INFRASTRUKTURA I EKOLOGIA TERENÓW WIEJSKICH
INFRASTRUCTURE AND EKOLOGY OF RURAL AREAS

Nr 5/2008, POLSKA AKADEMIA NAUK, Oddział w Krakowie, s. 5–12
Komisja Technicznej Infrastruktury Wsi

Joanna Szczykowska, Anna Siemieniuk

OCENA JAKOŚCI WÓD W WYBRANYCH ZBIORNIKACH MAŁEJ RETENCJI WOJEWÓDZTWA PODLASKIEGO

ESTIMATION OF THE QUALITY OF CHOSEN LOW-RETENTION RESERVOIRS OF THE PODLASKIE VOIVODSHIP

Streszczenie

W pracy dokonano oceny stopnia zanieczyszczenia wód w zbiornikach małej retencji Jasionówka i Czapielówka, położonych na terenie woj. Podlaskiego. Zbiornik zaporowy Czapielówka charakteryzował się w badanym okresie wyższą średnią zasobnością w fosforany, w stosunku do zbiornika Jasionówka. Pierwszej klasie jakości odpowiadały stężenia wszystkich nieorganicznych form azotu oznaczane w warstwie przypowierzchniowej obu akwenów. Do II klasy można zakwalifikować oba zbiorniki ze względu na stężenia żelaza i manganu. Biorąc pod uwagę stężenia związków organicznych, wyrażane jako ChZT-Mn w obu akwenach odpowiadały wartościom charakterystycznym dla III klasy. Pod względem wartości ChZT-Cr zbiornik Jasionówka spełniał warunki odpowiadające IV klasie, a zbiornik Czapielówka V klasie jakości wód powierzchniowych. Wartości barwy w każdym z analizowanych obiektów odpowiadały IV/V klasie jakości wód powierzchniowych. Analiza rozkładu badanych wskaźników zanieczyszczenia wykazała, że zbiornik Jasionówka charakteryzował się niższym poziomem trofii w porównaniu do zbiornika Czapielówka.

Słowa kluczowe: zbiorniki małej retencji, zanieczyszczenia, związki biogenne

Summary

The research work contains estimation of the low-retention reservoirs, Jasionówka and Czapielówka, pollution level. Both reservoirs are located within the region of Green Lungs of Poland in the Podlaskie region. The Czapielówka impounding reservoir, in the examined period of time, had higher level of

phosphates abundance, in comparison to Jasionówka reservoir. Concentration of all inorganic forms of nitrogen in the surface layer, in both water regions meets standards of first quality class. In the aspect of iron and manganese we can classify both reservoirs to the second class.

Considering the concentration of organic compound (presented as COD_{Mn}) in both reservoirs met the norms characteristic for third class.

Considering COD_{Cr}, Jasionówka low-retention reservoir met standards characteristic for fourth class, and Czapielówka- for fifth class of surface water quality. Color indicators in both analyses water regions were characteristic for fourth/ fifth class.

The analysis of investigated factors showed, that Jasionówka Water Reservoir characterized lower level of trophic state than Czapielówka Reservoir.

***Key words**: low-retention reservoirs, pollution, biogenic compounds*

WSTĘP

W wyniku istniejących współcześnie tendencji odwrócenia skutków intensywnych melioracji wodnych, szczególny nacisk położono na zastosowanie proekologicznych form zatrzymywania wody w postaci małej retencji. Specyfika małych zbiorników zaporowych, polegająca na zatrzymywaniu związków pokarmowych czyni z nich ekosystemy podatne na procesy eutrofizacji. Na terenie województwa podlaskiego istnieje ponad dwadzieścia sztucznych zbiorników zaporowych, utworzonych na skutek wspierania i implementacji programu rozwoju małej retencji. Zmiany jakości wód powierzchniowych zlewni są szczególnie widoczne w małych zbiornikach wodnych. Czynnikami najbardziej wpływającymi na wielkość ładunku związków biogennych oraz ich migrację w wodach powierzchniowych są: zagospodarowanie zlewni, wielkość i obniżenie powierzchni terenu, rodzaj i stopień pokrycia gleb roślinnością, gęstość zaludnienia, infrastruktura sanitarna, poziom i sposób nawożenia, obsada inwentarza żywego i inne [Giercuszkiewicz-Bajtlik 1990, Ilnicki 2002]. Może to wpływać na złożone procesy przebiegające w wodach małych zbiorników zaporowych, jednocześnie obniżając ich jakość. Celem pracy była ocena jakości wód zbiorników Jasionówka i Czapielówka ze szczególnym uwzględnieniem związków biogennych. Badania prowadzono w ramach realizacji pracy własnej w Katedrze Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska.

