

Rozdział 9.6 należy cytować jako:

Fleituch T. 2016. Bezkręgowce denne i procesy biologiczne. W: Sądag T., Banduła T., Materek E., Mazurkiewicz-Boroń G. & Słonka R. (red.) Zbiornik wodny Dobczyce - Monografia. Kraków, RZGW, MPWiK: 173-179.

Ryby	Udział procentowy (%)
płoc	47,7
leszcz	29,5
ukleja	17,4
okoń	1,6
krąp	1,4
troć jeziorna	0,9
kleń	0,7
sandacz	0,7

Tabela IV. Struktura biomasy ryb (%) w pelagialu Zbiornika Dobczyckiego w 1994 r. (za: Pocięcha 2002; Pocięcha, Amirowicz 2003)

karm dennej (makrofauna, glony nitkowate i detrytus). Największe znaczenie w bazie pokarmowej całego zespołu ryb miał zooplankton, który stanowił 91,5 % pokarmu zjedzonego w pelagialu przez wszystkie ryby.

Pokarm ryb planktonożernych składał się z wioślarek i widłonogów. Najchętniej zjadane były średniej i dużej wielkości wioślarki takie jak: *Bosmina longirostris*, *Daphnia cucullata*, *Daphnia longispina* i *Leptodora kindtii* (Tabela V). Z pośród widłonogów najchętniej zjadany był *Cyclops strenuus* oraz formy rozwojowe widłonogów naupliusy i kopepodity. Wielkość poszczególnych ofiar zjadanych przez ryby była znacznie zróżnicowana i zależna od wielkości gatunku zooplanktonu. Ryby preferowały duże zwierzęta planktonowe (Tabela V). Poszczególne gatunki ryb wybierały swoje ofiary w zbliżonym zakresie wielkości np.: leszcz: 0,40-1,56 mm; płoc: 0,42-1,50 mm; ukleja: 0,39-1,40 mm; krąp: 0,46-1,60 mm.

Ryby pod względem preferencji pokarmowych były bardzo zróżnicowane. Leszcz wiosną żywił się głównie widłonogami a w okresie lata preferował duże wioślarki z rodzaju *Daphnia* i *Bosmina*. Natomiast ukleja żywiła się głównie wioślarkami z rodzaju *Daphnia*, a płoc wybierała osobniki zooplanktonu z rodzaju *Daphnia* i *Bosmina*. Badania dotyczące pokarmu ryb wykazały, że największy udział w diecie stanowią wioślarki z rodzaju *Daphnia*, co potwierdza silną presję na formy o największych rozmiarach.

Zbiornik Dobczycki pod względem ilości gatunków zooplanktonu charakteryzuje się średnim bogactwem ilościowym i niewysokim zróżnicowaniem gatunkowym. Zespół zooplanktonu Zbiornika Dobczyckiego, zarówno jego zagęszczenie, sucha masa, jak i rozmieszczenie pionowe jest kształtowany pod wpływem czynników abiotycznych i biotycznych, z tym że zaobserwowano wyraźniejszy wpływ tych pierwszych, zwłaszcza w okresach niestabilności hydrologicznej. Jedynie w okresach stabilności hydrologicznej większy wpływ na zooplankton wywierają ryby. O zagęszczeniu całego

Zooplankton	Wielkość w planktonie (zakres)	Wielkość w pokarmie (zakres)
Wioślarki (Cladocera)		
<i>Bosmina</i> sp.		0,39-0,73
<i>Bosmina longirostris</i>	0,22-1,00	
<i>Daphnia</i> sp.		0,73-1,75
<i>Daphnia cucullata</i>	0,58-1,30	
<i>Daphnia longispina</i>	0,62-1,75	
<i>Leptodora kindtii</i>	2,1-6,4	2,16-6,39
Widłonogi (Copepoda)		
<i>Cyclops strenuus</i>	0,9-1,8	0,95-1,75
naupliusy	0,11-0,39	0,2-0,3
kopepodity	0,41-1,24	0,43-1,03

Tabela V. Wielkość gatunków zooplanktonu (mm) w zooplanktonie i w pokarmie ryb w pelagialu Zbiornika Dobczyckiego w 1994 r. (za: Pocięcha 2002; Pocięcha, Amirowicz 2003)

