

*Mirosław Wiatkowski, Czesława Rosik-Dulewska, Łukasz Gruss*

## **PROFIL ZMIAN WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI WODY W RZECE STOBRAWIE**

### ***PROFILE OF WATER QUALITY INDICATORS CHANGES IN STOBRAWA RIVER***

#### ***Streszczenie***

W pracy przedstawiono wyniki badań stopnia zanieczyszczenia wód rzeki Stobrawy. Badania wykonano na 19,5 kilometrowym odcinku rzeki Stobrawy, w sześciu punktach pomiarowych: od przekroju planowanego zbiornika Kluczbork (St.1) do źródeł rzeki (St.6). Badania przeprowadzono w okresie od listopada 2006 do października 2007 r. W badanych próbkach wody oznaczano:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , Pog., BZT<sub>5</sub>, tlen rozpuszczony, zawiesinę ogólną, temperaturę wody, odczyn wody i przewodność elektrolityczną. Oprócz badań jakości wód wykonywano pomiary hydrometryczne. W pracy oceniono jakość wody rzeki Stobrawy. Przedstawiono ocenę eutrofizacji tej wody i oceniono czy badana woda jest wrażliwa na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych. Wykonano także ocenę zlewni rzeki Stobrawy pod kątem dostawy materii do zbiornika.

Przeprowadzone badania wykazały, że zanieczyszczenie wód dopływających do planowanego zbiornika Kluczbork jest duże, w związku z czym woda ta może pogorszyć jakość wody retencjonowanej w przyszłości w zbiorniku.

Stwierdzono, że znajomość profilu zmian wskaźników jakości wody rzeki, na której chcemy zlokalizować zbiornik wodny, powinno stanowić warunek do jego budowy. Na tej podstawie powinno się prognozować jakość wody w przyszłym zbiorniku, podejmować właściwe decyzje gospodarcze w zlewni projektowanego zbiornika w aspekcie retencjonowania, użytkowania i ochrony wody w zbiorniku.

**Słowa kluczowe:** jakość wód, zlewnia, rzeka, zbiornik wodny, ochrona wód

### Summary

*This paper presents the research results of pollution level in Stobrawa river. The research was carried out on 19,5 km of the river in six test points: from the cross-section of the planned Kluczbork storage reservoir (point St.1) to the river source (point St.6). The test was carried out between November 2006 and October 2007. In the tested samples following compounds were determined:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $P_{\text{tot}}$ ,  $\text{BOD}_5$ ,  $\text{DO}$ , TSS, water temperature, water reaction and elektrolytic conductivity. Beside water quality tests, the hydrometric measurements were carried out. The paper also presents Stobrawa river quality valuation. The valuation of eutrophication of the Stobrawa river has been presented as well and it has been determined if the water is prone to nitrogen compounds pollution from agriculture. The Stobrawa river catchment area has been valuated taking into consideration the flowing matter into the body water.*

*The test has shown vast pollution of water flowing into the Kluczbork water body. Subsequently it may negatively influence the water quality in the body of water in terms of its future possible water retention.*

*It has been shown that the familiarity of the profile of water quality indicators changeability is crucial while taking decision whether to build or not a body of water. On that knowledge the water quality in the planned storage reservoir should be forecast, allowing taking the right economical decisions in catchment of planned storage reservoir in the aspect of retention, water management and protection in the storage reservoir.*

**Key words:** water quality, catchment, river, storage reservoir, water protection

### WSTĘP

Właściwości wód rzecznych zmieniają się w czasie i w przestrzeni. Zależą od środowiska geograficznego zlewni i panujących w niej warunków. Bardzo ważną cechą rzek jest to, że przepływ materii i energii dokonuje się w jednym kierunku, wraz z biegiem rzeki [Chełmicki W., 2001]. Natomiast jakość wody rzecznej wynika przede wszystkim ze sposobu gospodarowania wodą i ściekami w zlewni.

Budując zbiornik wodny, oprócz zagadnień ilościowych wody, należy także wziąć pod uwagę jakość wody, która będzie retencjonowana w zbiorniku, bowiem często wykorzystaniu zbiornika, jak i jego istnieniu, mogą zagrozić zanieczyszczenia dopływające do niego głównie z wodą i rumowiskiem.

Czynnikami istotnie wpływającymi na jakość wody w zbiorniku są związki fosforu i azotu. Znacznym zagrożeniem dla zbiorników wodnych jest proces eutrofizacji [Koc J., Skwierawski A., 2004, Pawełek J., Spytek M., 2008, Rajda W., i inni 2008, Soszka H., 2009, Wiatkowski M., 2009]. Intensywność eutrofizacji zależy zarówno od charakteru zlewni (m.in. budowa geologiczna, sposób użytkowania) traktowanej jako dostawca materii, jak i od odporności samego zbiornika wynikającej m.in. od jego morfometrii, jak i hydrologii [Bajkiewicz-

Grabowska E., 2002, Grochowska J., Teodorowicz M., 2006, Wiatkowski M., Paul L., 2009].

Z uwagi na zadania stawiane zbiornikowi Kluczbork, zlokalizowanemu na rzece Stobrawie w województwie opolskim, w gospodarce wodnej regionu, bardzo ważny jest monitoring stanu czystości wód zasilających zbiornik, magazynowanych w zbiorniku a także z niego odpływających. Jest to także istotne z tego względu, że na rzece Stobrawie nie ma ciągłości monitoringu.

Celem pracy jest przedstawienie profilu zmian wskaźników fizykochemicznych jakości wody rzeki Stobrawy, będącej głównym źródłem zasilania realizowanego zbiornika wodnego Kluczbork. W pracy przedstawiono ocenę eutrofizacji wody rzeki Stobrawy, oceniono czy badana woda jest wrażliwa na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych i wykonano ocenę zlewni rzeki Stobrawy pod kątem dostawy materii do zbiornika.

