INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND EKOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 5/2008, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 129–137
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Elżbieta Halina Grygorczuk-Petersons

WPŁYW OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH NA SKŁAD WÓD ZBIORNIKA WODNEGO ZARZECZANY WOJ. PODLASKIE

INFLUENCE OF ATMOSPHERIC PRECIPITATIONS ON COMPOSITION OF WATER IN ZARZECZANY RESERVOIR IN PODLASIE REGION

Streszczenie

Podstawowym elementem małej retencji są małe zbiorniki wodne. Przykładem takiego obiektu jest zbiornik wykonany w 2000 roku, we wsi Zarzeczany w gminie Gródek woj. podlaskie. Jest on zlokalizowany w rozległej, podmokłej i płaskiej dolinie. Wodę do zbiornika doprowadza rów melioracyjny, który zasilany jest spływami wód z jego zlewni, zaś w okresie letnich niżówek przerzutem wody z rzeki Gleniówki. W zbiorniku zanotowano wyraźny wpływ spływu powierzchniowego na jakość wody. Stwierdzono, że po opadach deszczu wartości wielu badanych wskaźników wody wzrastały (barwa, mętność, fosforany, ChZT-Mn, azot amonowy, azotany). Wzrost stężenia wskaźników odpowiedzialnych za zanieczyszczenia wody związkami organicznymi przy jednocześnie stosunkowo dużej barwie wskazuje na humusowe pochodzenie tych zanieczyszczeń.

Słowa kluczowe: mała retencja, opady atmosferyczne, jakość wody

Summary

Small water reservoirs are principal elements of small retention. Reservoir built in Zarzeczany village (Gródek commune, Podlasie region) in 2000 is the example of such object. It is localized in wide, wet, and flat valley. Water to the reservoir is supplied by melioration ditch receiving waters from catchment runoff and, during summer droughts, from river Gleniówka. An apparent effect of surface runoff on water quality was observed in the reservoir. It was found that after the rainfall, values of many tested water parameters (color, turbidity, phosphates, COD-Mn, ammonia, nitrates) were increased. The concentration increase of indi-

ces responsible for water contamination with organic compounds at simultaneous relatively high color indicated the humus origin of that contamination.

Key words: *small retention, atmospheric precipitations, water quality*

WSTĘP

Zbiorniki małej retencji nie mają wpływu na ogólne zmiany klimatyczne, natomiast w okresach suszy mogą łagodzić deficyty wody w cieku przez wyrównanie przepływów niskich [Gromiec, Dojlido 2006]. Im mniejsza jest powierzchnia zlewni tym większą rolę w kształtowaniu jakości wód płynących oraz retencjonowanych w sztucznych zbiornikach odgrywa działalność człowieka.

Czynnikami istotnie kształtującymi odpływ składników chemicznych do wód powszechnie zaliczane są: charakter zlewni, z której wynoszone są substancje do wód oraz reakcja zlewni na warunki meteorologiczne, w tym głównie częstość oraz natężenie opadów [Durkowski 1997; Koc i in. 2000].

Sposób zagospodarowania zlewni jest jednym z głównych czynników wpływających na stężenie substancji organicznych oraz większości związków biogennych [Suchowolec, Górniak 2006; Friedl, Wuest 2002; Górniak, Zieliński 1999].

Wymywane zanieczyszczenia z powierzchni terenu przez wody opadowe stanowią ważne źródło zanieczyszczeń chemicznych, w tym związków biogennych wnoszonych do wód z terenów rolniczych [Gromiec, Dojlido 2006]. Natomiast przemieszczająca się woda opadowa rozpuszcza w glebie różne związki organiczne i mineralne i zabiera je ze sobą, kształtując jakość wód spływających i wód wgłębnych [Kasperczyk, Sokołowski 2005].

Ponieważ zbiorniki retencyjne są elementem przejściowym w migracji biogenów i materii organicznej ze zlewni do większych rzek [Suchowolec, Górniak 2006], dlatego podjęto temat mający na celu określenie roli opadów atmosferycznych na zmiany składu fizykochemicznego wód zbiornika małej retencji na terenie wykorzystywanym rolniczo.

