

JOLANTA DĄBROWSKA¹, JERZY KOWALSKI¹, TADEUSZ MOLSKI¹, CEZARY SINIECKI²

¹Instytut Inżynierii Środowiska

Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

²Wielkopolski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Poznaniu

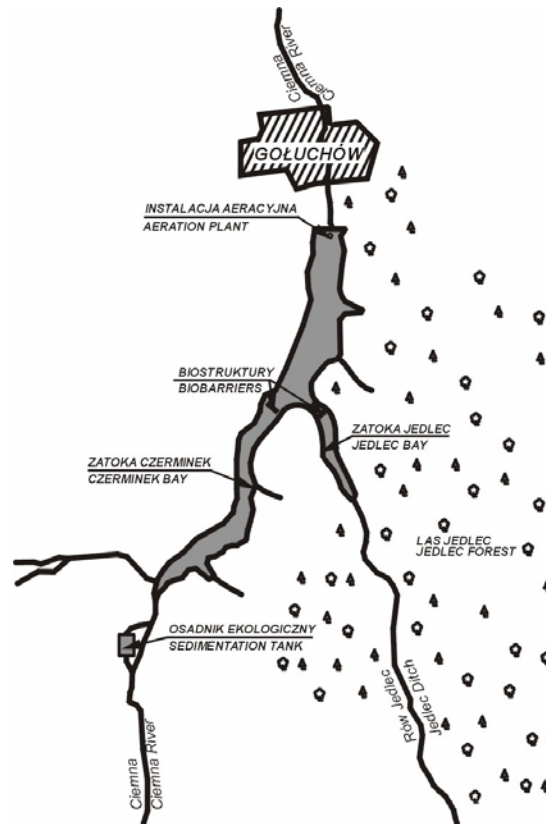
JAKOŚĆ WODY W MAŁYCH ZBIORNIKACH ZAPOROWYCH NA PRZYKŁADZIE ZBIORNIKA GOŁUCHÓW

Streszczenie. W pracy przedstawiono i omówiono wyniki badań jakości wody przeprowadzonych w zlewni zbiornika przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska (WIOŚ) od 1990 roku. Sporządzono charakterystykę zlewni i zbiornika pod kątem możliwości migracji i źródeł zanieczyszczeń. Oceniono jakość wody magazynowanej w zbiorniku, jakość wód zlewni oraz działanie instalacji rekultywacyjnej. Zbiornik w Gołuchowie jest typowym przykładem płytkiego nizinnego zbiornika zaporowego o dużym stosunku powierzchni zlewni do powierzchni zbiornika i krótkim czasie retencji wody. Struktura zasiewów i użytkowania zlewni zbiornika jest niekorzystna z punktu widzenia ochrony wód i jak w większości polskich nizinnych zbiorników zaporowych występują tu problemy z uzyskaniem dobrej jakości magazynowanej wody.

Słowa kluczowe: ochrona wód, zbiorniki zaporowe

Charakterystyka zbiornika i zlewni

Zbiornik wodny Gołuchów został zbudowany w 1970 roku na rzece Ciemnej, lewo-brzeżnym dopływie Proсны w miejscowości Gołuchów, w odległości 15 km od Kalisza w 5,6 km biegu rzeki. Administracyjnie jest położony w województwie wielkopolskim, powiecie pleszewskim, gminie Gołuchów. Pierwotnym przeznaczeniem zbiornika było dostarczenie wody na potrzeby rolnictwa, z czasem jednak na pierwszy plan została wysunięta rekreacja ze względu na bliskie położenie miast: Kalisza, Jarocina, Pleszewa, Ostrowa Wielkopolskiego.



Rys. 1. Zbiornik zaporowy Gołuchów
Fig. 1. Gołuchów dam reservoir

Podstawowe parametry hydrologiczne zbiornika i dane techniczne zbiornika:

- przepływ średni roczny $Q = 0,37 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
- normalny poziom piętrzenia 110,00 m n.p.m.
- odpływ średni roczny 11,67 mln m^3

Przy normalnym poziomie piętrzenia wymiary zbiornika są następujące:

- długość 2,8 km
- średnia szerokość 200 m
- maksymalna szerokość 300 m
- średnia głębokość 2,7 m
- maksymalna głębokość 7,0 m
- powierzchnia 51,5 ha
- pojemność 1,385 mln m^3 (FIEREK 1994 b).