MATERIAŁY I METODYKA BADAWCZA

Badaniami objęto dwa zbiorniki małej retencji w miejscowościach Jasionówka (o zlewni typowo rolniczej) i Czarna Białostocka (o zlewni leśno-rolnej) położone w całości w granicach Zielonych Płuc Polski, na terenie województwa podlaskiego. Zbiornik zaporowy „Jasionówka", o powierzchni 2,03 ha i średniej głębokości 2 m, zlokalizowany jest na terenie wsi Jasionówka. Do podstawo-

wych jego zadań należy magazynowanie wody i wykorzystywanie jej w okresach niedoborów do poprawy nawilgotnienia użytków rolnych znajdujących się poniżej zbiornika oraz do celów przeciwpożarowych. Gromadzi on wody powierzchniowe górnej części zlewni rzeki Brzozówka. Dominują tu użytki rolne, stanowiące 81,2% powierzchni gminy, z czego: grunty orne stanowią 64,8%, łąki 17,3%, pastwiska 17,3% i sady 0,6%. Wśród gruntów ornych przeważają gleby kompleksów żytnich. Użytki zielone są w większości zmeliorowane. Wskaźnik zaludnienia w gminie Jasionówka jest niewielki i wynosi 32 osoby/km^2 [Opracowanie 2005].

Do głównych zadań zbiornika wodnego Czapielówka o powierzchni 16,3 ha i średniej głębokości 2,0 m, zlokalizowanego w odległości około 2 km od miejscowości Czarna Białostocka należą: magazynowanie wody do celów przeciwpowodziowych i przeciwpożarowych, ekstensywna hodowla ryb, powstrzymanie erozji wodnej oraz wykorzystanie do celów rekreacyjno-sportowych. Zlewnia zbiornika położona na terenie Puszczy Knyszyńskiej pokryta jest rzadką siecią małych cieków powierzchniowych, z których największą jest rzeka Czapielówka, prawy dopływ rzeki Czarnej. Miejscowości znajdujące się na terenie zlewni obu analizowanych zbiorników retencyjnych nie są skanalizowane. Ścieki z gospodarstw rolnych w większości gromadzone są w zbiornikach, często nieszczelnych, z których zanieczyszczenia mogą przedostawać się do wód powierzchniowych lub do ziemi. Brak danych dotyczących ilości, a zwłaszcza stanu technicznego przydomowych zbiorników na ścieki nie pozwala jednoznacznie oszacować wpływu tego źródła zanieczyszczeń na środowisko. Na terenach bezpośrednio otaczających akweny nie odnotowano żadnych większych ośrodków przemysłowych, które mogłyby wpływać negatywnie na jakość wody w zlewiskach.

W celu ustalenia przebiegu zmian średnich stężeń związków biogennych w przestrzennym układzie zbiorników punkty pomiarowo-kontrolne dobrano tak, aby uchwycić zmiany zachodzące w obiektach badawczych. W niniejszej pracy zaprezentowano wyniki badań próbek pobieranych w trzech punktach pomiarowo-kontrolnych zlokalizowanych na każdym z analizowanych akwenów. Przy czym, w obu przypadkach, pierwszy punkt zlokalizowany jest w górnej części zbiornika, drugi w centralnej części zbiornika, a trzeci w dolnej części zbiornika. W ramach badań próbek wody, pobieranych z warstwy powierzchniowej strefy brzegowej, wykonywano co miesiąc, w okresie od kwietnia 2007 do marca 2008 roku, zgodnie z obowiązującą metodyką [Hermanowicz 1999], następujące oznaczenia: azot amonowy, azotany (V), azotany (III), ogólny azot Kjeldahla, fosforany, żelazo, mangan, $ChZT_{Cr}$, $ChZT_{Mn,}$ barwa, przewodność elektrolityczna właściwa, pH. Natomiast oceny jakości wód dokonano, porównując otrzymane wyniki z wartościami granicznymi określonymi w stosownym Rozporządzeniu [Dz.U. z dnia 11.02.2004r.].