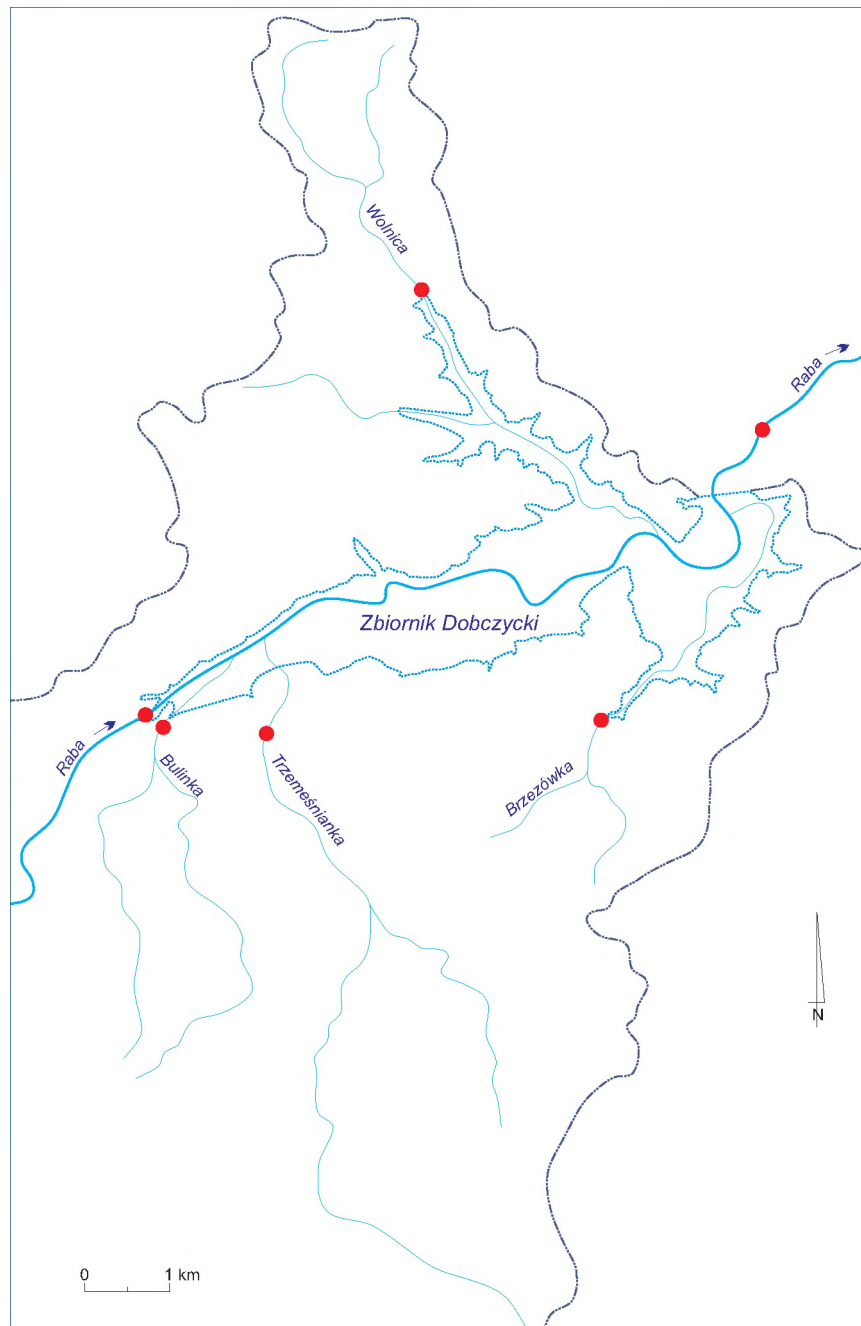
zespołu zooplanktonu decydowały wrotki, natomiast o wartościach suchej masy decydowały skorupiaki (wioślarki i widłonogi). Ryby planktonożerne (zwłaszcza główni dominanci) w strefie pelagialu wykorzystywały zooplankton jako główny składnik pokarmu. Pokarm stanowiły duże wioślarki z rodzaju *Daphnia* i *Bosmina* (w zakresie wielkości: 0,4-1,75 mm), co potwierdza silną presję na formy o największych rozmiarach i przy zabiegach ochronnych zbiornika (np. bio-manipulacja), należy rozważyć zastosowanie regulacji od szczytu piramidy troficznej (top-down).