Powierzchnia zlewni zbiornika wynosi 106,8 km^2 . Średni spadek zlewni wynosi 4 promile. Zlewnia jest zalesiona w 7%, użytki zielone zajmują 4%, a grunty orne stanowią 79% powierzchni. W zlewni dominują średnioprzepuszczalne gleby piaszczyste

(piaski gliniaste lekkie i mocne, piaski średnie) różnych typów genetycznych, głównie gleby pseudobielicowe, brunatne właściwe i czarne ziemie (Mapa... 1986). Na badanym terenie nie występują zjawiska nasilonej erozji wodnej i wąwozowej. W porównaniu z innymi częściami Wielkopolski mniejsze jest też nasilenie erozji wietrznej (PROCHAL 1987). Jest to obszar najniższych opadów w Polsce, poniżej 550 mm rok⁻¹ (Wojewódzki... 1999).

Liczba ludności na terenie zlewni wynosi około 10 000 osób (z uwzględnieniem ruchu turystycznego). Zlewnia jest użytkowana głównie rolniczo. Dominują gospodarstwa indywidualne, sektor prywatny stanowi ponad 95%. Przeważa hodowla bydła i trzody chlewnej, spośród roślin uprawnych największy areal zajmują zboża i ziemniaki. Na terenie nie ma większych zakładów przemysłowych, istnieje kilka małych zakładów przemysłu rolno-spożywczego, zakłady rolne i gospodarstwa skarbu państwa.

Gospodarka wodno-ściekowa w zlewni oraz gospodarka odpadami pozostawia wiele do życzenia. Według danych GUS prawie wszystkie gospodarstwa są podłączone do wodociągu publicznego, natomiast zaledwie kilka procent gospodarstw odprowadza ścieki do sieci kanalizacyjnej. Odpady z niewielu gospodarstw wywozi się na zorganizowane wysypiska. W 2005 roku gminę Gołuchów wymieniono jako jedną z 10 w województwie nieprowadzących selektywnej zbiórki odpadów (Wojewódzki... 2006). Oczyszczalnia ścieków w Gołuchowie znajduje się poniżej zbiornika, na terenie zlewni nie działa sprawnie żadna inna oczyszczalnia ścieków. Większość gospodarstw indywidualnych zrzuca ścieki bezpośrednio do wód podziemnych, zakłady przemysłu rolno-spożywczego i pozostałe gospodarstwa rolne postępują podobnie, odprowadzając ścieki bez pozwolenia wodno-prawnego. Od lat jest to podstawowy problem, którego nie rozwiązano.

Trwające od 1994 roku prace rekultywacyjne w obrębie zbiornika polegały na budowie osadnika ekologicznego na rzece Ciemnej, zamontowaniu w najgłębszym miejscu zbiornika, przy zaporze, instalacji aeracyjnej, przegrodzeniu dopływów barierami biostruktur (rys. 1).

Ten najstarszy zbiornik zaporowy w południowej Wielkopolsce został wybudowany na zanieczyszczonej Ciemnej. Drugi dopływ – Rów Jedlec, choć charakteryzuje się znacznie mniejszymi przepływami, odgrywa dużą rolę w zanieczyszczeniu zbiornika. Nieuporządkowana gospodarka wodno-ściekowa w zlewni doprowadziła do poważnego zanieczyszczenia zbiornika Gołuchów, wytworzenia ponad metrowej warstwy osadów dennych z wydzielającym się siarkowodorem oraz corocznych zakwitów sinic z rodzajów *Microcystis* i *Aphanizomenon*.

Biogeny wprowadzane do wód zbiornika są głównie pochodzenia antropogenicznego. Znaczącym źródłem azotu są zarówno rolnicze zanieczyszczenia obszarowe, jak i zanieczyszczenia punktowe z terenów nieskanalizowanych. Podstawowym źródłem fosforu są zanieczyszczenia punktowe z terenów nieskanalizowanych. W porównaniu z wartościami średnimi charakterystycznymi dla Polski, więcej biogenów jest wnoszonych do wód wraz ze ściekami, natomiast mniej jest wymywanych z gleb. Ponieważ na terenie zlewni nie występują zjawiska nasilonej erozji, znikoma ilość biogenów pochodzi z procesów naturalnych (DĄBROWSKA 2004).

