



mgr Paweł BURAS  
mgr Paweł PRUS  
mgr Jacek SZLAKOWSKI  
doc. dr hab. Wiesław WIŚNIEWOLSKI  
mgr inż. Janusz LIGIĘZA

INSTYTUT RYBACTWA ŚRÓDLĄDOWEGO IM. ST. SAKOWICZA  
W OLSZTYNIE  
ZAKŁAD RYBACTWA RZECZNEGO W ŻABIEŃCU

## WPLYW ZBIORNIKA ZAPOROWEGO NA ICHTIOFAUNĘ I EKOSYSTEM RZEKI - PRZYKŁAD ZBIORNIKA WIÓRY

### 1. Wprowadzenie

Zbiorniki zaporowe powstając w następstwie przegrodzenia biegu rzeki, są ściśle powiązane z jej ekosystemem. O charakterze zbiornika w znacznym stopniu decyduje wielkość dopływu zasilającej zbiornik rzeki, mierzona w stosunku do jego objętości (powierzchni). Przykładami mogą być, silnie przepływowy Zbiornik Włocławski oraz limniczny zbiornik Siemianówka, w którego szeroko rozlanych wodach niknie oddziaływanie rzeki. Na środowisko zbiornika wpływają także wnoszone wraz z wodami rzeki i osadzające się w nim rumowisko wleczone, sedimentujące namuły mineralne i organiczne oraz zanieczyszczenia różnymi związkami. Rozstrzygają one o jakości wód zbiornika, strukturze gatunkowej rozwijających się w tych warunkach zespołów flory i fauny, a także o możliwości korzystania z tych akwenów (Wiśniewolski 2002).

Opuszczające zbiornik wody, zmieniają charakter rzeki poniżej zapory. Konsekwencją tego jest odmienny charakter jej środowiska powyżej i poniżej zbiornika, dlatego celowym wydało się przedstawienie prognozy wpływu nowo utworzonego zbiornika Wióry na ichtiofaunę i ekosystem zasilającej go rzeki.

## **2. Charakterystyka ogólna zlewni zbiornika Wióry, jako siedliska ichtiofauny**

Zbiornik Zaporowy Wióry zlokalizowany jest w km 8+630 biegu rzeki Świśliny. Rzeka ta wykazuje w górnym biegu charakter górski (spadek 11,7 ‰), natomiast w dolnym odcinku przechodzi w rzekę podgórszą (spadek 2,42 ‰). Zlewnia Świśliny obejmuje północną stronę centralnej części Pasma Łysogór. Wchodzące w jej skład rzeki biorą początek spod wzniesień Pasma Łysogór (G. Łysica 612 m. n.p.m., G. Księża Skała 547 m. n.p.m., G. Łysiec 531,4 m. n.p.m., G. Jeleniowska 455,9 m. n.p.m., G. Chełmowa 350,8 m. n.p.m.), gdzie deniwelacje w wartościach bezwzględnych przekraczają 400–470 m. n.p.m. Obszar zbudowany jest ze skał paleozoicznych (kambr i dewon). Stoki stanowi rumowisko kwarcytów kambryjskich. Niższe partie zbudowane są z piaskowców dolnodewońskich oraz wapieni dewońskich. Doliny rzek pokryte są lessem, glinami i żwirami. Informacje ogólne o ciekach zlewni rzeki Świśliny przedstawiono Tabeli 1.

Tabela 1. Geomorfologiczna charakterystyka rzeki Świślina i jej dopływów.

Ciek podstawowy/ dopływ	Geologia podłoża	Wysokość źródeł (m. n.p.m.)	Długość (br. km)
Świślina	Piaski i żwiry, gliny, niewielkie potacie lessów	300	22,17 (30,8)
<i>Psarka</i>		320	22,4
<i>Węgiełka</i>		350	10,7
<i>Pokrzywianka</i>		350	25,6
<i>Czarna Woda</i>		350	9,5
<i>Dobruchna</i>		420	10,5
<i>Słupianka</i>		390	13,7
<i>Jeleniówka</i>		400	2,3
<i>Młyńska</i>		450	5,3

Rzeka Świślina i jej dopływy zostały uregulowane tylko na nielicznych odcinkach. Toteż na przeważającej długości płyną one naturalnym korytem (około 1–2% długości całkowitej cieków jest uregulowane). Szerokość koryta rzek jest bardzo różna i waha się, średnio od 1–4 metrów w górnym odcinku do 8–12 metrów w ich dolnym biegu. Głębokość jest również zmienna zależna od wielkości cieków i waha się od 0,7 do 1,5 m. Brzegi rzek są osłonięte w większości zwartym drzewostanem. Dno rzek jest kamieniste, lub żwirowe z pasmami piachu, bardzo

urozmaicone z głęboczkami i bystrzynami. Budowa morfologiczna, spadek rzek oraz otoczenie dolin wskazuje na ich typowo górski charakter lokujący rzeki w krainie pstrąga i krainie lipienia oraz brzany. Doliny rzek są lesiste lub użytkowane rolniczo.

Przepływy wody w rzece Świślinie i w jej dopływach charakteryzują się wysoką zmiennością i znaczną amplitudą wartości skrajnych przepływów dobowych i sezonowych. W zlewni tej rzeki ukształtował się złożony ustrój zasilania z dwoma wysokimi stanami wód. Zasilanie śnieżne powoduje wysokie stany w marcu i kwietniu, a zasilania deszczowe w maju i czerwcu. W czasie wysokich stanów, wody Świśliny zalewają dolinę. Częste są stany powodziowe.

W zlewni rzeki Świśliny i Zbiornika Wióry główny wpływ na zmienne warunki hydrologiczne wywierają dwa czynniki: opady atmosferyczne z dwoma okresami wysokich stanów wód oraz nachylenie stoków dolin przy zmniejszonej gęstości szaty leśnej. Gwałtowne przybory wód w dwóch porach roku oraz niżowe stany letnie mogą destabilizować zespoły ryb. Tworzą się takie zespoły gatunkowe, które mogą przetrwać zarówno gwałtowne przybory wody w korytach, jak i wyjątkowo niskie stany wód.

Zbiornik Wióry jest usytuowany w dolnym biegu rzeki Świśliny. Budowę zbiornika rozpoczęto na początku lat 90-tych; w czasie badań (2006 r.) znajdował się on w końcowej fazie napełniania. Średnia powierzchnia zbiornika wyniesie docelowo 260 ha, maksymalna głębokość przekroczy 15 m, a średnia 6 m. Znaczna część zbiornika (ponad 40% powierzchni) będzie obszarem zalewanym tylko w razie powodzi (Tabela 2).

Tabela 2. Podstawowe parametry zbiornika Wióry przy różnych stanach piętrzenia.

Parametr	Minimalne piętrzenie	Średnie piętrzenie	Maksymalne piętrzenie
Powierzchnia (ha)	250	260	415
Głębokość średnia (m)	6,0	6,4	8,5
Pojemność (mln m <sup>3</sup> )	15	16	35

### 3. Teren badań

Do oszacowań bentosu i ichtiofauny wybrano stanowiska o długości 150 m, charakteryzujące się różnym ukształtowaniem, wynikającym z naturalnego układu

koryta rzeki Świśliny i Pokrzywianki, a także miejscem lokalizacji względem zbiornika Wióry.

#### *Stanowisko nr 1 – Świślina*

Rzeka Świślina powyżej zbiornika Wióry, 400 m powyżej mostu w Pawłowie. Rzeka w wąwozie o stromych i zadrzewionych (starodrzew olchowy z domieszką pojedynczych wierzb) stokach, o wysokości 5–6 m (prawy brzeg) i 2–3 m (lewy brzeg). Koryto o zmiennej szerokości, przeciętnie 3,5–4,0 m bez śladów regulacji, kręte, silnie zacienione. Odcinki bystrza o głębokości 0,2–0,5 m i dnie kamienisto-żwirowym oraz plosa o głębokości do 0,8–1,2 m i dnie piaszczystym ułożone naprzemiennie. Szybkość prądu umiarkowana, wzrastająca do dużej na odcinkach żwirowo-kamienistego dna. W korycie pojedyncze zwalone drzewa, obumarłe gałęzie oraz pojedyncze większe kamienie. Przewodnictwo elektrolityczne  $580 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Niemal brak widocznej roślinności wodnej, pojedyncze kępki glonów nitkowatych na kamieniach w bystrzach. Otoczenie rzeki stanowią pola uprawne.