Długoletnie badania zooplanktonu Zbiornika Dobczyckiego wykazały, że zespół ten złożony jest w przeważającej części z gatunków o szerokiej tolerancji na zmienność czynników środowiskowych, co może okazać się istotne przy stosowaniu metod biotechnologii ekosystemowych służących poprawie jakości wód, co w przypadku zbiornika Dobczyckiego (zbiornik wody pitnej dla miasta Krakowa) jest istotne.

9.6. Bezkręgowce denne i procesy biologiczne

9.6.1. Ocena jakości wody bezpośrednich dopływów metodą wskaźników biologicznych przed zalaniem zbiornika

Ze względu na złe prognozy, w okresie przed powstaniem zbiornika, postanowiono określić stan jakości wody rzek przyszłych przyujściowych odcinków pięciu

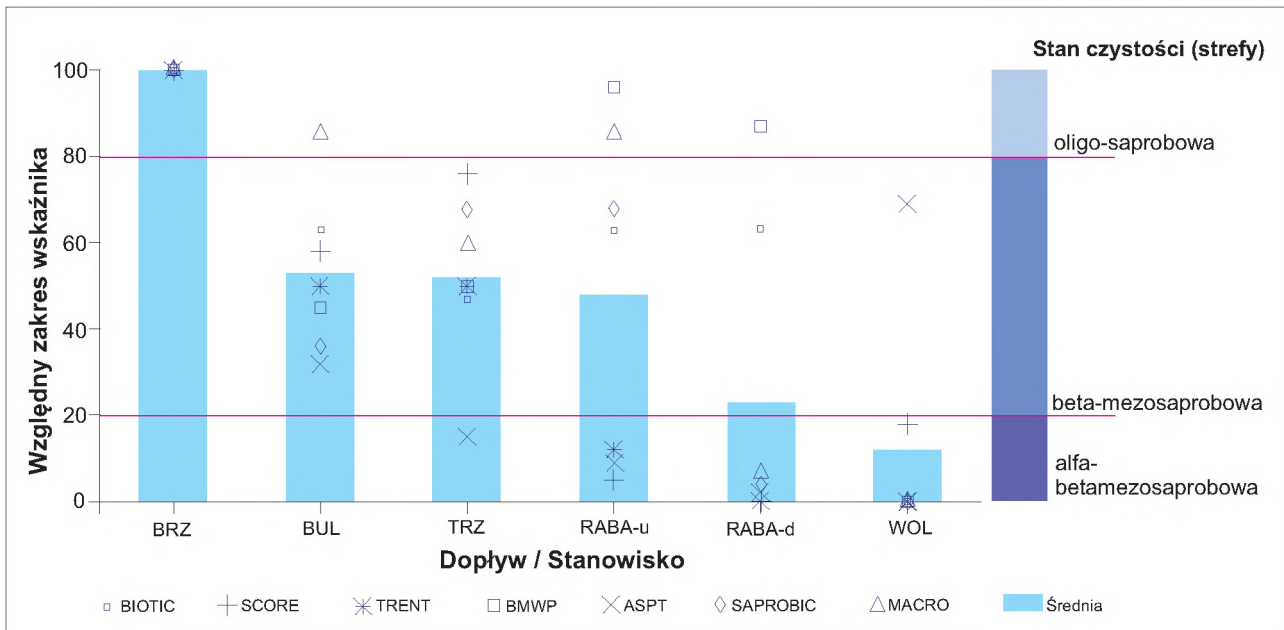


Ryc. 23. Lokalizacja stanowisk badań bezkręgowców dennych w pięciu rzekach w okresie przed zalaniem Zbiornika Dobczyckiego (1983-84)

bezpośrednich dopływów: Brzezówki, Trzemeśni, Bulinki, Wolnicy i Raby (w okresie 1983-1984) na podstawie wskaźników biologicznych, z wykorzystaniem bezkręgowców dennych (Ryc. 23).