Tabela 1 cd. – Table 1 cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10.06.1996	Ciemna powyżej zbiornika	–	0,880	8,29	11,4	0,29	1,00	8,5	15,3
	Rów Jedlec	–	–	–	–	–	–	–	–
	zbiornik	0,37	0,011	0,10	3,0	0,10	0,52	16,6	12,8
26.05.1997	Ciemna poniżej zbiornika	–	–	–	–	–	–	–	–
	Ciemna powyżej zbiornika	2,04	0,041	0,45	3,0	0,30	0,60	7,7	9,8
	Rów Jedlec	5,23	0,87	19,70	26,7	1,66	2,18	10,3	85,0
15.09.1997	zbiornik	1,10	0,01	0,05	2,0	0,49	0,63	3,7	5,4
	Ciemna poniżej zbiornika	1,48	0,05	0,45	2,6	0,65	0,81	8,7	4,1
	Ciemna powyżej zbiornika	<	0,033	2,55	4,3	0,16	0,28	8,7	<
28.06.1999	Rów Jedlec	0,97	0,227	6,73	9,5	1,28	1,30	7,0	4,8
	zbiornik	0,75	0,126	0,79	3,2	0,39	1,27	8,5	8,2
	Ciemna poniżej zbiornika	1,10	0,069	1,19	3,1	0,76	0,83	8,2	7,0
27.09.1999	Ciemna powyżej zbiornika	<	0,463	6,53	8,2	0,16	0,21	9,8	4,9
	Rów Jedlec	<	0,041	15,20	15,2	0,48	0,50	8,6	2,8
	zbiornik	0,27	0,170	6,42	7,7	0,05	0,07	7,6	2,4
27.09.1999	Ciemna poniżej zbiornika	1,04	0,165	4,89	7,3	0,20	0,16	8,4	4,3
	Ciemna powyżej zbiornika	0,87	0,070	1,90	3,7	0,39	0,43	5,7	3,3
	Rów Jedlec	0,03	0,010	9,40	9,4	0,05	0,11	8,2	<
27.09.1999	zbiornik	0,44	0,014	0,02	2,6	0,52	0,67	10,5	10,3
	Ciemna poniżej zbiornika	1,10	0,020	0,07	3,1	0,75	0,92	7,7	7,5

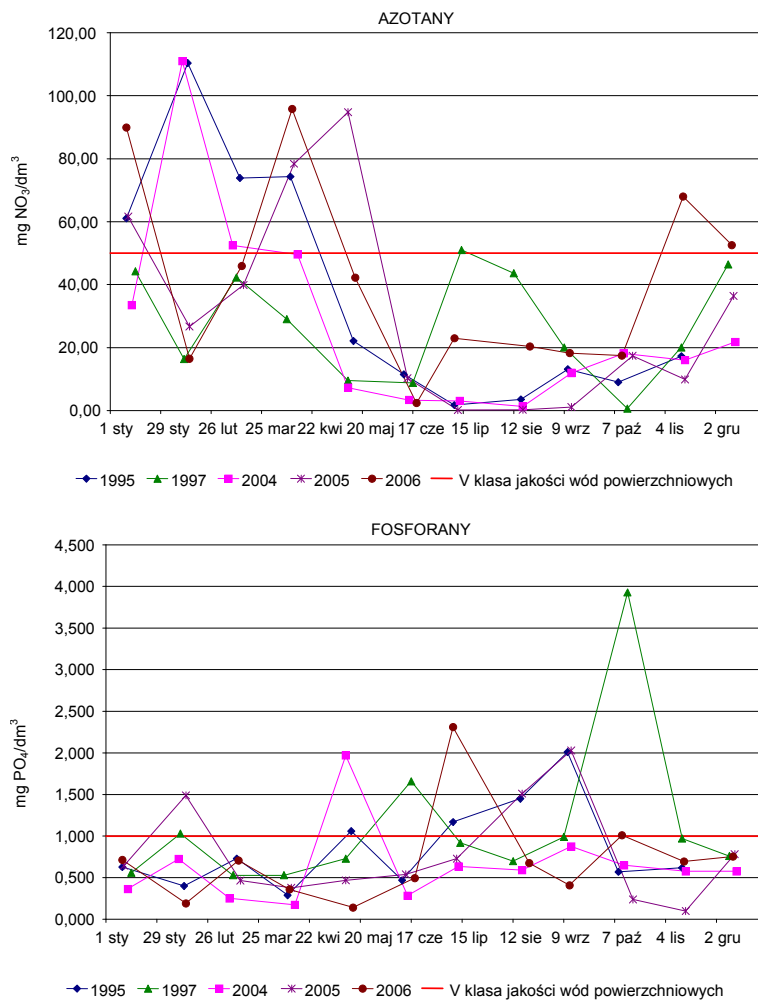
Woda zgromadzona w zbiorniku cechuje się złą jakością, obserwuje się tu bardzo duże stężenia biogenów. Po porównaniu wartości wybranych wskaźników na dopływach do zbiornika, w samym zbiorniku oraz w znajdującej się poniżej rzece Ciemnej, można stwierdzić, że w zbiorniku zmniejsza się stężenie mineralnych form azotu, fosforanów, fosforu ogólnego, maleje również zawartość zawiesin, BZT₅ i stężenie azotu organicznego. W rzece Ciemnej poniżej zbiornika nadal zmniejszają się BZT₅ i stężenie azotu organicznego, nieco wzrastają stężenia mineralnych form azotu i fosforu, największy wzrost dotyczy azotu amonowego, natomiast spada zawartość tlenu. Próby pobrano do badań, gdy woda odpływała ze zbiornika głównie upustami dennymi, w zbiorniku i na dopływach pobierano próby tuż spod powierzchni wody. Chemizm wody odpływającej ze zbiornika jest charakterystyczny dla wód z większej głębokości.

