

Anna Siemieniuk, Joanna Szczykowska

PRZYCZYNY I SKUTKI POZIOMU CZYSTOŚCI WÓD ZBIORNIKÓW MAŁEJ RETENCJI NA PODLASIU

Streszczenie. Działania mające na celu retencjonowanie wody należy rozpatrywać w powiązaniu z jej jakością i realizacją zadań mających na celu poprawę stanu czystości wód. Jednym z celów małej retencji jest wydłużenie drogi obiegu zanieczyszczeń. Spiętrzenie wód płynących i powstanie zbiorników wodnych w istotny sposób wpływa na procesy chemiczne, biochemiczne i biologiczne w wodzie. W wyniku piętrzenia zwiększa się powierzchnia wody, głębokość, czas przepływu, a zmniejsza prędkość przepływu. Spadek zawartości zanieczyszczeń organicznych w zbiorniku jest na ogół większy niż na tym samym odcinku rzeki przed spiętrzeniem. W zbiorniku następuje bowiem zwiększona sedimentacja zawieszin i wydłuża się czas rozkładu zanieczyszczeń organicznych. W efekcie może to poprawić jakość wody, jednak dotyczy to tylko czystych wód. W przypadku wód zanieczyszczonych spiętrzenie zwykle pogarsza jakość wody. Zmiany jakości wód w zbiornikach są uwarunkowane w dużym stopniu sytuacją lokalną i są różnokierunkowe. Jakość wody dopływającej do zbiornika ma podstawowe znaczenie. Dopływ do zbiornika wód zanieczyszczonych może powodować, że będą w nim zachodziły niekorzystne procesy powodujące pogorszenie jakości wód. Celem niniejszego opracowania jest analiza przyczyn i skutków poziomu zanieczyszczenia wód zbiorników małej retencji oraz ich dopływów na terenie województwa podlaskiego pod kątem obecności wybranych zanieczyszczeń fizyko - chemicznych. Badania wód prowadzono od grudnia 2008 do grudnia 2009 roku na dwóch wybranych obiektach zlokalizowanych na Podlasiu. Są to zbiorniki małej retencji w Sokółce i Czarnej Białostockiej.

Słowa kluczowe: jakość wód, zbiornik małej retencji, zanieczyszczenia, związki biogeniczne.

WPROWADZENIE

Działania mające na celu retencjonowanie wody należy rozpatrywać w powiązaniu z jej jakością oraz realizacją zadań, mogących poprawić stan czystości wód. Zadaniem małej retencji jest przede wszystkim zwiększenie potencjalnych zdolności retencyjnych niewielkich zlewni [Mioduszewski 2003]. Kolejnym celem jest wydłużenie drogi obiegu zanieczyszczeń oraz poprawienie bilansu wodnego zlewni [Radczuk, Olearczyk 2002]. Spiętrzenie wód płynących i powstanie zbiorników wodnych w istotny sposób wpływa na procesy chemiczne, biochemiczne i biologiczne w wodzie. W efekcie może to poprawić jakość wody, jednak dotyczy to tylko czystych wód. W przypadku wód zanieczyszczonych spiętrzenie zwykle pogarsza jej jakość. Bardzo istotny jest także wpływ zbiornika na jakość wody w rzece poniżej zapory

Anna SIEMIENIUK, Joanna SZCZYKOWSKA – Politechnika Białostocka, Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska

[Klimaszyk 2006]. Zmiany jakości wód w zbiornikach są różnokierunkowe i uwarunkowane w dużym stopniu sytuacją lokalną.

Celem niniejszego opracowania wykonywanego w ramach realizacji pracy statutowej S/WBiŚ/24/08, jest analiza przyczyn i skutków poziomu zanieczyszczenia wód zbiorników małej retencji oraz ich dopływów na terenie województwa podlaskiego pod kątem obecności wybranych zanieczyszczeń fizyko-chemicznych. Na większe obciążenie zbiorników tymi zanieczyszczeniami mają niewątpliwie wpływ rzeki zasilające te zbiorniki, których powierzchnie zlewni są niejednokrotnie znacznie większe niż powierzchnie samych zbiorników.