#### *Stanowisko nr 2 – Świślina*

Stanowisko to zlokalizowane było w miejscowości Doły Biskupie poniżej zbiornika Wióry, koło budynków starej Papierni, ok. 200 m poniżej starego progu piętrzącego wodę na potrzeby tego już nieczynnego zakładu, 50 m poniżej mostu. Rzeka w wąwozie o zadrzewionym (starodrzew olchowy) i stromym prawym brzegu (wysokość do 5 m) i również wysokim, zakrzaczonym lewym brzegu (wysokość 4–5 m). Odcinek rzeki w obrębie zabudowy mieszkalnej. Koryto o zmiennej szerokości, średnio 6–7 m ze śladami dawnej regulacji, proste, umiarkowanie zacienione. Koryto silnie zróżnicowane morfologicznie, miejscami dzielące się na 2–3 ramiona. Dno kamienisto-żwirowe, w głębozłkach przechodzące w żwirowo-piaszczyste. Odcinki bystrza o głębokości 0,3–0,5 m i plosa o głębokości do 0,8–1,5 m. Przewodnictwo elektrolityczne  $575 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Miejscami na dnie duże kamienie i pojedyncze głazy oraz obumarłe gałęzie i fragmenty pni drzew. Prąd wartki, zwalnający w głębozłkach. Znaczna część dna porośnięta fitobentosem, złożonym z mszaków i glonów nitkowatych, szczególnie w odcinkach bystrzy.

#### *Stanowisko nr 3 – Pokrzywianka*

Stanowisko to zlokalizowane było powyżej zbiornika Wióry, 100 m poniżej mostu w miejscowości Cząstków. Koryto rzeki naturalne, wcięte głęboko poniżej otaczającego terenu. Prawy brzeg stromy, wyniesiony do około 6 m, brzeg lewy łagodniej opadający, wyniesiony do około 2–3 m. Na większości odławianego odcinka odsłonięte z pojedynczymi olchami i wierzbami. Otoczenie łąkowe i nieużytki. Koryto o zmiennej szerokości od 3 do 8 m bez śladów regulacji, kręte, słabo zacienione. Dno rzeki kamieniste, odcinki bystrza o głębokości 0,1–0,3 m i plosa o głębokości 0,5–1,0 m. Prąd dość wartki, zwalniający w głębozłkach do leniwego. Przewodnictwo elektrolityczne  $645 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Występują liczne kępki glonów nitkowatych na kamieniach, w bystrzach.

#### *Stanowisko nr 4 – Zbiornik Wióry*

Stanowisko pierwsze zlokalizowane było w dolnej części zbiornika około 100 metrów powyżej zapory, w części centralnej zbiornika. Głębokość 13,0 m, dno muliste z drobnymi szczątkami roślinnymi pochodzenia łąkowego.

Stanowisko drugie znajdowało się na środku plosa zbiornika, około 400 m powyżej zapory. Głębokość 5,5 m, dno twarde, piaszczyste, z nie rozłożonymi szczątkami darni i niewielką ilością mułu na powierzchni.

Widzialność krążka Secchiego (miara przezroczystości wody) w czerwcu 2006 r. wyniosła na obu stanowiskach 1,6 m.

## **4. Metody**

### *Fauna denna – makrobentos*

Ocen zespołów bentosu dokonano jednorazowo w dniach od 12 do 14 czerwca 2006 roku, na opisanych powyżej stanowiskach. Próbkę organizmów bentosowych pobierano z rzek przy użyciu skrobaka dna. Na każdym stanowisku zebrano 6 próbek (po 3 w transekcie poprzecznym koryta rzeki, osobno z odcinków bystrza i plosa). W zbiorniku Wióry do poboru próbek bentosu zastosowano aparat rurowy Kajaka, którym pobrano po 5 próbek z każdego ze stanowisk. W zbiorniku Wióry wykonano także pomiar widzialności krążka Secchiego oraz profil termiczny przy zaporze. Na wszystkich stanowiskach zmierzono przewodnictwo elektrolityczne wody. Na podstawie zebranych materiałów oszacowano liczebność i biomasę zwierząt bentosowych z podziałem na taksony (o różnej randze systematycznej,

przeważnie rodziny lub rzędu) dla 3 stanowisk rzecznych i 2 stanowisk w zbiorniku Wióry.

### *Ichtiofauna*

Oceny ichtiofauny dokonano równoległe z oceną fauny dennej, na tych samych stanowiskach. Posłużono się metodą elektropołowów wykonanych za pomocą plecakowego agregatu elektrycznego Honda o mocy 1,8 kW, napięciu prądu stałego 220 V i natężeniu 4–5 A. W rzekach łowiono brodząc wzdłuż stanowiska pod prąd wody, natomiast w Zbiorniku Wióry z łodzi w odległości 2–4 m od brzegu. Cały połów przenoszono na brzeg, gdzie identyfikowano i segregowano poszczególne gatunki, liczono, ważono i mierzono. Po przeprowadzeniu pomiarów ryby uwalniano w miejscu złowienia. Różnorodność gatunkową oceniano za pomocą wskaźnika różnorodności ogólnej Shannona-Wiennera (Odum 1982).

$$H' = \sum_{i=1}^S \left( \frac{n_i}{N} \right) \cdot \log_2 \left( \frac{n_i}{N} \right)$$

gdzie:

$n_i$  – liczba osobników  $i$ -tego gatunku,

$N$  – liczba wszystkich osobników,

$S$  – liczba gatunków.

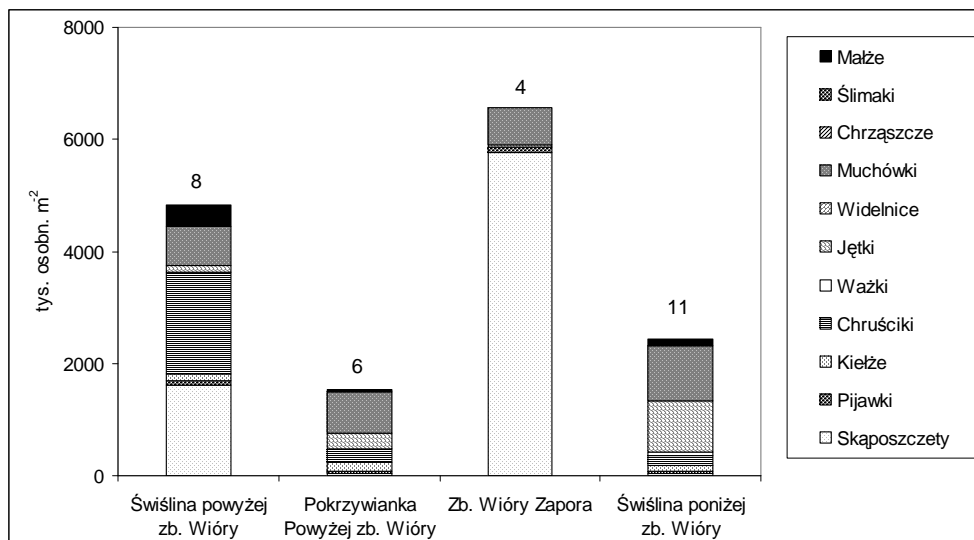
Dodatkowe informacje o ichtiofaunie Zbiornika Wióry uzyskano z jednorazowych połowów sieciowych, wykonanych w dolnej części zbiornika, obejmującej obszar pomiędzy stanowiskiem pierwszym i drugim poboru prób bentosu. Posłużono się zestawem doświadczalnych wontonów o oku od 15 mm do 90 mm, które wystawiono nocą z 12 na 13 czerwca, na 10 godzin.

## **5. Wyniki**

### *Makrobentos rzek Świślina i Pokrzywiana*

Zespół makrobentosu był różnorodny i występował obficie na wszystkich badanych stanowiskach rzecznych. Najmniejszą różnorodność stwierdzono w rzekach Świślinie i Pokrzywiance powyżej zbiornika Wióry (odpowiednio 8 i 6 wyróżnionych taksonów), a największą w rzece Świślinie poniżej zbiornika (11 taksonów) (Rys. 1).