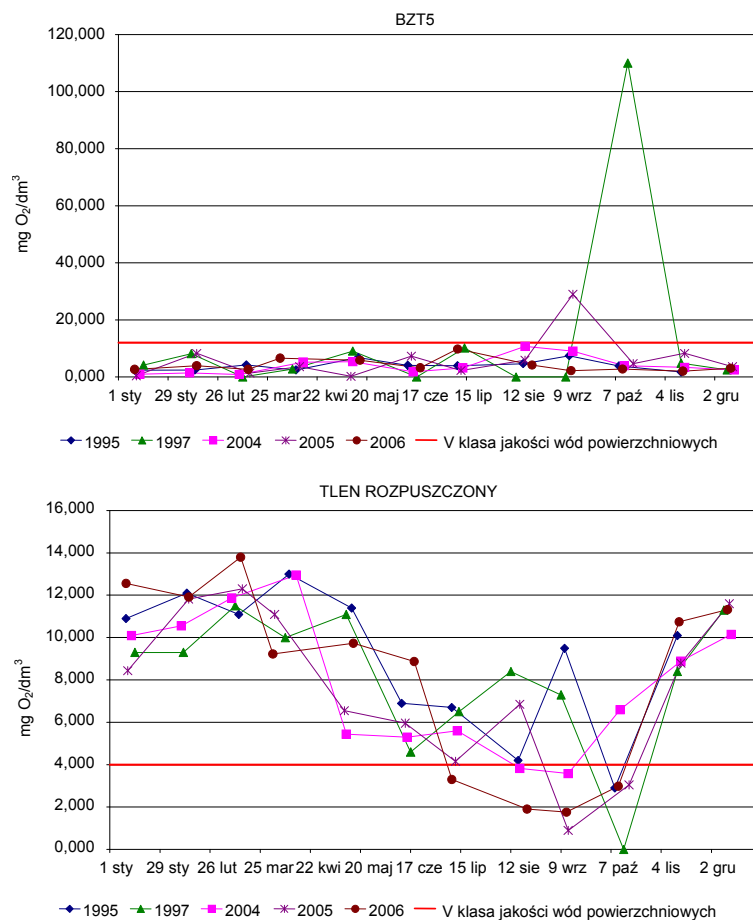
Na podstawie przedstawionych danych można stwierdzić, że w zbiorniku Gołuchów następuje oczyszczanie wody. W dopływach woda jest o wiele bardziej zanieczyszczona związkami biogennymi niż woda wypływająca ze zbiornika. Substancje biogenne są kumulowane w osadach dennych oraz innych składnikach ekosystemu.

Z przeprowadzonych przez WIOŚ w latach 1995, 1997, 1999 badań osadów dennych w zatokach oraz w czaszy zbiornika, gdzie ich miąższość dochodzi do 1 m, wyni-

ka, że stężenia azotu w osadach wahają się od 850 do 4500 mg·dm⁻³, średnio 1600. Stężenia fosforu wahają się od 150 do 450 mg·dm⁻³, średnio 260. Azotany i azotyny są obecne w tych osadach w stężeniach minimalnych, zawartość azotu amonowego wynosi około 200 mg·dm⁻³, resztę stanowi forma organiczna. Średnia zawartość fosforanów to około 30 mg·dm⁻³, jest ona bardzo zmienna i waha się od 2 do 100 mg·dm⁻³, niewątpliwie jednak główną formą fosforu jest forma organiczna.

