

Miroslaw WIATKOWSKI<sup>1</sup>

## ZMIANY ZAWARTOŚCI SUBSTANCJI BIOGENNYCH W WODACH RZEKI PRATWY PRZEPLÝWAJĄCEJ PRZEZ ZBIORNIK WSTĘPNY BRZÓZKI

### CHANGES IN THE CONTENT OF BIOGENS IN THE WATERS OF THE PRATWA RIVER FLOWING THROUGH THE PRE-DAM RESERVOIR BRZOZKI

**Abstrakt:** Przedstawiono wyniki badań jakości wody rzeki Pratwy przepływającej przez zbiornik wstępny; badania prowadzono w okresie od listopada 2005 do października 2007 roku. Ich celem była ocena zmian zawartości substancji biogennej na trzech stanowiskach: w wodach rzeki Pratwy, zbiornika wstępnego i w wodach na odpływie ze zbiornika wstępnego. Ocenę tę wykonano na podstawie badań jakości wody pod względem zawartości w nich substancji biogennej:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  i  $\text{PO}_4^{3-}$  i chlorofilu a. Ponadto w wodzie zbiornika wstępnego badano przezroczystość wody. Przeprowadzone badania wykazały, że zbiornik wstępny Brzózki w okresie badawczym wpływał negatywnie na zmiany jakości wody rzeki Pratwy. Zawartości wszystkich badanych substancji biogennej w wodach odpływających ze zbiornika wstępnego były wyższe niż w wodach dopływających do zbiornika wstępnego. Przeprowadzone badania wykazały, że zbiornik wstępny w okresie badań nie spełniał zakładanych funkcji. Badane wody z terenu zbiornika wstępnego uznano za wody eutroficzne ze względu na wartość przezroczystości i chlorofilu a, natomiast wody rzeki Pratwy ze względu na zawartość azotanów zakwalifikowano także do wód eutroficznych. W pracy wskazano, że należy dążyć do sytuacji, aby zbiorniki wstępne mogły się przyczynić do ochrony i poprawy jakości wód. W tym celu należy je właściwie użytkować oraz monitorować jakość wody wszystkich dopływów do zbiornika, która wynika z gospodarki wodno-ściekowej w zlewni.

**Słowa kluczowe:** rzeka, zbiornik wstępny, jakość wód, substancje biogenne, zbiornik wodny

#### Wprowadzenie

Jakość wody w rzece jest następstwem wielu działań i procesów zachodzących w zlewni, w tym m.in. użytkowania zlewni, zmian klimatu [1], a także zależy od sposobu gospodarowania wodą i ściekami bytowo-gospodarczymi i przemysłowymi w zlewni oraz gęstości zaludnienia [2-5]. Sytuacja nabiera szczególnego znaczenia, gdy na rzece zlokalizowany jest zbiornik wodny, gdyż wówczas będzie on przyjmował substancje biogenne, związki organiczne, metale ciężkie, które będą negatywnie wpływały na jakość wody zbiornika [6-8]. Małe obiekty retencji zbiornikowej należy poddawać częstej kontroli [9]. Największym zagrożeniem dla zbiorników wodnych jest proces eutrofizacji, a zapobieganie rozwojowi tego procesu jest bardzo ważnym zadaniem [10]. Wśród wielu działań ochronnych w zlewni tych obiektów należy zaliczyć zastosowanie zbiornika wstępnego.

Zbiornik wstępny powstaje zazwyczaj w strefie cofkowej zbiornika przez oddzielenie jego górnej części przegradą. Zbiorniki wstępne umożliwiają m.in. zatrzymywanie

<sup>1</sup> Zakład Hydrologii i Gospodarki Wodnej, Instytut Inżynierii Środowiska, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław, tel. 71 320 51 85, email: miroslaw.wiatkowski@upwr.edu.pl

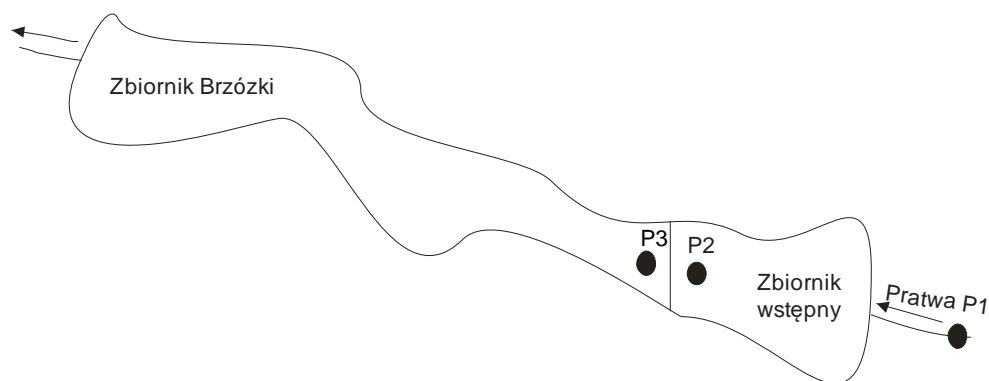
Praca była prezentowana podczas konferencji ECOpole'17, Polanica Zdrój, 4-7.10.2017

