

Mirosław Wiatkowski¹

WSTĘPNE WYNIKI BADAŃ JAKOŚCI WODY MAŁEGO ZBIORNIKA MICHALICE NA WIDAWIE

Streszczenie. W pracy przedstawiono analizę jakości wody małego zbiornika Michalice. Przedstawiono wstępną ocenę jakości wody zbiornika i oceniono jej walory użytkowe. Podstawowe funkcje zbiornika to nawodnienia rolnicze, ochrona przed powodzią i rekreacja, dlatego ważnym zagadnieniem jest jakość wody zbiornika. Scharakteryzowano jakość wody rzeki Widawy pod względem wskaźników fizyko-chemicznych: NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , ChZT-Cr, temperatury wody, pH i przewodności elektrolitycznej. Podano podstawowe statystyki opisowe dla badanych wskaźników jakości wody. W okresie badawczym 2005–2006 zbiornik przyczyniał się do obniżenia zawartości azotanów, azotynów fosforanów, przewodności elektrolitycznej i ChZT – Cr w wodzie odpływającej ze zbiornika Michalice (stanowisko St.3) w porównaniu z wodą do niego dopływającą (St.1). W przypadku pozostałych wskaźników zanotowano ich wzrost na odpływie ze zbiornika w porównaniu z dopływem. Stwierdzono, że badane wody nie są wrażliwe na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych i uznano je także za eutroficzne. W celu uzyskania dokładnych informacji na temat stanu czystości wód zbiornika Michalice, jak i rzeki Widawy należy kontynuować monitoring hydrologiczny i badania jakości wody.

Słowa kluczowe: zbiornik wodny, jakość wód powierzchniowych, azot, fosfor.

WSTĘP

Małe zbiorniki wodne są podstawowymi elementami małej retencji. W większości wypadków budowane są one do różnych celów gospodarczych (m.in. nawodnienia, rekreacja). Bez względu na swą podstawową funkcję pełnią one pozytywną rolę w zwiększaniu zasobów wodnych i wzbogacają walory przyrodnicze krajobrazu [2, 9, 10]. Często w ich zagospodarowaniu istotnym jest problem jakości wody. Ze względu na lokalizację – przeważnie w zlewniach użytkowanych rolniczo, akumulują substancje biogenne (azot i fosfor), a także różne zanieczyszczenia [4, 6, 7, 8]. Wynikiem tego jest pogorszenie jakości wody w zbiornikach, ich eutrofizacja i zamulenie [5, 14]. Zjawiska te mogą przeszkodzić w racjonalnym wykorzystywaniu zbiornika i w wypełnianiu stawianych mu funkcji [15]. Jest to ściśle związane z zapisami w uchwalonej w 2000 roku *Ramowej Dyrektywie Wodnej RDW* [3]. Wynika z niej, że w zakresie ochrony wód

¹ Uniwersytet Opolski, Wydział Przyrodniczo-Techniczny, Samodzielna Katedra Ochrony Powierzchni Ziemi, ul. Oleska 22, 45-052 Opole, e-mail: wiatkowski@uni.opole.pl

powierzchniowych wymaga się działań dotyczących m.in.: zapobiegania pogorszeniu się stanu wszystkich akwenów, ochrony i polepszania stanu wszystkich sztucznych i silnie zmienionych akwenów w celu osiągnięcia dobrego potencjału ekologicznego oraz dobrego stanu chemicznego wód, ochrony i rekultywacji akwenów.

Celem pracy jest przedstawienie wstępnych wyników badań jakości wody dopływającej do zbiornika Michalice z wodami rzeki Widawy i z niego odpływającej, a także jakości wody magazynowanej w zbiorniku.

MATERIAŁ I METODY

Zbiornik Michalice jest zlokalizowany w km 70+232 rzeki Widawy (prawobrzeżny dopływ Odry), ok. 1,5 km na północ od miasta Namysłów (rys. 1). Został on oddany do eksploatacji w 2001 roku.

