INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND ECOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 8/2/2010, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 5–13
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Jolanta Dąbrowska

WPŁYW OSADNIKA WSTĘPNEGO Z FILTREM BIOLOGICZNYM NA ZMIANY WARTOŚCI WYBRANYCH PARAMETRÓW FIZYKOCHEMICZNYCH WODY

PRELIMINARY SEDIMENTATION POND WITH A BIOLOGICAL FILTER AND ITS INFLUENCE ON VALUE CHANGES OF CHOSEN PHYSICOCHEMICAL WATER PARAMETERS

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki badań dotyczących wpływu osadnika wstępnego z filtrem biologicznym na zmiany wartości wybranych parametrów fizykochemicznych wód rzeki Wierzbiak zasilających zbiornik zaporowy w Mściwojowie.

Osadnik wstępny z filtrem biologicznym jest częścią zbiornika wstępnego. Składa się z 3 komór o różnej głębokości, z czego środkowa obsadzona jest trzciną *(Phragmites australis)* i pełni rolę filtra biologicznego, w którym zachodzą procesy oczyszczania wody.

Badania przeprowadzono od czerwca do października 2008 r. W próbach wody pobieranych co 2 tygodnie w laboratorium oznaczano stężenia azotanów i fosforanów, bezpośrednio w terenie mierzono temperaturę, przewodność oraz pH. W próbach osadów dennych oraz trzciny zwyczajnej oznaczono zawartość azotu, fosforu, suchej masy.

Otrzymane wyniki wskazują na wyraźne zmniejszanie się stężenia azotanów oraz wzrost temperatury w wodzie wypływającej z osadnika. W większości przypadków zanotowano w osadniku redukcję stężenia fosforanów. Przepływ wody przez osadnik nie wpływa na zmianę pH.

Słowa kluczowe: ochrona wód, zbiorniki zaporowe, osadnik wstępny

Summary

The article presents the results of an investigation concerning the influence of a preliminary sedimentation pond with a biological filter on value changes of chosen physicochemical water parameters in the Wierzbiak River, which feeds a water reservoir in Mściwojów.

A preliminary sedimentation pond with biological filter is part of a preliminary pond. It consists of three chambers of different depth, where the central one is planted with reed (Phragmites australis) and functions as a biological filter, where the processes of water purification take place.

The investigation was conducted between June and October 2008. In the samples of water collected every second week, concentration of nitrates and phosphates was marked. Directly, in the testing ground, the temperature, conductivity and pH were measured. In the samples of bottoms and reed, concentration of nitrogen, phosphorus and dry matter were marked.

The results of the investigation suggest a significant decrease of nitrates concentration and an increase of temperature in water flowing out the sedimentation pond. In the majority of cases a reduction of phosphates concentration in the sedimentation pond was noticed. The water flow through the pond does not influence pH value.

Key words: *water quality protection, dam reservoirs, preliminary sedimentation pond*