Ciemna w latach 1995, 1997, 2004, 2005, 2006 została poddana monitoringowi rocznemu w trzech przekrojach. Jeden znajduje się tuż powyżej zbiornika Gołuchów (w Szkudłach), pozostałe dwa – poniżej zbiornika. Graficzną interpretację wybranych wskaźników z badań wykonanych w przekroju w Szkudłach w ramach tego monitoringu przedstawiono na rysunku 2. Z przeprowadzonych badań wynika, że rzeka jest silnie





Rys. 2. Jakość wody Ciemnej w latach 1995, 1997, 2004, 2005, 2006 (wybrane wskaźniki i analizy z badań WIOŚ w przekroju Szkudła)

Fig. 2. Water quality in the Ciemna River in 1995, 1997, 2004, 2005, 2006 after WIOŚ (selected indexes and analysis from the section Szkudła)

zanieczyszczona substancjami biogennymi. Rzeka we wszystkich trzech przekrojach była kwalifikowana do V klasy jakości, charakteryzowały ją duże stężenia azotanów, fosforanów, także chlorofil i wskaźniki mikrobiologiczne odpowiadały tej klasie. Obserwuje się również duże stężenia azotu Kjeldahla, azotu ogólnego, fosforu ogólnego, niekorzystnie wartości przyjmują wskaźniki tlenowe i indeksy saprobowości. Największe stężenia azotanów notuje się od stycznia do maja, fosforany, oprócz marca i kwietnia, przekraczają wartości graniczne dla V klasy jakości wód powierzchniowych, złe warunki tlenowe panują w rzece latem, a najgorsze – jesienią, kiedy drastycznie spada zawartość tlenu rozpuszczonego. Z opracowań WIOŚ wynika, że Ciemna jest jedną z najbardziej zanieczyszczonych rzek regionu.

Rów Jedlec wnosi do zbiornika wody bardzo zanieczyszczone (tab. 1). Obserwuje się tu rekordowe dla zlewni stężenia azotanów, fosforanów czy fosforu całkowitego. Wartości BZT₅ zazwyczaj są wysokie. Choć rów charakteryzuje się stosunkowo niewielkim przepływem, wnoszone przez niego ładunki zanieczyszczeń są znaczące dla zbiornika.

Wpływ rekultywacji na jakość wody w zbiorniku

W 1994 roku na głównym dopływie zbiornika – rzecze Ciemnej powyżej zbiornika w miejscowości Czerminek wybudowano osadnik ekologiczny. Ma on powierzchnię 1 ha i objętość 8000 m³. Składa się z komory I o średniej głębokości 1,25 m, biofiltru trzcinowego o średniej głębokości 0,50 m oraz komory II o średniej głębokości 1,50 m. Długość osadnika ma 130 m, szerokość 80 m, złożo trzcinowe zajmuje ok. 40% powierzchni. Zgodnie z założeniami projektu trzcina ma być filtrem biologicznym, na którym ma zachodzić częściowa redukcja biogenów. W schemacie działania osadnika założono też rozwój glonów w komorze I, powodujący redukcję związków biogenych. W zbiorniku częściowo ma też zachodzić sedimentacja osadów (FIEREK 1994 a, b, PIANKA i ZABOROWSKA 1990, 1994). Osadnik jest wykorzystywany od wczesnej wiosny do jesieni. Zamknięta na stałe na ten okres zastawka kieruje cały przepływ wód rzeki Ciemnej przez osadnik ekologiczny. Powoduje to niekontrolowane przejścia przez osadnik wód wezbraniowych, które naruszają stabilność osadów, a także przyczyniają się do zniszczeń w samym osadniku.

Udostępnione przez WIOŚ wyniki analiz wód przedstawione w tabeli 2 potwierdzają, że osadnik ekologiczny nie działa sprawnie. Zarówno wyniki badań własnych (DĄBROWSKA 2003), jak i analiz WIOŚ nie wskazują na tendencję do wyraźnej redukcji biogenów i zawiesin. W wodach, po przejściu przez zbiornik, maleje stężenie mineralnych form biogenów, stężenie form całkowitych utrzymuje się na podobnym poziomie lub nieznacznie się zmniejsza, co wskazuje na przemianę w osadniku form mineralnych w organiczne. Materia organiczna nie ulega sedimentacji, tylko dostaje się do zbiornika głównego.