rumowiska wleczonego i unoszonego oraz substancji użyźniających oraz stworzenie dodatkowego magazynu wody w zbiorniku wstępnym. Bardzo ważne jest więc jego właściwe użytkowanie [8, 11, 12]. W pracy przedstawiono wyniki badań zmian zawartości wybranych wskaźników jakości wody rzeki Pratwy dopływającej do zbiornika wstępnego, wody zbiornika wstępnego i wody odpływającej ze zbiornika wstępnego.

### Materiał i metody badań

Zbiornik wstępny Brzózki zlokalizowany jest w części cofkowej zbiornika Brzózki (rys. 1). Do niego dopływa rzeka Pratwa i ciek (rów) z miejscowości Biskupice. Zbiornik wstępny wydziela grobla przejezdna. Przepływ przez groblę odbywa się przepustem okularowym z przyczółkami żelbetowymi. Jego głębokość średnia wynosi 1 m. W zbiorniku występują trzcina i oczeret jeziorny. Zbiornik Brzózki został wybudowany w 1996 roku, zlokalizowany jest w północnej części województwa opolskiego, w gminie Byczyna. Powierzchnia jego zlewni wynosi 57,5 km<sup>2</sup>. Przepływ średni roczny - 0,219 m<sup>3</sup>/s. Głównymi funkcjami są: rolnicza, rekreacyjna, przeciwpowodziowa i rybacka [13].

Badania jakości wody rzeki Pratwy dopływającej do zbiornika wstępnego i odpływającej ze zbiornika wstępnego, a także wody zbiornika wstępnego wykonano od listopada 2005 do października 2007 roku. Pobór próbek wody odbywał się z częstotliwością 1 raz w miesiącu w 3 punktach pomiarowych. Punkt 1 (P1) zlokalizowano na rzece Pratwie w odległości 100 m powyżej jej ujścia do zbiornika wstępnego, punkt 2 (P2) zlokalizowano w czaszy zbiornika wstępnego, a punkt 3 (P3) - na odpływie ze zbiornika wstępnego Brzózki, poniżej grobli, w czaszy zbiornika głównego (rys. 1). Na wszystkich trzech stanowiskach pomiarowych oznaczano: azotany, azotyny, amoniak i fosforany. Ponadto na stanowiskach P1 (Pratwa) i P2 (zbiornik wstępny) oznaczono chlorofil, a na stanowisku P3 (zbiornik wstępny) wykonywano pomiary przezroczystości wody (widzialność krążka Secchiego).



Rys. 1. Zbiornik wstępny Brzózki - stanowiska pomiarowe: P1 - rzeka Pratwa dopływ do zbiornika wstępnego, P2 - zbiornik wstępny, P3 - odpływ ze zbiornika wstępnego

Fig. 1. The Brzózki pre-dam reservoir - measurement points: P1 - the Pratwa river inflow to the pre-dam reservoir, P2 - the pre-dam reservoir, P3 - outflow from the pre-dam reservoir

Na dopływie do zbiornika wstępnego wodę pobierano w nurcie rzeki Pratwy, a w zbiorniku wstępnym i na odpływie z niego wodę pobierano z podpowierzchniowej warstwy wody. Przedstawiono ocenę eutrofizacji analizowanych wód na podstawie rozporządzenia ministra środowiska [14].

### Wyniki badań i ich dyskusja

W tabeli 1 przedstawiono charakterystykę jakości wody rzeki Pratwy dopływającej i odpływającej ze zbiornika wstępnego Brzózki oraz wodę w zbiorniku wstępnym. Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono przebieg zmian azotanów i fosforanów w okresie badawczym (XI 2005-X 2007).