## **MATERIAŁ I METODY BADAŃ**

Zlewnia rzeki Stobrawy położona jest w południowej części Polski w województwie opolskim. Należy do dorzecza Odry i jest jej prawym dopływem (Stobrawa wpada do niej w km 188,800 jej biegu). Zarządcą rzeki jest Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Opolu, Oddział w Oleśnie i Kluczborku. Rzeka Stobrawa do planowanego zbiornika Kluczbork (zapora zbiornika zlokalizowana będzie w km 61,500) przepływa przez gminy: Olesno i Kluczbork. Powierzchnia zlewni w przekroju obliczeniowym projektowanego zbiornika Kluczborskiego wynosi 126 km<sup>2</sup>.

Na terenie zlewni zbiornika Kluczbork, na rzece Stobrawie są położone miejscowości: Walce, Olesno, Stare Olesno, Bąków, Ligota Górna i Ligota Zamecka. Żadna z miejscowości położonych w zlewni zbiornika do 2007 r. nie posiadała systemu kanalizacji. Nie występowały na tym obszarze większe zakłady przemysłowe, znajdowały się natomiast liczne rozproszone źródła zanieczyszczeń. Powstające w zlewni projektowanego zbiornika Kluczbork ścieki, przede wszystkim komunalne, bytowo-gospodarcze odprowadzane są bezpośrednio do rzeki Stobrawy, powyżej zbiornika. W zlewni rzeki Stobrawy duży udział zanieczyszczeń mają zanieczyszczenia punktowe, które w znaczący sposób wpływają na obniżenie jakości wód zbiornika i obszarowe. W zlewni rzeki Stobrawy występuje zabudowa rozproszona [Gruss Ł., 2008].

Jak wynika z Programu [Program 2004a] główny wpływ na stan czystości wód powierzchniowych posiada gospodarka wodno-ściekowa, a w szczególności brak kanalizacji. Zdecydowana większość gmin (ponad 94%) powiatu oleńskiego wyposażona jest w lokalne systemy wodociągowe, natomiast niewielka część jednostek osadniczych użytkuje sieć kanalizacji sanitarnej.

Na terenie Powiatu Kluczborskiego stwierdzono, że głównym zagrożeniem wód powierzchniowych jest brak sieci kanalizacji sanitarnej oraz brak oczysz-

czalni przydomowych. Miejskie jednostki osadnicze wyposażone są w sieci kanalizacji sanitarnej, natomiast wiejskie jednostki osadnicze praktycznie nie posiadają lokalnych sieci kanalizacji sanitarnej [Program 2004b].

Nieznaczną poprawę w zakresie gospodarki wodno-ściekowej w powiecie oleskim zanotowano w roku 2008 [Program 2008]. Zwiększyło się o ok. 2% (ponad 96%) wyposażenie w powiecie w lokalne systemy wodociągowe. Natomiast w dalszym ciągu niewielka część jednostek osadniczych użytkuje sieć kanalizacji sanitarnej.

Charakterystyczne przepływy z wielolecia (1956-1990) dla rzeki Stobrawy w przekroju zbiornika wynoszą: SSQ = 0,574 m<sup>3</sup>/s, SNQ = 0,08 m<sup>3</sup>/s, Q<sub>1%</sub> = 13,8 m<sup>3</sup>/s [Zbiornik Retencyjny Kluczbork 2007].

Dane charakteryzujące klimat terenu badań: średnia temperatura roczna kształtuje się w granicach ok. 8,0°C, natomiast roczna suma opadów wynosi ok. 600 mm.

Określenie profilu zmian wskaźników jakości wody w rzece Stobrawie przeprowadzono na podstawie analizy jakości wody w sześciu punktach pomiarowych, na odcinku od zbiornika wodnego (Stanowisko St.1) do źródeł rzeki (Stanowisko St.6), rys. 1:

St. 1. Przekrój planowanego zbiornika na wysokości wsi Ligota Górna, km 64,500 biegu rzeki.

St. 2. Przekrój Bąków, km 67,000 biegu rzeki. Pomiędzy stanowiskiem St.2 a St.3 do Stobrawy uchodzi prawostronny rów, z kierunku północnego, prowadzący wody z okolicznych terenów. Z przeprowadzonej inwentaryzacji terenowej wynika, że ciek ten zbiera wody z terenów rolniczych i zalesionych.

St. 3. Przekrój Stare Olesno, km 75,000 biegu rzeki.

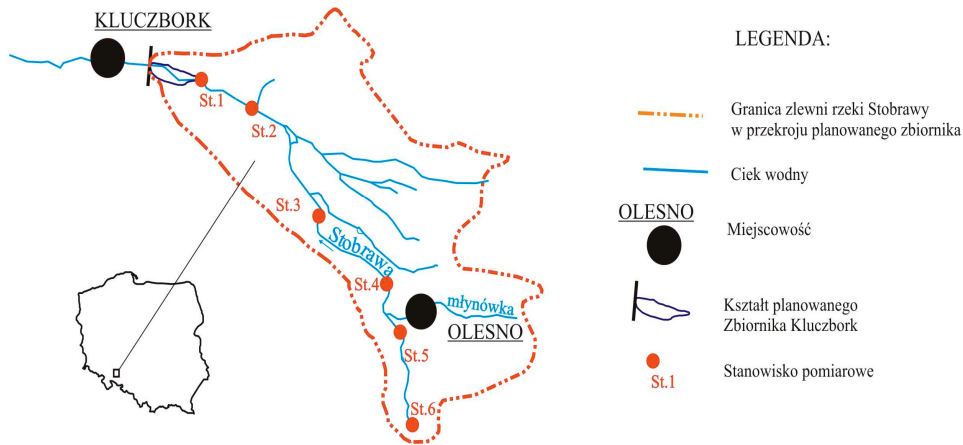
St. 4. Przekrój Młyn Buchta w Oleśnie, km 82,000 biegu rzeki. Pomiędzy stanowiskiem St.4 a St.5 do Stobrawy uchodzi prawostronny ciek Młynówka, prowadzący wody z miejscowości Olesno. Z przeprowadzonej inwentaryzacji terenowej wynika, że ciek ten zbiera zanieczyszczenia bytowo-gospodarcze z nieskanalizowanej części miasta.