Pod względem liczebności na stanowisku w rzece Świślinie powyżej zbiornika dominowały: skąposzczety (*Oligochaeta*) – 41%, larwy muchówek z rodziny ochotkowatych (*Chironomidae*) – 26%, oraz małże z rodzaju *Pisidium* – 15%. Licznie występowały także jętki (*Ephemeroptera*), chruściki domkowe (*Trichoptera: Integripalpia*) i kielże (*Gammaridae*) (Rys. 1). W rzece Pokrzywiance stwierdzono podobną strukturę dominacji grup bentosu, z tym, że znacznie mniejszy udział w liczebności miały *Oligochaeta* (3%), a większy larwy *Chironomidae* (45%). Wskazuje to na niższą trofję wód tej rzeki niż rzeki Świśliny. Natomiast w rzece Świślinie poniżej zbiornika dominowały larwy ochotkowatych (34%) i jętki (33%) oraz chruściki bezdomkowe (*Annulipalpia*) – 17%. Licznie występowały też kielże i ślimaki z rodzaju *Lymnea* (*Radix*), natomiast pozostałe taksony były nieliczne (Rys. 1).

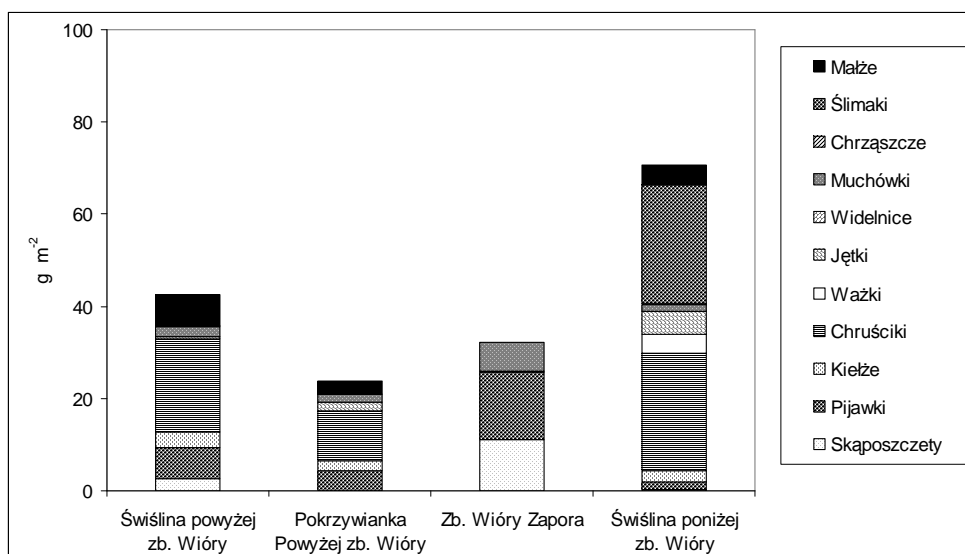


Rys. 1. Liczebność fauny dennej w rzekach Świślina i Pokrzywianka oraz w zbiorniku Wióry. Nad słupkami podano liczbę taksonów.

Pod względem biomasy na stanowiskach powyżej zbiornika Wióry dominowały chruściki domkowe (43 i 36% odpowiednio w rzece Świślinie i Pokrzywiance), pijawki z rodzaju *Erpobdella* (16 i 17%) i małże z rodzaju *Pisidium* (15 i 11%). Znaczący udział miały też kielże, chruściki bezdomkowe, i ochotkowate. Skąposzczety stanowiły 6% biomasy bentosu w rzece Świślinie, natomiast ich udział w biomacie bentosu w rzece Pokrzywiance był znikomy, podczas gdy jętki stanowiły 8% biomasy bentosu w rzece Pokrzywiance, a tylko

1% w Świślinie. W rzece Świślinie poniżej zbiornika Wióry w biomase bentosu zdecydowanie dominowały ślimaki z rodzaju *Lymnea (Radix)* (37%) oraz chruściki bezdomkowe – 26% i domkowe – 10% (łącznie 36%). Znaczący udział miały też jętki, larwy ważek (*Zygoptera*) i kielże.

Łączna liczebność bentosu była najwyższa w rzece Świślinie poniżej zbiornika Wióry (2745 os. m<sup>-2</sup>), nieco niższa w tej samej rzece powyżej zbiornika (2619 os. m<sup>-2</sup>), a znacząco niższa w rzece Pokrzywiance (1592 os. m<sup>-2</sup>). Biomasa była najwyższa w Świślinie poniżej zbiornika (70,7 g m<sup>-2</sup>), istotnie niższa w Świślinie powyżej zbiornika (42,5 g m<sup>-2</sup>) i najniższa w Pokrzywiance (23,7 g m<sup>-2</sup>) (Tabela 3, 4). Na szczególną uwagę zasługuje zróżnicowanie średniej masy osobnika w zespole bentosu badanych odcinków rzek. Powyżej zbiornika Wióry była ona zbliżona w Świślinie i Pokrzywiance (odpowiednio 16,2 i 14,9 mg), natomiast znacznie wyższa w Świślinie poniżej zbiornika (25,8 mg) (Rys. 2).



Rys. 2. Biomasa (g mokrej masy m<sup>-2</sup>) fauny dennej w rzekach Świślina i Pokrzywianka oraz w zbiorniku Wióry.

Uzyskane wyniki wskazują na silną odrębność odcinka rzeki Świśliny poniżej zbiornika Wióry od stanowisk położonych powyżej zbiornika. Przerwanie ciągłości rzeki i zmiana jej reżimu hydrologicznego związane z istnieniem zbiornika Papiernia i budową nowego stopnia Wióry wpłynęły na warunki w rzece poniżej piętrzeń, powodując zmianę charakteru rzeki. Zespoły bentosu notowane w górnych odcinkach rzek Świślina i Pokrzywianka są charakterystyczne dla rzek



podgórskich i górskich, z dużym udziałem form przystosowanych do znacznej prędkości i silnych zmian przepływu. Do tej grupy organizmów należą kiełże (*Gammaridae*), chruściki domkowe (*Integripalpia*), jętki (*Ephemeroptera*) oraz małże z rodzaju *Pisidium*. Natomiast poniżej zbiornika zaczynają przeważać organizmy typowe dla dolnego biegu rzek wyżynnych oraz dla rzek nizinnych, przede wszystkim związane z roślinnością wodną, która na tym stanowisku rozwija się znacznie obficie niż na pozostałych. Do takich zwierząt zaliczyć można ślimaki z rodzaju *Lymnea* (*Radix*), chruściki bezdomkowe (*Annulipalpia*), szczególnie z rodzin (*Ryacophilidae* i *Hydropsychidae*) i larwy ważek (*Zygoptera*).

#### *Makroentos Zbiornika Wióry*

Makroentos zbiornika Wióry znajduje się w chwili obecnej na wstępnym etapie sukcesji, związanej z przekształceniem środowiska lotycznego (rzeka) w limniczne (zbiornik). W głębszej części zbiornika, przy zaporze (głębokość 13 m), w skład makrofauny dennej wchodzi przedstawiciele 4 taksonów, wśród których pod względem liczebności dominują skąposzczety i ochotkowate, a pod względem biomasy – pijawki z rodzaju *Erpobdella*, skąposzczety i ochotkowate. Łączna liczebność bentosu w tej części zbiornika wynosi 6560 os. m<sup>-2</sup>, a biomasa 32,2 g m<sup>2</sup> (Rys. 2 – 3). Natomiast w części płytszej (płosa – głębokość 5,5 m) skład bentosu ograniczony jest do przedstawicieli ochotkowatych i skąposzczetów, przy skrajnie niskiej liczebności i biomacie, wynoszących odpowiednio: 233 os. m<sup>-2</sup> i 0,3 g m<sup>-2</sup>.

Średnia masa osobnika w zespole bentosu zbiornika wynosiła 4,9 i 1,1 mg, odpowiednio dla stanowiska przy zaporze i płosa. Wyższa z tych wartości jest 3-krotnie niższa niż stwierdzona w rzekach Świślinie i Pokrzywiance powyżej zbiornika, a 5-krotnie niższa niż w Świślinie poniżej zbiornika.