MATERIAŁ I METODY

Pierwszym zbiornikiem małej retencji jest Zalew Sokólski o objętości około 320 tys. m³ wody i powierzchni zalewu 18,3 ha, oddano go do użytku w latach 40-tych XX wieku. Zbiornik położony jest na kanale Sokólskim, który jest prawym dopływem rzeki Sokołda. Średnia głębokość zbiornika wynosi 1,75 m, a ze względu na jego położenie na obrzeżach miasta zalew jest szczególnie intensywnie wykorzystywany przez miejscową ludność do celów rekreacyjno-sportowych. Drugi zbiornik to zalew Czapielówka, położony na terenie Puszczy, utworzony na rzece o tej samej nazwie. Do głównych zadań akwenu Czapielówka, wykonanego w latach 1971-1981, 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, ochrona środowiska przyrodniczego, powstrzymanie erozji wodnej oraz wykorzystanie do celów rekreacyjno-sportowych. W każdym akwenu wytypowano po 2 punkty pomiarowo-kontrolne. Badaniu jakości wód zbiorników towarzyszyły również badania jakości rzek zasilających zbiornik (powyżej zbiornika 1 punkt) i odpływających ze zbiornika (poniżej zbiornika 2 punkt).

Wszystkie oznaczenia badań analitycznych wykonywano zgodnie z obowiązującymi aktualnie normami [Rozporządzenie 2008], obejmowały one następujące wybrane wskaźniki fizyko-chemiczne: barwa, mętność, żelazo ogólne, mangan, amoniak, azotany(III), azotany (V), azot ogólny, fosforany, ChZT-Mn, przewodność elektrolityczna, ogólny azot Kjeldahla i odczyn. Analizy prowadzono od grudnia 2008 roku do grudnia 2009. Próby do oznaczeń pobierano raz w miesiącu.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki badań laboratoryjnych, dotyczące poziomu czystości wybranych wskaźników fizyko-chemicznych w wodach zbiorników w Sokółce i Czarnej Białostockiej zostały przedstawione tabelarycznie (tabela 1). W opracowaniu statystycznym obliczono wartości średnie, minimalne i maksymalne oraz medianę i odchylenie stan-

dardowe na podstawie wszystkich uzyskanych wyników badań, wykorzystując program Statistica 6.

Analizując uzyskane wyniki badań można stwierdzić, iż barwa pozorna oznaczana w próbkach pochodzących z obu analizowanych zbiorników utrzymywała się na wyższym poziomie niż barwa rzeczywista, co prawdopodobnie mogło być wywołane obecnością zawiesin w wodzie. Wyższe wartości tych obu oznaczeń zanotowano w wodach akwenu w Czarnej Białostockiej. Rozkład przestrzenny mętności ulegał bardzo dużym wahaniom w obydwu zbiornikach i kształtował się od 1,09 NTU (Nefelometric Turbidity Unit) do 31 NTU w wodach zalewu w Czarnej Białostockiej. Zaobserwowano znaczny wzrost ilości tego wskaźnika w okresie wiosenno-letnim, co mogło być wywołane intensywnym wykorzystaniem rekreacyjnym obu akwenów.

Stężenie żelaza w wodach jest bardzo zmienne, ponieważ podlega ono wpływom różnorodnych czynników. [Kabata-Pendias A., Pendias H. 1993] W omawianych akwenach żelazo występowało w stężeniach od wartości minimalnej 0,01 mg Fe/dm³ do wartości maksymalnej 0,96mg Fe/dm³. Zmniejszona ilość żelaza może być powodem wytrącania się jego związków w wodach o lekko alkalicznym odczynie, co miało miejsce w obu zbiornikach.

Zanieczyszczenie powierzchniowych wód manganem występuje rzadko, chociaż antropogeniczny jego poziom w ekosystemach wodnych jest dosyć wysoki. [Kabata – Pendias A., Pendias H. 1993] W analizowanych badaniach zanieczyszczenie obu zbiorników związkami manganu występowało od wartości minimalnej wynoszącej 0,007 do maksymalnej 0,234 mg Mn/ dm³ w akwenu w Sokółce.

W przypadku nieorganicznych form azotu jony amonowe utrzymywały się na dość zbliżonym poziomie, lecz azotany (III) wykazywały większą koncentrację w przypadku wód pochodzących z zalewu w Sokółce (0,038 mg NO₂⁻/dm³) niż wód pochodzących z akwenu Czapielówka (0,019 mg NO₂⁻/dm³). Zaobserwowano również wyższe stężenia azotanów(V) i nieznaczne azotu organicznego w wodzie pochodzącej z akwenu w Sokółce.