Wskaźniki te przyporządkowują gatunki lub rodzaje zwierząt wodnych wg różnych kryteriów do odpowiednich kategorii czystości wody. Tego typu metoda bioindykacji nie była wówczas powszechnie wykorzystywana do oceny stanu jakości wód w Polsce, a jej stosowanie nie było obowiązkowe w ramach krajowego monitoringu rzek. W sumie zbadano 6 stanowisk (5 dopływów i 1 odcinek poniżej zapory przyszłego zbiornika) w odstępach kwar-

talnych przez dwa lata (Fleituch 1992) (Ryc. 23). Najwyższą różnorodność taksonomiczną znaleziono w Brzezówce (66 taksonów), a najniższą w Wolnicy (46). Dominującymi grupami bezkręgowców były jętki (Ephemeroptera), widelnice (Plecoptera), chruściki (Trichoptera) oraz muchówki (Diptera: Limoniidae, Simuliidae i Chironomidae). Na podstawie siedmiu różnorodnych wskaźników biologicznych wymienione dopływy zostały zaklasyfikowane do trzech grup jakości wody: niezanieczyszczone (Brzezówka), w średnio zanieczyszczone (Raba powyżej i poniżej przyszłego zbiornika, Bulinka i Trzemeśnia), oraz silnie zanieczyszczone (Wolnica) (Ryc. 24).



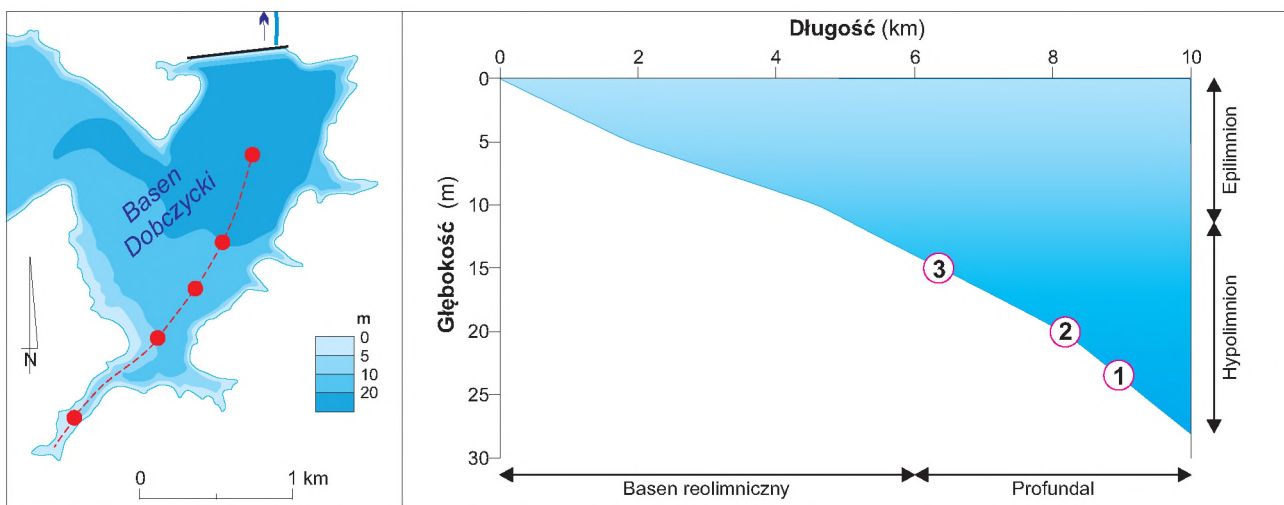
Ryc. 24. Ocena jakości wody 6 stanowisk, pięciu rzek na podstawie siedmiu biowskaźników i średnia, obliczonych na podstawie składu jakościowego bezkręgowców dennych. Skrótów stanowisk: BRZ – Brzezówka, BUL – Bulinka, TRZ – Trzemeśnia, R-G i R-D – górne i dolne stanowisko poniżej zbiornika na rabie, WOL – Wolnica. Wartości wskaźników ujednolicono wg. względnej skali zakresu wartości (Fleituch 1992)

Belgijski wskaźnik „Biotic”, obliczony dla zespołu bezkręgowców wodnych, najlepiej odzwierciedlał stan jakości wody wybranych dopływów w kontekście zanieczyszczeń chemicznych. Ze wszystkich wskaźników był on najściślej skorelowany ze stężeniem azotu amonowego, biologicznym zapotrzebowaniem tlenu, granulacją dna oraz maksymalną temperaturą wody. Ocena składu bezkręgowców dennych na podstawie wskaźników biologicznych pozwoliła na ustalenie ich potencjalnego wpływu na przyszłą żyzność przyszłego zbiornika zaporowego. W wyniku badań ustalono, że tylko jeden niewielki dopływ Brzezówka (strefa oligosaprobowa) na południowym brzegu zbiornika w zalesionej zlewni, spełniał kryterium czystej jakości wody. Wszystkie pozostałe rzeki

cechowała wysoka żyzność, a pod względem zanieczyszczeń organicznych wody te znajdowały się w strefie beta- i alfa-mezosaprobowej (Fleituch 1992) (Ryc. 25).