## **6. Ichtiofauna**

### *Skład gatunkowy liczebność i biomasa*

Wyniki odłowów kontrolnych przeprowadzonych w czerwcu 2006 roku na wybranych stanowiskach rzeki Świśliny, Pokrzywianki oraz zbiorniku Wióry, wykazały obecność 16 gatunków (Tabela 3). Prawdopodobnie przy większej intensywności odłowów, obejmujących całą zlewnię Świśliny, liczba ta byłaby większa. Uzyskane w następstwie jednorazowego odłowu wyniki, wystarczająco charakteryzują jednak aktualne stosunki ichtiofaunistyczne oraz relacje

występowania poszczególnych gatunków i tworzonych przez nie grup ekologicznych. Dwa spośród stwierdzonych gatunków – karaś srebrzysty i pstrąg tęczy są obce dla ichtiofauny Polski i znalazły się w naszych wodach w drodze introdukcji, podczas gdy pozostałe to gatunki rodzime (Brylińska 2000).

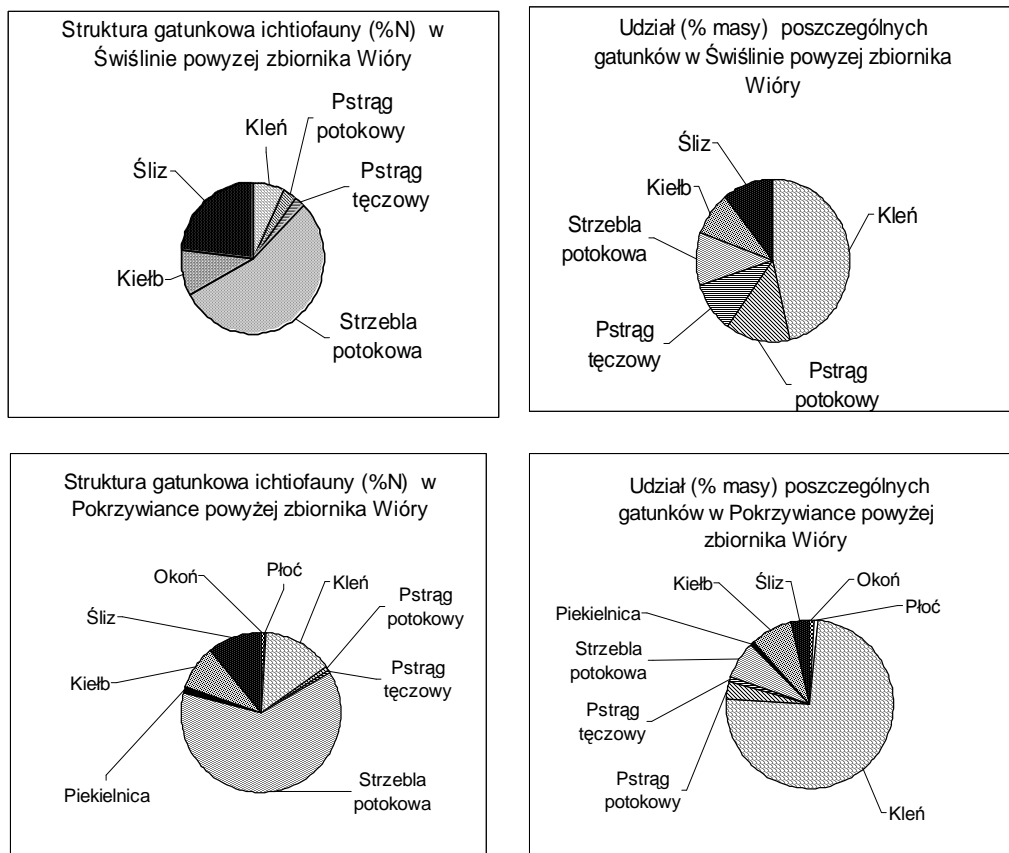
Tabela 3. Gatunki ryb zarejestrowane w zlewni rzeki Świślina i Zbiorniku Wióry, podczas odłowów kontrolnych przeprowadzonych w czerwcu 2006 r.

LP.	Gatunek	
1	Głowacz białopłetwy	<i>Cottus gobio</i>
2	Jelec	<i>Leuciscus leuciscus</i>
3	Karaś srebrzysty	<i>Carassius auratus gibelio</i>
4	Kiełb	<i>Gobio gobio</i>
5	Kleń	<i>Leuciscus cephalus</i>
6	Lin	<i>Tinca tinca</i>
7	Okoń	<i>Perca fluviatilis</i>
8	Piekielnica, szweja	<i>Alburnoides bipunctatus</i>
9	Płóć	<i>Rutilus rutilus</i>
10	Pstrąg potokowy	<i>Salmo trutta morpha fario</i>
11	Pstrąg tęczy	<i>Oncorhynchus mykiss</i>
12	Różanka	<i>Rhodeus sericeus amarus</i>
13	Strzebla potokowa	<i>Phoxinus phoxinus</i>
14	Szczupak	<i>Esox lucius</i>
15	Śliz	<i>Barbatula barbatula</i>
16	Świnka	<i>Chondrostoma nasus</i>

W zespole ryb zasiedlających aktualnie wody zlewni rzeki Świśliny i zbiornika Wióry, występuje 10 gatunków reofilnych, związanych z lotycznymi środowiskami. Są to: głowacz białopłetwy, jelec, kiełb, kleń, piekielnica, pstrąg potokowy, pstrąg tęczy, strzebla potokowa, śliz oraz świnka. Z pozostałych 6 gatunków są to ryby ubikwistyczne (płóć, okoń), które dobrze radzą sobie w różnych warunkach, oraz limnofilne (karaś srebrzysty, lin, różanka, szczupak), preferujące wody wolno płynące i stojące. Już z tej wstępnej analizy wynika przewaga w zespole ichtiofauny gatunków prądolubnych, wymagających czystej, dobrze natlenionej, wartko płynącej wody. Spośród wymienionych gatunków całkowitą ochroną objęte są głowacz białopłetwy, piekielnica, różanka oraz strzebla potokowa. Ochroną częściową objęty jest śliz. Piekielnica i różanka jako gatunki szczególnie zagrożone wpisane są ponadto do Polskiej czerwonej księgi zwierząt.

W Świślinie powyżej zbiornika Wióry zespół ryb tworzony jest tylko przez 6 reofilnych gatunków. Liczebnie dominują w nim strzebla potokowa (54%) oraz śliz

(23%), pod względem masy natomiast kleń (46%) i pstrąg potokowy (14%), przy współdominacji strzebla potokowej (11%) i śliza (11%) (Rys. 3). Pomimo relatywnie niskiej liczby gatunków zwracają uwagę wysokie wartości Indeksu H', wskazujące na wysoką różnorodność biologiczną zespołu ryb (Rys. 7).

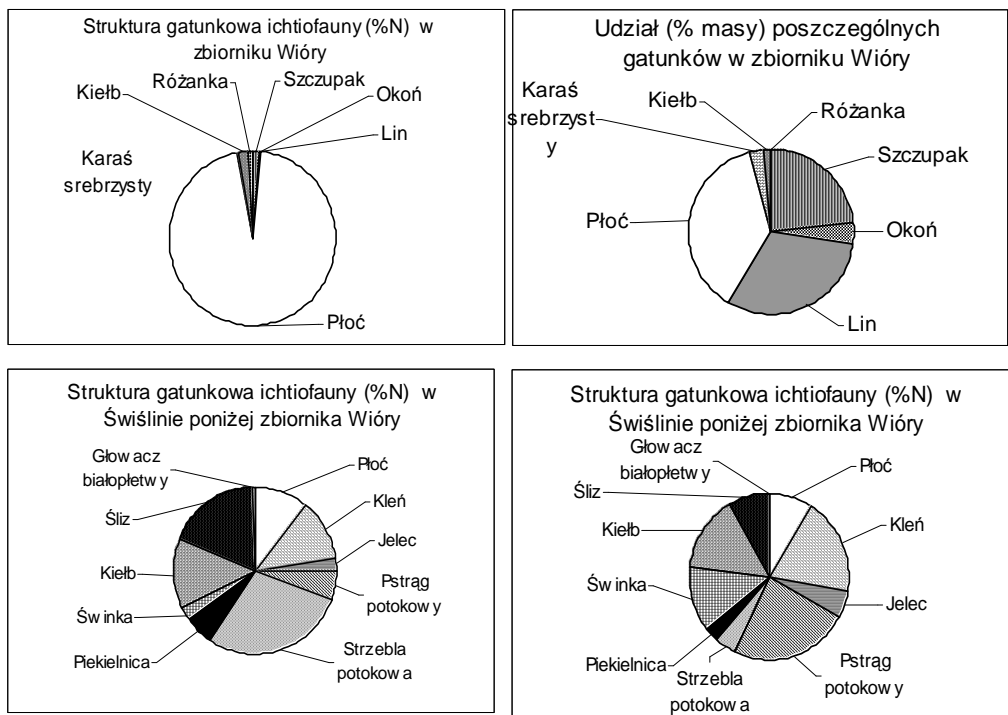


Rys. 3. Struktura gatunkowa ichtiofauny (% liczebności i masy) w rzekach Świślinie i Pokrzywianie powyżej zbiornika Wióry.

