



## **OCENA SKUTECZNOŚCI DZIAŁANIA ZBIORNIKA WSTĘPNEGO NA RZECE POR**

*Andrzej Mazur*

*Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

### **PERFORMANCE EVALUATION OF THE PRE-DAM RESERVOIR ON THE POR RIVER**

#### *Streszczenie*

W celu poprawy jakości wód retencjonowanych w zbiornikach zaporowych, buduje się zbiorniki wstępne, które lokalizowane są powyżej zbiornika głównego. Ich zadaniem jest zatrzymanie transportowanych przez rzekę zanieczyszczeń. Przykładem takiego rozwiązania jest największy na Lubelszczyźnie zbiornik wodny „Nielisz”. Zbiornik składa się z dwóch części podzielonych zaporą. Zbiornik główny, o powierzchni lustra wody 709 ha przy NPP oraz średniej głębokości 2,8 m i pojemności całkowitej 18,30 mln m<sup>3</sup>, położony jest w dolinie rzeki Wieprz. Powierzchnia jego zlewni wynosi 1236,2 km<sup>2</sup>. Zbiornik wstępny o powierzchni 179 ha przy NPP oraz średniej głębokości 0,7 m i objętości całkowitej 1,18 mln m<sup>3</sup>, położony jest w dolinie rzeki Por. Przekrój piętrzący usytuowany jest na 1,685 km jej biegu, a powierzchnia zlewni wynosi 590,3 km<sup>2</sup>

W niniejszej pracy przedstawiono badania dotyczące wpływu zbiornika wstępnego na jakość wód zasilających zbiornik główny. Próby wód pobierano w odstępach kwartalnych na dopływie i odpływie ze zbiornika. Analiza wyników przeprowadzonych badań jednoznacznie wskazuje, że badany zbiornik wstępny przyczynia się do znaczącej poprawy jakości wody dopływającej do zbiornika głównego. Najwyższa redukcja stężeń zanieczyszczeń w zbiorniku wstępnym na rzece Por miała miejsce w okresie intensywnego wzrostu makrofitów. Skuteczność pracy zbiornika jest duża. Nie jest on jednak w stanie wyeliminować wszystkich zanieczyszczeń dopływających wraz z wodami rzeki Por.

**Słowa kluczowe:** zbiornik zaporowy, zbiornik wstępny, retencja wodna, eutrofizacja

### *Summary*

*In order to improve the quality of retentioned waters in dam reservoirs, the pre-dam reservoirs are built, that are localized above the main one. They aim at keeping contaminants transported by a river. The example of such solution can be the largest reservoir in Lublin region – „Nielisz”. Reservoir consists of two parts divided with dam. The main reservoir (water surface area 709 ha at NPP, mean depth 2.8 m, and total capacity 18.30 mln m<sup>3</sup>) is localized in river Wieprz valley. Its catchment area is 1236.2 km<sup>2</sup>. The pre-dam reservoir of 179 ha area at NPP, mean depth of 0.7 m, and total capacity of 1.18 mln m<sup>3</sup>, is situated in river Por valley. The damming section is situated on 1.685 km of its course, while the catchment area amounts to 590.3 km<sup>2</sup>.*

*Present research aims at presenting the analysis upon the influence of pre-dam reservoir on quality of waters supplying the main reservoir. Water samples were collected with quarter increments at the inflow and outflow from the reservoir. Analysis of results from here conducted survey univocally indicates that analyzed pre-dam reservoir contributes to significant improvement of water flowing into the main one. The largest reduction of pollutant concentrations in pre-dam reservoir on stream Por occurred during the intensive macrophyte growth period. The efficiency of the reservoir work is high. However, it is not able to eliminate all contaminants flowing into it along with water of stream Por.*