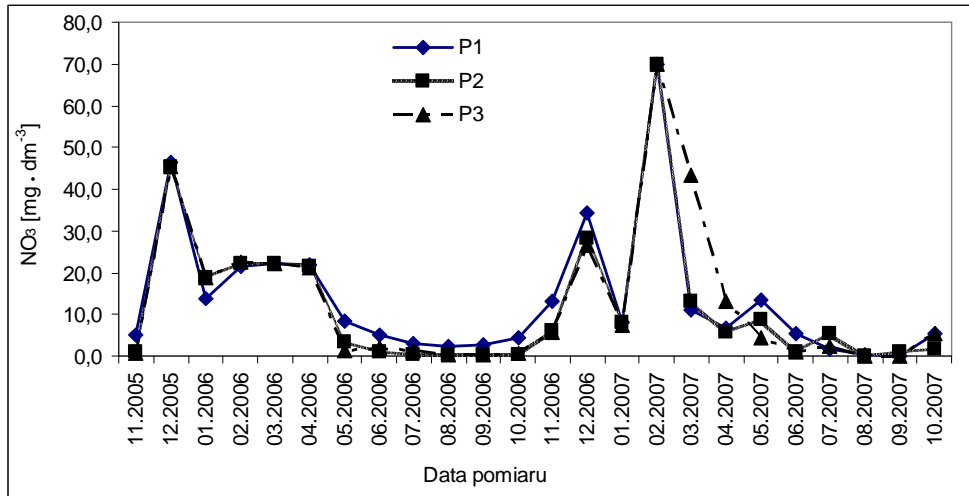
Tabela 1  
Charakterystyka jakości wody dopływającej do zbiornika wstępnego Brzózki (P1), wody zbiornika wstępnego (P2) i wody odpływającej ze zbiornika wstępnego (P3) w okresie XI 2005-X 2007

Table 1  
Quality characteristics of water inflowing to the Brzozki pre-dam reservoir (P1), water in the pre-dam reservoir (P2) and water outflowing from the pre-dam reservoir (P3) over the period from November 2005 to October 2007

Wskaźnik	Dopływ do zbiornika wstępnego	Zbiornik wstępny	Odpływ ze zbiornika wstępnego
	<u>minimum - średnia - maksimum</u> odchylenie standardowe		
Azotany [mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> · dm <sup>-3</sup> ]	<u>0,35 - 14,2 - 70</u> 16,6	<u>0,22 - 12,4 - 70</u> 17,1	<u>0,27 - 14,3 - 70</u> 18,4
Azotyny [mg NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> · dm <sup>-3</sup> ]	<u>0,003 - 0,20 - 1,69</u> 0,35	<u>0,003 - 0,26 - 1,74</u> 0,42	<u>0,003 - 0,25 - 2,36</u> 0,50
Amoniak [mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> · dm <sup>-3</sup> ]	<u>0,01 - 0,28 - 0,94</u> 0,23	<u>0,04 - 0,59 - 2,10</u> 0,53	<u>0,05 - 0,51 - 2,21</u> 0,44
Fosforany [mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> · dm <sup>-3</sup> ]	<u>0,01 - 0,24 - 0,63</u> 0,16	<u>0,02 - 0,47 - 1,71</u> 0,39	<u>0,01 - 0,36 - 0,95</u> 0,27

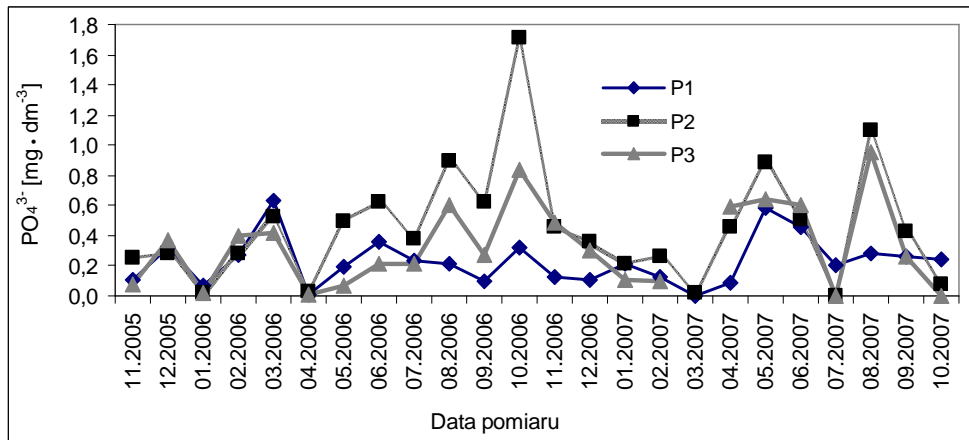
Stężenia azotanów w analizowanym okresie badań w wodzie dopływającej do zbiornika wstępnego rzeką Pratwą (P1) wahały się od 0,35 do 70 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> · dm<sup>-3</sup>, w wodzie zbiornika od 0,22 do 70 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> · dm<sup>-3</sup> i od 0,27 do 70 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> · dm<sup>-3</sup> w wodzie odpływającej ze zbiornika (tab. 1). Największe wartości stężeń azotanów zanotowano w okresie zimowym (grudzień 2005 i luty 2007 r.) (rys. 2); podobnie dla azotynów (styczeń 2006) i amoniaku (marzec 2006). Najmniejsze stężenia azotanów (rys. 2), azotynów i amoniaku zanotowano w okresie letnim, w czasie wegetacji roślin.