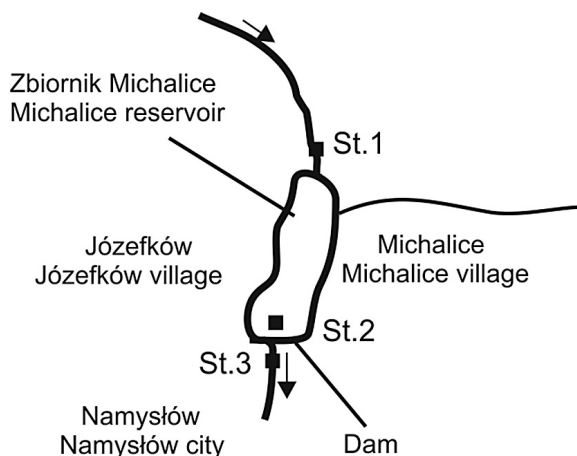


Fig. 1. Lokalizacja zbiornika Michalice na rzece Widawie i stanowiska pomiarowe:
St.1 – Widawa – dopływ do zbiornika, St.2 – czasza zbiornika, przy zaporze,
St.3 – odpływ ze zbiornika

Fig 1. Reservoir Michalice on Widawa river and measuring positions: St.1 – Widawa river – Inflow to Michalice reservoir, St.2 – bowl of reservoir, St.3 – outflow from reservoir

Przy maksymalnym poziomie piętrzenia (Max PP - 154,20 m n.p.m.) pojemność całkowita zbiornika wynosi 1 748 195 m³ a powierzchnia całkowita - 95,7 ha. Przy normalnym poziomie piętrzenia (NPP - 153,50 m n.p.m) pojemność stała zbiornika wynosi 1 191 095 m³ a pojemność powodziowa – forsowana wynosi 557100 m³, natomiast jego powierzchnia – 92,98 ha. Przepływ średni roczny SSQ, w Widawie w przekroju zbiornika, wynosi 2,04 m³ · s⁻¹, a przepływ średni niski SNQ = 0,52 m³ · s⁻¹ [16].

Zbiornik Michalice znajduje się w administracji Urzędu Gminy Namysłów a głównym jego użytkownikiem jest Polski Związek Wędkarski. Zbiornik jest wykorzystywany przede wszystkim do nawodnień rolniczych, ochrony przed powodzią i rekreacji.



Rys. 2. Widawa – dopływ do zbiornika Michalice (po lewej). Odpływ ze zbiornika (po prawej) [Fot. M. Wiatkowski]

Fig. 2. Widawa river – inflow to Michalice reservoir (on the left). Outflow from reservoir (on the right) [Fot. M. Wiatkowski]

Badania jakości wód z terenu zbiornika odbywały się w okresie maj 2005 r. – kwiecień 2006 r. z częstotliwością raz w miesiącu (oprócz stycznia 2006 r., kiedy badań nie prowadzono na stanowisku nr 2 z powodu zlodzenia zbiornika) i polegały na poborze próbek wody z następujących stanowisk (rys. 1): na dopływie do zbiornika (St. 1) w odległości ok. 30 m powyżej mostu, w zbiorniku – przy zaporze zbiornika (St. 2) i na odpływie ze zbiornika Michalice (St. 3), w odległości 10 m poniżej zapory. Na dopływie i odpływie ze zbiornika Michalice próbki wody pobierano w nurcie rzeki, z podpowierzchniowej warstwy wody. Natomiast w zbiorniku wodę pobierano z głębokości 50 cm.

Oznaczano: NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , ChZT-Cr, temperaturę wody, pH i przewodność elektrolityczną. Odczyn wody, przewodność elektrolityczną i temperaturę wody mierzono *in situ*. Oznaczenia wskaźników chemicznych jakości wody wykonywano w laboratorium Katedry Ochrony Powierzchni Ziemi Uniwersytetu Opolskiego.

Dla uzyskanych wyników badań dotyczących wskaźników fizyczno-chemicznych jakości wody podano statystyczne miary położenia (średnia arytmetyczna, wartości minimalne i maksymalne).

Jakość wody rzeki Widawy na dopływie do zbiornika i na odpływie ze zbiornika oraz wody retencjonowanej w zbiorniku oceniono zgodnie z Rozporządzeniem w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych [13] oraz przedstawiono ocenę eutrofizacji wód na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska [11]. Walory użytkowe badanej wody określono porównując badane wskaźniki z wartościami granicznymi jakim powinna odpowiadać woda do kąpielii [12].

W pracy podano ponadto analizę gospodarki wodnej na zbiorniku Michalice w okresie od maja 2005 do kwietnia 2006 roku, uwzględniając m.in. analizę odpływów wody ze zbiornika i średni czas retencji wody w zbiorniku.