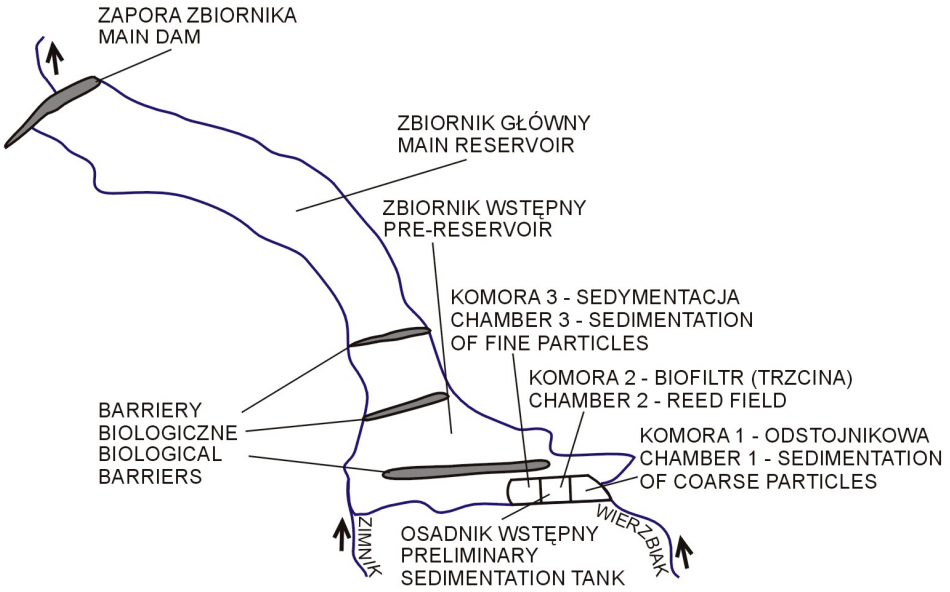
WPROWADZENIE

W Polsce podstawowe znaczenie w zaopatrywaniu gospodarki narodowej w wodę mają zasoby wód powierzchniowych. Zasoby wodne należą tu do najmniejszych w Europie, a w zbiornikach zaporowych retencjonuje się niewielkie ilości wody w porównaniu z realnymi możliwościami. Dostępność zasobów wodnych ogranicza często ich zła jakość. Poprawę tego stanu można uzyskać poprzez tworzenie nowych, ale także ochronę już istniejących różnych form retencji [Mioduszewski 1999; Stan… 1998; Stan… 1996].

Zbiorniki wstępne, osadniki wstępne i biofiltry są to jedne z możliwych rozwiązań wpływających na ochronę zasobów retencjonowanej wody. Dla ochrony zbiornika głównego w Mściwojowie zastosowano wymienione wyżej rozwiązania. O roli zbiorników wstępnych powstało wiele prac, między innymi: Wiatkowskiego i in. [2006]. Rolę roślinności osadnika w procesie zamulania opisano w pracach Pikul i Mokwy [2007 i 2008]. W prezentowanym artykule skupiono się na roli osadnika wstępnego z filtrem biologicznym w procesie oczyszczania wody.

OBIEKT BADAWCZY

Obiektem badań przedstawionych w pracy jest osadnik wstępny zbiornika zaporowego w Mściwojowie (rys. 1). Zlewnia zbiornika Mściwojów jest intensywnie użytkowana rolniczo. Zbiornik powstał w 1999 r. przez przegrodzenie doliny rzeki Wierzbiak w 35+375 km biegu, drugim ciekiem zasilającym jest Zimnik (28,8% całkowitego dopływu). W zbiorniku wydzielono część czaszy jako zbiornik wstępny z osadnikiem i przegrodami biologicznymi. Podstawowe parametry hydrologiczne i dane techniczne zbiornika Mściwojów przy NPP (normalnym poziomie piętrzenia), to: przepływ średni roczny 0,2 $m^3 \cdot s^{-1}$, normalny poziom piętrzenia 193,35 m n.p.m., pojemność 0,735 mln m^3, powierzchnia zalewu 34,6 ha, głębokość średnia 2,0 m, średni czas retencji 65 dni. Zbiornik wstępny (dane przy NPP): pojemność 175 000 m^3, powierzchnia 14 ha, średnia głębokość 1,3 m, średni czas retencji 15 dni [Zbiornik... 1995].



Rysunek 1. Zbiornik wodny Mściwojów
Figure 1. Mściwojów water reservoir

Osadnik wstępny składa się z 3 komór o zróżnicowanej głębokości (rys. 1). Pierwsza komora ma głębokość 1,40 m i powierzchnię 6136 m^2, druga ma głębokość 0,50 m i powierzchnię 4884 m^2, trzecia ma głębokość 1,10 m i powierzchnię 4424 m^2, cały osadnik ma długość ok. 103 m [Pikul 2007]. Do osadnika poprzez zastawkę kierowane są wody Wierzbiaka. W pierwszej komorze

osadzają się grubsze zawiesiny (komora odstojnikowa), komora druga to biofiltr z trzciną *(Phragmites australis),* w komorze 3 następuje sedymentacja najdrobniejszych zawiesin, dużą rolę odgrywa tu flora planktonowa i roślinność podwodna [Projekt... 1996].