**Key words:** dam reservoir; pre-dam reservoir; water retention, eutrophication

## WSTĘP

Woda jest dobrem naturalnym warunkującym życie na Ziemi oraz spełnia wiele ważnych funkcji w środowisku przyrodniczym i gospodarce narodowej. W Polsce zasoby wodne charakteryzują się dużą zmiennością, a często także złą jakością [Mioduszewski 1996], co w wielu dziedzinach ogranicza możliwość rozwoju gospodarczego. Deficyt wodny zmusza więc do wnikliwej analizy wszystkich zagrożeń jakości wód i racjonalnego gospodarowania jej zasobami zarówno w sensie ilościowym jak i jakościowym [Mioduszewski 1999, Ryszkowski i in. 2003]. Budowa zbiorników zaporowych i retencjonowanie w nich

wody jest jednym z działań mających na celu ograniczenie zmienności przestrzennej i sezonowej zasobów wodnych, zwiększenia ich dyspozycyjność, jak również ograniczenia zmienności przepływów w ciekach [Kowalewski 2003, Mioduszewski 1996, 1999, 2004]. Zaporowe zbiorniki retencyjne stanowią jednak obszar akumulacji zanieczyszczeń niesionych przez zasilające je cieki, co prowadzi do pogorszenia jakości zretencjonowanej wody, czasem do tego stopnia, że traci ona walory użytkowe [Kostecki 2003]. Likwidacja źródeł zanieczyszczeń nie zawsze jest możliwa. Dlatego też w celu zatrzymania transportowanych przez rzekę zanieczyszczeń, na ciekach powyżej zbiorników głównych, buduje się zbiorniki wstępne. Przykładem takiego rozwiązania jest największy na Lubelszczyźnie Zbiornik Wodny Nielisz. W niniejszej pracy przedstawiono badania dotyczące wpływu zbiornika wstępnego na jakość wód rzeki Por zasilających zbiornik główny w Nieliszu.

## **CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU**

Zbiornik Wodny Nielisz położony jest w środkowym biegu rzeki Wieprz z przekrojem piętrzenia usytuowanym w 235,200 km jej biegu. Administracyjnie czasza zbiornika leży na terenie gmin Nielisz i Sulów, powiat zamojski, województwo lubelskie. Akwen zbiornika, o łącznej powierzchni lustra wody 888 ha przy NPP, składa się z dwóch części – zbiornika głównego, położonego w dolinie rzeki Wieprz i zbiornika wstępnego, położonego w dolinie rzeki Por. Podstawowe parametry zbiornika przedstawiono w tabeli 1 [Tyszewski i in. 2008].

W okresie utrzymywania stałej rezerwy powodziowej od 15 października do 31 marca NPP wynosi 196,50 m npm, w pozostałym czasie NPP pokrywa się z MaxPP wynoszącym 197,50 m npm. Dla racjonalnego wykorzystania możliwości zbiornika dokonano podziału pojemności całkowitej wynoszącej 25,57 mln m<sup>3</sup> przy NadPP = 198,50 m npm. na:

- pojemność martwą (4,71 mln m<sup>3</sup>) niemożliwą do wykorzystania ze względów technicznych i przyrodniczych,
- pojemność użytkową (7,10 mln m<sup>3</sup>) przeznaczoną do zwiększania przepływów w rzece Wieprz poniżej zapory w okresach niżówkowych,
- pojemność stałej rezerwy powodziowej (6,49 mln m<sup>3</sup>) przeznaczona do magazynowania nadwyżek dopływu ponad przepływ dozwolony,
- pojemność rezerwy powodziowej forsowanej (7,27 mln m<sup>3</sup>) przeznaczonej do kilkudniowego magazynowania wód powodzi-

wych. Pojemność ta zlokalizowana jest pomiędzy MaxPP, a NadPP [Tyszewski i in. 2008].