WYNIKI BADAŃ

Zestawienie wyników przeprowadzonych badań wraz z analizą statystyczną przedstawiono w tabelach 1–2. Charakterystyczną cechą prezentowanych wyników jest fakt, iż najmniej korzystne z punktu widzenia jakości wody obu zbiorników były wskaźniki charakteryzujące zasobność wód w fosforany, azot Kjeldahla oraz materię organiczną wyrażaną jako: ChZT-Mn i ChZT-Cr.

Próbki wody pobierane ze zbiornika zaporowego w Jasionówce charakteryzowały się niewielkimi wartościami stężeń azotu amonowego oraz azotanów (V), które nie przekraczały maksymalnych stężeń właściwych dla I klasy jakości wód powierzchniowych. Podobnie zawartość azotanów (III) mieściła się w granicach charakterystycznych dla I klasy, jedynie w maju i czerwcu nastąpił nieznaczny wzrost stężenia omawianego parametru. Największym wahaniom podczas okresu objętego badaniami ulegały wartości azotu Kjeldahla (0,1÷2,55 mgN/dm^3). Maksymalne wartości zaobserwowano w maju i październiku. Stężenia fosforanów pozwalały sklasyfikować omawiany zbiornik do II/III klasy jakości, oprócz okresu wiosennego i jesiennego, kiedy to stwierdzono wartości przekraczające $1mgPO_4/dm^3$ (wody pozaklasowe). Zawartość fosforanów w wodzie ulegała obniżeniu podczas sezonu wegetacyjnego roślin. Potwierdza to badania E. Płuciennik i M. Szustakowskiego, którzy stwierdzili, że w miarę kiedy okres wegetacyjny dobiega końca fosfor jest gromadzony w wodzie oraz osadach dennych [Płuciennik, Szustakowski 2005]. W zbiorniku Jasionówka zmiany koncentracji badanych wskaźników w czasie prowadzonych badań miały różny przebieg. Najniższe stężenia fosforanów odnotowano w środkowej części zbiornika Jasionówka, natomiast najwyższe wartości omawianego parametru stwierdzono w pobliżu ujścia wód ze zbiornika. Rozpatrując zmiany stężeń azotu amonowego, azotanów (V), manganu, ChZT-Mn oraz ChZT-Cr, ogólnie można stwierdzić, iż w zbiorniku Jasionówka najwyższe wartości wskaźników obserwowano w punkcie pomiarowo-kontrolnym zlokalizowanym w pobliżu dopływu, stężenia zmniejszały się w kierunku zgodnym z przepływem wody przez zbiornik. Wartości ChZT-Cr mieściły się w granicach III/IV klasy jakości wód powierzchniowych, poza okresami wiosennym i jesiennym, kiedy to wysokie wartości omawianego parametru kwalifikowały analizowany zbiornik do wód pozaklasowych. Przyczyną tak dużych stężeń związków organicznych, wyrażonych jako ChZT-Cr mogą być spływy powierzchniowe, infiltracja zanieczyszczeń z obszarów rolnych oraz powstała w zbiorniku materia organiczna w wyniku produkcji pierwotnej. Potwierdzają to również badania przeprowadzone przez Koszelnika i Tomaszka [Koszelnik, Tomaszek 2007]

Wody zbiornika Czapielówka w Czarnej Białostockiej podczas cyrkulacji wiosennej w niewielkim stopniu obciążone były materią organiczną (ChZT-Cr, ChZT-Mn). Natomiast stwierdzony jesienią wzrost tych parametrów wskazywał na obecność w wodach trudno rozkładalnych związków organicznych.