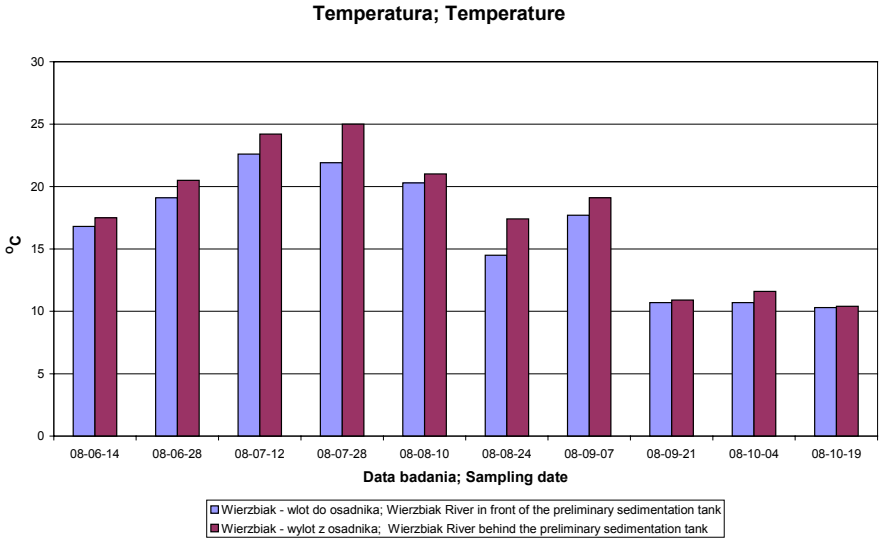
Skarpy osadnika oraz komorę 2 obsadzono trzciną (*Phragmites australis),* oczeretem jeziornym (*Schoenoplectus lacustris*) oraz pałką wąskolistną (*Typha angustifolia*). Zgodnie z przewidywaniami [Projekt... 1996] oczeret został wyparty przez inne rośliny, pałka wąskolistna została wyparta przez szerokolistną, trzcina utworzyła zwartą strukturę biofiltru. Z osadnika nie są regularnie usuwane osady oraz nie jest wykaszana trzcina, tak jak zalecano w Projekcie... [1996].

Biofiltry są zbiornikami o niewielkiej głębokości 0,3–0,6 m. Porośnięte są bujną roślinnością. Oczyszczanie wody polega tu na sedymentacji cząstek stałych, denitryfikacji azotu oraz poborze związków pokarmowych przez rośliny, prędkość przepływu wody nie powinna przekraczać 0,15 $m \cdot s^{-1}$ [Mioduszewski 1999].