OBIEKT I METODY BADAWCZE

Zbiornik Zarzeczany został wykonany w 2000 roku w gminie Gródek w ramach programu retencjonowania wody w zlewniach cieków podstawowych [Instrukcja… 2001; Program… 2003]. Zbiornik ten zaliczany jest do zbiorników przepływowych okresowo – PFR [Suchowolec, Górniak 2006].

Położony jest w powiecie białostockim w rejonie rolniczym na terenie lekko falistym o dużej ilości użytków zielonych i znaczącej ilości lasów na obrzeżach zlewni (skraj Puszczy Knyszyńskiej).

Zbiornik przeznaczony jest do magazynowanie wody i wykorzystywanie jej – w okresach niedoborów, do poprawy uwilgotnienia użytków rolnych poniżej tej budowli oraz rekreacji (kąpielisko) [Suchowolec, Górniak 2006; Instrukcja… 2001].

Zbiornik Zarzeczany zlokalizowany jest w rozległej dolinie, poprzecinanej siecią melioracyjnych kanałów odwadniających. Wodę do zalewu doprowadza rów melioracyjny N, który zasilany jest spływami wód z jego zlewni, a w okresie letnich niżówek przerzutem wody z rzeki Gleniówki. Również ten sam rów odprowadza wodę ze zbiornika do rzeki Supraśl. W zlewni przeważają gleby torfowe, wykształcone z torów niskich.

Charakterystyka analizowanego zbiornika została przedstawiona w tabeli 1.

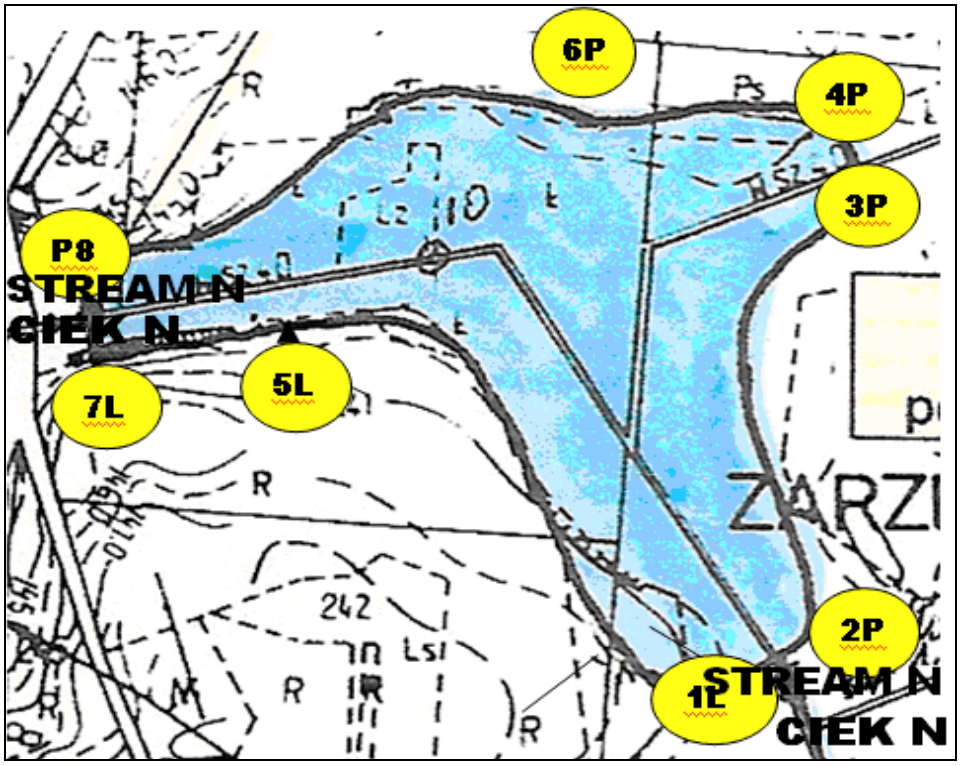
Tabela 1. Charakterystyka zbiornika Zarzeczany
Table 1. Characteristics reservoir water Zarzeczany