Tabela 1. Fizykochemiczne parametry próbek wody pochodzących ze zbiornika Jasionówka
Table 1. Physico-chemical parameters of water samples of Jasionówka Reservoir

Badany parametr Parameter	Jednostka Unit	Punkt poboru 1 Sampling site 1				Punkt poboru 2 Sampling site 2				Punkt poboru 3 Sampling site 3			
		Min.	Max.	Wart. średnia Mean	Odchylenie standard. Standard deviation	Min.	Max.	Wart. średnia Mean	Odchylenie standard. Standard deviation	Min.	Max.	Wart. średnia Mean	Odchylenie standard. Standard deviation
		N=12				N=12				N=12			
azot amonowy ammonia	mg NH_4^+/dm^3	0,01	0,4	0,131	0,069	0,02	0,2	0,124	0,07	0,01	0,2	0,097	0,08
azotany (V) nitrate	mg NO_3^-/dm^3	0,1	1,7	0,5	0,538	0,1	0,7	0,2	0,14	0,1	0,4	0,25	0,09
azotany (III) nitrite	mg NNO_2^-/dm^3	0,001	0,032	0,006	0,007	0,002	0,016	0,006	0,005	0,003	0,019	0,007	0,006
TKN kjeldahl nitrogen	mg N/dm^3	0,1	2,55	1,45	0,815	0,15	2,25	0,978	0,650	0,07	2,4	1,146	0,776
fosforany phosphates	mg PO_4/dm^3	0,13	0,6	0,3	0,16	0,01	0,66	0,288	0,236	0,15	1,07	0,36	0,26
żelazo iron	$mgFe/dm^3$	0,08	0,22	0,136	0,055	0,11	0,16	0,132	0,0216	0,07	0,33	0,152	0,106
mangan manganese	$mgMn/dm^3$	0,001	0,248	0,088	0,095	0,001	0,16	0,076	0,072	0,001	0,15	0,065	0,056
ChZT-Mn COD_{Mn}	mgO_2/dm^3	4,0	6,8	5,7	0,9	2,8	5,8	4,2	1,1	3,2	6,8	4,6	1,1
ChZT-Cr COD_{Cr}	mgO_2/dm^3	36	129	69,33	17,3	37	131	43,66	7,63	25	42	35	8,88
barwa color	$mgSiO_2/dm^3$	12	68	44,5	19,2	14	94	54	18	19	80	46,6	20,1
przewodność conductivity	µS/cm	346	383	368,8	13,1	346	377	363,5	10,46	345	379	364,6	11,67

Tabela 2. Fizykochemiczne parametry próbek wody pochodzących ze zbiornika Czapielówka
Table 2. Physico-chemical parameters of water samples of Czapielówka Reservoir

Badany parametr Parameter	Jednostka	Punkt poboru 1 Sampling site 1				Punkt poboru 2 Sampling site 2				Punkt poboru 3 Sampling site 3			
		Min.	Max.	Wart. średnia Mean	Odchylenie standard. Standard deviation	Min.	Max.	Wart. średnia Mean	Odchylenie standard. Standard deviation	Min.	Max.	Wart. średnia Mean	Odchylenie standard. Standard deviation
		N=12				N=12				N=12			
azot amonowy ammonia	mgNH_4^+/dm^3	0,07	0,51	0,169	0,081	0,01	0,52	0,166	0,09	0,02	0,54	0,277	0,10
azotany (V) nitrate	mg NO_3/dm^3	0,1	1,3	0,575	0,389	0,1	1,3	0,575	0,367	0,2	1,9	0,633	0,381
azotany (III) nitrite	mg NO_2/dm^3	0,003	0,013	0,008	0,003	0,005	0,017	0,01	0,003	0,003	0,012	0,008	0,002
TKN kjeldahl nitrogen	g N/dm^3	0,45	3,6	1,757	1,021	0,6	2,4	1,328	0,661	0,6	2,7	1,42	0,863
fosforany phosphates	mg PO_4/dm^3	0,08	1,02	0,30	0,20	0,13	2,75	0,76	0,33	0,05	2,75	0,584	0,169
żelazo iron	mgFe/dm^3	0,01	0,26	0,108	0,075	0,03	0,24	0,11	0,065	0,06	0,23	0,121	0,067
mangan manganese	mgMn/dm^3	0,012	0,28	0,111	0,07	0,028	0,292	0,118	0,06	0,026	0,23	0,119	0,08
ChZT-Mn COD_{Mn}	mgO_2/dm^3	6,4	14,0	10,14	1,862	5,4	13,2	10,08	1,941	4,6	14,5	10,5	1,828
ChZT-Cr COD_{Cr}	mgO_2/dm^3	41	125	65,4	33	41	118	61,4	32,1	10	119	56,4	34,4
barwa color	mgSiO_2/dm^3	55	131	90,57	30,58	27	154	97,71	34,00	6,8	172	101,14	35,18
przewodność conductivity	µS/cm	366	481	430,33	40,87	366	463	428,67	37,40	391	479	438	39,35