Bariery z biostruktur założono początkowo w zatoce Jedlec (1994), a następnie po kilku miesiącach w zatoce Czerminek. Zastosowano bariery Bio-Hydro (Zbiornik... 1995). Pojedynczy panel bariery ma wymiary 100×100×16 cm i składa się z pasków polipropylenowych o wymiarach 100×4×0,2 cm. Bariera składa się z paneli podwieszonych pod pływakami. Pływak to rura PCV, o średnicy 110 mm i długości 5 m, wypełniona pianką poliuretanową. Połączone ze sobą pływaki tworzą rzędy. W wypadku zbiornika Gołuchów zastosowano barierę z trzech rzędów (I rząd – 14 pływaków, II rząd – 12 pływaków, III rząd – 14 pływaków). Rzędy są oddalone od siebie o około 5 m. Każdy z rzędów jest zakotwiony linami do balastów betonowych 20-kilogramowych. Konstrukcja jest elastyczna tak, aby nie była wrażliwa na zmiany położenia zwierciadła wody oraz zmienne prądy wody. Bariery muszą być zanurzane na okres zimowy, a wynurzane po zejściu pokrywy lodowej.

Niedoskonałość działania biostruktur potwierdzają przeprowadzone przez WIOŚ badania jakości wód. Wynika z nich, że podczas przepływu wody przez bariery nie obserwuje się redukcji biogenów. Wyniki badań przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 2. Jakość wody dla osadnika ekologicznego w latach 1995-1999 (wybrane wskaźniki i analizy z badań WIOŚ)

Table 2. Water quality in the Ciemna River above and below the sedimentation tank 1995-1999 after WIOŚ (selected indexes and analysis)

Data poboru	Miejsce poboru próby – Ciemna	NH ₄	NO ₂	NO ₃	N _{og}	N	PO ₄	P	O ₂	BZT ₅	Zawiesi- na ogólna
		mg·dm ⁻³									
20.06. 1995	przed osadnikiem	–	0,116	3,30	2,08	5,50	–	0,15	10,1	6,5	–
	za osadnikiem	–	0,149	2,60	1,88	5,60	–	0,12	8,0	5,1	–
10.06. 1996	przed osadnikiem	–	0,880	8,29	2,22	11,37	0,29	1,00	8,5	15,3	–
	za osadnikiem	–	0,540	7,68	2,15	10,37	0,36	1,20	8,5	7,8	–
26.05. 1997	przed osadnikiem	1,81	0,069	1,07	2,50	3,34	0,46	0,67	11,7	13,2	24
	za osadnikiem	2,04	0,041	0,45	2,20	2,99	0,31	0,60	7,7	9,8	19
15.09. 1997	przed osadnikiem	<	0,383	3,70	1,20	5,28	0,28	0,28	7,5	5,9	9
	ciemna za osadnikiem	<	0,033	2,55	1,70	4,28	0,16	0,28	8,7	<	9
29.06. 1999	przed osadnikiem	<	0,086	9,15	0,96	10,19	0,28	0,32	8,9	<	3
	za osadnikiem	<	0,463	6,53	1,26	8,25	0,16	0,21	9,8	4,9	3
28.09. 1999	przed osadnikiem	<	0,233	5,50	1,30	7,03	0,82	0,85	4,1	3,1	<
	za osadnikiem	0,87	0,070	1,90	1,70	3,67	0,39	0,43	5,7	3,3	8

Urządzenia napowietrzające typu Diflox-600, produkcji firmy Eko-Tech z Warszawy, zainstalowano w zbiorniku w 1994 roku. Instalacja składająca się z dwóch baterii, każda po cztery urządzenia diflox, została zamontowana tuż przy wieży przelewowej zbiornika. Wydajność jednego difloxa to 35-200 m³ powietrza na godzinę, z czego 20-60% tlenu zawartego w wtłaczanym powietrzu ulega rozpuszczeniu w wodzie.

Według założeń projektowych (Suplement... 1994) napowietrzanie miało doprowadzić tlen do warstw przydennych oraz zahamować wydzielanie siarkowodoru i fosforu z osadów. Urządzenia diflox, oprócz samego napowietrzania przez przepompowywanie wody, miały również wywołać cyrkulację wody w zbiorniku. W wyniku działania instalacji zakwity sinicowe miały się przekształcić w zakwity mniej szkodliwych zielenic. Sedymentacja glonów na dnie zbiornika miała się wiązać z nieodwracalnym wycofaniem zawartych w nich biogenów z toni wodnej.