WYNIKI BADAŃ

Wyniki pomiarów wykonanych od maja 2005 r. do kwietnia 2006 roku obejmujące parametry fizyczno-chemiczne wód z terenu zbiornika Michalice przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry wody dopływającej do zbiornika (St.1), wody retencjonowanej w zbiorniku (St.2) i wody odpływającej ze zbiornika Michalice (St.3) w okresie od maja 2005 do kwietnia 2006 r.

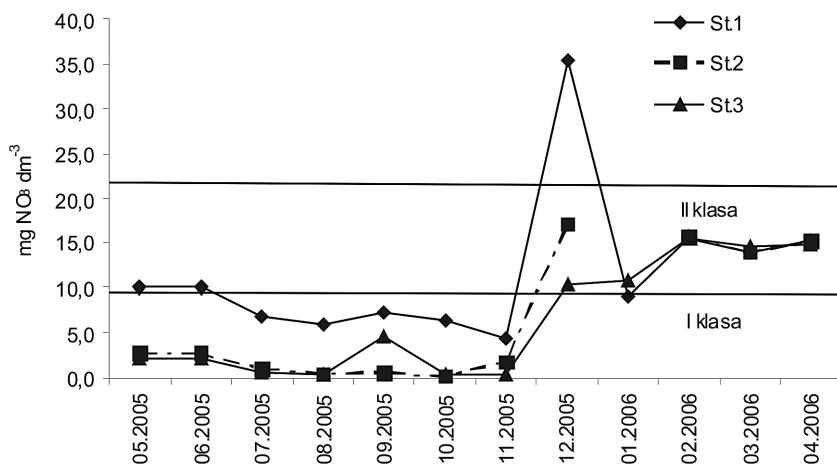
Table 1. Parameters of water inflowing to reservoir (St.1), stored water in reservoir (St.2) and outflowing water from Michalice reservoir (St.3) in period from Mai 2005 to April 2006

Wskaźnik Index	Dopływ do zbiornika Inflow to reservoir (Widawa) – St. 1	Zbiornik Michalice Michalice reservoir – St. 2	Odływ ze zbiornika Michalice Outflow from Michalice reservoir – St. 3
	<u>minimum – minimum — maksimum – maximum</u> średnia – mean		
Azotany mg NO ₃ ⁻ · dm ³ Nitrate	<u>4.37 – 35.20</u> 11,639	<u>0.195 – 17.06</u> 6,460	<u>0.23 – 15.55</u> 6,368
Azotyny mg NO ₂ ⁻ · dm ³ Nitrite	<u>0.016 – 0.220</u> 0,094	<u>0.013 – 0.240</u> 0,088	<u>0.007 – 0.211</u> 0,079
Amoniak mg NH ₄ ⁺ · dm ³ Ammonium nitrogen	<u>0.100 – 0.775</u> 0,280	<u>0.090 – 0.804</u> 0,331	<u>0.050 – 0.894</u> 0,329
Fosforany mg PO ₄ ³⁻ · dm ³ Phosphates	<u>0.037 – 0.450</u> 0,278	<u>0.006 – 0.514</u> 0,212	<u>0.005 – 0.451</u> 0,187
ChZT - Cr mg O ₂ · dm ³ COD	<u>3.2 – 88.0</u> 28,36	<u>14.0 – 62.0</u> 34,1	<u>14.4 – 66.00</u> 31,87
Temperatura wody °C Temperature	<u>0.9 – 16.5</u> 10,26	<u>2.8 – 21.2</u> 13,61	<u>2.5 – 18.2</u> 11,41
Odczyn - pH Reaction	<u>6.09 – 8.2</u> —	<u>6.59 – 8.5</u> —	<u>6.19 – 8.7</u> —
Przewodność elektryczna μS/cm Electrolytic conductivity	<u>265 – 1381</u> 583,5	<u>228 – 1133</u> 558,0	<u>254 – 1155</u> 531,1

Zaobserwowano zmienne wartości poszczególnych wskaźników fizyczno-chemicznych wód na poszczególnych stanowiskach badawczych. Z analizy danych wynika, że na stanowisku pomiarowym St.1 (dopływ do zbiornika) najwyższe uśrednione wartości wskaźników fizyczno-chemicznych zaobserwowano dla: azotanów, azotynów, fosforanów i przewodności elektrolitycznej. Najwyższe wartości średnich stężeń amoniaku – 0,331 mg NH₄⁺ · dm³, ChZT-Cr – 34,01 mg O₂ · dm³ i temperatury wody zanotowano na stanowisku St.2 (zbiornik).

Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono przebieg zmian stężeń azotanów i fosforanów w wodzie dopływającej do zbiornika Michalice i z niego odpływającej oraz wodzie retencjonowanej w zbiorniku w okresie V 2005 – IV 2006 r. Stężenia azotanów w

wodzie dopływającej do zbiornika rzeką Widawą wahały się od 4,37 do 35,20 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{dm}^3$ a w wodzie odpływającej ze zbiornika od 0,23 do 15,55 mg $\text{NO}_3^- \cdot \text{dm}^3$ (rys. 3). Większe wartości stężeń azotanów zanotowano w okresie zimowym. Prawie całkowite wyczerpanie się azotanów w wodzie zbiornika (St.2) i wodzie odpływającej ze zbiornika (St.3) zanotowano w miesiącach letnich.



Rys. 3. Zawartość azotanów w wodzie rzeki Widawy dopływającej do zbiornika Michalice (St.1), wodzie retencjonowanej w zbiorniku (St.2) i wodzie odpływającej ze zbiornika (St.3) w okresie V 2005 – IV 2006 r.

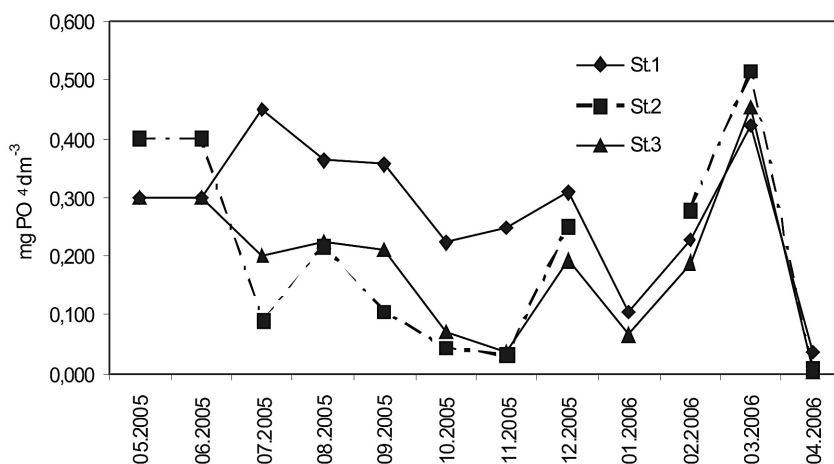
Fig. 3. Nitrates content in river Widawa water infolwing to Michalice reservoir (St.1), storied water at reservoir (St.2) and outflowing water from reservoir (St.3) during period V 2005 – IV 2006

Stężenia fosforanów w wodzie dopływającej do zbiornika wahały się od 0,037 do 0,450 mg $\text{PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^3$ a w wodzie odpływającej ze zbiornika od 0,005 do 0,451 mg $\text{PO}_4^{3-} \cdot \text{dm}^3$ (rys. 4). W przypadku fosforanów większe stężenia tego wskaźnika zanotowano w marcu 2006 roku. Mogło to być wynikiem spływu tego pierwiastka do rzeki po zamrażniętej pokrywie terenu i ze ścieków bytowo-gospodarczych w wyniku wezbrania powodziowego.

Wstępne wyniki badań wskazują, że w wodzie odpływającej ze zbiornika Michalice zawartości azotanów, azotynów fosforanów, przewodności elektrolitycznej i ChZT – Cr były niższe w porównaniu z wodą do niego dopływającą. W przypadku pozostałych wskaźników zanotowano ich większe wartości na odpływie ze zbiornika.

W zbiorniku Michalice w okresie zimy i wiosny zwiększa się zawartości fosforanów i azotu azotanowego, które w okresie lata zmniejszają się, m.in. dzięki działalności makrofitów (rys. 2).

Spośród ośmiu badanych wskaźników jakości wody rzeki Widawy, pięć jest uwzględnianych przy klasyfikacji stanu jakości wody [13]. Analiza wyników jakości



Rys. 4. Zawartość fosforanów w wodzie rzeki Widawy dopływającej do zbiornika Michallice (St.1), wodzie retencjonowanej w zbiorniku (St.2) i wodzie odpływającej ze zbiornika (St.3) w okresie V 2005 – IV 2006 r.