St. 5. Przekrój Olesno km 82,200 biegu rzeki.

St. 6. Przekrój Wachowice km 84,000 biegu rzeki (źródła) [Gruss Ł., 2008].

Wodę z punktów St.1, St.2, St.3, St.5 pobierano jeden raz w miesiącu, w okresie od listopada 2006 r. do października 2007 r. a wodę na stanowisku St.4 pobierano od stycznia do października 2007 r., także jeden raz w miesiącu. Natomiast wodę na St.6 pobrano dwa razy: 27.06 i 13.07.2007 r.

W badanych próbkach wody oznaczano: NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, fosfor ogólny, BZT<sub>5</sub>, tlen rozpuszczony, zawiesinę ogólną, temperaturę wody, odczyn wody i przewodność elektrolityczną. Oprócz badań jakości wód wykonywano pomiary hydrometryczne (rys. 2). Wodę pobierano w nurcie rzeki Stobrawy, z podpowierzchniowej warstwy wody [Gruss Ł., 2008].



**Rysunek 1.** Rzeka Stobrawa i stanowiska pomiarowe: St.1 – Ligota Górna, St.2 – Bąków, St.3 – Stare Olesno, St.4 – Młyn Buchta, St.5 – Olesno, St.6 – Wachowice  
**Figure 1.** Stobrawa river and six test points: St.1 – Ligota Górna, St.2 – Bąków, St.3 – Stare Olesno, St.4 – Buchta’s Mill, St.5 – Olesno, St.6 – Wachowice



**Rysunek 2.** Rzeka Stobrawa na stanowisku St. 3 (po lewej) i na stanowisku St. 4 (po prawej) (Fot. M. Wiatkowski)  
**Figure 2.** Stobrawa river on test point 3 (on the left) and on test point 4 (on the right) (Fot. M. Wiatkowski)

Jakość wody rzeki Stobrawy oceniono zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych [Rozporządzenie 2011]. Zgodnie z tym rozporządzeniem badanemu wskaźnikowi wchodzącemu w skład elementów fizykochemicznych przypisano odpowiednią klasę jakości wód powierzchniowych. Przedstawiono ocenę eutrofizacji analizowanych wód i oceniono czy badane wody są wrażliwe na zanie-

czyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska [Rozporządzenie 2002].

W pracy wykonano także ocenę zlewni rzeki Stobrawy pod kątem dostawy materii do zbiornika Kluczbork. Ocenę wykonano w odniesieniu do norm podanych przez Bajkiewicz-Grabowską [2002].

### WYNIKI BADAŃ I Dyskusja

W okresie badań wartości przepływów na stanowisku St.1 mieściły się w granicach od  $0,159 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (sierpień) do  $0,984 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (listopad). Wartość średnia przepływów wyniosła  $0,514 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Wyniki przeprowadzonych, w latach 2006-2007, badań jakości wody rzeki Stobrawy, na pięciu stanowiskach pomiarowych, przedstawiono w tabeli 1.

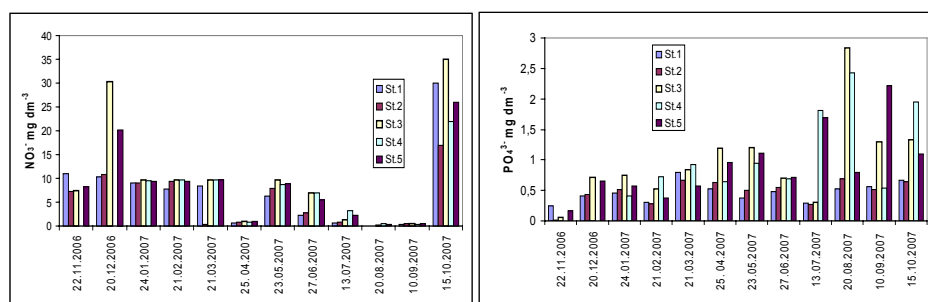
**Tabela 1.** Wartości badanych wskaźników fizyko-chemicznych w wodach rzeki Stobrawy w okresie 2006-2007

**Table 1.** The values of physico-chemical parameters tested in Stobrawa river in the period 2006-2007

Wskaźnik	St. 1	St. 2.	St. 3	St. 4.	St. 5.
	minimum – minimum — maksimum – maximum				
	średnia – mean				
Azotany $\text{mg NO}_3^- \cdot \text{dm}^3$	0,078 – 30,0	0,055 – 17,0	0,182 – 35,0	0,357 – 22,0	0,352 – 26,0
Nitrate	7,241	5,541	10,091	7,148	8,455
Azotyny $\text{mg NO}_2^- \cdot \text{dm}^3$	0,025 – 3,440	0,019 – 3,550	0,062 – 16,860	0,072 – 1,198	0,042 – 8,450
Nitrites	0,370	0,382	1,541	0,255	0,797
Amoniak $\text{mg NH}_4^+ \cdot \text{dm}^3$	0,206 – 2,720	0,096 – 2,480	0,124 – 3,200	1,126 – 10,200	0,274 – 3,280
Ammonia	0,856	0,887	1,357	4,065	2,146
Fosforany $\text{mg PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^3$	0,294 – 0,796	0,271 – 0,686	0,527 – 2,837	0,411 – 2,538	0,374 – 1,112
Phosphates	0,470	0,478	0,979	1,106	0,911
Fosfor ogólny $\text{mg P} \cdot \text{dm}^3$	0,225 – 11,56	0,05 – 7,216	0,018 – 7,95	0,632 – 4,00	0,055 – 9,76
Total Phosphate	2,841	2,076	2,314	1,910	1,935
BZT <sub>5</sub> $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$	0,21 – 8,14	0,4 – 7,09	0,21 – 7,36	1,20 – 24,0	0,0 – 7,0
BOD <sub>5</sub>	3,022	2,645	3,800	6,195	4,000
Tlen rozpuszczony $\text{mg O}_2 \cdot \text{dm}^3$	6,55 – 10,98	6,25 – 13,01	4,06 – 14,84	0,0 – 9,160	0,0 – 10,17
Dissolved oxygen	8,383	8,854	7,773	2,903	5,807
Zawiesina ogólna $\text{mg} \cdot \text{dm}^3$	0,0 – 180	5,0 – 140	1,0 – 84	1,0 – 68	1,0 – 100
Total solid suspension	39,5	30,8	43,2	43,6	35,0
Temperatura wody °C	0,5 – 15,1	0,2 – 15,0	0,7 – 15,4	0,6 – 16,3	0,6 – 15,3
Water temperature	7,77	7,48	8,6	8,8	8,5
Odczyn - pH	6,13 – 7,8	6,47 – 7,9	6,69 – 7,9	6,45 – 8,0	6,7 – 7,8
Water reaction	—	—	—	—	—
Przewodność elektrolityczna $\mu\text{S}/\text{cm}$	268 – 607	252 – 602	471 – 722	362 – 890	331 – 805
Electrolytic conductivity	397	406	578	614	450