Stężenia fosforanów w wodzie dopływającej do zbiornika wstępnego Brzózki wahały się od 0,01 do 0,63 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> · dm<sup>-3</sup> (P1), w wodzie zbiornika (P2) od 0,02 do 1,71 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> · dm<sup>-3</sup> i od 0,01 do 0,95 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> · dm<sup>-3</sup> w wodzie odpływającej ze zbiornika wstępnego (P3) (tab. 1). Największe wartości stężeń fosforanów zanotowano w okresie zimowym (marzec 2006 r. - P1, październik 2006 r. - P2) oraz letnim (sierpień 2007 r. - P3) - rysunek 3. Najmniejsze stężenia fosforanów zanotowano w kwietniu 2006 r. - P1 i P3 oraz w marcu 2007 r. - P2.



Rys. 2. Zmiany zawartości azotanów w wodzie Pratwy dopływającej do zbiornika wstępnego (P1), wody zbiornika wstępnego (P2) i wody odpływającej ze zbiornika wstępnego Brzózki (P3) w okresie XI 2005 - X 2007 r.

Fig. 2. Changes in the content of nitrates in the Pratwa river inflowing to the Brzozki pre-dam reservoir (P1), in the pre-dam reservoir (P2) and in the water outflowing from the pre-dam reservoir (P3) over the period from November 2005 to October 2007

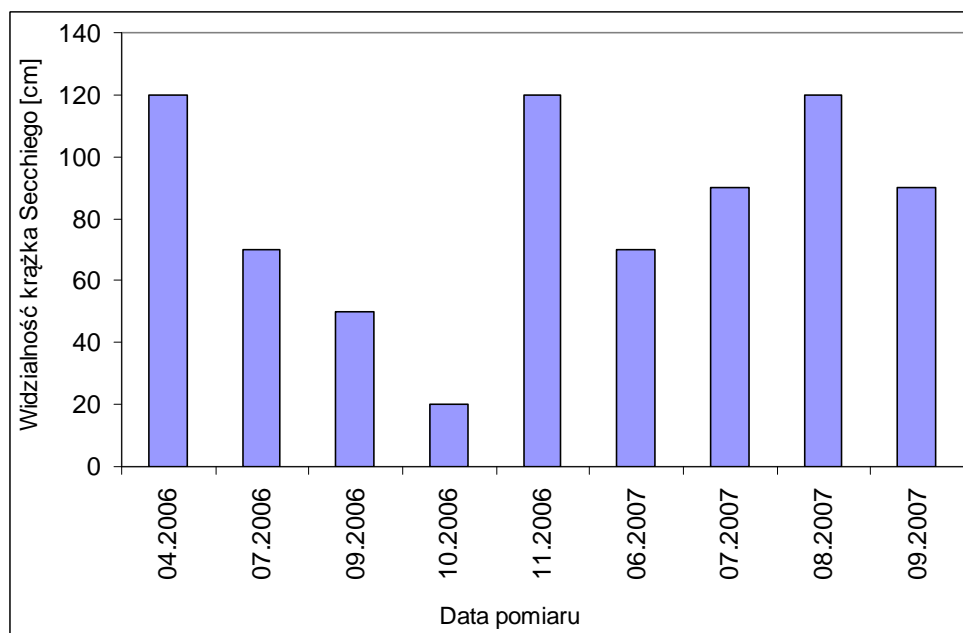


Rys. 3. Zmiany zawartości fosforanów w wodzie Pratwy dopływającej do zbiornika wstępnego (P1), wody zbiornika wstępnego (P2) i wody odpływającej ze zbiornika wstępnego Brzózki (P3) w okresie XI 2005 - X 2007 r.