Bogatszy skład ichtiofauny odnotowano w Pokrzywianie, w której zarejestrowano obecność 9 gatunków. Podobnie jak i w Świślinie powyżej zbiornika Wióry, w Pokrzywianie zdecydowanie przeważają gatunki reofilne (7), uzupełniane przez płoc i okonia – gatunki eurytopowe odznaczające się dużą zdolnością przystosowania do zmiennych warunków środowiska. Licznie dominują strzebla potokowa (63%) i kleń (14%), ze współdominacją śliza (11%), wagowo dominuje natomiast kleń (74%). W zespole ichtiofauny pojawia się piekielnica (Rys. 3). Pomimo odnotowanej większej liczby gatunków, wskaźnik

różnorodności biologicznej  $H'$  jest tutaj niższy niż w Świślinie powyżej zbiornika (Rys. 7).

W Świślinie poniżej zbiornika Wióry obraz ichtiofauny nie ulega wyraźnej zmianie, chociaż liczba rejestrowanych gatunków wzrasta do 10. Nadal dominują ryby reofilne, reprezentowane przez 9 gatunków, a ich uzupełnieniem jest płoć. Pod względem liczebności dominują strzebla potokowa (29%) i śliz (18%), przy współdominującej pozycji kielbia (14%), klenia (12%) oraz płoci (11%). Pod względem masy dominują pstrąg potokowy (24%) i kleń (19%) a współdominują kiełb (15%) oraz świnka (13%). Zwraca uwagę wzrastający w zespole ichtiofauny udział piekielnicy oraz pojawienie się w nim świnki i głowacza białopłetwego. Równocześnie znaczący udział w zespole płoci, wskazuje na oddziaływanie znajdujących się powyżej piętrzeń zbiornika Papiernia oraz zbiornika Wióry (Rys. 4). O wartości przyrodniczej fragmentu ekosystemu rzeki Świśliny poniżej zbiornika Wióry, świadczą najwyższe wartości indeksu różnorodności biologicznej  $H'$  (Rys. 7).



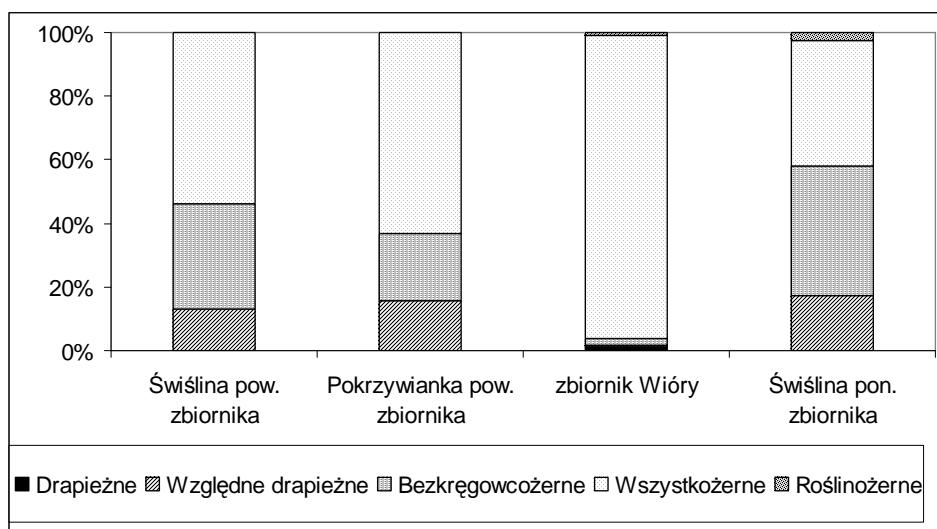
Rys. 4. Struktura gatunkowa ichtiofauny (% liczebności i masy) w zbiorniku Wióry oraz w rzecach Świślinie poniżej zbiornika Wióry.

Odmienne natomiast przedstawia się obraz ichtiofauny w zbiorniku Wióry. Przeprowadzone tutaj odłowy wykazały obecność 7 gatunków ryb. W zespole formującej się ichtiofauny zbiornika dominują gatunki limnofilne, preferujące wody wolno płynące oraz stojące. Jedynym reofilnym gatunkiem jest tutaj kiełb. Liczebnie w zespole dominuje płoć (95,1%), przy czym zwraca uwagę niezwykle wysoki udział (95,9%) w odłowie elektrycznym młodych osobników z rozrodu w 2006 roku. Wskazuje to na niezwykle silną ekspansję gatunku w zbiorniku. Pod względem masy dominują płoć (37,2%), lin (31,5%) oraz szczupak (23,0%). Na uwagę zasługuje obecność objętej całkowitą ochroną różanki (Rys. 4). Obecność dużego szczupaka (średnia masa sztuki 686 g) już w początkowej fazie napełniania zbiornika, gdy osiągnięcie ostatecznego poziomu zalewu planowane jest w 2007 roku, pozwala spodziewać się w 2007 r. dobrych wyników naturalnego tarła tej ryby na świeżo zalanej roślinności łąkowej. Spełnienie się tej prognozy jest bardzo ważne dla uformowania się prawidłowej struktury ichtiofauny. Niskie wartości indeksu H' wskazują na małą różnorodność biologiczną formującego się obecnie w zbiorniku zespołu ichtiofauny (Rys. 7).

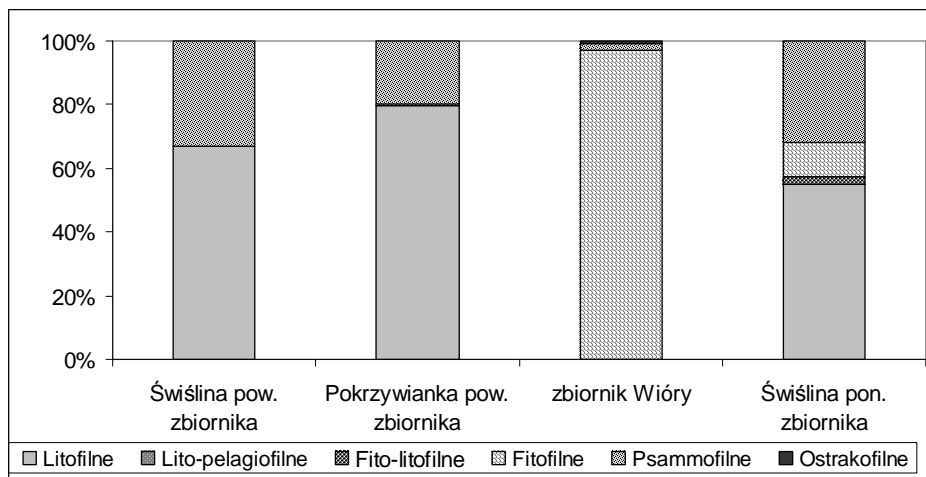
Odzwierciedleniem zróżnicowania warunków panujących na ocenianych stanowiskach odłowy jest nie tylko struktura gatunkowa ichtiofauny, lecz również liczebność tworzących ją ryb oraz ich biomasa. Najwyższe zagęszczenie ryb odnotowano w Pokrzywiance. Oszacowano, że na 1 km biegu rzeki bytuje około 1100 ryb, które tworzą biomasę 167 kg. Natomiast w Świślinie powyżej zbiornika Wióry wartości te oszacowano na 3200 ryb o łącznej masie 53 kg, podczas gdy w Świślinie poniżej zbiornika – na 4000 ryb, tworzących masę 73 kg. Podkreślić należy, że w ogólnej liczebności zespołów ichtiofauny wiodącą rolę odgrywają gatunki chronione. Na przykład 72,60% udziału średnio dla Pokrzywianki i Świśliny powyżej zbiornika Wióry oraz 53,30% dla Świśliny poniżej zbiornika. Pod względem biomasy średnia wartość udziału gatunków chronionych wynosi dla stanowisk powyżej zbiornika 16%, zaś dla Świśliny poniżej 15%. Oceniając zespoły ichtiofauny pod względem udziału w nich gatunków o znaczeniu użytkowym, kształtują się one następująco: Świślina powyżej zbiornika – 13% liczebności (N), 70% biomasy (W); Pokrzywianka – 16% (N), 80% (W); Świślina poniżej zbiornika – 33% (N), 70% (W).