Wartość przewodności, świadcząca o mineralnym zanieczyszczeniu wody, mieściła się w granicach od 124 do 503 μS · cm⁻¹ i zaliczała zbiorniki do I klasy jakości wody, zgodnie z obowiązującymi przepisami. Odczyn prawie we wszystkich próbach odpowiadał I klasie jakości wody, jego wartość wynosiła średnio 7,73 pH. Zmiany odczynu spowodowane były prawdopodobnie rozwojem glonów i wyczerpywaniem przez nie dwutlenku węgla rozpuszczonego w wodzie, co z kolei prowadziło do zmian w przemianach węglanów wapnia, wpływających na podwyższenie odczynu. Wzrost stężenia jonów OH może być również wynikiem zanieczyszczenia wody ściekami alkalicznymi, co może mieć miejsce w obu akwenach. Wody zbiornika Czapielówka powinny mieć odczyn bardziej kwaśny, ze względu na to, iż wpływają z bagien i lasów.

Tabela 1. Podstawowe dane statystyczne parametrów wody zbiorników w Sokółce/Czarnej Białostockiej**Table 1.** Basic statistics of water parameters in reservoirs in Sokółka/Czarna Białostocka

Badany parametr	Jednostka	Min	Max	Średnia	Błąd standardowy	Odchylenie standardowe	Mediana
Barwa pozorna	mg Pt/dm ³	<u>33</u> 34	<u>218</u> 173	<u>97,65</u> 102,19	<u>5,896</u> 6,376	<u>40,847</u> 40,413	<u>91</u> 103
Barwa rzeczywista	mg Pt/dm ³	<u>27</u> 20	<u>65</u> 164	<u>47,15</u> 59,63	<u>1,764</u> 6,646	<u>11,157</u> 36,400	<u>49,5</u> 53
Mętność	NTU	<u>1,41</u> 1,09	<u>30</u> 31	<u>10,14</u> 10,40	<u>1,250</u> 1,709	<u>7,906</u> 9,361	<u>7,485</u> 6,905
Żelazo	mg Fe/dm ³	<u>0,02</u> 0,01	<u>0,70</u> 0,96	<u>0,20</u> 0,19	<u>0,020</u> 0,030	<u>0,139</u> 0,178	<u>0,165</u> 0,16
Mangan	mg Mn/dm ³	<u>0,007</u> 0,01	<u>0,234</u> 0,154	<u>0,059</u> 0,055	<u>0,008</u> 0,006	<u>0,056</u> 0,037	<u>0,042</u> 0,043
Amoniak	mg NH ₄ ⁺ /dm ³	<u>0,09</u> 0,013	<u>0,851</u> 0,644	<u>0,399</u> 0,335	<u>0,029</u> 0,020	<u>0,202</u> 0,118	<u>0,360</u> 0,34
Azotany (III)	mg NO ₂ ⁻ /dm ³	<u>0,003</u> 0,003	<u>0,233</u> 0,066	<u>0,038</u> 0,019	<u>0,007</u> 0,002	<u>0,050</u> 0,013	<u>0,017</u> 0,0184
Azotany (V)	mg NO ₃ ⁻ /dm ³	n. w. n.w.	<u>17,27</u> 5,76	<u>3,116</u> 2,396	<u>0,514</u> 0,257	<u>3,565</u> 1,543	<u>1,992</u> 2,2
Azot ogólny	mg N/dm ³	<u>0,91</u> 0,59	<u>18,2</u> 20,1	<u>5,27</u> 5,048	<u>0,609</u> 0,706	<u>4,217</u> 4,239	<u>4,344</u> 3,998
Fosforany	mg PO ₄ ³⁻ /dm ³	<u>0,05</u> 0,11	<u>2,75</u> 2,75	<u>0,627</u> 0,492	<u>0,105</u> 0,103	<u>0,728</u> 0,619	<u>0,335</u> 0,29
Utlenialność	mg O ₂ /dm ³	<u>1,5</u> 1,6	<u>72</u> 66	<u>15</u> 12,16	<u>2,455</u> 1,992	<u>17,012</u> 11,951	<u>11,25</u> 9,75
Przewodność	µS/cm	<u>124</u> 217	<u>503</u> 485	<u>395,94</u> 408,81	<u>11,695</u> 9,362	<u>81,024</u> 56,175	<u>410,5</u> 421,5
Ogólny azot Kjeldahla	mg TKN/dm ³	<u>0,417</u> 0,417	<u>17,50</u> 19,167	<u>4,798</u> 4,646	<u>0,624</u> 0,730	<u>4,140</u> 4,191	<u>4,083</u> 3,75
Norg	mg N _{org} /dm ³	<u>0,133</u> 0,127	<u>17,01</u> 18,867	<u>4,48</u> 4,38	<u>0,624</u> 0,727	<u>4,140</u> 4,178	<u>3,578</u> 3,717
odczyn	pH	<u>6,95</u> 6,98	<u>8,9</u> 8,58	<u>7,73</u> 7,73	<u>0,067</u> 0,065	<u>0,466</u> 0,392	<u>7,36</u> 7,72