Stężenia azotanów w analizowanym okresie badań w wodzie rzeki Stobrawy wahały się od 0,055 (St. 2) do 35  $\text{mg NO}_3^- \text{dm}^{-3}$  (St. 3), tab. 1. Najwyższe stężenia azotanów, na wszystkich pięciu stanowiskach, zanotowano w miesią-

cach zimowych i jesiennych a najmniejsze w okresie letnim, w czasie wegetacji roślin (rys. 3). Występujące w zimie większe ilości tego wskaźnika pochodziły ze spływów obszarowych. Jest to zgodne z przedstawionymi w Programie Ochrony Środowiska dla Powiatu Oleskiego na lata 2004-2007 wraz z perspektywą do 2011 roku [Program 2004a] zapisami, że zagrożeniem wód powierzchniowych w powiecie oleskim są niekontrolowane spływy powierzchniowe z obszarów rolniczych, w tym chemizowane i nawożone. Podobne zapisy przedstawiono w Programie Ochrony Środowiska dla Powiatu Kluczborskiego na lata 2004-2007 wraz z perspektywą do 2011 roku [Program 2004b]. Autorzy Programów (Program 2004a, Program 2004b) podają także, że w ostatnich latach nastąpiło zmniejszenie, głównie ze względów ekonomicznych, ilości zużywanych nawozów sztucznych i środków ochrony roślin.



**Rysunek 3.** Graficzne porównanie miesięcznych stężeń azotanów i fosforanów w badanej wodzie z rzeki Stobrawy, na stanowiskach pomiarowych St.1 do St.5, w okresie XI 2006 – X 2007

**Figure 3.** Graphic comparison of monthly concentrations of nitrates and phosphates in the Stobrawa River water in the 6 cross-sections, between St.1 and St.5 (November 2006 – October 2007)

Stężenia fosforanów w wodzie rzeki Stobrawy, w okresie badań, wynosiły od 0,271 (St.2) do 2,837 mg  $PO_4^{3-}$   $dm^3$  (St.3) (tab. 1). Większe stężenia fosforanów w wodzie Stobrawy występowały w miesiącach letnich i jesiennych (sierpień, wrzesień i październik 2007 r.). Natomiast najmniejsze stężenia miesięczne  $PO_4^{3-}$  odnotowano w listopadzie 2006 r. (rys. 3). Jak wynika z przeprowadzonej w okresie badań inwentaryzacji, w dolinie rzeki Stobrawy, stwierdzono, że do Stobrawy dopływały wody stawów rybnych. Według Kajaka [2001] zrzuty wód ze stawów mogą wносить znaczny ładunek związków fosforu i azotu w okresie jesieni. Inną przyczyną wzrostu substancji biogennych, jak podaje Kajak [2001], w okresie jesieni może być starzenie się i obumieranie makrofitów, które jedynie w okresie wiosny i lata pobierają związki azotu i fosforu. Biogeny są dla nich substancjami pokarmowymi.

## PROFIL STĘŻENIA WSKAŹNIKÓW JAKOŚCI WODY

Zmiany stężeń wskaźników jakości wody rzeki Stobrawy na 6 stanowiskach pomiarowych (St.1 do St.6): azotany, azotyny, amoniak, fosforany, BZT<sub>5</sub>, tlen rozpuszczony i zawiesina wraz z klasami wody wg Rozporządzenia MŚ z 2011 r., na 6 stanowiskach pomiarowych przedstawiono na rys. 4-7.

Z analizy graficznej rys. 4 wynika, że najwyższe wartości średnich stężeń azotanów i azotynów zanotowano na stanowisku St.3 a najmniejsze na stanowisku St.2.

Dla amoniaku, fosforanów, BZT<sub>5</sub>, zawiesiny ogólnej i przewodności elektrolitycznej najwyższe średnie wartości odnotowano na stanowisku St.4 a najmniejsze wartości amoniaku, fosforanów i przewodności elektrolitycznej na stanowisku St.1 (rys. 5, tab. 1).

W przypadku fosforu ogólnego najwyższe wartości stężeń zanotowano na stanowisku pomiarowym St.1 a najniższe St.4 (tab. 1).

Największe średnie stężenia tlenu rozpuszczonego zanotowano na stanowisku St.2 a najniższe na St. 4 (tab. 1).

Temperatura wody rzeki Stobrawy w analizowanym okresie wahała się od 0,2°C (St.2) do 16,3°C (St.4) (tab. 1)).

Przez cały okres badań analizowane wody charakteryzowały się odczynem słabo zasadowym. Odczyn pH w wodzie z rzeki Stobrawy wahał się od 6,13 (St.1) do 8,0 (St.4) (tab. 1).