Dalsze badania wykazały zróżnicowany poziom obecności w środowisku wodnym związków biogennych. Wody badanego akwenu w Czarnej Białostockiej charakteryzowały się dużą zmiennością, zarówno w odniesieniu do miejsca, jak i terminu poboru próbek wszystkich badanych form substancji biogennych. Zarówno stężenia azotanów (III) jak i azotanów (V) utrzymywały się na poziomie wartości charakterystycznych dla I/II klasy jakości wód powierzchniowych.

Natomiast wiosenny wzrost stężenia azotu amonowego w zbiorniku wskazywał na to, że proces rozkładu materii organicznej nie został jeszcze zakończony, ponieważ stwierdzono jednocześnie podwyższoną zawartość azotu Kjeldahla w analizowanych próbkach wody. Stężenia fosforanów wiosną odpowiadały IV/V klasie, natomiast jesienią nie przekraczały wartości charakterystycznych dla II klasy jakości wód powierzchniowych. Obserwacje przestrzennego rozkładu związków biogennych wykazały, że zbiornik w Czarnej Białostockiej nie ma zdolności do samooczyszczania. Próbki wody pochodzące z trzeciego punktu poboru charakteryzowały się wyższymi stężeniami związków biogennych niż w punkcie pierwszym. Szczególnie w okresie wiosennym i letnim stężenia fosforanów w obrębie ujścia wód ze zbiornika były średnio większe o 40÷70% niż w punkcie pomiarowo-kontrolnym zlokalizowanym w pobliżu dopływu. Zaobserwowane wartości były bardzo wysokie (2,75 mg PO_4/dm^3) i mogą wskazywać tylko na antropogeniczne pochodzenie zanieczyszczenia [Koszelnik, Tomaszek 2007]. Tym bardziej, że tereny bezpośrednio otaczające omawiany zbiornik pokryte są lasami Puszczy Knyszyńskiej, a przyjmuje się, że najmniejsze ilości związków biogennych są wymywane z terenów pokrytych trwałymi użytkami zielonymi i lasami [Giercuszkiewicz-Bajtlik 1990; Ilnicki 2002]. Zlewnię dopływającej do zbiornika rzeki Czapielówka można określić jako leśno-rolniczą.

Zbiornik zaporowy Czapielówka charakteryzował się w badanym okresie wyższą średnioroczną zasobnością w fosforany, wynoszącą 0,548 $mgPO_4/dm^3$ w stosunku do zbiornika Jasionówka, w którym średnie stężenie tego wskaźnika wyniosło 0,296 $mgPO_4/dm^3$. Również średnioroczne wartości ChZT-Mn i ChZT-Cr w okresie objętym badaniami, wynoszące odpowiednio: 10,235 mgO_2/dm^3 oraz 61,058 mgO_2/dm^3 w zbiorniku Czapielówka były większe niż w próbkach wody pochodzących ze zbiornika Jasionówka, które wynosiły 4,787 mgO_2/dm^3 w przypadku ChZT-Mn, a 49,287 mgO_2/dm^3 dla ChZT-Cr. Zgodnie ze stosowaną metodyką oceny jakości wód zbiorników zaporowych pierwszej klasie jakości odpowiadały stężenia wszystkich nieorganicznych form azotu oznaczane w warstwie przypowierzchniowej obu akwenów. Do II klasy jakości wód powierzchniowych można zakwalifikować oba zbiorniki ze względu na stężenia żelaza i manganu. Biorąc pod uwagę stężenia związków organicznych, wyrażane jako ChZT-Mn, w obu akwenach odpowiadały wartościom charakterystycznym dla III klasy. Pod względem wartości ChZT-Cr zbiornik Jasionówka spełniał warunki odpowiadające IV klasie, a zbiornik Czapielówka V klasie jakości wód powierzchniowych. Wartości barwy w każdym z analizowanych obiektów odpowiadały IV/V klasie jakości wód powierzchniowych. Analiza obserwacji przestrzennego rozkładu badanych wskaźników zanieczysz-