### Grupy ekologiczne

W zespole ryb Świśliny powyżej zbiornika Wióry brak jest gatunków typowo drapieżnych oraz roślinożernych. Liczebnie przeważają gatunki wszystkożerne (54%) oraz odżywiające się organizmami bezkręgowymi (33%). Uzupełniają je gatunki względnie drapieżne (13%), których główna dieta składa się z bezkręgowców, z pewnym udziałem ryb (Rys. 5). Przystosowaniom tym, wskazującym na umiejętność wykorzystywania pokarmu dostępnego w trudnych warunkach dużej zmienności przepływu, odpowiadają preferencje rozrodcze (Balon 1964). Większość gatunków składa ikrę na kamienisto-żwirowym dnie (litofilne 67%), pozostałe na podłożu piaszczystym (psammofilne 33%) (Rys. 6).



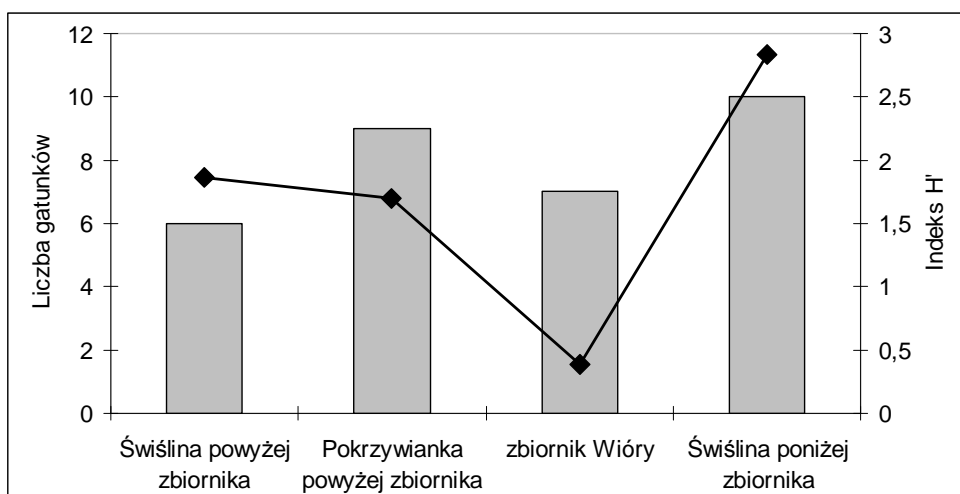
Rys. 5. Grupy troficzne ichtiofauny w zlewni rzeki Świśliny.



Rys. 6. Grupy rozrodcze ichtiofauny w zlewni rzeki Świśliny.

Zbliżony obraz występowania ekologicznych grup ryb stwierdzono także dla Pokrzywianki, pomimo pewnych różnic w wartościach bezwzględnych liczebnego udziału poszczególnych grup. Jedyna rozbieżność zaznacza się w preferencjach rozrodczych – pojawiają się gatunki fitofilne (poniżej 1%), co wiąże się z nieco większym pokryciem dna roślinnością (Rys. 6).

Większa różnorodność występowania grup ekologicznych zaznacza się w odcinku rzeki Świśliny poniżej zbiornika Wióry. W grupie pokarmowej pojawia się roślinożerna świnka, gatunek bardzo cenny, jeden z przewodnich gatunków krajiny brzany, o dużym znaczeniu nie tylko ekologicznym, lecz również użytkowym (Rys. 5). Wyraźnie widoczne jest z porównania struktury ichtiofauny poniżej i powyżej zbiornika Wióry, że istniejące piętrzenia bez przepławek stanowią barierę dla migracji ryb, co widoczne jest chociażby na przykładzie świnki oraz jelca, nie notowanych powyżej zbiornika.



Rys. 7. Liczba gatunków ryb oraz wskaźnik różnorodności ogólnej Shannona-Wiennera ( $H'$ ) w zlewni rzeki Świśliny.

Zupełnie inny obraz występowania grup ekologicznych rysuje się w zespole ichtiofauny zbiornika Wióry. Obecni są tutaj przedstawiciele wszystkich grup pokarmowych, ze zdecydowaną przewagą ryb wszystkożernych (95%). W grupie rozrodczej brak jest związanych z reofilnym środowiskiem gatunków litofilnych, a zdominowana jest ona przez ryby fitofilne (97%), składające ikrę na substracie roślinnym. Wart odnotowania jest fakt pojawienia się grupy ostrakofilnej,

reprezentowanej w naszej ichtiofaunie przez różankę, której rozród uzależniony jest od obecności w środowisku małży z rodziny *Unionidae*.

## 7. Dyskusja

Pod względem zasobności w pokarm dla ryb najkorzystniejsze warunki panują w rzece Świślinie poniżej zbiornika Wióry. Wynika to zarówno z największej liczebności i biomasy bentosu na tym stanowisku, jak i z największej średniej masy osobnika, co wskazuje na obecność organizmów o większych rozmiarach, stanowiących atrakcyjny pokarm dla ryb (Opuszyński 1970, Prus i Wiśniewolski 2005). Najniższa biomasa, liczebność i średnia masa osobnika zostały stwierdzone w zespole bentosu rzeki Pokrzywianka. Może być to związane z jej niższą trofią, względnie silniejszym oddziaływaniem zanieczyszczeń, na co wskazywać mogą wyższe wartości przewodnictwa elektrolitycznego wody ( $575\text{--}580\ \mu\text{S cm}^{-1}$  Świślina,  $645\ \mu\text{S cm}^{-1}$  Pokrzywianka). Istotnym czynnikiem wpływającym na niską liczebność i biomasę bentosu w tej rzece może być także bardzo silna presja ryb, szczególnie licznie występującej strzebli potokowej. W rzece Świślinie powyżej zbiornika Wióry warunki pokarmowe dla ryb są także mniej korzystne niż w dolnym odcinku tej rzeki w związku ze znacznym udziałem drobnych organizmów bentosowych, jak skąposzczety (*Oligochaeta*) i larwy drobnych gatunków ochotkowatych (*Chironomidae*).

Budowa zbiornika zaporowego wywołuje daleko idące przekształcenia w zespole makrobentosu w stosunku do nie spiętrzonej rzeki. Spowolnienie przepływu wody, znaczny wzrost głębokości, zmiana substratu kamiennozwirowego na piaszczysty lub mulisty, w miarę odkładania się w zbiorniku sedymentującej zawiesiny wnoszonej przez rzekę, zmiany termiki wody oraz znaczne pogorszenie warunków tlenowych, aż do wystąpienia deficytów tlenu w głębszych partiach wód prowadzą do kompletnej przebudowy zespołu bezkręgowców bentosowych (Starmach i in. 1976, Kajak 1998). Zasiedlenie nowo zalanych terenów odbywa się w ciągu kilku lat i związane jest z sukcesją zespołów organizmów kolonizujących zmieniające się środowisko. Szczególnie drastyczne zmiany zachodzą w przypadku budowy zbiorników na rzekach o charakterze wyżynnym i górskim, które znacznie silniej różnią się od stagnujących wód zbiornika niż rzeki nizinne, o większej głębokości i bardziej wyrównanym, wolniejszym przepływie (Kajak 1998, Prus i in. 2005). Środowiska zbiorników



zaporowych należą do najbardziej produktywnych ekosystemów wodnych (Sorokin 1972, Kajak 1998, Kajak i Prus 2003, Prus i in. 2006), jednak różnorodność biologiczna jest w nich znacznie niższa niż w swobodnie płynącej rzece, a wysoka biomasa i produkcja są wynikiem znacznych zagęszczeń drobnych organizmów dennych (skąposzczety, ochotkowate) oraz zasiedlających płytsze wody mięczaków (Dusoge i in. 1985, 1999).