Działanie instalacji aeracyjnej nie wpływa na poprawę jakości wody. Jej praca w znacznej mierze jest uwarunkowana dużym kosztem energii elektrycznej i dojazdem obsługi technicznej.

Osady denne są zgromadzone na całej powierzchni zbiornika i mają znaczną grubość nawet w zatokach Czerminiek i Jedlec. Wpływ działania instalacji ogranicza się do niewielkiej powierzchni przy zaporze. Zakwity i obumieranie glonów następują na dużo większej powierzchni. Przeprowadzone po kilkudniowym napowietrzaniu badania w punkcie przy zaporze, w bezpośrednim sąsiedztwie instalacji (DĄBROWSKA 2003), wykazały, że deficyt tlenowy przy dnie szybko się odnawia – o ile w ogóle jest niwelowany.

Tabela 3. Jakość wody przed i za biostrukturami w latach 1994-1997 (wybrane wskaźniki i analizy z badań WIOŚ)

Table 3. Water quality above and below biobarriers 1994-1997 after WIOŚ (selected indexes and analysis)

Data poboru	Miejsce poboru próby	NH ₄	NO ₂	NO ₃	N _{og}	N	PO ₄	P	O ₂	BZT ₅
		mg·dm ⁻³								
27.06.1994	Rów Jedlec przed biostrukturami	0,26	0,159	6,01	–	–	0,04	0,07	6,1	19
	Rów Jedlec za biostrukturami	0,26	0,153	6,27	–	–	0,03	0,08	5,9	20
20.06.1995	Rów Jedlec przed biostrukturami	–	0,089	1,68	3,60	5,4	–	0,28	13,7	11,1
	Rów Jedlec za biostrukturami	–	0,888	1,67	2,75	4,5	–	0,30	11,9	6,6
10.06.1996	Ciemna przed biostrukturami	0,40	0,010	0,10	2,84	2,9	0,10	0,53	12,8	14,5
	Ciemna za biostrukturami	0,40	0,009	0,10	2,27	2,4	0,12	0,47	15,7	8,6
	Rów Jedlec przed biostrukturami	0,40	0,009	0,06	2,08	2,2	0,11	0,24	14,6	11,3
	Rów Jedlec za biostrukturami	0,36	0,008	0,07	2,29	2,4	0,11	0,23	14,9	11,8
26.05.1997	Ciemna przed biostrukturami	1,10	0,015	0,07	2,20	2,3	0,52	0,60	3,2	2,9
	Ciemna za biostrukturami	1,10	0,015	0,07	2,00	2,1	0,52	0,60	3,6	3,9
	Rów Jedlec przed biostrukturami	1,10	0,015	0,06	2,40	2,5	0,55	0,64	4,1	4,0
	Rów Jedlec za biostrukturami	1,10	0,016	0,07	2,20	2,3	0,52	0,61	4,1	3,6
15.09.1997	Rów Jedlec przed biostrukturami	0,67	0,130	0,74	2,20	3,1	0,36	0,65	8,2	8,0
	Rów Jedlec za biostrukturami	0,80	0,130	0,73	2,40	3,3	0,39	0,67	8,2	5,2

Urządzenia są zainstalowane na tyle wysoko, a nurt wody przepływającej do upustów dennych jest na tyle silny, że prawdopodobnie tlen nie dostaje się do samych osadów. Gdyby jednak działanie urządzenia było prawidłowe, zainstalowanie go w bezpośrednim sąsiedztwie upustów dennych stwarza niebezpieczeństwo podrywania osadów dennych przez difloxy i transportowania ich poprzez upusty denne do rzeki Ciemnej poniżej zapory.

Działanie instalacji aeracyjnej nie przynosi wymiernych wyników, utrzymuje się deficyt tlenowy, a jakość wody nie ulega poprawie.

Podsumowanie

Zbiornik zaporowy Gołuchów cechuje wysoki poziom trofii, nie jest to wynikiem postępującej eutrofizacji, którą można zaobserwować w naturalnych jeziorach, lecz rezultatem obciążenia przez zanieczyszczone wody Ciemnej. Zbiornik jest płytki, co wpływa na jego dużą produktywność, dostępność światła i wysoką temperaturę wody podczas okresu wegetacyjnego. Niewielka głębokość powoduje także, że wody są mieszane poprzez falowanie i może następować zasilanie wewnętrzne substancjami biogennymi z osadów dennych. Zbiornik jest typowym przykładem płytkiego nizinnego

zbiornika zaporowego o dużym stosunku powierzchni zlewni do powierzchni zbiornika i krótkim czasie retencji wody.

W latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych w Polsce przeprowadzono wiele prób rekultywacji zbiorników wodnych, głównie stosując metody związane z napowietrzaniem. Rekultywację prowadzono jednak bez gruntownych interdyscyplinarnych studiów, stosowano metody, które z założenia nie mogły dać pozytywnych wyników na tego typu zbiornikach. W Gołuchowie popełniono podstawowy błąd polegający na zastosowaniu rekultywacji bez wcześniejszego znacznego ograniczenia dopływu biogenów ze zlewni i osadów dennych. Przy obecnym zanieczyszczeniu Ciemnej, nieulegającym zmniejszeniu, nie można się spodziewać polepszenia jakości wody w zbiorniku.

Literatura

- DĄBROWSKA J., 2003. Wpływ czynników naturalnych, antropogenicznych i technicznych na jakość wody w zbiornikach zaporowych na przykładzie zbiornika w Gołuchowie. Maszyn. Rozpr. dokt. Wyd. Inż. Kształ. Środ. Geod. AR, Wrocław.
- DĄBROWSKA J., 2004. Wpływ czynników antropogenicznych na jakość zasobów wód powierzchniowych na przykładzie zbiornika Gołuchów. *Zesz. Nauk. AR Wroc.* 502, Inż. Środ. 12.
- FIEREK J., 1994 a. Zbiornik wodny Gołuchów. Instrukcja eksploatacji. Ostrów Wielkopolski.
- FIEREK J., 1994 b. Zbiornik wodny Gołuchów. Operat wodnoprawny. Ostrów Wielkopolski.
- Mapa glebowo-rolnicza. Województwo kaliskie, 1:100 000. 1986. IUNG.
- PIANKA S., ZABOROWSKA G., 1990. Zagrożenia i ochrona zbiorników wodnych w okresie eksploatacji na przykładzie woj. kaliskiego. Materiały wewnętrzne. Zarząd Melior. Urząd. Wodn., Kalisz.
- PIANKA S., ZABOROWSKA G., 1994. Rekultywacja zbiornika Gołuchów. Materiały wewnętrzne. Zarząd Melior. Urząd. Wodn., Kalisz.
- PROCHAL P., 1987. Podstawy melioracji rolnych. PWRiL, Warszawa.
- Suplement do rekultywacji zbiornika Gołuchów. 1994. Eko-Tech, Warszawa.
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Poznaniu, Delegatura w Kaliszu – dane dotyczące jakości wód zlewni zbiornika Gołuchów w formie wydruków komputerowych. 1990-2006. Kalisz.
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Poznaniu. Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w latach 1997-1998. 1999. T. 1 i 2. Bibl. Monit. Środ., Poznań.
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Poznaniu. Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce w roku 2005. 2006. Bibl. Monit. Środ., Poznań.
- www.stat.gov.pl. Baza danych GUS.
- Zbiornik wodny Gołuchów gm. Gołuchów woj. kaliskie. Bariera ze struktur „BIO_HYDRO”. Projekt techniczny powykonawczy. 1995. Eko-Tech, Warszawa.

WATER QUALITY IN SMALL DAM RESERVOIRS ON THE EXAMPLE OF THE GOŁUCHÓW RESERVOIR

Summary. In the paper the quality of water in the catchment of the Gołuchów reservoir during 1990-2006 was presented. The Gołuchów reservoir is a typical small, lowland and shallow dam reservoir. Main tributary – the Ciemna River is very polluted by biogens, the catchment is still not

sewered, and there is no improvement of the water quality. The reclamation (aeration plant, bio-barriers, sedimentation tank) of the reservoir is not efficient. The catchment management is not proper for water quality improvement. The authors pointed out needs of cutting off the pollutant sources.

Key words: water quality protection, dam reservoirs

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Jolanta Dąbrowska, Instytut Inżynierii Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, pl. Grunwaldzki 24, 50-363 Wrocław, Poland, e-mail: dabrowska@iis.ar.wroc.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 10.05.2007

*Do cytowania – For citation: Dąbrowska J., Kowalski J., Molski T., Sieniecki C., 2007. Jakość wody w małych zbiornikach zaporowych na przykładzie zbiornika Gołuchów. *Nauka Przyr. Technol.* 1, 2, #15.*