**Tabela 1.** Parametry Zbiornika Wodnego Nielisz  
**Table 1.** The Water Reservoir „Nielisz” parameters

Parametr, Parameter	Wartość, Value
Zbiornik główny, Main reservoir	
Nadzwyczajny poziom piętrzenia NadPP Exeptional level of damming NadPP	198,50 m npm
Pojemność całkowita przy NadPP Total capacity at the NadPP	25,57 mln m <sup>3</sup>
Powierzchnia zalewu przy NadPP Total capacity at the NPP	742 ha
Maksymalny/Normalny poziom piętrzenia NPP Maximum/Normal level of damming NPP	197,50 m npm
Pojemność całkowita przy NPP Total capacity at the NPP	18,30 mln m <sup>3</sup>
Powierzchnia zalewu przy NPP Surface flooding at the NPP	709 ha
Minimalny poziom piętrzenia MinPP Minimum level of damming MinPP	196,00 m npm
Powierzchnia zalewu przy MinPP Surface flooding at the MinPP	507 ha
Zbiornik wstępny, Pre-dam reservoir	
Maksymalny poziom piętrzenia MaxPP Maximum level of damming MaxPP	198,20 m npm
Pojemność całkowita przy MaxPP Total capacity at the MaxPP	1,57 mln m <sup>3</sup>
Powierzchnia zalewu przy MaxPP Surface flooding at the MaxPP	228ha
Normalny poziom piętrzenia NPP Normal level of damming NPP	197,95 m npm
Pojemność całkowita przy NPP Total capacity at the NPP	1,18 mln m <sup>3</sup>
Powierzchnia zalewu przy NPP Surface flooding at the NPP	179 ha

Źródło: Tyszewski S., Pusłowska-Tyszewska D., Zega M. [2008]

Podstawowym zadaniem Zbiornika Wodnego Nielisz jest uregulowanie przepływów w rzece Wieprz poniżej zapory. Z jednej strony regulacja polega na obniżaniu wielkości przepływów powodziowych w okresie tajania pokrywy śnieżnej oraz wiosenno-letnich intensywnych opadów burzowych. Z drugiej, na podwyższaniu przepływów w rzece w okresach suszy i głębokich niżówek (najczęściej w sezonie letnim).

Przepływy charakterystyczne rzeki Wieprz w przekroju zapory zbiornika głównego są następujące:

- nienaruszalny (biologiczny)  $Q_n = 3,0 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ,
- dozwolony (nieszkodliwy)  $Q_{\text{doz}} = 20,0 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ ,
- dopuszczalny (powodziowy)  $Q_{\text{dop}} = 80,0 \text{ m}^3 \times \text{s}^{-1}$ .

Oprócz zadania podstawowego, zbiornik wykorzystywany jest również do produkcji energii elektrycznej (ok.  $1800 \text{ MWh} \times \text{rok}^{-1}$ ), rekreacji i amatorskiego połowu ryb [Tyszewski i in. 2008].

Zbiornik wstępny o średniej głębokości 0,7 m, położony jest w dolinie rzeki Por, a przekrój piętrzący usytuowany jest w 1,685 km jej biegu. Jego budowa była podyktowana koniecznością ochrony zbiornika głównego przed odsłanianiem się czaszy w przypadku obniżania poziomu wody oraz zanieczyszczeniami niesionymi wraz z wodami rzeki Por (Pawlat i in. 1994, Twardowski 2008, Tyszewski i in. 2008). Bowiem Por, aż do ujścia swojego prawobrzeżnego dopływu Gorajca, płynie równolegle do północnej krawędzi Roztocza (Kondracki J. 2002). Obie rzeki odwadniają obszar Roztocza Zachodniego, które z racji występowania gleb wytworzonych z lessów, bogatej rzeźby i użytkownia rolniczego, jest bardzo silnie zagrożone erozją wodną, co potwierdza gęsta sieć wąwozów (Józefaciuk Cz., Józefaciuk A. 1992) oraz ilość rumowiska unoszonego w wodach Poru (od 0,2 do  $976,5 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$ ), średnio w ciągu roku  $31,0 \text{ mg} \times \text{dm}^{-3}$  [Świeca 1994].