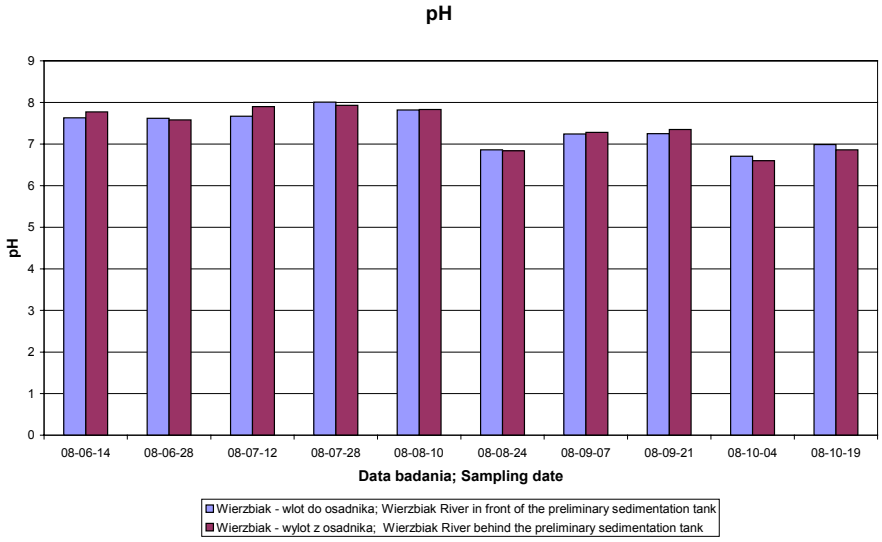
Makrofity w biofiltrze stwarzają korzystne warunki do rozwoju mikroorganizmów odgrywających rolę w procesie oczyszczania wody. Na łodygach makrofitów tworzy się błona biologiczna. Poza tym rośliny bezpośrednio absorbują z wody i podłoża związki mineralne. W celu prawidłowego funkcjonowania biofiltru należy rośliny po uzyskaniu średniego zwarcia wykaszać i usuwać poza obszar zbiornika [Projekt... 1996].

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

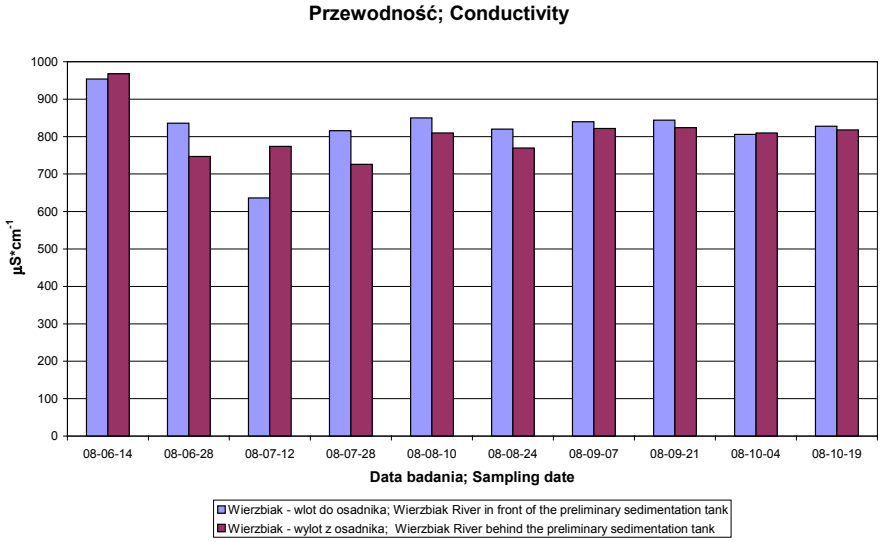
Badania przeprowadzono od czerwca do października 2008 r. Z powodu awarii zastawki woda przepływała przez osadnik od końca maja, badania zakończono w październiku z końcem okresu wegetacyjnego. W próbach wody pobieranych co 2 tygodnie w laboratorium Katedry Budownictwa i Infrastruktury oznaczano stężenia azotanów (metodą kolorymetryczną z salicylanem sodowym) i fosforanów (metodą kolorymetryczną z molibdenianem amonowym), bezpośrednio w terenie mierzono konduktometrem mikrokomputerowym Slandi przewodność i temperaturę, pH-metrem Slandi dokonywano pomiaru pH. W próbach osadów dennych oraz trzciny zwyczajnej w Uczelnianym Laboratorium Analitycznym Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu oznaczono zawartość ogólnych form azotu (metoda analizy elementarnej) i fosforu (mineralizacja mieszaniną kwasów i oznacz. met. ICP-AES) oraz suchej masy (met. wagowa). Wyniki przedstawiono na rysunkach 2–6 oraz w tabeli 1.