Uzyskane wyniki wskazują na zaawansowanie procesu formowania się zespołu bentosu w głębszej części zbiornika Wióry, która została spiętrzona już kilka lat temu oraz na bardzo wczesne stadium tego procesu w obrębie płosa, zalanego jesienią 2005 r. Pod względem składu taksonomicznego, liczebności i biomasy bentos strefy głębszej nie odbiega znacząco od zespołów opisywanych dla starszych, w pełni ukształtowanych zbiorników wyżynnych (Dumnicka i in. 1986, Starmach, Jelonek 2003, Prus i in. 2005), natomiast zespół fauny dennej strefy płosa znajduje się we wstępnej fazie rozwoju, co tłumaczy jego ubogi skład oraz znikomą liczebność i biomasę. Biorąc po uwagę przejściowy etap napełniania zbiornika (planowana głębokość ma być o ok. 3 – 4 m większa) oraz krótki czas od ostatniego znacznego podwyższenia poziomu piętrzenia (kilka miesięcy) nie można uznać żadnego z opisanych zespołów bentosu jako ostatecznie ukształtowany i trwały.

Ponadto znaczny gradient temperatury ( $7,5^{\circ}\text{C}$ ) w profilu pionowym do głębokości 9 m, stwierdzony w czerwcu 2006 r. wskazuje na tworzenie się w zbiorniku stratyfikacji termicznej, której utrwalenie w okresie letnim może prowadzić do wystąpienia niedoborów tlenu przy dnie, szczególnie w głębszej części położonej przy zaporze. Dalszy wzrost głębokości zbiornika po zakończeniu piętrzenia może doprowadzić do rozszerzenia strefy beztlenowej także na obszarze płosa, czemu sprzyja dodatkowo intensywny rozkład materii roślinnej na zalanych terenach. Taka sytuacja będzie skutkować dalszym zubożeniem zespołów bentosu w głębszych partiach zbiornika oraz odcięciem możliwości żerowania ryb w tej strefie (Kajak 1998).

Wyniki odłowów ryb na poszczególnych stanowiskach, wskazują na istnienie wyraźnych różnic w zespołach rejestrowanej na nich ichtiofauny. Istnienie zbiornika zaporowego Papiernia i powstanie nowego zbiornika Wióry powoduje wyraźne przerwanie ciągłości ekologicznej w systemie rzeki Świśliny. Powyżej zbiornika występują niemal wyłącznie gatunki reofilne, charakterystyczne dla

górnym odcinków mniejszych rzek, brak jest natomiast ryb związanych ze średnimi i większymi rzekami (jak świnka czy jelec), które występują w Świślinie poniżej zbiornika, gdzie mogą swobodnie dostać się z Kamiennej, do której Świślina uchodzi. Taki wpływ pozbawionych przejść dla ryb piętrzeń został szeroko udokumentowany w literaturze (Adam i in. 1994, Backiel 1993, Bartel 2002, Wiśniewolski 1987, 1992, 2003). Ichtyofauna zlewni Świśliny składa się obecnie z trzech odrębnych zespołów ryb, między którymi praktycznie brak jest możliwości migracji. Pierwszy zespół stanowi ichtyofauna dolnego biegu Świśliny, w której zaznaczają się powiązania z systemem Kamiennej, drugi – ichtyofauna górnej Świśliny i jej dopływów oraz Pokrzywianki. Zespół ryb Pokrzywianki, która uchodzi bezpośrednio do powstającego zbiornika Wióry, został obecnie dodatkowo częściowo odcięty od Świśliny, ponieważ reofilne gatunki ryb zasiedlające wody tych rzek niechętnie wędrować będą przez odcinek stagnujących wód zbiornika. Wreszcie trzeci, zupełnie odrębny, zespół ryb stanowić będzie formującą się ichtyofauna zbiornika Wióry, która ulegać będzie znaczącym zmianom wraz ze starzeniem się zbiornika (Frankiewicz 2000, Holčík 1966, Jelonek, Amirowicz 1987a, b, Kuznecov 1980, Starmach 1994, Sych 1997, Volodin 1992, Wajdowicz 1964, 1979, Wiśniewolski 2002). W zespole ryb zbiornika Wióry już obecnie zaznacza się dominacja gatunków stagnofilnych, wszystkożernych i wybierających do tarła substrat roślinny (Rys. 5 – 6), w odróżnieniu od rzek, gdzie na wszystkich stanowiskach przeważają gatunki reofilne, wybierające do tarła substrat kamienisty lub piaszczysty (Rys. 6). Zdecydowanie większy niż w rzekach jest także w zbiorniku udział gatunków wszystkożernych (Rys. 5), przy znacząco mniejszej liczbie gatunków i indeksie różnorodności  $H'$  (Rys. 7). Gospodarka rybacka w nowopowstałym zbiorniku powinna mieć na celu utrzymanie na niskim poziomie liczebności drobnych ryb karpiovatych, których nadmierny rozwój sprzyja przyspieszeniu procesu eutrofizacji wód (Kajak 1998, Wiśniewolski 2002). Może to być realizowane zarówno przez promowanie w zarybieniach gatunków drapieżnych, takich jak szczupak, sandacz i sum (Górniak i in. 2000, Starmach, Jelonek 2000, Wiśniewolski 2002, Górniak 2006), jak też przez odpowiednie zabiegi techniczne ograniczające możliwości tarła określonych gatunków, w szczególności płoci i krąpia (Zalewski i in. 1990).

Brak możliwości swobodnej migracji ryb przez zapórę zbiornika Wióry wiązać się będzie nie tylko z podziałem zlewni rzeki na oderwane od siebie

fragmenty, ale też ze znaczną śmiertelnością ryb spływających przez turbiny zapory do rzeki poniżej. Będzie to miało negatywny wpływ na ichtiofaunę zbiornika oraz uniemożliwi migrację większości gatunków także ze zbiornika w dół rzeki (Kulmatycki 1930, Bieniasz, Epler 1977, Wiśniewolski 2003).

## 8. Wnioski

1. Przeprowadzona ocena aktualnego stanu ichtiofauny zlewni rzeki Świśliny oraz zbiornika Wióry wskazuje na istniejące głębokie różnice w strukturze ichtiofauny nie spiętrzonych fragmentów rzek oraz nowo utworzonego zbiornika.
2. Obserwowane różnice stanowią konsekwencję odmiennych warunków środowiskowych, preferujących w rzekach zespoły ichtiofauny tworzone przez gatunki reofilne, podczas gdy w nowo utworzonym zbiorniku Wióry formowanie się zespołu tworzonego przez gatunki limno- i stgnofilne.
3. Dominacja w zespole ichtiofauny zbiornika narybku płoci wskazuje na silną ekspansję tego gatunku, co w perspektywie oznacza uformowanie się zespołu ichtiofauny zdominowanego przez eurytopowe gatunki ryb karpiowatych, sprzyjających pogłębianiu procesów eutrofizacji.
4. Porównanie struktury zespołów ichtiofauny, zasiedlających Świślinę i Pokrzywiankę powyżej oraz Świślinę poniżej zbiornika Wióry, wskazuje na istnienie negatywnego dla migracji ryb wpływu przegrodzenia, jak również oddziaływania spływających ze zbiornika wód na ekosystem rzeki poniżej.

## Literatura

1. Adam B., Bosse R., Dumont U., Gebler R. J., Geitner V., Hass H., Krüger F., Rapp R., Sanzin W., Schaa W., Schwevers U., Steinberg L. 1994 – *Fischaufstiegsanlagen – DVWK Merkbl. z. Wasserwirtsch*, 144 p.
2. Backiel T., 1993. *Ichtiofauna dużych rzek – trendy i możliwości ochrony*. W: (red L. Tomiałojć) *Ochrona przyrody i środowiska w dolinach nizinnych rzek Polski*. Wydawnictwo Instytutu Ochrony Przyrody PAN Kraków: 39 – 48.