Fig. 3. Changes in the content of phosphates in the Pratwa river inflowing to the Brzozki pre-dam reservoir (P1), in the pre-dam reservoir (P2) and in the water outflowing from the pre-dam reservoir (P3) over the period from November 2005 to October 2007

Z tabeli 1 wynika, że wody dopływające do zbiornika wstępnego (P1), w porównaniu z wodami zbiornika (P2) i wodami na odpływie ze zbiornika (P3), biorąc pod uwagę średnioroczne stężenia badanych wskaźników, charakteryzowały się najmniejszymi stężeniami substancji biogennych. To może wskazywać na to, że zbiornik wstępny nie spełniał zakładanych zbiornikom wstępnym funkcji. Do podobnych wniosków, w przypadku innego zbiornika wstępnego Kupientyn na rzece Cetyni, w województwie mazowieckim, doszli Bus i Mosiej [15]. Wskazali oni, że wysokie stężenia substancji biogennych zagrażają prawidłowemu funkcjonowaniu zbiornika Niewiadoma.

Dotychczas analizą jakości wód z terenu obiektu Brzózki zajmował się Wiatkowski [13]. Przeprowadzone przez niego, w okresie od maja 2004 r. do października 2005 roku, badania wykazały, że dużą rolę w poprawie jakości wody odgrywa zbiornik wstępny. Przyczyniał się on do obniżenia stężeń azotanów, azotynów i fosforanów, natomiast do wzrostu amoniaku. Wówczas zwrócono także uwagę na wzrost w wodach zbiornika wstępnego (stanowisko P1) zawartości azotynów, amoniaku i fosforanów w porównaniu z wodą dopływającą rzeką Pratwą (stanowisko P1).

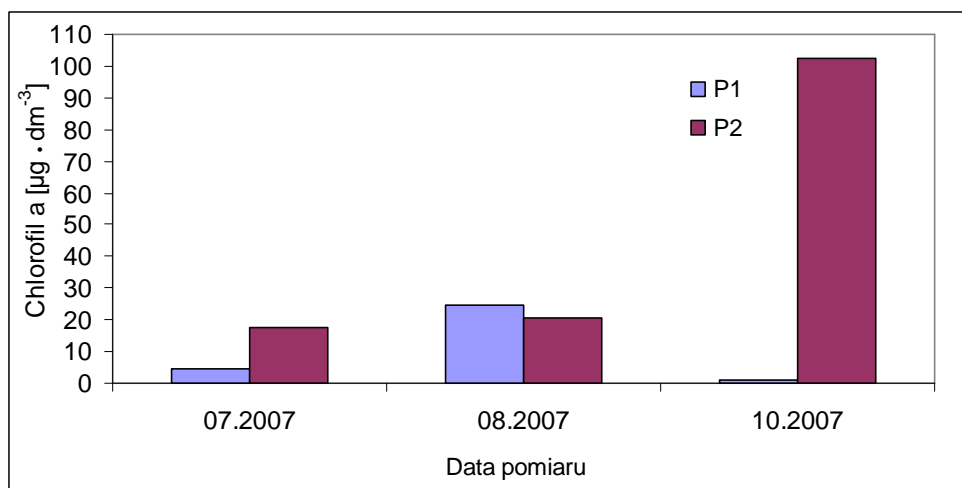


Rys. 4. Widzialność krążka Secchiego w wodzie zbiornika wstępnego Brzózki (P2) w okresie XI 2005 - X 2007 r.

Fig. 4. Visibility of the Secchi disc in the Brzozki pre-dam reservoir (P2) over the period from November 2005 to October 2007

Wody zbiornika wstępnego (stanowisko P2) w okresie badań 2005-2007 uznano za wody eutroficzne. Na tym stanowisku wartość przezroczystości (20-120 cm) (rys. 4) w sezonie wegetacyjnym przekroczyła wartość graniczną tego wskaźnika (< 2,0 m), podaną w rozporządzeniu ministra środowiska [14], powyżej której występuje eutrofizacja.

Podobnie zawartość chlorofilu a -  $47 \mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$  (wartość z okresu wegetacyjnego) (rys. 5) przekroczyła wartość graniczną tego wskaźnika ( $> 25 \mu\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$ ), powyżej której występuje eutrofizacja. Wody rzeki Pratwy (stanowisko P1) ze względu na wartość średnioroczną azotanów ( $16,5 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{dm}^{-3}$ ) (tab. 1) zakwalifikowano także do wód eutroficznych. Natomiast ze względu na średnioroczną wartość chlorofilu a wody rzeki Pratwy nie zakwalifikowano do eutroficznych.