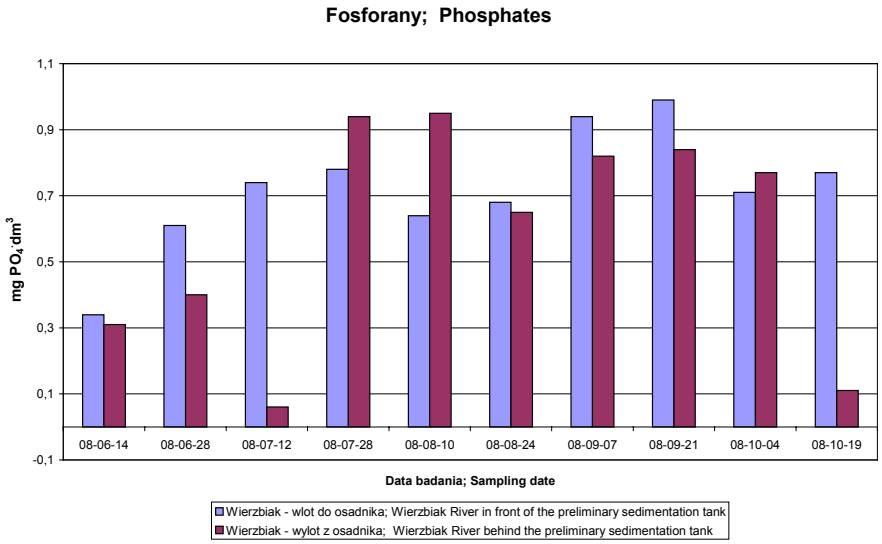
Rysunek 2. Temperatura (chwilowa) wód rzeki Wierzbiak – wlot i wylot z osadnika wstępnego
Figure 2. Temperature (transient) of the waters of Wierzbiak River in the front of and behind the preliminary sedimentation tank



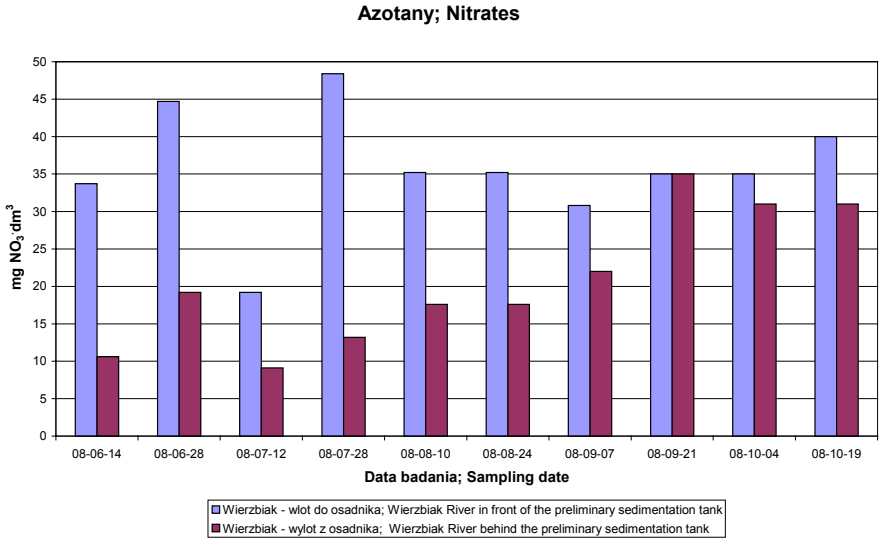
Rysunek 3. Ph wód rzeki Wierzbiak – wlot i wylot z osadnika wstępnego
Figure 3. Ph of the waters of Wierzbiak River in the front of and behind the preliminary sedimentation tank



Rysunek 4. Przewodność [w 20°C] wód rzeki Wierzbiak – wlot i wylot z osadnika wstępnego
Figure 4. Conductivity [at 20°C] of the waters of Wierzbiak River in the front of and behind the preliminary sedimentation tank



