu rozpuszczonego zanotowano w ppk S2 (27.08.2012) i wynosiło 20,4 mg·dm⁻³ (rys. 2).

Średnie wartości BZT₅ od źródła do Jeziora Rusałka (ppk S4) mieściły się w granicach II klasy, a poniżej jeziora przekraczały wartość graniczną dla klasy II (6 mg·dm⁻³).

Ilość tlenu wymagana do utlenienia związków organicznych przez organizmy kształtowała się na różnym poziomie, od 1,5 mg·dm⁻³ w ppk S3 i S4 do 18,8 mg·dm⁻³ w ppk S6. Spośród ocenianych parametrów najniższą klasyfikację otrzymało ChZT. W okresie badań we wszystkich pobranych próbkach wody wartości ChZT (od 31 mg·dm⁻³ w ppk S3 do 59 mg·dm⁻³ w ppk S5) przekraczały wartość graniczną dla klasy II (12 mg·dm⁻³).

Średnie stężenia azotu amonowego w wodach Bogdanki wynosiły od 0 mg·dm⁻³ w punkcie S2 do 0,514 mg·dm⁻³ w S7 i nie przekraczały wartości granicznej dla I klasy jakości wód wynoszącej 0,78 mg·dm⁻³ (ryc. 3). Maksymalne stężenie azotu amonowego wynoszące 2,01 mg·dm⁻³ zanotowano w ppk S7 – poniżej Stawu Sołackiego.



Rys. 3. Przebieg stężeń azotu amonowego, azotu azotanowego (V) oraz ortofosforanów w ppk wzdłuż biegu ciek Bogdanki

Fig. 3. Changes of ammonia nitrogen, nitrate nitrogen and phosphates concentration in control points along the Bogdanka Stream

Analiza średnich stężeń azotu azotanowego (V) (N-NO_3) wykazała, że wraz z biegiem ciekłu stężenia azotu azotanowego (V) maleją. W ppk S1 średnia zawartość azotu azotanowego (V) przekraczała dopuszczalne wartości dla II klasy jakości wód i wynosiła $5,3 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$. W pozostałych ppk S3, S5 i S7 średnie stężenia azotu azotanowego (V) klasyfikowały wody ciekłu do II klasy czystości. Najwyższe stężenie azotu azotanowego (V) wynoszące $7,5 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ zaobserwowano w ppk S1, a najniższe w ppk S7 – $0,1 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

Średnie zawartości ortofosforanów w wodzie ciekłu we wszystkich ppk z wyjątkiem S7 mieściły się w granicach dla I klasy jakości ($0,2 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3} \text{ PO}_4^{3-}$). Natomiast w ppk S7 średnie stężenie ortofosforanów wynosiło $0,51 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ i przekraczało przyjęte normy dla klasy II. Również w ppk S7 zanotowano najwyższe stężenie tego jonu w czerwcu 2012, wynoszące $2,49 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania jakości wody Bogdanki wykazały, że w okresach wegetacyjnych lat 2011- 2012 wartości ChZT i BZT_5 oraz w ostatnim punkcie pomiarowo-kontrolnym wysokie stężenia fosforanów, wskazują że przekroczone zostały wartości graniczne wskaźników jakości wód, odnoszące się do jednolitych części wód powierzchniowych w ciekłach naturalnych, dla klasy II. Jakość wody ciekłu Bogdanka określono jako niespełniającą wymogów klasy II, czyli stan poniżej dobrego. Przyczyną złej jakości wody Bogdanki mogą być dostające się do niej zanieczyszczenia pochodzące z niekontrolowanych źródeł.