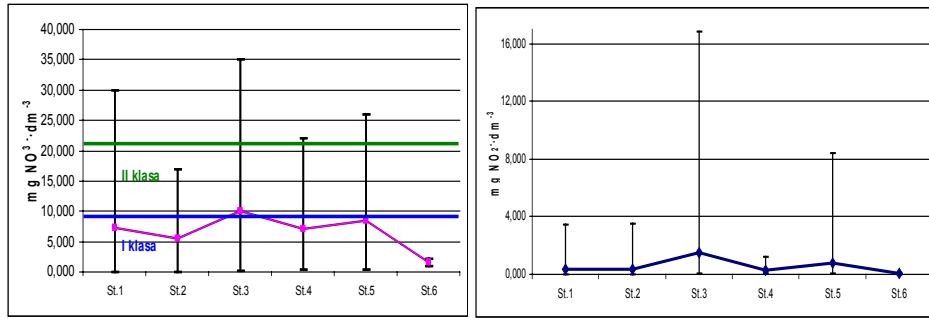
Jeżeli chodzi o jakość wody na stanowisku St.6 (przekrój Wachowice - źródła), pobranej zarówno w czerwcu, jak i w lipcu 2007 r., to charakteryzowała się ona następującą zawartością poszczególnych wskaźników: azotany (2,2 i 0,974 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dm<sup>-3</sup>), azotyny (0,043 i 0,032 mg NO<sub>2</sub><sup>-</sup> dm<sup>-3</sup>), amoniak (0,636 i 0,628 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dm<sup>-3</sup>), fosforany (0,091 i 0,628 mg PO<sub>4</sub><sup>3+</sup> dm<sup>-3</sup>), fosfor ogólny (0,700 i 0,673 mg PO<sub>4</sub><sup>3+</sup> dm<sup>-3</sup>) i BZT<sub>5</sub> (4,0 i 4,10 mg O<sub>2</sub> dm<sup>-3</sup>).

Na rysunkach 4-6, dzięki występującemu na przemian zanieczyszczaniu i samooczyszczaniu wody rzeki Stobrawy, krzywe stężenia zanieczyszczeń przyjmują charakterystyczny kształt piły. Przyrost stężenia wiąże się ze zrzutami zanieczyszczeń, jak i ujściami dopływów prowadzących zanieczyszczone wody z miejscowości. Jest to zauważalne na stanowisku St.4, powyżej którego do rzeki Stobrawy uchodzą zanieczyszczone wody Młynówki. Na stanowisku St.4 zanotowano zwiększone ilości amoniaku i fosforanów (rys. 5) i BZT<sub>5</sub> (rys. 6).

Zawartość amoniaku w wodzie jest ważnym wskaźnikiem zanieczyszczenia substancjami białkowymi, które z reguły występują w dość dużych stężeniach w ściekach. Im większe jest zanieczyszczenie wody materią organiczną łatwo rozkładalną, tym większą wartość przyjmuje BZT<sub>5</sub>. Wysokie stężenie fosforanów oraz wzrastające BZT<sub>5</sub> jest związane z odprowadzaniem do wód powierzchniowych ścieków bytowo-gospodarczych z gospodarstw domowych z miejscowości Olesno. Jak podaje Chelmiński [2001]: z nawozami organicznymi

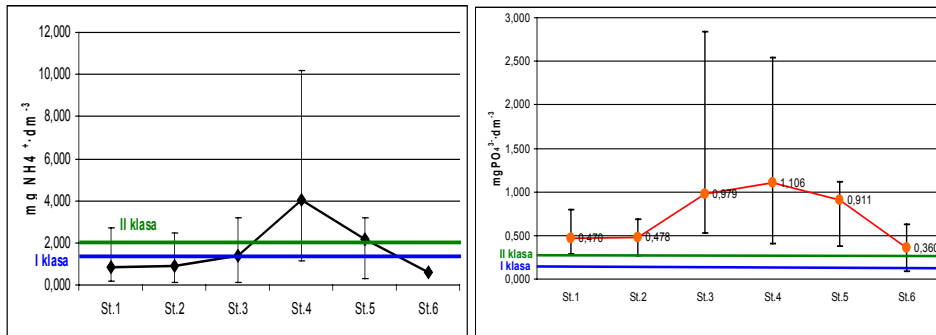


dostają się do gleb znaczne ilości związków azotu, które w procesach rozkładu i przy współdziałaniu bakterii przechodzą w azot amonowy. Związek ten mógł dostać się do wód rzeki Stobrawy z łąk i pól uprawnych zlewni.



**Rysunek 4.** Graficzne porównanie wartości średnich i zakresów stężeń  $\text{NO}_3^-$  i  $\text{NO}_2^-$  w badanej wodzie z rzeki Stobrawy, na stanowiskach pomiarowych St.1 do St.6, w okresie XI 2006 – X 2007

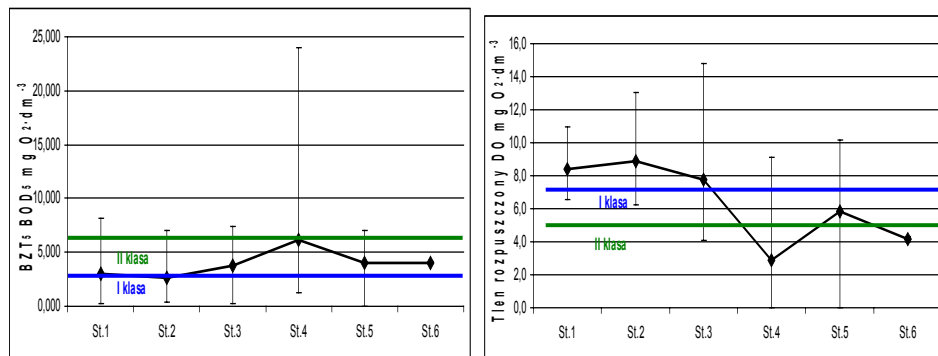
**Figure 4.** Graphical comparison of average values and concentration of  $\text{NO}_3^-$  and  $\text{NO}_2^-$  in the Stobrawa River water in the 6 cross-sections, between St.1 and St.6 (November 2006 – October 2007)