Rysunek 5. Stężenia fosforanów w wodach rzeki Wierzbiak – wlot i wylot z osadnika wstępnego
Figure 5. Concentration of phosphates in the waters of Wierzbiak River in the front of and behind the preliminary sedimentation tank



Rysunek 6. Stężenia azotanów w wodach rzeki Wierzbiak – wlot i wylot z osadnika wstępnego
Figure 6. Concentration of nitrates in the waters of Wierzbiak River in the front of and behind the preliminary sedimentation tank

WYNIKI BADAŃ

Temperatura. Temperatura na wylocie z osadnika wstępnego podczas każdego z badań była wyższa niż na wlocie. Obserwowano ogrzanie wody w osadniku od 0,1 do 3,1ºC (rys. 2).

Ph. Z przeprowadzonych badań wynika, że przepływ wody przez osadnik nie wpływa znacząco na zmianę jej pH (rys. 3). Zaobserwowano wahania pH na wlocie 6,67–8,01, na wylocie 6,6–7,93. Zmiany miały charakter sezonowy, najwyższe wartości pH obserwowano podczas zakwitu wody, który miał miejsce w całym zbiorniku wstępnym i głównym w lipcu i sierpniu 2008 r.

Przewodność. Wartości przewodności na wlocie wahały się w zakresie 636–954, na wylocie 726–954 $\mu S\ cm^{-1}$ (rys. 4) Najwyższe wartości zaobserwowano w czerwcu podczas pierwszego badania. Dla 7 badań z 10 przewodność wód Wierzbiaka na wejściu do osadnika była wyższa, w jednym przypadku 12 lipca woda wypływająca do osadnika miała zdecydowanie wyższą przewodność niż wpływająca.

Fosforany. Stężenia fosforanów na wlocie zmieniały się od 0,34 do 0,99 na wylocie od 0,11 do 0,95 $mgPO_4 \cdot dm^3$. 28 lipca i 10 sierpnia zaobserwowano dużo wyższe stężenie azotanów na wylocie z osadnika niż na wlocie (28.07: wlot 0,78, wylot 0,94; 10.08: wlot 0,64, wylot 0,95 $mgPO_4 \cdot dm^3$). W tym

czasie w zbiorniku obserwowano intensywny zakwit sinic. Niekorzystne warunki związane z zakwitem spowodowały uwalnianie fosforu zdeponowanego w osadniku. Osadnik nie jest regularnie czyszczany, co może wpływać dodatkowo na występowanie tego niepożądanego zjawiska. 8 października stężenie na wlocie 0,71 było nieco mniejsze niż na wylocie 0,77 $mgPO_4 \cdot dm^3$ w tym przypadku różnica nie była tak znacząca jak 28.07 i 10.08 (rys. 5).

Azotany. Podczas całego okresu badawczego stężenia azotanów w wodzie wypływającej z osadnika były niższe niż w wodzie wpływającej do niego. Największą redukcję stężeń azotanów obserwowano w okresie intensywnej wegetacji trzciny oraz innych roślin od czerwca do września. Stężenia na wlocie wahały się od 19,2 do 44,7; na wylocie z osadnika od 35 do 9,1 $mgNO_3 \cdot dm^3$ (rys. 6).

Tabela 1. Zawartość pierwiastków biogennych, suchej masy oraz substancji organicznej w trzcinie i osadach z osadnika wstępnego
Table 1. Content of nutrients, dry matter, and organic matter in reed and sediments from the preliminary sedimentation tank

Próba Sample	P %	N %	Sucha masa Dry matter %	Substancja organiczna Organic matter %
Trzcina Reed	0,133	2,20	49,88	–
Osady denne komora 1 Bottom sediments chamber1	0,073	0,05	59,60	5,37
|Osady denne komora 3 Bottom sediments chamber 3	0,118	0,07	62,46	6,49