Fig. 4. Phosphate content in river Widawa water infolwing to Michallice reservoir (St.1), storied water at reservoir (St.2) and outflowing water from reservoir (St.3) during period V 2005 – IV 2006

wody wykazała, że wartości $N-NH_4^+$, temperatury wody i przewodności elektrolitycznej nie przekroczyły wartości granicznych właściwych dla klasy I. Natomiast wartości odczynu wody zaliczyły badane wody do II klasy. Jedynie zawartość $N-NO_3^-$ i ChZT-Cr przekroczyła wartości graniczne wskaźników jakości wód odnoszące się do jednolitych części wód powierzchniowych w ciekach naturalnych takich jak rzeka właściwe dla klasy II [13].

Wody rzeki Widawy są eutroficzne. Średnia roczna wartość stężenia azotanów w wodzie dopływającej do zbiornika przekroczyła wartość graniczną ($10 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{dm}^{-3}$) podaną w Rozporządzeniu [11]. Stwierdzono także, że badane wody nie są wrażliwe na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych, gdyż średnie stężenie azotanów jest mniejsze od podanego ($50 \text{ mg NO}_3^- \cdot \text{dm}^{-3}$) w Rozporządzeniu [11].

Jakość wody rzeki Widawy ze względu na azotany nie odpowiada także wymaganiom stawianym wodzie używanej w kąpieliskach w wodach śródlądowych [12].

GOSPODARKA WODNA NA ZBIORNIKU MICHALICE

Wśród wielu czynników kształtujących charakter środowiska zbiornikowego istotną rolę odgrywa czas potrzebny do całkowitej wymiany wody w zbiorniku (czas retencji wody). Określa on nie tylko ustrój hydrologiczny zbiornika, ale wraz z inten-

sywnością mieszania wód, decyduje o obiegu materii w zbiorniku i jest czynnikiem wpływającym na stan trofii i jakość wód zbiornikowych [1]. Czas retencji wody w zbiorniku Michalice oszacowano na podstawie stosunku objętości wody odpływającej ze zbiornika do pojemności zbiornika w okresie od maja 2005 roku do kwietnia 2006 roku. Odpływ wody ze zbiornika Michalice w analizowanym okresie był w miarę stabilny, średnie natężenie odpływu wyniosło $1,156 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Średni czas retencji wody w tym okresie wyniósł 30,6 dnia. Wartość średnia objętości wody w zbiorniku w rozpatrywanym okresie wyniosła 1,041 mln m^3 a amplituda wahań lustra wody w zbiorniku wyniosła około 2,53 m [16]. Z obserwacji na innych małych zbiornikach wodnych wynika, że małe zbiorniki zaporowe charakteryzują się czasem retencji rzędu od kilku do kilkudziesięciu dni. Jak podano w pracy [15] średni czas retencji wody w małym zbiorniku Psurów na Prośnie wyniósł 25 dni.

Z obserwacji obiektu wynika, że w zbiorniku nie wykonuje się żadnych badań nad wpływem rekreacji i obciążenia „wędkarskiego” na jakość wód zbiornika. Oprócz poprawy gospodarki wodno-ściekowej w zlewni zbiornika takie prace powinny być priorytetowe.

WNIOSKI

Z wyników badań jakości wody z terenu zbiornika Michalice zlokalizowanego na rzece Widawie wynika, że:

- zbiornik przyczyniał się do zmniejszenia zawartości azotanów, azotynów fosforanów, przewodności elektrolitycznej i ChZT – Cr w wodzie odpływającej ze zbiornika Michalice (stanowisko St.3) w porównaniu z wodą do niego dopływającą (St.1); wartości pozostałych wskaźników zwiększyły się na odpływie ze zbiornika;
- w okresie zimy i wiosny odnotowano zwiększenie zawartości fosforanów, azotu azotanowego i azotu amonowego;
- badane wody ze względu na zawartość N-NO_3^- i ChZT-Cr przekroczyły wartości graniczne wskaźników jakości wód odnoszące się do jednolitych części wód powierzchniowych w ciekach naturalnych, takich jak rzeki właściwe dla klasy II;
- wody rzeki Widawy są eutroficzne ze względu na wartość stężenia azotanów w wodzie dopływającej do zbiornika oraz nie są wrażliwe na zanieczyszczenie związkami azotu ze źródeł rolniczych;
- wody rzeki Widawy ze względu na zawartość azotanów nie spełniają kryteriów stawianych wodzie używanej w kąpieliskach;
- z uwagi na rolę zbiornika Michalice w gospodarce wodnej regionu, bardzo ważny jest dalszy monitoring jakości wód rzeki Widawy zasilających zbiornik Michalice i z niego odpływających, a także wód retencjonowanych w zbiorniku.