## METODYKA BADAŃ

Od czerwca 2008 do grudnia 2011 roku prowadzono badania, których celem było określenie skuteczności działania zbiornika wstępnego i jego wpływu na jakość wód rzeki Por, zasilających zbiornik główny w Nieliszu. Próby wód pobierano pod koniec każdego kwartału na dopływie i odpływie ze zbiornika. Analizy wykonano według powszechnie stosowanych metod [Hermanowicz i in. 1999] i określono następujące wskaźniki jakości:

- odczyn – potencjometrycznie miernikiem wieloparametrowym Multi 340i – SET firmy WTW,
- przewodność elektrolityczną właściwą – konduktometrycznie miernikiem wieloparametrowym Multi 340i – SET firmy WTW,
- zawiesinę ogólną – metodą wagową bezpośrednią przy użyciu sączków,
- tlen rozpuszczony – tlenomierzem Oxi 538 firmy WTW,
- BZT<sub>5</sub> – metodą rozcieńczeń,
- azot ogólny – spektrofotometrem PCSpectro firmy AQUALYTIC (po uprzednim utlenianiu badanej próbki w termoreaktorze w temperaturze 100°C),
- amoniak – fotometrem MPM 2010 firmy WTW,
- azotany – fotometrem LF 205 firmy Slandi,
- azotyny – fotometrem MPM 2010 firmy WTW,
- fosforany – fotometrem MPM 2010 firmy WTW,
- potas – fotometrem LF 205 firmy Slandi,

## OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Wyniki badań przedstawiono w tabeli 2. Na ich podstawie można stwierdzić, że stężenie badanych wskaźników jakości wód dopływających do zbiornika oraz po ich przejściu przez zbiornik wstępny było zróżnicowane i charakteryzowało się wyraźną zmiennością sezonową.

Odczyn badanych wód na dopływie do zbiornika wahał się w przedziale od 7,5 do 8,3, a na odpływie od 7,1 do 8,2, co wskazuje na ich lekko zasadowy charakter. W miesiącach zimowo-wiosennych badane wody miały nieznacznie wyższy charakter zasadowy niż w miesiącach letnio-jesiennych. Średnia wartość pH wód na odpływie ze zbiornika w okresie badań zmniejszyła się o ponad 2% i nie wykazywała zróżnicowania sezonowego.

Przewodność elektrolityczna wód utrzymywał się na zbliżonym poziomie wynoszącym od 444 do 576  $\mu\text{S}\times\text{cm}^{-1}$  i malała po przejściu wód przez zbiornik. Wyjątek stanowiły nieliczne przypadki w miesiącach zimowo-wiosennych, gdy na odpływie odnotowano nieznaczne jej wzrosty – średnio o 0,8%. Natomiast w miesiącach wiosenno-letnich, wody na odpływie charakteryzowały się około 3% spadkiem przewodności elektrolitycznej w stosunku do wód dopływających do zbiornika. Średnio, w okresie badań odnotowano 1% spadek przewodności elektrolitycznej wód po ich przejściu przez zbiornik.

Stężenie zawiesiny ogólnej dopływającej do zbiornika wahało się w przedziale od 12 do 73 mg×dm<sup>-3</sup>. Wyższe o około 60% było w miesiącach letnio-jesiennych. Na odpływie obserwowano wyraźny spadek wartości tego wskaźnika, a uzyskane wyniki wahały się od 2 do 23 mg×dm<sup>-3</sup>. Średnio w okresie badań po przejściu wód przez zbiornik wstępny odnotowano około 73% redukcję stężenia zawiesiny ogólnej. Nieco wyższy, bo 74% stopień redukcji, uzyskano w miesiącach letnio-jesiennych.

Badane wody, zarówno na dopływie jak i odpływie ze zbiornika, charakteryzują się dobrymi warunkami tlenowymi i nie wykazują dużego zróżnicowania sezonowego. Zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie wahała się w przedziale od 8,12 do 11,16 mg O<sub>2</sub>×dm<sup>-3</sup>. W miesiącach zimowo-wiosennych, zaobserwowano nieznaczny wzrost (1,5%), a w miesiącach letnio-jesiennych spadek (6,5%) natlenienia wód po przejściu przez zbiornik. Średnio w okresie badań wskaźnik ten zmniejszył się o około 3%.

Wartość wskaźnika BZT<sub>5</sub> wód na dopływie wahała się od 1,61 do 7,33 mg O<sub>2</sub>×dm<sup>-3</sup> i zasadniczo ulegała obniżeniu na odpływie, co świadczy o dalszej poprawie jakości wód po przejściu przez zbiornik wstępny. W okresach zimowo-wiosennym wartość BZT<sub>5</sub> nieznacznie wzrosła o 0,5%,

natomiast w okresach letnio-jesiennych spadła o około 4%. Średnio w okresie badań wartość BZT<sub>5</sub> spadła o około 2%.