Wyszczególnienie Specification	Wielkości charakteryzujące Characterizing quantities
lokalizacja zbiornika reservoir location	N $53^0 06'$; E $23^0 41'$;
termin pobierania próbek sampling period	2007
powierzchnia zbiornika (ha) reservoir area (ha)	8.75
pojemność zbiornika (x1000m^3) reservoir capacity (x1000m^3)	77.0
powierzchnia zlewni hydrologicznej – ciek N (km^2) area of hydrological catchment – stream N (km^2)	8,0
średnia głębokość zbiornika przy NPP (m) mean depth of the reservoir at NPP (m)	1,92
maksymalna głębokość zbiornika przy NPP (m) maximum depth of the reservoir at NPP (m)	3,1
powierzchnia lasu (%) forest in catchment	43
zlewnia basin	Supraśl, Narew

W powiecie białostockim wielkość średniej opadów atmosferycznych z wielolecia 1971–2000 wyniosła 577 mm, w okresie 1991–2000 zmalała do 573 mm, a dla 2005 roku wyniosła 546 mmm. W okolicach zbiornika Zarzeczany według danych IMGW opady z okresu kwiecień-październik stanowiły ponad 61% wartości rocznych. Jednak również na wiosnę lub późnym latem i jesienią występowały w ostatnich latach długie okresy bez opadów, co radykalnie wpływało na sezonowe niedobory wody w zlewni.

Do badań wytypowano osiem punktów poboru prób, rozproszonych po całej linii brzegowej zbiornika (rys. 1). Z ustalonych punktów badawczych pobierano wodę w okresie wegetacyjnym w miesiącach od drugiej połowy kwiet-

nia do września 2007 roku, kiedy występowały największe opady atmosferyczne. Pobory prób dokonywano zgodnie z obowiązującą normą zawsze w odległości ok. 1m od brzegu.



Rysunek 1. Lokalizacja punktów pomiarowych
Figure 1. Localization of measurement points

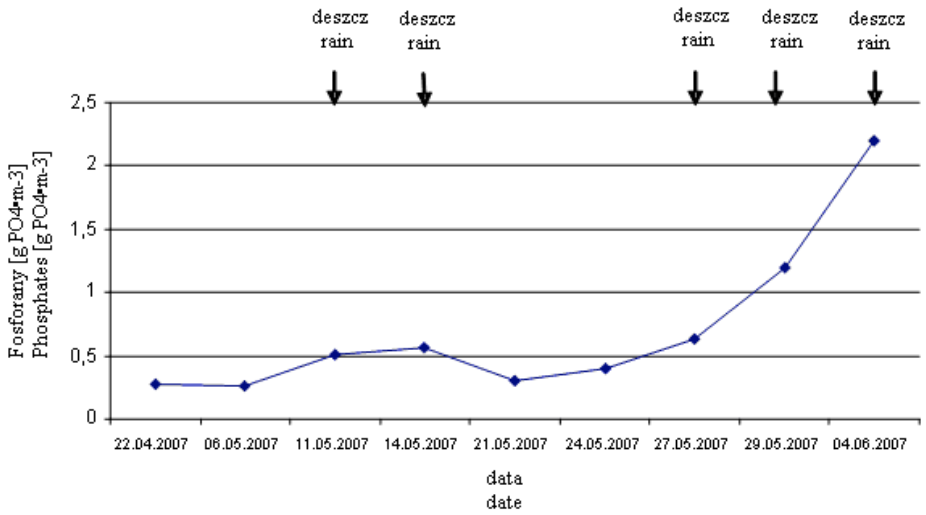
Badania analityczne wykonane były w Katedrze Technologii Wody, Ścieków i Osadów, zgodnie z normatywnym postępowaniem. Określono barwę pozorną i rzeczywistą, odczyn, chemiczne zapotrzebowanie na tlen metodą nadmanganianowi – ChZT - Mn , biochemiczne zapotrzebowanie na tlen – BZT_5, fosforany, azotany (V), azot amonowy a w niektórych dniach poboru również azotyny (III), BZT_5 i fosfor ogólny.

Ocenę stanu czystości wód zbiornika dokonano porównując otrzymane wyniki badań z granicznymi wartościami określonymi w załączniku do rozporządzenia w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu wód [Rozporządzenie… 2004].

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej i zestawiono w tabeli 2, a zmiany stężeń przykładowych zanieczyszczeń w czasie zobrazowano na rysunku 2.