Rys. 5. Zmiany zawartości chlorofilu a w wodzie rzeki Pratwy (P1) i zbiornika wstępnego Brzózki (P2) w okresie XI 2005 - X 2007 r.

Fig. 5. Changes in the content of chlorophyll a in the Pratwa river (P1) and in the Brzózki pre-dam reservoir (P2) over the period from November 2005 to October 2007

Jak wynika z badań przeprowadzonych na zbiornikach wstępnych, to w takich obiektach powinny intensywnie przebiegać procesy produkcji planktonu, jego obumieranie oraz mineralizacja i sedymentacja [8, 16]. Wówczas można liczyć, że do czaszy zbiornika głównego dopływać będzie woda lepszej jakości [17, 18]. Należy także podkreślić, że zbiorniki wstępne mogą skutecznie spełniać swoje zadanie tylko w przypadku umiarkowanie zanieczyszczonych dopływów [19]. Ponadto zbiorniki wstępne charakteryzują się dużą intensywnością procesów sedymentacji [20].

Z przeprowadzonych podczas badań obserwacji na zbiorniku wstępnym Brzózki wynika, że do zbiornika wstępnego dopływa jeszcze jeden ciek (Rów) z miejscowości Biskupice. Niestety nie jest on monitorowany hydrochemicznie. Ponadto w zbiorniku wstępnym nie wykonuje się żadnych prac rekultywacyjnych. Badania kontrolne przeprowadzone w czerwcu 2010 roku wykazały, że w wodzie rzeki Pratwy stężenia azotanów wyniosły  $21,53 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{dm}^{-3}$ , w wodzie Rowu zasilającego zbiornik wstępny -  $20,91 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{dm}^{-3}$ , a w wodzie zbiornika wstępnego -  $21,26 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{dm}^{-3}$ . Natomiast stężenia fosforanów w wodzie Pratwy wyniosły  $0,188 \text{ mg PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^{-3}$ , w wodzie Rowu -  $2,84 \text{ mg PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^{-3}$ , a w wodzie zbiornika wstępnego -  $0,306 \text{ mg PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^{-3}$ .

## Wnioski

Przeprowadzone badania wykazały, że zbiornik wstępny Brzózki w okresie badawczym (listopad 2005 - październik 2007) wpływał na zmiany jakości wody rzeki Pratwy. Zawartości wszystkich badanych substancji biogenych w wodach odpływających ze zbiornika wstępnego (P3) były wyższe niż w wodach dopływających do zbiornika (P1). Wody zbiornika wstępnego (P2), w porównaniu z wodami rzeki Pratwy (P1), charakteryzowały się wyższymi wartościami substancji biogenych (oprócz azotanów). Natomiast wody odpływające ze zbiornika wstępnego (P3), w porównaniu z wodami zbiornika wstępnego (P2), posiadały mniejsze zawartości azotanów, amoniaku i fosforanów, a pomiędzy stanowiskami P2 a P3 nastąpiło zwiększenie zawartości azotanów.

Przeprowadzone badania wykazały, że zbiornik wstępny w okresie badań nie spełniał zakładanych zbiornikom wstępnym funkcji.

W porównaniu do wcześniejszego okresu badań (2004-2005) uzyskane w latach 2005-2007 wyniki świadczą o tym, że jakość wody rzeki Pratwy w przypadku azotanów, azotanów i amoniaku uległa pogorszeniu. Tylko w przypadku fosforanów wody rzeki Pratwy charakteryzowały się mniejszą zawartością. Ponadto wyniki badań uzyskane w latach 2005-2007 wykazały, że zawartości wszystkich czterech wskaźników biogenych w wodach na odpływie ze zbiornika wstępnego, w porównaniu do wcześniejszego okresu badań, były wyższe.

Badane wody z terenu zbiornika wstępnego (P2) uznano za wody eutroficzne. Na tych stanowiskach wartości przezroczystości i chlorofilu a przekroczyły wartości graniczne tych wskaźników, powyżej których występuje eutrofizacja, podane w rozporządzeniu MŚ z 2002 r. [14]. Natomiast wody rzeki Pratwy (P1) ze względu na średnioroczną zawartość azotanów zakwalifikowano do wód eutroficznych, a z uwagi na średnioroczną wartość chlorofilu a nie zakwalifikowano do eutroficznych.