Źródło: badania własne; Source: own surveys; a/b → a – wyniki badań wody w zbiorniku w Sokółce, b – wyniki badań wody w zbiorniku w Czarnej Białostockiej

Większą o ponad 20% zawartością fosforanów charakteryzował się zbiornik w Sokółce, chociaż jego zlewnia jest mniejsza od zlewni zalewu Czapielówka. Prawdopodobnie powodem takiego stanu rzeczy może być to, iż okoliczne miejscowości nie są w pełni skanalizowane. Takie warunki mogły przyczynić się do większego dopływu związków biogenych do akwenu w Sokółce. Biorąc pod uwagę stężenia związków organicznych, wyrażanych jako ChZT-Mn większe zapotrzebowanie na tlen wykazał zalew w Sokółce.

W zbiornikach Sokółka i Czarna Białostocka zaobserwowano w okresie letnim i wczesno - jesiennym pogorszenie większości parametrów decydujących o jakości ich wód. Obserwacje przestrzennego rozkładu badanych wskaźników wykazały, że zbiornik Sokółka nie ma zdolności do samooczyszczania, ponieważ porównanie wyników badań w przekroju podłużnym zbiornika powinno wykazać obniżenie zawartości wszystkich badanych parametrów, co nie miało miejsca w tym akwenie [Siemieniuk 2009]. Należy również podkreślić, iż zbiornik Sokółka wykazuje dużą niestabilność jakości wody.

Zbiornik Czapielówka należy zaliczyć do ekosystemów, w których wykształciły się już wszystkie elementy z osadami dennymi włącznie i gdzie funkcjonuje obieg materii i podstawowych pierwiastków, rozwinęły się też charakterystyczne zbiorowiska roślinne. Wymienione czynniki powinny warunkować stan równowagi biologicznej i właściwy przebieg procesu samooczyszczania się wód, niestety nie zawsze otrzymane wyniki potwierdzały te zależności. Wody zasilające zbiornik miały wartości badanych wskaźników fizyko-chemicznych, nieco wyższe niż wartości wód opuszczających akwen. Jakość rzeki poniżej zbiornika nie uległa pogorszeniu.

Tabela 2. Zestawienie wartości NIR (najmniejsza istotna różnica) dla analizowanych czynników i parametrów

Table 2. Specification of value NIR for analysed factors and parametres

Parametr	Jednostki	Wartości NIR dla poszczególnych czynników
barwa pozorna	mg Pt/dm ³	A*=8,47; B=36,57; AxB=56,8
barwa rzeczywista	mg Pt/dm ³	A=5,83; B=25,19; AxB=36,12
mętność	NTU	A*=1,65; B=7,13; AxB=11,07
żelazo	mg Fe/dm ³	żadna różnica nie jest istotna
mangan	mg Mn/dm ³	B=0,053
jon amonowy	mg NH ₄ ⁺ /dm ³	A=0,043; B=0,0187; AxB=0,291
azotany (III)	mg NO ₂ ⁻ /dm ³	A=0,0146; B=0,0187; AxB=0,098
azotany (V)	mg NO ₃ ⁻ /dm ³	A*=0,606; B=2,616; AxB=4,06
azot ogólny Kjeldahla	mg TKN/dm ³	B=2,99; C*=1,03
fosforany	mg PO ₄ ³⁻ /dm ³	B=1,16
przewodność	μS/cm	A*=13,64; B=58,9; AxB=91,5

Czynniki: A-zbiornik, B-termin, C-punkty *- poziom ufności $\alpha = 0,01$; - poziom ufności $\alpha = 0,05$
 Factors: A- reservoir, B- term, C-points; *- Level of confidence $\alpha = 0,01$; - Level of confidence $\alpha = 0,05$

Uzyskane wyniki badań poddano analizie statystycznej stosując trójczynnikiową analizę wariancji. Różnice oceniono testem Tuckeya przy poziomach ufności

$\alpha=0,05$ i $\alpha=0,01$. Na zróżnicowanie wartości parametrów największy wpływ miał zbiornik oraz termin poboru prób, natomiast w najmniejszym stopniu na zróżnicowanie wpłynęły punkty poboru prób. W przypadku żelaza jego stężenie w wodzie nie było zróżnicowane pod względem żadnego z analizowanych czynników. Na podstawie trójczynnikowej analizy wariancji stwierdzono istotne zróżnicowanie stężeń jonu amonowego oraz azotanów (III) i (V) ze względu na zbiornik oraz termin pobierania próbek. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic stężenia tych form w zależności od punktów poboru próbek. W przypadku azotu ogólnego Kjeldahla różnice w jego zawartości były głównie determinowane przez termin oraz punkty poboru prób. Na rozbieżności między stężeniami fosforanów w wodzie istotny wpływ miał termin poboru prób wody (tab. 2).