**Rysunek 5.** Graficzne porównanie wartości średnich i zakresów stężeń  $\text{NH}_4^+$  i  $\text{PO}_4^{3-}$  w badanej wodzie z rzeki Stobrawy, na stanowiskach pomiarowych St.1 do St.6, w okresie XI 2006 – X 2007

**Figure 5.** Graphical comparison of average values and concentration of  $\text{NH}_4^+$  and  $\text{PO}_4^{3-}$  in the Stobrawa River water in the 6 cross-sections, between St.1 and St.6 (November 2006 – October 2007)

Po kulminacji ww. stężeń zanieczyszczeń, na skutek procesów samooczyszczania, odnotowano stopniowy ich spadek. Na uwagę zasługuje spadek zawartości tlenu rozpuszczonego zarejestrowany na stanowisku St.4 i następnie wzrost jego zawartości (rys. 6).



**Rysunek 6.** Stężenie BZT<sub>5</sub> i tlenu rozpuszczonego w badanej wodzie z rzeki Stobrawy, na stanowiskach pomiarowych St.1 do St.6, w okresie XI 2006 – X 2007

**Figure 6.** Graphical comparison of average values and concentration of BOD<sub>5</sub> and DO in the Stobrawa River water in the 6 cross-sections, between St.1 and St.6 (November 2006 – October 2007)

W zlewni rzeki Stobrawy na odcinku od stanowiska St.4 do St.1 (przekrój planowanego zbiornika Kluczbork) zauważalny jest wyraźny spadek stężenia wszystkich wskaźników biogennych i BZT<sub>5</sub> oraz zawiesiny. Szczególnie ma to miejsce na odcinku pomiędzy stanowiskiem St.3 a St.2, gdzie do Stobrawy uchodzi prawostronny rów, prowadzący wody z okolicznych terenów i przepływający przez obszary zalesione. Jak wynika z literatury [Chelmski 2001] spadek stężenia zanieczyszczeń może mieć bowiem miejsce poniżej ujść czystych dopływów z cieków, rowów, w większości przepływających przez obszary zalesione.

Spośród 11 badanych wskaźników jakości wody rzeki Stobrawy, 9 jest uwzględnianych przy klasyfikacji stanu jakości wody [Rozporządzenie 2011]. Analiza wyników jakości wody rzeki Stobrawy wykazała, że wartości temperatury wody, odczynu i przewodności elektrolitycznej nie przekroczyły wartości granicznej właściwej dla klasy I; natomiast zawartość azotanów, amoniaku, fosforanów, fosforu ogólnego, BZT<sub>5</sub>, tlenu rozpuszczonego i zawiesiny ogólnej przekroczyły wartości graniczne dla klasy II jakości wód odnoszące się do jednolitych części wód powierzchniowych w ciekach naturalnych takich jak rzeka [Rozporządzenie 2011].

Wody rzeki Stobrawy uznano za wody eutroficzne. Na stanowisku St.3 średnia roczna wartość stężenia azotanów przekroczyła wartość graniczną 10 mg NO<sub>3</sub>·dm<sup>-3</sup> a średnia roczna wartość stężenia fosforu ogólnego przekroczyła wartość graniczną 0,25 mg NO<sub>3</sub>·dm<sup>-3</sup> (tab. 1) tych wskaźników podaną w Rozporządzeniu [2002]. Stwierdzono, że wody rzeki Stobrawy nie są wrażliwe na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych, gdyż średnie roczne stężenie azotanów jest mniejsze od zalecanego (50 mg NO<sub>3</sub>·dm<sup>-3</sup>) [Rozporządzenie 2002].

Z punktu widzenia procesu eutrofizacji uwarunkowania hydrochemiczne występujące w zlewni rzeki Stobrawy, w aspekcie realizowanego zbiornika Kluczbork, są dla niego niekorzystne. Potwierdzają to badania jakości wody z terenu zlewni zbiornika Kluczbork przedstawione w pracy [Wiatkowski 2009]. Wykazały one, że zanieczyszczenie wód dopływających do zbiornika Kluczbork jest duże, w związku z czym woda ta może pogorszyć jakość wody retencjonowanej w przyszłości w zbiorniku. Wody dopływające do zbiornika uznano wówczas także za eutroficzne.

Na obszarze gminy Olesno wody powierzchniowe nie są objęte monitoringiem podstawowym w zakresie badań jakości tych wód. Na podstawie badań jakości wód powierzchniowych przeprowadzonych przez WIOŚ Opole w 2001 r., wody Stobrawy w przekroju Olesno zakwalifikowano do III klasy czystości a wody Stobrawy w przekroju Stare Olesno zakwalifikowano jako wody pozaklasowe (zgodnie z obowiązującym wówczas Rozporządzeniem Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 5 listopada 1991 r.).

Natomiast na podstawie badań jakości wód powierzchniowych zrealizowanych przez WIOŚ Opole w 2004 r., wody rzeki Stobrawy w przekroju Olesno i Stare Olesno sklasyfikowane zostały jako pozaklasowe, ze względu na miano coli, fosforany i fosfor ogólny [WIOŚ 2004].

Podobnie w Programie [2008] stwierdzono, że na podstawie badań jakości wód powierzchniowych przedstawionych w „Stanie środowiska w województwie opolskim w roku 2005-2006” przez WIOŚ Opole wody rzeki Stobrawy w przekroju Olesno sklasyfikowane zostały do IV klasy czystości. Wynika z tego, że w okresie od 2001 r. do 2006 jakość wody rzeki Stobrawy w przekroju Olesno uległa pogorszeniu.

Jeżeli chodzi o wody rzeki Stobrawy na terenie gminy Kluczbork to wody te nie są objęte monitoringiem podstawowym badań jakości wód powierzchniowych województwa opolskiego.