Stężenie azotu ogólnego na dopływie do zbiornika nie wykazywało dużego zróżnicowania sezonowego i kształtowało się na niskim poziomie w granicach 1,8 – 2,3 mg N×dm<sup>-3</sup>. Niższe o około 8% stężenie tego wskaźnika odnotowano w miesiącach zimowo-wiosennych. Po przejściu wód przez zbiornik wstępnym stężenie spadało do poziomu 1,2 do 1,9 mg N×dm<sup>-3</sup>. W miesiącach letnio-jesiennych redukcja azotu ogólnego wniosła ponad 23%, a w miesiącach zimowo-wiosennych 18%. Średnio w okresie badań stężenie azotu ogólnego w wodach na odpływie zmniejszyło się o 21%.

Dopływ amoniaku do zbiornika był bardzo zróżnicowany sezonowo i wahał się od 0,07 do 0,62 mg NH<sub>4</sub>×dm<sup>-3</sup>, jednak przeważnie utrzymywał się na niskim poziomie w granicach 0,4 – 0,5 mg NH<sub>4</sub>×dm<sup>-3</sup>. W wodach odpływających ze zbiornika jego stężenie spadało i przeważnie kształtowało się na poziomie 0,2 – 0,3 mg NH<sub>4</sub>×dm<sup>-3</sup>. Wysoki, 45% stopień redukcji stężenia amoniaku po przejściu wód przez zbiornik, odnotowano w miesiącach letnio-jesiennych. Natomiast 37% w miesiącach zimowo-wiosennych. Średnio w okresie badań stężenie tego wskaźnika zmniejszyło się o 42%.

**Tabela 2.** Wartości wybranych wskaźników jakości wód na dopływie i odpływie ze zbiornika wstępnego  
**Table 2.** The values of selected indicators of water quality inflow and flow of the pre-dam reservoir

Rok Year	Miesiąc Month	Badany wskaźnik, Test indicator										
		Odczyn Reaction	Przewodność Conductivity	Zawiesina Suspension	O <sub>2</sub>	BZT <sub>5</sub>	N <sub>og</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	PO <sub>4</sub>	K
		[pH]	[μS×cm <sup>-1</sup> ]									
		dopływ/odpływ, inflow/flow										
2008	VI	8,0/8,1	502/476	73/23	9,13/8,27	2,32/1,48	2,2/1,4	0,54/0,32	3,59/1,21	0,05/0,05	0,78/0,35	2,4/2,0
	IX	7,8/7,7	473/444	28/4	8,98/9,03	4,28/4,53	2,0/1,8	0,61/0,50	2,12/1,12	0,06/0,07	0,71/0,26	2,5/2,9
	XII	7,6/7,2	504/511	31/3	11,05/11,16	4,90/4,88	2,0/1,8	0,49/0,22	5,09/4,51	0,07/0,04	0,51/0,30	3,6/3,3
	III	8,1/8,0	466/538	14/2	10,51/10,57	5,24/6,16	2,3/1,5	0,07/0,06	4,23/3,12	0,05/0,03	0,45/0,24	4,9/3,1
2009	VI	8,3/8,2	484/549	28/8	10,91/8,63	1,61/1,65	1,8/1,3	0,18/0,05	2,62/0,39	0,01/0,01	0,17/0,10	3,1/2,2
	IX	7,6/7,1	493/454	26/7	10,24/9,54	4,26/4,38	2,1/1,9	0,52/0,40	3,13/1,89	0,05/0,04	0,61/0,35	3,5/2,9
	XII	7,5/7,3	512/491	19/9	10,06/11,01	5,11/4,78	2,0/1,9	0,48/0,29	4,07/3,54	0,06/0,06	0,42/0,38	3,6/3,2
	III	8,0/8,0	553/541	49/21	9,62/9,52	5,12/4,38	2,2/1,7	0,39/0,29	3,14/3,12	0,03/0,03	0,32/0,27	5,8/4,1
2010	VI	7,9/7,9	501/495	39/12	8,42/8,25	7,33/6,78	2,0/1,7	0,43/0,17	1,86/1,36	0,09/0,05	0,31/0,19	6,9/4,2
	IX	7,7/7,6	492/461	29/6	9,11/8,12	5,12/4,78	2,1/1,5	0,51/0,25	2,45/1,02	0,09/0,04	0,48/0,29	3,7/1,9
	XII	7,5/7,6	498/510	12/5	10,07/10,16	4,86/4,62	1,9/1,8	0,39/0,32	4,32/4,31	0,05/0,05	0,41/0,39	2,6/2,3
	III	8,5/8,0	576/528	25/7	10,42/9,53	4,14/5,02	2,3/1,6	0,18/0,05	5,01/3,45	0,06/0,05	0,41/0,32	3,9/2,8
2011	VI	8,0/7,9	498/485	44/11	8,62/8,35	5,32/5,14	2,2/1,2	0,51/0,17	4,98/1,21	0,08/0,05	0,61/0,22	5,7/4,9
	IX	7,7/7,2	497/465	23/5	8,24/8,54	5,28/5,31	2,0/1,6	0,62/0,31	3,28/1,54	0,07/0,03	0,62/0,35	3,3/2,2
	XII	7,8/7,7	511/502	28/5	10,19/11,03	5,17/4,88	2,1/1,8	0,43/0,32	4,69/4,53	0,07/0,05	0,55/0,34	3,4/3,1