3. Bartel R., 2002. *Ryby dwuśrodowiskowe, ich znaczenie gospodarcze, program restytucji tych gatunków*. Suppl. Ad Acta Hydrobiol. Kraków, 3: 37 – 55.
4. Balon E.K., 1964. *Verzeichnis und ökologische Charakteristik der Fische in der Donau*. Hydrobiologia, 24, 1 – 3: 441 – 451.
5. Bieniarz K., Epler P. 1977. *Przechodzenie ryb przez turbiny elektrowni wodnych w Polsce*. Gosp. Ryb. 3, 12 – 13.
6. Brylińska M. (red.), 2000. *Ryby słodkowodne Polski*. Wyd. Nauk. PWN Warszawa, ss. 521.
7. Dumnicka, E., Zięba, J., Żurek, R., 1986. *Characteristics of zooplankton and macrobenthos in the Rożnów dam reservoir (Southern Poland)*. Acta Hydrobiol., 28: 393 – 413.
8. Dusoge K., Bownik-Dylińska L., Ejsmont-Karabin J., Soidniewska I., Węgleńska T., 1985. *Plankton and benthos of man-made Lake Zegrzyńskie*. Ekol. Pol. 33, 3: 455 – 479.
9. Dusoge K., Lewandowski K., Stańczykowska A., 1999. *Benthos of various habitats in the Zegrzyński reservoir (Central Poland)* – Acta Hydrobiol. 41 (2): 103 – 116.
10. Frankiewicz P., 2000. *Wpływ warunków środowiskowych i interakcji biotycznych na dynamikę zespołów ryb w Sulejowskim Zbiorniku Zaporowym*. W: „Wybrane aspekty gospodarki rybackiej w zbiornikach zaporowych”. Materiały Konferencji Międzynarodowej Gołysz, 15-16 maja 2000 r.: 46 – 63.
11. Górniak A., (red.), 2006. *Ekosystem zbiornika Siemianówka w latach 1990 – 2004 i jego rekultywacja*. Uniwersytet w Białymstoku, s. 236.
12. Górniak A., Wiśniewolski W., Korniejów R., 2000. *Próba rekultywacji zbiornika Siemianówka*. W: *Ochrona i rekultywacja jezior*. Red. A. Giziński i Sz. Burak. Materiały IV Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej Przysiek 2000: 163 – 171.
13. Holčík J., 1966. *Vývoj a formovanie ichthyofauny v Oravskej priehrade – Ichthyologický výskum karpatského oblúka*. Biol. Práce, 12.
14. Jelonek M., Amirowicz A., 1987a. *Composition, density and biomass of the ichthyofauna of the Goczałkowice Reservoir*. Acta Hydrob. 29, 2: 253 – 259.

15. Jelonek M., Amirowicz A., 1987b. *Density and biomass of fish in the Rożnów Reservoir (Southern Poland)*. Acta. Hydrob. Vol. 29, 2: 243 – 251.
16. Kajak Z., 1998. *Hydrobiologia – Limnologia. Ekosystemy wód śródlądowych*. Warszawa, PWN, 356 ss.
17. Kajak Z., Prus P., 2003. Seasonal and year-to-year variation of numbers of *Chironomus plumosus* L. and Tubificidae in a lowland reservoir: regularities, causes, mechanisms. Pol. J. Ecol. 51: 339 – 351.
18. Kulmatycki W. 1930. *Ryby i turbiny*. Państwowy Instytut Nauk Gospodarstwa Wiejskiego w Puławach, s. 83.
19. Kuznecov V.A., 1980. *Fluktuacja cislennosti promyslovykh ryb v usloviyakh zaregulirovannogo stoka reki (na primere Kujbysevskogo vodocranilisca)*. Vopr. Ichtiol. 20, 5: 805 – 811.
20. Odum E.P., 1982. *Podstawy ekologii*, wyd. III. PWRiL Warszawa, 661 ss.
21. Opuszyński K. 1970 – *Podstawy biologii ryb* – Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 590 ss.
22. Prus P., Prus M., Klekowski R. Z., 2006. *Retencja pierwiastków biogenicznych oraz produkcja pierwotna i wtórna jako wskaźniki stabilności ekosystemu zbiorników zaporowych Solina i Myczkowce*. (W: III Konf. Nauk.-Techn. “Błękitny San” Ochrona środowiska, walory przyrodnicze i rozwój turystyki w dolinie Sanu) – Związek Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego, ss. 163 – 183.
23. Prus P., Wiśniewolski W., 2005. *Zróźnicowanie bazy pokarmowej ryb w górskim i nizinym zbiorniku zaporowym i jego konsekwencje dla składu ichtiofauny* (W: M. Mickiewicz i A. Wołos (red.) *Rybacko w jeziorach, rzekach i zbiornikach zaporowych w 2004 roku, Monografia*). Wydawnictwo IRS Olsztyn: 87 – 106.
24. Prus T., Prus M., Prus P., Ozimek T., 2005. *Charakterystyka ekologiczna zbiorników zaporowych Solina i Myczkowce na Sanie*. W: II Konf. Nauk.-Techn. “Błękitny San” Ochrona środowiska, walory przyrodnicze i rozwój turystyki w dolinie Sanu. Związek Gmin Turystycznych Pogórza Dynowskiego, str. 33 – 47.
25. Sorokin Y.I., 1972. *Biological productivity of tyhe Rybinsk reseroir* (W: Z. Kajak, A. Hillbricht-Ilkowska (red.) *Productivity problems of freshwaters*). PWN, Warszawa – Kraków str. 493 – 502.

26. Starmach J., 1994. *Struktura zespołów ryb w zbiornikach zaporowych o różnym stopniu eutrofizacji*. W: M. Zalewski (red.), *Zintegrowana strategia ochrony i zagospodarowania ekosystemów wodnych*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Łódź: 91 – 101.
27. Starmach J., Jekłonek M., 2003. *Ocena stanu ichtiofauny I środowiska wodnego Zbiornika Czorsztyńskiego*. Supplementa Acta Hydrobiol 6: 65 – 87.
28. Starmach J., Jelonek M., 2000. *Specjalistyczna gospodarka rybacka – jeden z czynników ochrony jakości wody*. W: Janusz Starmach, Grażyna Mazurkiewicz-Boroń (red.) *Zbiornik Dobczycki Ekologia – Eutrofizacja – Ochrona*. Zakład Biologii Wód im. Karola Starmacha PAN. Kraków: 233 – 240.
29. Starmach K., Wróbel S., Pasternak K., 1976. *Hydrobiologia – Limnologia*. PWN Warszawa, 621 ss.
30. Sych R., 1997. *Kilka rozważań nad zagęszczeniem ryb, przykłady ze zbiorników zaporowych*.
31. Wydawnictwo PZW, Warszawa. Materiały uzupełniające Roczn. Nauk PZW:53 – 66.
32. Volodin V.M., 1992. *Nekotorye osobennosti formirovanija struktury populacji leshha Rybinskogo vodokhranilishha*. Biol. Vnutr. Vod. Inf. Bjul., 94: 73 – 79.
33. Wajdowicz Z., 1964. *Rozwój ichtiofauny zbiorników zaporowych o małych wahaniami stanu wody*. Acta Hydrob. 6, 1: 61 – 79, Kraków.
34. Wajdowicz Z., 1979. *Rozwój ichtiofauny w kaskadzie Sanu*. Acta Hydrob. 21, 1: 73 – 90.
35. Wiśniewolski W., 1987. *Gospodarcze połowy ryb w Wiśle, Odrze i Warcie w latach 1953 – 1978*. Roczn. Nauk Roln. H. 101: 71 – 114.
36. Wiśniewolski W., 1992. *Ochrona ryb wędrownych w Wiśle*. Aura 3: 92 – 94.
37. Wiśniewolski W., 2002. *Zmiany w składzie ichtiofauny, jej biomasa i odłow w wybranych zbiornikach zaporowych Polski*. Arch. Pol. Fish., Vol. 10, Suppl. 2: 5 – 73.

38. Wiśniewolski W., 2003. *Możliwości przeciwdziałania skutkom przegradzania rzek i odtwarzania szlaków migracji ryb*. Suppl. Ad Acta Hydrobiol. Kraków, 6: 45 – 64.
39. Zalewski M., Brewińska-Zaraś B., Frankiewicz P., Kalinowski S., 1990. *The potential for biomanipulating using fry communities in a lowland reservoir: concordance between water quality and optimal recruitment*. Hydrobiologia 200/201: 549 – 556.