BIBLIOGRAFIA

1. Bajkiewicz-Grabowska E. 2002. Obieg materii w systemach rzeczno-jeziornych. Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Warszawa: 1–274.
2. Czamara W., Czamara A., Wiatkowski M. 2008. The Use of Pre-dams with Plant Filters to Improve Water Quality in Storage Reservoirs. *Arch. Environ. Protect.* 34, 79-89.
3. Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej. L 327, 2000, 1–72, www.mos.gov.pl.
4. Hejduk L. 2010. Tendencje w zmianach stężeń form fosforu i azotu w sąsiadujących rzekach Zagożdżonca i Zwoleńce. *Przegl. Nauk. – Inż. i Kształt Środ.* 3 (49): 21–29.
5. Jachniak E., Jaguś A. 2013. Obniżanie trofii wód w systemach kaskadowych, na przykładzie kaskady Soły (południowa Polska). *Inżynieria Ekologiczna*, 32: 65–73.
6. Kanownik W., Kowalik T., Bogdał A., Ostrowski K. 2013. Quality Categories of Stream Waters Included in a Small Retention Program. *Pol. J. Environ. Stud.* Vol. 22, 1: 159–165.
7. Kasperek R., Mokwa M., Wiatkowski M. 2013. Modelling of pollution transport with sediment on the example of the Widawa River. *Archives of Environmental Protection*, 39(1): 87–101. DOI: 10.2478/aep-2013-0017.
8. Michalec B. 2010. Określenie stopnia zamulenia zbiornika wodnego w Krempnej i ocena wpływu jego przebudowy na proces zamulania. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich Infrastructure and Ecology of Rural Areas*, 13: 19–27.
9. Mioduszewski W. 2004. Rola małej retencji w kształtowaniu i ochronie zasobów wodnych. *Zesz. Nauk. AR we Wrocław., Inż. Środ.* XIII, 502: 293–305.
10. Rajda W., Kanownik W., Goryl E. 2008. Stężenie niektórych składników biogenych w wodzie Potoku Pychowickiego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., PAN*, 528: 165–173.
11. 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.
12. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 16 października 2002 roku w sprawie wymagań, jakim powinna odpowiadać woda w kąpieliskach. *Dz. U.* Nr 183, poz. 1530.
13. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. *Dz. U.* Nr 162, poz. 1008.
14. Wiatkowski M., Paul L. 2009. Surface water quality assessment in the Troja river catchment in the context of Włodzienin reservoir construction. *Polish J. of Environ. Stud.* 18, 5: 923–929.
15. Wiatkowski M. 2010. Impact of the small water reservoir Psurów on the quality and flows of the Prosna river. *Archives of Environmental Protection*, 36, 3: 83–96.
16. Wiatkowski M., Rosik-Dulewska Cz., Tymiński T. 2010. The analysis of water management of the Michalice Reservoir in the aspect of its functions. *Ecological Chemistry and Engineering A*, 17(11): 1505–1516.

PRELIMINARY RESULTS OF QUALITY STUDY OF WATER FROM SMALL MICHALICE RESERVOIR ON WIDAWA RIVER

Summary

The paper presents an analysis of water quality of the small Michalice reservoir. A preliminary assessment of the reservoir water quality and its usability was made. The quality of water in the reservoir is particularly important as the main functions of the reservoir are agricultural irrigation, recreation and flood protection. The following physico-chemical parameters of the Widawa River were analyzed: NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , COD, water temperature, pH and electrolytic conductivity. Main descriptive statistical data were presented for the analyzed water quality indicators. The research results indicate that the reservoir contributed to the reduced concentrations of the following water quality indicators: nitrates, nitrites, phosphates, electrolytic conductivity and COD (in the outflowing water – St.3 in comparison to the water flowing into the reservoir – St.1). In the water flowing out of the Psurów reservoir higher values of the remaining indicators were observed if compared with the inflowing water. It was stated, as well, that analysed waters are not vulnerable to nitrogen compounds pollution coming from the agricultural sources and are eutrophic. For purpose obtaining of the précised information about condition of Michalice reservoir water purity as well as river Widawa it becomes to continue the hydrological monitoring and water quality studies.