Źródło: badania własne



Stężenie dopływających do zbiornika azotanów utrzymywały się na niskim poziomie i wahało się od 1,86 do 5,01 mg NO<sub>3</sub>×dm<sup>-3</sup>. Wyższe o 27% było w miesiącach zimowo-wiosennych niż letnio-jesiennych. Na odpływie ich stężenie wyraźnie spadało. Bardzo wysoki spadek, bo aż 59%, odnotowano w okresie letnio-jesiennym. Natomiast w okresie zimowo-wiosennym redukcja stężenia azotanów po przejściu wód przez zbiornik wyniosła tylko 13%. Średnio na odpływie odnotowano 33% zmniejszenie stężenia tego wskaźnika.

Stężenie azotynów na dopływie do zbiornika było zróżnicowane i utrzymywało się na niskim poziomie w ciągu całego okresu badań, wahając się od 0,01 do 0,09 mg NO<sub>2</sub>×dm<sup>-3</sup>. Kilkakrotnie stwierdzono identyczne wartości stężeń azotynów na dopływie i odpływie ze zbiornika. Jednak analizując wartości stężeń tego wskaźnika z całego okresu badań można stwierdzić, że w okresie letnio-jesiennym redukcja wyniosła 32%, zimowo-wiosennym 21%, a średnio około 27%. Stężenie fosforanów na dopływie kształtowało się na wysokim poziomie w przedziale od 0,17 do 0,78 mg PO<sub>4</sub>×dm<sup>-3</sup> i nie wykazywało wyraźnej zmienności sezonowej. Za zbiornikiem wstępnym stężenie spadało do poziomu 0,10 – 0,39 mg PO<sub>4</sub>×dm<sup>-3</sup>. Wskazuje to na redukcję fosforanów po przejściu wód przez zbiornik. W okresie zimowo-wiosennym redukcja wyniosła 27%, a letnio-jesiennym był prawie dwukrotnie wyższa i wyniosła 52%. Średnio w okresie badań stężenie fosforanów w wodach na odpływie zmniejszyło się o 42%.

Stężenie potasu w wodach dopływających do zbiornika było niskie i wynosiło od 2,6 do 6,9 mg K×dm<sup>-3</sup>. Nieznacznie wyższe stężenia na dopływie utrzymywały się w okresie letnio-jesiennym. W wodach odpływających ze zbiornika stężenie potasu spadało o 21% w okresach zimowo-wiosennych i o 26% w letnio-jesiennych. Średnio w okresie badań odnotowano 24% redukcję stężenia potasu po przejściu wód przez zbiornik wstępny.