9.6.2. Zmiany hydrologiczne indukują zmiany w przepływie materii organicznej, w siedliskach i strukturze zwierząt bezkręgowych i modyfikują przebieg procesów biologicznych

Zmiany hydrologiczne wywołane budową zbiornika zaporowego na rzece bezpośrednio lub pośrednio wpływają na zespoły bezkręgowców wodnych. Zmniejszony



Ryc. 25. Stanowiska badań bezkręgowców dennych po zalaniu w profundalu zbiornika w 1991 (Dumnicka 1993) i stabilizacji poziomu piętrzenia 1997 (Fleituch 2000a)



Ryc. 26. Przykłady najczęściej spotykanych grup bezkręgowców na dnie w Zbiorniku Dobczyckim : A – skąposzczety (Oligochaeta) i B- ochotki (Chironomidae) (1991-1997). (Fot. T. Fleituch)

przepływ umożliwia szybszą sedymentację drobnych osadów materii organicznej na dnie. Osady te zmniejszają różnorodność makrokonsumentów w mikrosiedliskach i redukują przestrzeń dostępną dla zwierząt wodnych. Wzrost ilości drobnych, żyznych osadów może stanowić z kolei odpowiedni substrat do rozwoju organizmów mikrobiologicznych, w tym też dla patogenów człowieka.

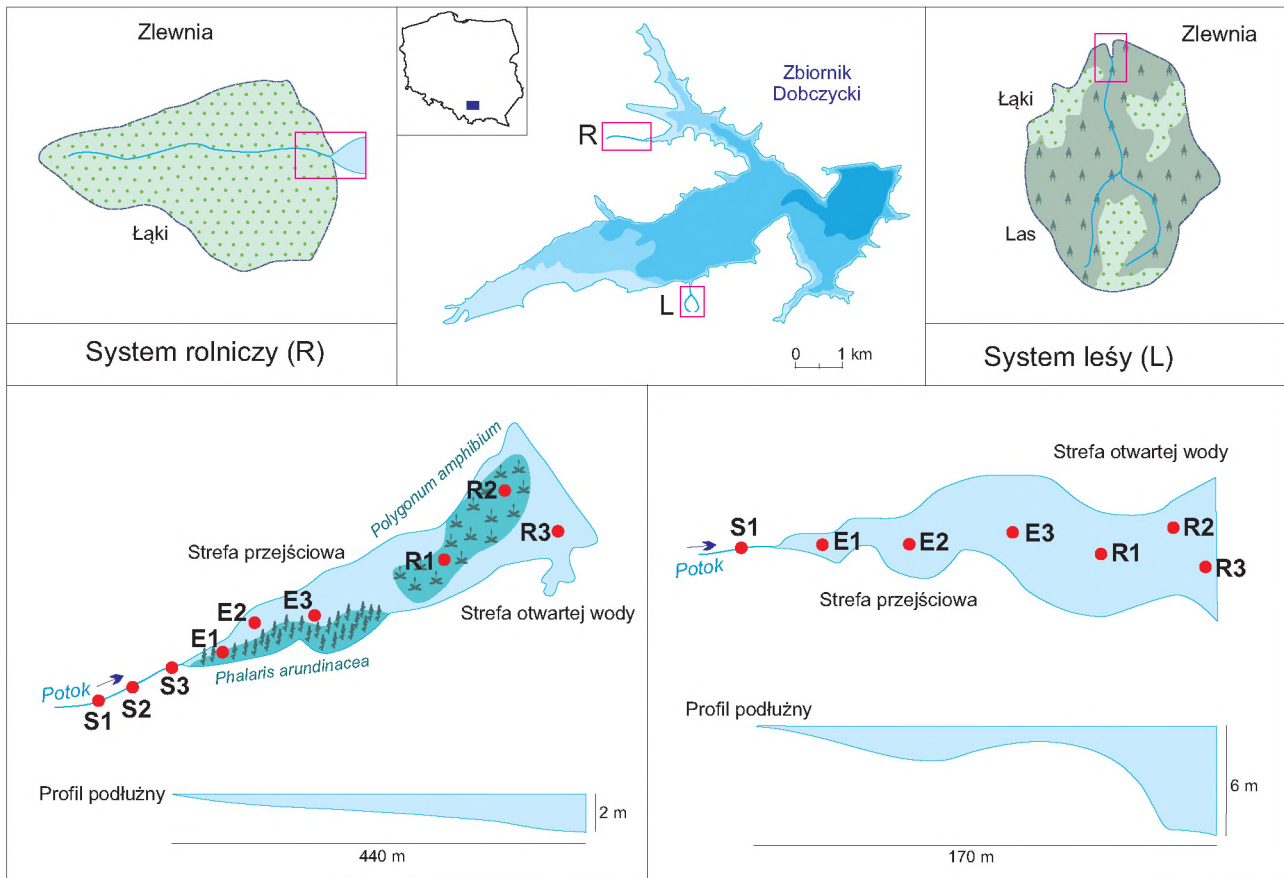
W przypadku zbiorników względnie głębokich oraz typu limnicznego, wykształca się zazwyczaj całkowicie odmienne od rzeczno-zbiorniskowe, o cechach specyficznych i właściwych tylko dla danego zbiornika. Ponadto charakter i zasobność zespołu bezkręgowców w pierwszych kilku latach po zalaniu nie odzwierciedlają przyszłego stanu danego zbiornika zaporowego. W okresie po około trzech latach po zalaniu nastąpił gwałtowny i dynamiczny rozwój bezkręgowców dennych w zbiorniku. Jednak był on w tym czasie przejściowy i uzależniony od obfitości pokarmu. W zasadzie dopiero kolejne lata zdecydowały o charakterze zbiornika i jego faunie.