Należy dążyć do sytuacji, aby zbiorniki wstępne mogły się przyczynić do ochrony i poprawy jakości wód. W tym celu należy właściwie użytkować taki zbiornik, monitorować jakość wody wszystkich dopływów do zbiornika, która wynika z gospodarki wodno-ściekowej w zlewni.

## Literatura

- [1] Julian JP, de Beurs KM, Owsley B, Davies-Colley RJ, Ausseil AGE. River water quality changes in New Zealand over 26 years: response to land use intensity. *Hydrol Earth Syst Sci.* 2017;21:1149-1171. DOI: 10.5194/hess-21-1149-2017.
- [2] Boyacıoğlu H. Spatial differentiation of water quality between reservoirs under anthropogenic and natural factors based on statistical approach. *Arch Environ Protect.* 2014;40(1):41-50. DOI: 10.2478/aep-2014-0002.
- [3] Pires DA, Tucci A, Carmo Carvalho M, Condé Lamparelli M. Water quality in four reservoirs of the metropolitan region of São Paulo, Brazil. *Acta Limnol Bras.* 2015;27(4):370-380. DOI: 10.1590/S2179-975X4914.
- [4] Sojka M, Jaskuła J, Wicher-Dysarz J. Ocena ładunków związków biogenych wymywanych ze zlewni rzeki Głównej w latach 1996-2009. *Rocz Ochr Środ.* 2016;18(1):815-830. [http://ros.edu.pl/images/roczniki/2016/050\\_ROS\\_V18\\_R2016.pdf](http://ros.edu.pl/images/roczniki/2016/050_ROS_V18_R2016.pdf).
- [5] Wiater J, Rynkiewicz M. Wpływ ścieków oczyszczonych odprowadzanych z Zakładu Przemysłu Mięsnego na jakość wody rzeki Szkwa. *Rocz Ochr Środ.* 2016;18(2):838-849. [http://ros.edu.pl/images/roczniki/2016/No2/65\\_ROS\\_N2\\_V18\\_R2016.pdf](http://ros.edu.pl/images/roczniki/2016/No2/65_ROS_N2_V18_R2016.pdf).