## **DYSKUSJA I PODSUMOWANIE**

Dopływ zanieczyszczeń ciekami zasilającymi zbiorniki jest głównym źródłem pogorszenia jakości wód zbiorników zaporowych [Czamara , Grześków 2008, Kostecki 2003], a rolnictwu przypisuje się znaczny udział w eutrofizacji środowiska wodnego w wyniku depozycji w wodach biogenów pochodzących z rolniczej działalności człowieka [Rajda i in. 1992; Solarski H., Solarski K. 1994]. Przeprowadzone badania wykazały, że wody rzeki Por są obciążone ładunkiem zanieczyszczeń, który może stanowić poważne zagrożenie dla prawi-

dłowego funkcjonowania zbiornika głównego. Sedymentująca zawiesina ogólna, będąca głównie produktem silnej erozji wodnej w zlewni rzeki Por, z czasem może doprowadzić do kolmatacji zbiornika i zmniejszenia jego pojemności. Natomiast związki chemiczne zawarte w wodach Poru (szczególnie biogenne) będą przyczyniać się do eutrofizacji wód w zbiorniku głównym. Gomółka i Szaynok [1997] dowodzą, że amoniak w wodach powierzchniowych pochodzi najczęściej z amonifikacji organicznych substancji azotowych lub soli nieorganicznych (nawozów). Natomiast procesy redukcji i utleniania związków azotowych powodują pojawienie się w wodach azotynów, które pod wpływem czynników biochemicznych przechodzą w amoniak lub azotany, będące pożywką dla rozwoju organizmów wodnych w okresie wegetacji. Chcąc chronić zbiorniki główne przed zanieczyszczeniami transportowanymi przez rzekę, często na ciekach powyżej nich buduje się zbiorniki wstępne, których głównym celem jest zatrzymanie niesionych przez rzekę zanieczyszczeń, a tym samym poprawienie jakości wód zasilających zbiorniki główne [Benndorf i in. 1975, Czamara, Wiatkowski 2002, Czamara, Grześków 2008]. Podobne rozwiązanie zastosowano budując Zbiornik Wodny Nielisz.

Wyniki laboratoryjnych analiz jakości wód na dopływie i odpływie ze zbiornika wstępnego dowodzą, że na odpływie ze zbiornika wstępnego zaobserwowano wyraźną, charakteryzującą się zmiennością sezonową, redukcję stężeń badanych wskaźników jakości wody. Średnio w okresie badań w największym stopniu (73%) zmniejszyło się stężenie zawiesiny ogólnej. Stężenie amoniaku i fosforanów spadło o 42%, azotanów o 34%, azotynów o 27%, potasu o 24%, a azotu ogólnego o 21%. Natomiast wartość  $BZT_5$  spadła o 2%, a przewodność elektrolityczna o 1%. Odczyn badanych wód zmniejszył się o 2%, a zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie o 3%. Najwyższe redukcje stężeń zanieczyszczeń w zbiorniku wstępnym na rzece Por miały miejsce w okresie intensywnego wzrostu makrofitów, co także w swoich badaniach potwierdzają Czamara i Wiatkowski [2002] oraz Czamara i Grześków [2008]. Bowiem biogeny dopływające do zbiornika stanowią pożywkę dla rozwijającej się roślinności wodnej – pływającej oraz porastającej dno i brzegi zbiornika. Przykładem może być trzcina, która w ciągu roku potrafi pobrać około 1 g azotu oraz 2 g fosforu z jednego metra kwadratowego powierzchni zbiornika wodnego [Fleischer, Stribe 1991, Petersen i in. 1992]. Czamara i Grześków [2008] w swoich badaniach dowodzą, że redukcja ładunku biogenów w zbiorniku wstępnym może wynieść 65%, a azotynów nawet do 80%.

Analiza wyników badań jednoznacznie wskazuje, że zbiornik wstępny przyczynia się do znaczącej poprawy jakości wody dopływającej do zbiornika głównego, a jego skuteczność pracy jest duża. Nie jest on jednak w stanie wyeliminować wszystkich zanieczyszczeń dopływających wraz z wodami rzeki Por.