#### **OCENA ZLEWNI RZEKI STOBRAWY POD KĄTEM DOSTAWY MATERII DO ZBIORNIKA KLUCZBORK**

Podatność zbiornika na eutrofizację można ocenić na podstawie systemu zaproponowanego przez Bajkiewicz-Grabowską [2002]. Cechami opisującymi stopień oddziaływania zlewni zbiornika na zbiornik jest m.in. współczynnik jeziora Ohle'go, typ bilansowy jeziora. Stopień oddziaływania zlewni bezpośrednio określają: bezodpływowość terenu, średni spadek zlewni, gęstość sieci rzecznej, utwory powierzchniowe i sposób użytkowania zlewni.

W tab. 2 przedstawiono ocenę zlewni zbiornika Kluczbork jako dostawcy materii do zbiornika.

**Tabela 2.** Ocena zlewni rzeki Stobrawy – dostawcy materii do zbiornika Kluczbork  
**Table 2.** The valuation of the catchment Stobrawa river – from which the matter flows into the body of water reservoir Kluczbork

Charakterystyka zlewni zbiornika Kluczbork		Kryterium podane przez Bajkiewicz-Grabowską [2002]	Liczba punktów
Wsp. jeziora (wsp. Ohle'go) – iloraz A zlewni (126 km <sup>2</sup> ) i F zbiornika (55,7 ha przy NPP)	226	>150	3
Typ bilansowy zbiornika	Przepływowy	Przepływowy	3
Morfometria zlewni			
- gęstość sieci rzecznej [km · km <sup>-2</sup> ]	1,1	1,0 – 1,5	2
- średni spadek zlewni	4,1	<5	0
- obszary bezodpływowe (%)	4	<20	3
Budowa geologiczna zlewni	utwory czwartorzędowe, głównie piaski i żwiry zalegające na łożach trzeciorzędowych	Gliniasto-piaszczysta	2
Użytkowanie zlewni	Zalesienie 73%, użytki rolne 22,6%, powierzchnia zabudowana 4,4%	Leśno-rolnicza z zabudową, pastwiskowo-rolnicza z zabudową, rolnicza z zabudową	3
<b>Średnia</b>			2,28

Źródło: Bajkiewicz-Grabowska E., 2002, oprac. własne

Source: Bajkiewicz-Grabowska E., 2002, own work

Ocena końcowa – średnia arytmetyczna punktów uzyskanych z oceny poszczególnych cech - wynosi 2,28 i kwalifikuje zlewnię rzeki Stobrawy, od źródeł do przekroju zbiornika, do grupy 4 podatności: zlewnia odznacza się dużą możliwością dostarczania materii do zbiornika.

Jak podaje Koc i Skwierawski [2004] sposób użytkowania zlewni 3 zbiorników wodnych położonych Pojezierzu Olsztyńskim miał znaczący wpływ na kształtowanie się jakości wody w tych zbiornikach. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, iż małe zbiorniki wodne są ekosystemami podatnymi na degradację. Mała powierzchnia i objętość wody w stosunku do wielkości zlewni, dodatkowo bardzo często bezpośrednie sąsiedztwo z różnego rodzaju źródłami zanieczyszczeń czyni je wrażliwymi i podatnymi na procesy degradacji [Koc i Skwierawski 2004].

Jeżeli chodzi o zbiornik Kluczbork to w Raporcie [Raport 2005] przedstawiono, że: „w zbiorniku nastąpi znaczne pogorszenie jakości wody. Nastąpi spadek zawartości tlenu rozpuszczonego w wodzie, zwiększy się temperatura wody a także odczyn wody”. Również w pracy [Wiatkowski M., 2009] przedstawiono, że projektowany zbiornik Kluczbork, przy takim ładunku biogenów i parametrach, będzie eutroficzny.

Obecnie dostawa biogenów ze źródeł punktowych i obszarowych (w tym rolniczych), wywołująca antropogeniczną eutrofizację wód, jest głównym zagrożeniem osiągnięcia dobrego stanu wód stojących w Polsce. Eutrofizacja wód jest jednym z najpoważniejszych zagrożeń jakości wód śródlądowych i przybrzeżnych [Soszka H., 2009]. W związku z tym, należy jej przeciwdziałać, m.in. wykonując odpowiednie zabiegi w użytkowaniu zlewni zbiorników, uporządkowując gospodarkę wodno-ściekową i stosując zbiorniki wstępne [Czamara W., i inni 2008, Skonieczek P., Koc J., 2008].

### WNIOSKI

1. Przeprowadzona analiza wody rzeki Stobrawy wykazała, że zawartość azotanów, amoniaku, fosforanów, fosforu ogólnego, BZT<sub>5</sub>, tlenu rozpuszczonego i zawiesiny ogólnej przekroczyły wartości graniczne dla klasy II jakości wód odnoszące się do jednolitych części wód powierzchniowych.

2. Wody rzeki Stobrawy uznano za wody eutroficzne i stwierdzono także, że badane wody nie są wrażliwe na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych.

3. Z punktu widzenia procesu eutrofizacji uwarunkowania hydrochemiczne występujące w zlewni rzeki Stobrawy, w aspekcie realizowanego zbiornika Kluczbork, są dla niego niekorzystne. Badania wykazały, że zanieczyszczenie wód dopływających do zbiornika Kluczbork jest duże, w związku z czym woda ta może pogorszyć jakość wody retencjonowanej w zbiorniku.

4. Ocena zlewni jako dostawcy materii do zbiornika Kluczbork wykazała, że zlewnia odznacza się dużą możliwością dostarczania materii do zbiornika.

5. Wykazano, że w zlewni rzeki Stobrawy dostawa biogenów następuje ze źródeł punktowych oraz obszarowych (w tym rolniczych) i stanowi główne zagrożenie dla wód zbiornika. W związku z tym, należy podjąć zabiegi minimalizujące to zagrożenie, m.in. uporządkowując gospodarkę wodno-ściekową i stosując zbiorniki wstępne.