WNIOSKI

Z podsumowania wyników badań zbiornika w Czarnej Białostockiej oraz ciekłu zasilającego wynika, że wody Czapielówki wzbogacały badany akwen w badane wybrane zanieczyszczenia fizyko-chemiczne, jednak posiadał on niewielkie zdolności samooczyszczania. Stan czystości zbiornika w Sokółce wykazywał dużą niestabilność, a jego wody nie wykazywały możliwości samooczyszczania się. Uzyskane wyniki badań charakteryzują się znacznymi wahaniami badanych parametrów, a na podstawie trójczynnikowej analizy wariancji stwierdzono ich istotne zróżnicowanie w zależności od zbiornika, punktu i terminu poboru próbek oraz warunków pogodowych danej pory roku. Parametrami najbardziej obniżającymi ocenę jakościową wody w obu zbiornikach okazały się: fosforany, azot Kjeldahla oraz ChZT-Mn;

Na przyczyny i skutki poziomu czystości wód zbiorników małej retencji mają niewątpliwie wpływ: nawożenie pól oraz zabiegi melioracyjne i przeciwerozyjne [Koszelnik 2009]. Nawożenie pól coraz większymi ilościami nawozów mineralnych zwiększa wyraźnie stężenie soli pokarmowych w wodach. Związki azotu i fosforu dostają się do wody m.in. wskutek erozji gleb i spływu powierzchniowego. Jednym z ubocznych skutków intensywnych zabiegów uprawowych jest także zanieczyszczenie wód przez chemiczne środki ochrony roślin, spływające z otaczających pól, ogrodów i sadów.

BIBLIOGRAFIA

1. Kabata – Pendias A., Pendias H.: *Biochemia pierwiastków śladowych*, PWN, Warszawa 1993.
2. Klimaszyk P.: Peatbog-Humic Water Complex in Forest Landscape: Factors Determining its Functioning. *Polish Journal of Environmental Studies*, vol. 15, No. 5D, Part II, pp 384-388, 2006.
3. Koszelnik P.: Isotopic effects of suspended organic matter fluxes in the Solina reservoir (SE Poland). *Environment Protection Engineering* 2009, 35(4).

4. Mioduszewski W.: Mała retencja: Ochrona zasobów wodnych i środowiska naturalnego – poradnik, Wydawnictwo IMUZ, Falenty 2003.
5. Radczuk L., Olearczyk D.: Małe zbiorniki retencyjne jako element poprawy bilansu wodnego zlewni użytkowanej rolniczo, Zeszyt Naukowy AR Kraków, 2002.
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r., w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Dz. U. Z dnia 9 września 2008 r.)
7. Siemieniuk A.: Variability of physicochemical parameters in selected retention reservoirs in Podlasie region. Polish Journal of Environmental Studies – Series of Monographs vol.3 HARD Publishing Compy, Olsztyn 2009, pp 63-68.

REASONS AND EFFECTS OF WATER PURITY LEVEL OF LOW-RETENTION RESERVOIRS IN PODLASIE REGION.

Summary. Action which are taken in order to retent water should be considered in connection with its quality and with realization of tasks in order to improve level of water purity. One of the aims of small retention is to lengthen the distance of pollution circulation. The accumulation of flowing water and building of water reservoir influences importantly on chemical, biochemical and biological processes in water. As a result of accumulation of water- the surface of water, its depth and the time of flowing are increasing and the flowing speed is decreasing. Decrease of content of organic pollution in a water reservoir is usually bigger than at the same river segment before the accumulation of water. In the water of reservoir takes place increased sediment of suspensions and the period of organic pollution degradatio is increasing. Obviously, it can improve water quality, but it only deals with clean waters. If we talk of polluted waters, accumulation of water mainly declines water quality. Changes of water quality in reservoirs are conditioned remarkably by local situation and they are multidirectional. The quality of water flowing into the reservoir has basic meaning. Flowing of polluted water into the reservoir may cause the appearing of many disadvantageous processes causing the decline of water quality.

The subject of this study work is the analysis of reasons and effects of water pollution level in the reservoirs of low- retention and their influxes in the area of Podlasie district by taking into the consideration the presence of selected physico - chemical pollutions. Analysis of water were held from december 2008 to december 2009 in two selected objects located in Podlasie region. They are two low- retention reservoirs: in Sokółka and in Czarna Białostocka.

Keywords: low-retention reservoirs, water quality, water pollution.