- [6] Kijowska-Strugała M, Wiejaczka Ł, Kozłowski R. Influence of reservoirs on the concentration of nutrients in the water of mountain rivers. *Ecol Chem Eng S*. 2016;23(3):413-424. DOI: 10.1515/eces-2016-0029.
- [7] Skonieczek P, Koc J. Role of preliminary reservoirs in reducing phosphorus inflow from agricultural and afforested catchment areas to the lake. *Ecol Chem Eng A*. 2008;15(12):1347-1357. [http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BPG5-0037-0010?q=bwmeta1.element.baztech-volume-1898-6188-ecological\\_chemistry\\_and\\_engineering\\_\\_a-2008-vol\\_15\\_nr\\_12;0&qt=CHILDREN-STATELESS](http://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-article-BPG5-0037-0010?q=bwmeta1.element.baztech-volume-1898-6188-ecological_chemistry_and_engineering__a-2008-vol_15_nr_12;0&qt=CHILDREN-STATELESS).
- [8] Wiatkowski M, Paul L. Surface water quality assessment in the Troja river catchment in the context of Włodzienin reservoir construction. *Pol J Environ Stud*. 2009;18(5):923-929. <http://www.pjoes.com/pdf/18.5/923-929.pdf>.
- [9] Kiryluk A, Leszczyński J, Łukowski A, Miłaszewski R, Piekutin J, Siemieniuk A. et al. Źródło zanieczyszczeń wód powierzchniowych i wybrane metody ich oczyszczania. *Bud Inż Środ - Civil Environ Eng*. 2014;5:49-57. <http://www.biswbis.pb.edu.pl>.
- [10] Wiatkowski M, Rosik-Dulewska C, Kasperek R. Inflow of pollutants to the Bukówka drinking water reservoir from the transboundary Bóbr River basin. *Rocz Ochr Środ*. 2015;17:316-336. [http://ros.edu.pl/images/roczniki/2015/020\\_ROS\\_V17\\_R2015.pdf](http://ros.edu.pl/images/roczniki/2015/020_ROS_V17_R2015.pdf).
- [11] Benndorf J, Pütz K. Control of eutrophication of lakes and reservoirs by means of pre-dams - I. Mode of operation and calculation of the nutrient elimination capacity. *Water Res*. 1987;21:829-838. DOI: 10.1016/0043-1354(87)90159-X.
- [12] Pütz K, Benndorf J. The importance of pre-reservoirs for the control of eutrophication of reservoirs. *Water Sci Technol*. 1998;37(2):317-324. DOI: 10.1016/S0273-1223(98)00039-0.
- [13] Wiatkowski M. Poprawa jakości wód w zbiornikach małej retencji za pomocą osadników wstępnych. W: Kasza H, redaktor. Zapobieganie zanieczyszczeniu, przekształcaniu i degradacji środowiska. *Zesz Nauk ATH*. Bielsko-Biała: 2006;24(7):326-335.
- [14] Rozporządzenie Ministra Środowiska z 23 grudnia 2002 r. w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych. *Dz.U.*241,2093,2002. <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20022412093>.
- [15] Bus A, Mosiej J. Analiza przyczynowo-skutkowa wpływu zbiornika wstępnego Kupientyn na jakość wody w rzece Cetyni. *Acta Sci Pol Form Cir*. 2013;12(2):13-22. [http://www.formatiociumiectus.actapol.net/pub/12\\_2\\_13.pdf](http://www.formatiociumiectus.actapol.net/pub/12_2_13.pdf).
- [16] Wiatkowski M, Rosik-Dulewska C. Hydrologiczne i hydrauliczne uwarunkowania budowy zbiornika wstępnego w cöfce zbiornika Słup. Hydrological and hydraulic conditions for a construction of a pre-dam reservoir in the Słup reservoir backwater. *Rocz Ochr Środ*. 2016;18(2):468-479. [http://ros.edu.pl/images/roczniki/2016/No2/35\\_ROS\\_N2\\_V18\\_R2016.pdf](http://ros.edu.pl/images/roczniki/2016/No2/35_ROS_N2_V18_R2016.pdf).
- [17] Paul L, Pütz K. Suspended matter elimination in a pre-dam with discharge dependent storage level regulation. *Limnologia - Ecol Manage Inland Waters*. 2008;38(3-4):388-399. DOI: 10.1016/j.limno.2008.07.001.
- [18] Benndorf J, Pütz K. Control of eutrophication of lakes and reservoirs by means of Pre-Dams-II. Validation of the phosphate removal model and size optimization. *Water Res*. 1987;21(7):839-842. DOI: 10.1016/0043-1354(87)90160-6.
- [19] Dąbrowska J, Kempa O, Markowska J, Sobota J. Mściwojów reservoir - study of a small retention reservoir with an innovative water self-purification system. *J Ecol Eng*. 2014;15(2):7-16. DOI: 10.12911/22998993.1094973.
- [20] Wicher-Dysarz J, Dymarz T. Niepewność szacowania rocznego dopływu rumowiska do zbiornika Stare Miasto na podstawie wzorów empirycznych. *Acta Sci Pol Form Cir*. 2014;14(1):201-212. DOI: 10.15576/ASP.FC/2015.14.1.201.



## CHANGES IN THE CONTENT OF BIOGENS IN THE WATERS OF THE PRATWA RIVER FLOWING THROUGH THE PRE-DAM RESERVOIR BRZOSKI

Department of Hydrology and Water Management, Institute of Environmental Engineering  
Faculty of Environmental Engineering and Geodesy, Wrocław University of Environmental and Life Sciences  
Wrocław

**Abstract:** This paper presents the results of water quality measurements carried out in the Pratwa river that flows through the pre-dam reservoir located in the backwater of the Brzozka reservoir in the Opole province. The research was carried out over the period from November 2005 to October 2007. Its goal was to evaluate the changes in the content of biogens at three measurement points: in the Pratwa river, in the pre-dam reservoir and at the outflow from the pre-dam reservoir. The assessment was performed based on the water quality measurements in terms of the content of the following biogens:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  and chlorophyll a. Moreover, water transparency was measured in the pre-dam reservoir. The measurements show that over the investigated period of time the Brzozki pre-dam reservoir adversely affected the quality of water in the Pratwa river. The content of all of the investigated biogens in the water outflowing from the pre-dam reservoir was higher than that in the water inflowing to it. The measurements also show that over the investigated period of time the pre-dam reservoir did not fulfil the functions expected of pre-dam reservoirs. Because of the transparency and the content of chlorophyll, the water from the reservoir was deemed eutrophic. The water in the Pratwa river was also deemed eutrophic, but the reason for this was the content of nitrates. The paper shows that one should try to make the pre-dam reservoirs contribute to the protection and improvement of water quality. To this aim, one should use such reservoirs correctly and monitor the quality of water inflowing to the reservoir as a result of water and sewage management in the catchment.

**Keywords:** river, pre-dam reservoir, water quality, biogens, water reservoir