Tabela 2. Charakterystyka wody zbiornika Zarzeczany w trakcie sezonu wegetacyjnego 2007
Table 2. Characteristics of the reservoirs water in wegetation seanons during the years 2007

Parametr Parameters	Wartość Value			Odchylenie standardowe – s Standard deviation
	Min. Min	Max. Max	Średnia Mean	
w dniach bezdeszczowych – in the rainy days				
odczyn [pH] reaction [pH]	7,33	8,29	7,88	0,22
barwa pozorna [gPt·m^{-3}] apparent color [gPt·m^{-3}]	82	178	117,4	29,2
barwa rzeczywista [gPt·m^{-3}] real color [gPt·m^{-3}]	52	181	82,2	22.1
amoniak [gNH_4^+·m^{-3}] ammonia [gNH_4^+·m^{-3}]	0,5	0,8	0,7	0,11
azotany (V) [g NO_3^- ·m^{-3}] nitrates (V) [g NO_3^- ·m^{-3}]	3,1	3,7	3,5	0,27
fosforany [g PO_4^{-3}·m^{-3}] phosphates [g PO_4^{-3}·m^{-3}]	0,25	0,45	0,33	0,09
fosfor og. [g P·m^{-3}] total phosphorus [g P·m^{-3}]	0,3	1,4	0,61	0,36
BZT_5 [g O_2·m^{-3}] BOD_5 [g O_2·m^{-3}]	8	16	11	5,2
ChZT –Mn [g O_2·m^{-3}] COD - Mn [g O_2·m^{-3}]	11,0	16,2	14,2	2,01
w dniach deszczowych – in the rainless days				
odczyn [pH] reaction [pH]	7,3	8,3	8,05	0,28
barwa pozorna [gPt·m^{-3}] apparent color [gPt·m^{-3}]	96	208	145	26,25
barwa rzeczywista [gPt·m^{-3}] real color [gPt·m^{-3}]	85	167	118	23,28
amoniak [gNH_4^+·m^{-3}] ammonia [gNH_4^+·m^{-3}]	0,9	2,4	1,43	0,59
azotany (V) [g NO_3^- ·m^{-3}] nitrates (V) [g NO_3^- ·m^{-3}]	3,5	5,8	4,7	0,99
fosforany [g PO_4^{-3}·m^{-3}] phosphates [g PO_4^{-3}·m^{-3}]	0,51	2,2	1,01	0,68
fosfor og. [g P·m^{-3}] total phosphorus [g P·m^{-3}]	0,6	6,2	1,87	1,58
BZT_5 [g O_2·m^{-3}] BOD_5 [g O_2·m^{-3}]	16	21	18,7	2,2
ChZT - Mn [g O_2·m^{-3}] COD - Mn [g O_2·m^{-3}]	15,3	17,8	16,8	0,4



Rysunek 2. Przykładowe zmiany stężeń fosforanów w punkcie 1L
Figure 2. Examples of phosphate concentration changes at point 1L

WYNIKI

W wyniku przeprowadzonych badań nie stwierdzono punktowych ani liniowych źródeł zanieczyszczeń, jedynie źródła obszarowe. Warunki atmosferyczne wywierały bardzo duży wpływ na jakość wody w zbiorniku Zarzeczany. Po opadach deszczu wartości wielu, badanych wskaźników zanieczyszczeń wody wzrastały (tab. 2, rys. 2).

Odczyn wody we wszystkich próbach odpowiadał I klasie jakości wody. Jego wartości mieściły się w zakresie od 7,3 do 8,3 pH – przy czym na początku okresu badawczego stwierdzono jego niższe wartości, które dopiero z upływem czasu zaczęły wzrastać przy jednoczesnym podwyższeniu barwy i mętności. Zmiany odczynu spowodowane były prawdopodobnie rozwojem glonów i wyczerpaniu przez nie dwutlenku węgla rozpuszczonego w wodzie zbiornika, co z kolei prowadziło do zmian w przemianach węglanów wapnia, wpływających na podwyższenie odczynu [Siemieniuk, Szczykowska 2005].

Dla wód zbiornika barwa wody rosła po opadach deszczu. Jej wartość wahała się od 45 do 100 $gPt \cdot m^{-3}$ w okresie bezdeszczowym i od 85 do 167 $gPt \cdot m^{-3}$ w okresie deszczowym (tab. 2). Również Suchowolec i Górniak [Suchowolec, Górniak 2006] uzyskali w swoich badaniach, prowadzonych w latach 2001–2003, wysoką barwę wód zbiornika Zarzeczany. Powodem tego jest to, że zlewnia zbiornika leży na terenach bagiennych, leśnych, torfowiskowych i za-

wiera znaczne ilości substancji organicznych pochodzenia roślinnego – przeważnie związki humusowe, które są wypłukiwane szczególnie w okresie deszczu.