Z tego względu kolejne badania bezkręgowców zbiornika przeprowadzono po czterech latach od zalania, tj. w okresie początku stabilizacji części najgłębszej – profundalu (Dumnicka 1993, Fleituch 2000). Różnorodność gatunkowa bezkręgowców była bardzo niska w profundalu, na wszystkich badanych stanowiskach. W skład zespołu bezkręgowców wchodziły zasadniczo dwie grupy: pierścienice - skąposzczety (Oligochaeta) oraz owady - larwy muchówek (Chironomidae) (Ryc. 26). Skąposzczety były reprezentowane głównie przez 14 gatunków należących do dwóch rodzin: Naididae i Tubificidae (każda po 7 taksonów). Poza tym, w niewielkiej liczbie występowały niedojrzałe formy z rodziny Enchytraeidae na najgłębszym stanowisku. Największy udział w grupie skąposzczetów miały młode formy Tubificidae (ok. 88 %). Oprócz młodych Tubificidae, najliczniej występowały *Potamothenis hammoniensis* (6-6.7 %), *Limnodrilus claparedeanus* (1.1-3.0 %) oraz *Limnodrilus hoffme-*

isteri (0.9-3.7 %). Skąposzczet *Tubifex tubifex* występował najczęściej na głębokości poniżej 25 m.