Z badań przeprowadzonych dla osadów (tab. 1) wynika, że zawierają one znacznie więcej fosforu niż na początku funkcjonowania zbiornika, gdy jego zawartość wynosiła 0,02%. Zwiększyła się też zawartość azotu która w 2002 r. wynosiła 0,02–0,06 [Wiatkowski i in. 2006]. Osady w komorze 1 i 3 mają miąższość od 5 do ponad 50 cm. Badania przeprowadzono dla uśrednionej próby z komory 1 i 3. Trzcina z osadnika zawiera **0,133 % P i 2,20 % N**. Znając masę trzciny lub osadów usuniętych z osadnika podczas oczyszczania, można na podstawie wyników badań z tabeli 1 oszacować ilość biogenów usuniętych z ekosystemu zbiornika.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Zastosowane w zbiorniku w Mściwojowie rozwiązanie polegające na usytuowaniu osadnika wstępnego z biofiltrem jako elementu zbiornika wstępnego wpływa na poprawę jakości wody. Osadnik o powierzchni ok. 15 500 m^2 jest pierwszym obiektem zbiornika Mściwojów i odgrywa rolę nie tylko w ograni-

czaniu procesu zamulania zbiornika głównego, ale także w procesie oczyszczania wody. Oczyszczanie osadnika z osadów dennych oraz wykaszanie trzciny jest tu znacznie łatwiejsze niż podobne zabiegi na obszarze całego zbiornika wstępnego.

Otrzymane wyniki badań wskazują na znaczące zmniejszanie się stężenia azotanów podczas przepływu wody przez osadnik oraz wzrost temperatury wody. W większości przypadków zanotowano w osadniku redukcję stężenia fosforanów. Podczas zakwitu wody nastąpiło uwalnianie fosforu z osadnika wstępnego. Dla prawidłowego funkcjonowania osadnika należy zadbać o regularne usuwanie osadów oraz koszenie trzciny. Przepływ wody przez osadnik nie wpływa na zmianę jej pH.

BIBLIOGRAFIA

Mioduszewski W. *Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym*. Wydawnictwo Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty 1999, s. 165.

Pikul K.: *Ocena wpływu roślinności w osadniku wstępnym na proces zamulania zbiornika głównego na przykładzie zbiornika w Mściwojowie*. Rozprawa doktorska, maszynopis, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław 2007, s. 181.

Pikul K., Mokwa M. *Wpływ osadnika wstępnego na proces zamulania zbiornika głównego*. Przegląd Naukowy Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, Wydawnictwo SGGW, Annals *XVII, Issue 2(40), Warszawa 2008, s. 185–193.*

Projekt obsadzania roślinnością wodną retencyjnego zbiornika wodnego Mściwojów oraz zbiornika wstępnego. Instytut Inżynierii Środowiska, Akademia Rolnicza we Wrocławiu, Wrocław 1996.

Stan i wykorzystanie zasobów wód powierzchniowych Polski, IMGW, Seria: Gospodarka Wodna i Ochrona Wód, Warszawa–Kraków, 1996, s. 52.

Stan środowiska w Polsce. Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 1998, s. 175.

Wiatkowski M., Czamara W., Kuczewski K. *Wpływ zbiorników wstępnych na zmiany jakości wód retencjonowanych w zbiornikach głównych*. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk. Works & Studies No. 67. Zabrze, 2006, s. 121.

Zbiornik wodny „Mściwojów" na rzece Wierzbiak gmina Mściwojów woj. legnickie. Projekt budowlany urządzeń i obiektów hydrotechnicznych. Instytut Inżynierii Środowiska. Akademia Rolnicza we Wrocławiu. Wrocław 1995.

Dr inż. Jolanta Dąbrowska
Instytut Inżynierii Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
pl. Grunwaldzki 24
50-363 Wrocław
tel. 71 3205 544
jolanta.dabrowska@up.wroc.pl

Recenzent: *Prof. dr hab. Laura Radczuk*