Fosforany, które w wodach naturalnych pochodzą z rozkładu związków organicznych roślinnych i zwierzęcych oraz z pól nawożonych nawozami fosforowymi wahały się w przedziale od 0,18 g $PO_4^{-3}\cdot m^{-3}$ w okresie bezdeszczowym do 2,20 g $PO_4^{-3}\cdot m^{-3}$ w okresie deszczowym (tab. 2). W wiosennym dopływie znajdujący się fosfor sprzyjał rozwojowi planktonu i był jednym z wielu istotnych czynników eutrofizacji wód [Suchowolec, Górniak 2006; Boyd 1996].

Największe stężenia form fosforu zaobserwowano w wodach zbiornika w okresie letnim, kiedy procesy produkcji pierwotnej zachodzą w zbiornikach najistotniej.

Również największe wartości chemicznego zapotrzebowania na tlen metodą nadmanganianową – ChZT-Mn, występowały w wodach zbiornika po opadach deszczu. Wody opadowe zmywały z terenów bagiennych i torfowisk do zbiornika substancje organiczne, gdzie następował ich rozkład stanowiąc źródło amoniaku i azotanów (III), a tym samym spowodowały wzrost ChZT–Mn. Według Leszczyńskiego, Siemieniuk i Szczykowskiej [Leszczyński i in. 2006] wysokie ChZT–Mn przy jednocześnie wysokiej barwie świadczy o humusowym pochodzeniu tych zanieczyszczeń.

Amoniak, który pochodzi zwykle z biochemicznego rozkładu organicznych związków azotowych roślinnych lub zwierzęcych na ogół rósł po opadach deszczu, co świadczy o tym, że dostają się one do wody wraz ze spływami powierzchniowymi wody.

Azotany (V) również rosły po opadach deszczu, powodując zmianę klasy jakości wód powierzchniowych.

Analiza stanu czystości wód zbiornika Zarzeczany i jego dopływów umożliwiła ocenę stopnia jego zanieczyszczenia i pozwoliła na klasyfikację jakości tych wód. W wyniku badań stwierdzono, ze w wodach zbiornika była niezadowalająca i zła (klasa IV i V) ze względu na barwę, BZT_5, ChZT – Mn, fosfor ogólny – w okresach bezdeszczowych a ze względu na barwę, BZT_5, ChZT – Mn, fosfor ogólny, a także fosforany i azot amonowy – w okresach deszczowych (tab. 2, 3). Znaczny wzrost średnich stężeń fosforanów – z ok. 0,3 g $PO_4^{-3}\cdot m^{-3}$ w okresach bezdeszczowych do ok. 1 g $PO_4^{-3}\cdot m^{-3}$ w okresach deszczowych, i fosforu ogólnego – odpowiednio z ok. 0,6 $gP\cdot m^{-3}$ i ok. 1,9 g $P\cdot m^{-3}$ w wodach zbiornika można tłumaczyć ich spływem po powierzchni gruntu nawozów sztucznych i środków ochrony roślin, gdyż gleby torfowe są raczej ubogie w fosfor. [Kiryluk 2005; Kaca 2006]

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Wody badanego zbiornika Zarzeczany charakteryzują się znacznymi wahaniami parametrów fizycznochemicznych, które spowodowane są zmianami

klimatycznymi. Analiza i porównanie stężeń wybranych parametrów fizykochemicznych badanej wody w okresach bezdeszczowych i deszczowych wykazała, że opady atmosferyczne powodują znaczny wzrost stężeń zanieczyszczeń w wodach zbiornika Zarzeczany (tab. 2). Szczególnie po obfitych deszczach zaobserwowano wzrost stężenia wskaźników odpowiedzialnych za zanieczyszczenie wody związkami organicznymi, co przy jednocześnie stosunkowo dużej barwie wskazuje na humusowe pochodzenie tych zanieczyszczeń. Spływy powierzchniowe decydują również o dopływie substancji biogennych, zwiększających zagrożenie wód zbiornika procesami eutrofizacji. Do podobnych wniosków doszedł Górniak [Górniak, Zieliński 1999]