6. Wykorzystanie znajomości profilu zmian wskaźników jakości wody rzeki, na której chcemy zlokalizować zbiornik, powinno stanowić warunek do ich budowy. Na tej podstawie powinno się prognozować jakość wody w przyszłym zbiorniku i podejmować właściwe decyzje gospodarcze w zlewni projektowanych zbiorników w aspekcie retencjonowania, użytkowania oraz ochrony wody w zbiorniku.

### BIBLIOGRAFIA

- Bajkiewicz-Grabowska E. *Obieg materii w systemach rzeczno-jeziornych*, Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Warszawa, 2002, 274 ss.  
Chelmiński W. *Woda. Zasoby, degradacja, ochrona*, PWN, Warszawa 2001, 306 ss.

- Czamara W., Czamara A., Wiatkowski M. 2008. *The Use of Pre-dams with Plant Filters to Improve Water Quality in Storage Reservoirs*. Archives of Environmental Protection, vol. 34, SI, pp. 79-89.
- Gruss Ł. *Analiza zasobów wodnych w zlewni rzeki Stobrawy w aspekcie budowy Zbiornika Kluczborskiego*. Praca magisterska, w Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi Uniwersytetu Opolskiego, Opole, 2008, 98 ss.
- Grochowska J., Teodorowicz M. *Ocena możliwości oddziaływania zlewni na jeziora Górnej Pałęki oraz podatności tych jezior na degradację*. Acta Sci. Pol., Formatio Circumietus 5 (1) 2006, s. 99-111.
- Kajak Z. *Hydrobiologia-Limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych*, PWN, Warszawa 2001, 360 ss.
- Koc J., Skwierawski A. 2004. *Uwarunkowania jakości wody małych zbiorników na obszarach wiejskich*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, Polska Akademia Nauk, z. 499, Warszawa, s. 121-128.
- Pawełek J., Szytek M. *Stężenie związków biogenych w wodzie potoków dopływających do Zbiornika Dobczyckiego*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich / Infrastructure And Ecology Of Rural Areas Nr 5/2008, PAN, s. 179-190.
- Program Ochrony Środowiska dla Powiatu Oleskiego na lata 2004-2007 wraz z perspektywą do 2011 r., 2004a. Projekt. Opracowanie na zlecenie Zarządu Powiatu Oleskiego przez ROT Recycling Odpady Technologie, Olesno, luty 2004 r. 43 ss.
- Program Ochrony Środowiska dla Powiatu Kluczborskiego na lata 2004-2007 wraz z perspektywą do 2011 r., 2004b. Projekt. Opracowanie na zlecenie Zarządu Powiatu Kluczborskiego przez ROT Recycling Odpady Technologie, Kluczbork, luty 2004 r. 172 ss.
- Program Ochrony Środowiska dla Powiatu Oleskiego na lata 2008-2011 wraz z perspektywą do 2015 r. Aktualizacja. Projekt. Opracował Wydział Ochrony Środowiska, Rolnictwa i Leśnictwa Starostwa Powiatowego w Oleśnie, Olesno, wrzesień 2008 r. 123 ss.
- Rajda W., Kanownik W., Goryl E. *Stężenie niektórych składników biogenych w wodzie Potoku Pychowickiego*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., PAN, 2008, z. 528, s. 165-173.
- Raport oddziaływania na środowisko dla inwestycji „Zbiornik retencyjny – Kluczbork” na rzece Stobrawie w km 61+500, kwiecień 2005.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 23 grudnia 2002 roku w sprawie kryteriów wyznaczania wód wrażliwych na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych. Dz. U. Nr 241, poz. 2093, 2002.
- 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 (Dz. U. z 2011 r. Nr 257, poz. 1545).
- Skonieczek P., Koc J. *Role of preliminary reservoirs in reducing phosphorus inflow from agricultural and afforested catchment areas to the lake*. Ecological Chemistry and Engineering, 2008, 15 (12), s.1347-1357.
- Soszka H. *Problemy metodyczne związane z oceną stopnia eutrofizacji jezior na potrzeby wyznaczania stref wrażliwych na azotany*. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 2009, t. 9, z. 1(25), s. 151-159.
- Wiatkowski M., Paul L. *Surface water quality assessment in the Troja river catchment in the context of Włodzienin reservoir construction*. Polish J. of Environ. Stud. Vol. 18, No. 5, 2009, s. 923-929.
- Wiatkowski M. *Hydrochemical conditions for localization of small water reservoirs on the example of Kluczbork reservoir*. Archives of Environmental Protection, vol. 35, no. 4, 2009, pp. 129-144.
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Opolu 2004. Biuletyn informacyjny WIOŚ OPOLE - 10/W/2004. Wyniki przeprowadzonych w maju 2004 r. badań jakości wód w

przekrojach pomiarowo-kontrolnych zlokalizowanych w zlewni Stobrawy i Osobłogi oraz ujściowych odcinkach Prószkówki i Dożyny [online]. Opole. [Dostęp 29.06.2012]. Dostępny w internecie: <http://www.opole.pios.gov.pl>

Zbiornik retencyjny Kluczbork na rzece Stobrawie w km 61+500, 2007, Projekt budowlany materiały formalno – prawne do pozwolenia wodnoprawnego, Budopol P.B. – Namysłów.

Dr hab. inż. Mirosław Wiatkowski  
Mgr inż. Łukasz Gruss  
Uniwersytet Opolski  
Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi  
ul. Oleska 22  
45-052 Opole  
tel. +48 77 401 60 27  
e-mail: [wiatkowski@uni.opole.pl](mailto:wiatkowski@uni.opole.pl)

Prof. dr hab. inż. Czesława Rosik-Dulewska  
Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN  
ul. M. Skłodowskiej-Curie 34  
41-819 Zabrze  
tel. +48 32 271 64 81  
e-mail: [dulewska@ipis.zabrze.pl](mailto:dulewska@ipis.zabrze.pl)