LITERATURA

1. Bogdał A., Kowalik T., Witoszek K. 2015. Wpływ zbiornika Goczałkowskiego na zmiany jakości wód w rzece Wiśle. *Inżynieria Ekologiczna*. Tom. 45, 124–134.
2. Buczyńska E., Szczluczyńska M., Tybiszewska E. 1995. Stan czystości jeziora Strzeszyńskiego w roku 1994 – Komunikat nr 155. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Poznaniu, Poznań.
3. Czamara W., Wiatkowski M. 2004. Dopływ głównych substancji biogenych do zbiornika wodnego w Mściwojowie. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu Inżynieria Środowiska XIII*. 502, 43–50.
4. Czarnecka H. (red.) 2005. Atlas podziału hydrograficznego Polski, cz.1 i 2. Wyd. IMGW Warszawa.
5. Gołdyn R., Jankowska B., Kowalczyk P., Pułyk M., Tybiszewska E., Wiśniewski J. 1996. Środowisko naturalne miasta Poznania – rozdział 6 – Wody powierzchniowe Poznania” Urząd Miejski w Poznaniu, wydział Ochrony Środowiska, Poznań.
6. Ilnicki P. 2002. Przyczyny, źródła i przebieg eutrofizacji wód powierzchniowych. *Przegląd Komunalny* 2 (125), 35–49.
7. Janiak T., Jakubowska N., Szelań-Wasilewska E. 2013. Degradation of the recreational functions of urban lake: a preliminary evaluation of water turbidity and light availability (Strzeszyńskie Lake, Western Poland) *Polish Journal of Natural Sciences*, Vol. 28(1). 43–51.
8. Kanclerz J. 2011. Wpływ Jeziora Gorzuchowskiego na jakość wód rzeki Małej Wełny. *Nauka Przyroda Technologie* 5 (5), 82.
9. Kanclerz J., Murat-Błażejewska S., Adamska A. 2016. Zmiany w pokryciu terenu a zdolności retencyjne zlewni ciekłu Bogdanka. *Inżynieria Ekologiczna*, Vol. 46, 61–67.
10. Kanclerz J., Wicher-Dysarz J., Dysarz T., Sojka M., Dwornikowska Ż. 2014. Wpływ zbiornika Stare Miasto na jakość wody rzeki Powy. *Nauka Przyroda Technologie*. Vol. 8 (4).
11. Karolczak W. 1993. Kronika miasta Poznania – Z dziejów Parku Solackiego w dwudziestoleciu międzywojennym. Wydawnictwo Miejskie. Poznań.
12. Koc J., Skwierawski A. 2004. Uwarunkowania jakości wody małych zbiorników na obszarach wiejskich. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, Polska Akademia Nauk, 499, Warszawa, 121–128.
13. Kondracki J. 2009. *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
14. Miernik W. 2007. Wstępne wyniki badań nad przemianą związków organicznych i biogenych w małym zbiorniku wodnym. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 4/1/2007. Polska Akademia Nauk, 131–140.
15. Miernik W., Wałęga A. 2006. Wstępne wyniki badań nad zawartością mineralnych form azotu wnoszonych i wynoszonych ze zbiornika Zesławice na rzece Dłubni. *Zeszyty Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej, Bielsko-Biała – Inż. Włók. Ochr. Środow*, 24(7), 229–339.
16. Mioduszewski W. 2004. Rola małej retencji w kształtowaniu i ochronie zasobów wodnych. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Inżynieria Środowiska XIII* (502), 293–305.
17. Pawełek J., Spytek M. 2008. Stężenie związków

- biogennych w wodzie potoków dopływających do Zbiornika Dobczyckiego. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 5/2008. Polska Akademia Nauk, 179–190.
18. Pułyk M., Tybiszevska E. 1996. Stan czystości jezior badanych latach 1990–1995 w województwie poznańskim. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Poznaniu, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Poznań.
19. Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2013. 2014. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Poznaniu. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Poznań <http://poznan.wios.gov.pl/monitoring-srodowiska/publikacje/raport2013/raport2013.pdf> [10.04.2016].
20. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 października 2014 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. Dz.U. 2014 poz. 1482.
21. Suchowolec T. Górniak A. 2006. Changes water quality in small reservoirs in agricultural landscape of northern Podlasie. *Teka Komisji Ochrony i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego*, 3, 195–202.
22. Szczepańska M. 2008. Elementy wodne w systemie rekreacyjnym miasta Poznania. 2/2008 *Podróże, drogi i szlaki kulturowe*. Redakcja prof. dr hab. Andrzej Wyrwa.
23. Świerk D., Szpakowska B. 2009. Ocena wartości rekreacyjnej wybranych zbiorników miejskich a funkcjonowanie strefy litoralnej. *Nauka Przyroda Technologie*, Vol. 3 (1)
24. Wiatkowski M. 2010. Zmiany wybranych wskaźników jakości wody rzeki Prosnicy przepływającej przez zbiornik Psurów. *Proceedings of ECOpole*, Tom 4 (2), 495–500.
25. Wiatkowski M., Czamara W., Kuczewski K. 2006. Wpływ zbiorników wstępnych na zmiany jakości wód retencjonowanych w zbiornikach głównych. *Monografia 67*. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polska Akademia Nauk, 122. Zabrze.