WNIOSKI KOŃCOWE

1. Nie stwierdzono zanieczyszczenia wód zalewu Zarzeczany źródłami punktowymi.
2. Opady atmosferyczne miały duży wpływ na wzrost wartości parametrów fizykochemicznych zbiornika Zarzeczany, przyczyniając się do pogorszenia jakości jego wód.
3. Głównymi wskaźnikami klasyfikującymi wody zbiornika do V klasy jakości wód powierzchniowych była barwa, BZT_5, ChZT – Mn i związki fosforu.

BIBLIOGRAFIA

Boyd R., A. *Distribution of nitrate and orthophosphate In selected streams In Central Nebraska.* Wat. Res. Bull. 32(6), s. 1247–1257, 1996.

Durkowski T. *Zasoby wodne a jakość wody w rolnictwie.* Zesz. Eduk. IMUZ. 3, s.17–38, 1997.

Friedl G., Wuest A. *Disrupting biogeochemical cycles – Consequences of damming.* Aquat. Sci. 64, s. 55–65, 2002.

Górniak A., Zieliński P. *Rozpuszczona materia organiczna w wodach rzek północno-wschodniej Polski.* W. *Ochrona zasobów i jakości wód powierzchniowych i podziemnych*. Wyd. Ekon. i Środ. Białystok 1999, s. 127–132.

Gromiec M., Dojlido J. *Zmiany jakości wody wybranych zbiorników wodnych.* IMiGW, Warszawa 2006.

Instrukcja eksploatacji zbiornika małej retencji Zarzeczany (maszynopis niepublikowany), 2001.

Kaca E. *Jakość wód powierzchniowych i podziemnych.* Woda Środ. Obsz. Wiej. Rozprawa naukowa monografia. IMUZ. 18, s. 108–124, 2006.

Kasperczyk M., Sokołowski E. *Wpływ okrywy roślinnej gleby na ilość i jakość wód.* Mat. Konf. Środowisko a zdrowie. Częstochowa 2005, s.107–113.

Koc J., Nowicki Z., Glińska K., Łachacz A. *Kształtowanie się jakości wód w warunkach malej antropopresji na przykład zlewni strugi Ardung (Pojezierze Olsztyńskie)*. Zesz. Nauk. PAN „ Człowiek i Środowisko". 25, s. 155–167, 2000.

Kiryluk A. *Stężenia biogenów i węgla organicznego w wodach pochodzących z różnie użytkowanych torfowisk niskich*. Mon. Kom. In. Środ. PAN. 30, s. 974–979, 2005.

Leszczyńki J., Siemieniuk A., Szczykowska J. *Physicochemical Pollution of reservoir Siemianówka Tributaries.* Polish J. of environ. Stud. Vol. 15. No. 5D, s. 468–471, 2006.

Program ochrony środowiska powiatu Białostockiego. Przedsiębiorstwo Projektowo-Wdrożeniowe „Czyste powietrze". Wrocław 2003.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu wód. Dz.U. Nr 32. poz. 284.

Siemieniu A., Szczykowska J. *Analiza źródeł zanieczyszczeń wpływających na stan czystości zalewu Siemianówka.* Mon. Kom. In. Środ. PAN. 30, s. 943–951, 2005

Szczakowska J., Siemieniu A. *Concentration of Biogenic Compoundes in Water of Small Retention Reservoir Zarzeczany.* Polish J. of environ. Stud. Vol. 16. No.2A, s. 311–315, 2007.

Suchowolec T., Górniak A. *Sezonowość jakości wody małych zbiorników retencyjnych w krajobrazie rolniczym Podlasia.* Woda Środ. Obsz. Wiej, t. 6 z. 2(18), s. 347–358, 2006.

Wagner I., Zalewski M. *Efekt of hydrological patterns of tributaries on biotic processes in lowaland reservoir consequences for restoration*. Ecol. Eng. 16, s.79–90, 2000.

Dr inż. Elżbieta Halina Grygorczuk-Petersons
Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska
Instytut Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka
ul. Wiejska 45, 15- 351 Białystok
e-mail: petersons@wp.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. inż. Ryszard Ślizowski*