## **BIBLIOGRAFIA**

- Benndorf J., Pütz K., Krinitz H., Henke J. (1975). Die Funktion der Vorsperren zum Schutz der Talsperren vor Eutrophierung. *WWT* 25, 1, 19-25.
- Czamara A., Grześków L. (2008). Ocena skuteczności działania zbiornika wstępnego w Mściwojowie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 528, 361-371.
- Czamara W., Wiatkowski M., (2002). Zastosowanie zbiornika wstępnego w Mściwojowie do ochrony retencjonowanej wody. *Rocz. AR w Poznaniu*, 342, 43-52.
- Fleischer S., Stibe L. (1991). Restoration of wetlands as a mean of reducing nitrogen transport to coastal waters. *Ambio*, 20/6, 21-34.
- Gomółka E., Szaynok A. (1997). *Chemia wody i powietrza*. Oficyna wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 434 ss.
- Hermanowicz W., Dojlido W., Dożańska W., Kosiorowski B., Zerbe J. (1999). *Fizykochemiczne badania wody i ścieków*. Arkady. Warszawa, 556 ss.
- Józefaciuk Cz., Józefaciuk A. (1992). Gęstość sieci wąwozowej w fizjograficznych krainach Polski. *Pam. Puł.*, 101, 51-66.
- Kondracki J. (2002). *Geografia regionalna Polski*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 440 ss.
- Kostecki M. (2003). Alokacja i przemiany wybranych zanieczyszczeń w zbiornikach zaporowych hydrowężła rzeki Kłodnicy i Kanale Gliwickim. *Prace i Studia*, 57, 124 ss.
- Kowalewski Z. (2003). Wpływ retencjonowania wód powierzchniowych na bilans wodny małych zlewni rolniczych. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 6, Wyd. IMUZ Falenty, 29-50.
- Mioduszewski W. (1996). Mała retencja a ochrona zasobów wodnych. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu*, 289, 127-134.
- Mioduszewski W. (1999). Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym. *Wyd. IMUZ, Falenty*, 165 ss.
- Mioduszewski W. (2004). Rola małej retencji w kształtowaniu i ochronie zasobów wodnych. *Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Inżynieria Środowiska* 13, 295-305.
- Pawłat H., Dąbkowski Sz. L., Mioduszewski W. (1994). Ocena oddziaływania zbiornika wodnego „Nielisz” na środowisko przyrodnicze. *Maszynopis. Biuro Konsultacyjne Inżynierii Środowiska, Warszawa*, 45 ss.
- Petersen R.C., Petersen L.B., Lacoursiere A. (1992). Building bloc model for stream restoration. *W: River conservation and management*. New York, 32 ss.
- Rajda W., Kowalik T., Marzec J., Ostrowski K. (1992). Wpływ ukształtowania mikrozewni rolniczej na ilość i skład chemiczny odpływu. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie*, 273, 133-144.

- Ryszkowski L., Bałazy S., Kędziora A. (2003). Kształtowanie i ochrona zasobów wodnych na obszarach wiejskich. Wyd. PRODRUK, Poznań, 70 ss.
- Solarski H., Solarski K. (1994). Erozja składników biogennych na użytkach rolnych i leśnych Pojezierza Olsztyńskiego. Roczn. AR w Poznaniu, 266, 153-161.
- Świeca A. (1994). Natężenie erozji wodnej na Roztoczu w świetle hydrometrycznych badań Poru i górnego Wieprza. Wyd. AR w Poznaniu, 86 ss.
- Twardowski J. (2008). Instrukcja eksploatacji Zbiornika Wodnego Nielisz na rzece Wieprz. Maszynopis IMGW Warszawa, 22 ss.
- Tyszewski S., Puśłowska-Tyszewska D., Zega M. (2008). Operat wodnoprawny Zbiornika Wodnego Nielisz na rzece Wieprz. Maszynopis, Pracownia Gospodarki Wodnej „PRO-WODA” Warszawa, 31 ss.

dr inż. Andrzej Mazur  
Katedra Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji  
Uniwersytet Przyrodniczy  
ul. Leszczyńskiego 7  
20-069 Lublin  
email: amazur70@op.pl