czenia pozwala stwierdzić, że zbiornik Jasionówka w mniejszym stopniu uległ eutrofizacji w porównaniu do zbiornika Czapielówka.

WNIOSKI

1. Największe stężenia badanych wskaźników uzyskano w zbiorniku Czapielówka, akwen w Jasionówce miał wody lepszej jakości.

2. W analizowanych zbiornikach zaobserwowano w okresie wiosennymi wczesnojesiennym pogorszenie większości parametrów decydujących o jakości wód.

3. Wskaźnikami fizykochemicznymi najbardziej obniżającymi jakość wody w obu zbiornikach okazały się: fosforany, azot Kjeldahla, ChZT-Mn, ChZT-Cr oraz barwa.

BIBLIOGRAFIA

Dz.U. z dnia 11.02.2004 r., nr 32 poz. 284.

Giercuszkiewicz-Bajtlik M. *Prognozowanie zmian jakości wód stojących.* Wydawnictwa Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa 1990.

Hermanowicz W. *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków.* Wyd. Arkady, Warszawa 1999.

Houben G. J., Martiny A., Basler N., Langguth H. R. Pluger W. L. *Assessing the reactive transport of inorganic pollutants in groundwater of the Bourtanger Moor area.* Environmental Geology, 41, 2001, s. 488–494.

Ilnicki P. *Przyczyny, źródła I przebieg eutrofizacji wód powierzchniowych.* Przegląd Komunalny, 2, 125, 2002, s. 35–49.

Kajak Z. *Hydrobiologia-limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych*. WN PWN, Warszawa 2001.

Klimaszyk P. *Peatbog-Humic Water Complex in Forest Landscape: Factors Determining its Functioning.* Polish Journal of Environmental Studies, vol. 15, No. 5D, Part II, 2006, s. 384–388.

Koszelnik P., Tomaszek J. A. *Origin and Seasonal Variability of Nutrient Loads from an Agriculture Catchment Area into Shallow Man-Made Lake.* Polish Journal of Environmental Studies, vol 16, No 2A, 2007, s. 248–251.

Koszelnik P., Tomaszek A. J. *Share of different types of catchments in the Solina reservoir loadings with biogenic elements,* Env. Prot. Eng. 30 (4), 2004, s. 65–72.

Mioduszewski W. *Ochrona o kształtowanie zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym*. Wydawnictwo IMUZ, Falenty 1999.

Opracowanie Urzędu Gminy Jasionówka na podstawie *Rocznika statystycznego województwa podlaskiego 2005.* Urząd Statystyczny w Białymstoku, 2005.

Płuciennik E., Szustakowski M. *Obieg fosforu w układzie woda–rośliny wodne osady denne.* II Kongres Inżynierii Środowiska, Monografie PAN, vol. 33, 2005, s, 219–225.

Szczykowska J., Siemieniuk A., Leszczyński J. *Trophic situation of retention reservoirs in Bialystok county.* Polish Journal of Environmental Studies 2006, s. 586–599**.**

Dr n. tech. Joanna Szczykowska, dr inż. Anna Siemieniuk
Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska
ul.Wiejska 45B, 15-351 Białystok, (0-85) 746-96-30, szczykowska@wp.pl

Recenzent: *Doc. dr hab. inż. Grażyna Mazurkiewicz-Boroń*