Z owadów najliczniej reprezentowane były larwy Chironomidae, z których oznaczono 5 taksonów. W grupie tej dominował drapieżny *Procladius* sp. (23-57 %). Pozostałe taksony (*Cricotopus*+*Orthocladus* sp., *Tanytarsini* juv.) stanowiły od 30 do 50 % grupy Chironomidae. Z pozostałych bezkręgowców sporadycznie znajdowano pojedyncze osobniki z Ephemeroptera, Coleoptera, Chaoboridae oraz Spheriidae. Najwyższe całkowite zagęszczenie (średnio 14.56×10^3 osobników m^{-2}) i biomasa (średnio 12.4 g SM m^{-2}) bezkręgowców stwierdzono w przyzaporowej części Zbiornika Dobczyckiego. Na pozostałych stanowiskach liczebność i biomasa zwierząt były znacznie niższe. Najwyższą sezonową zmienność zagęszczenia tych organizmów stwierdzono na stanowisku najpłytszym (wpływ rzeki Raby w estuarium), a w przypadku biomasy w Basenie Myślenickim (środkowa część zbiornika). Pod względem zagęszczenia (91-98 %) i biomasy (80-97 %) na wszystkich stanowiskach dominowały skąposzczety. Niski udział w profundalu zbiornika miały Chironomidae (2-9 % zagęszczenia oraz 3-20 % biomasy). Pozostałe grupy bezkręgowców (jętki, chrząszcze, wodzienie oraz małże), pod względem ilości i biomasy, nie przekraczały na dnie 1 % (Fleituch 2000). Analiza relacji współczynnika Wiederholma w stosunku do stężenia P w wodzie przy dnie wykazała pozytywny związek między tymi parametrami. Związek ten świadczy o wzroście udziału grupy Oligochaeta wraz ze wzrostem stężenia P.

Tak więc, po zalaniu dna rzeki Raby, nastąpiła całkowita przebudowa składu bezkręgowców dennych z zespołu o cechach rzecznych (reobiotycznych) o dużej różnorodności gatunkowej, do zespołu o cechach jeziornych (limnicznych) o niewielkim zróżnicowaniu taksonomicznym. Zagęszczenie bezkręgowców dennych w zbiornikach zaporowych jest wypadkową wielu czynników środowiskowych. Na skutek wzrostu stężenia N i P w wodzie i w osa-



Ryc. 27. Teren badań ekotonów nad Zbiornikiem Dobczyckim: w zlewni rolnej (R) i leśnej (L) oraz wyodrębnione trzy strefy ze stanowiskami badań: S - stanowiska w rzece, E – stanowiska w ekotonie (strefa przejściowa) oraz R - stanowiska w otwartej strefie zbiornika (Fleituch 2000b)

dach zbiorników zmianie i pogorszeniu ulegają warunki fizyko-chemiczne w warstwie przydennej. Zjawiska te wpłynęły na kondycję i rozwój zwierząt zasiedlających dno zbiornika. Nowy zespół zwierząt został zdeterminowany nie tylko przez warunki fizyczne i hydrologiczne, ale był on również odzwierciedleniem przebiegu procesów obiegu materii organicznej, stanu żyzności zbiornika oraz dopływu biogenów ze zlewni, a zwłaszcza P.

W kolejnych latach kontynuowano badania dynamiki rozmieszczenia pionowego bezkręgowców dennych począwszy od stanowiska najgłębszego przy zaporze (ok. 25 m) w kierunku zatoki potoku Brzezówka do głębokości 5 m z różnicą głębokości pomiędzy stanowiskami 5 m. Dodatkowo analizowano parametry fizyko-chemiczne wody przydennej na tych stanowiskach w celu określenia, które z nich wpływają istotnie na bezkręgowce. Na dwóch najgłębszych stanowiskach, jak w poprzednich okresach dominowały skąposzczety, natomiast na trzech pozostałych płytszych stanowiskach (głębokości 10-15 m) przeważały larwy Chironomidae. Przedstawiciele pozostałych grup (Ostracoda, Bivalvia, Ephemeroptera, Trichoptera, Ceratopogonidae) byli znajdowani w próbach sporadycznie. Najwyższe zagęszczenia zwierząt (> 60000 os. m^{-2}) notowano na stanowisku najgłębszym, natomiast najniższe na stanowisku czwartym w litoralu (ok. 10000 os. m^{-2}). Stwierdzono,

że wraz ze wzrostem głębokości zbiornika następował wzrost zagęszczenia bezkręgowców wodnych. Zależność tę najlepiej obrazował model wykładniczy. Wysoki udział skąposzczetów, przy równoczesnej niskiej liczebności Chironomidae, w Zbiorniku Dobczyckim jest typowym stanem, powszechnie stwierdzanym w głębokich zbiornikach zaporowych w Polsce. Zbiornik Dobczycki, pod względem warunków fizyko-chemicznych panujących przy dnie, przypomina jezioro. W przypadku wzrostu eutrofizacji, w biocenozach bentosu w profundalu obserwuje się charakterystyczną zmianę w procentowym składzie, głównie między dwoma grupami organizmów: Chironomidae i Oligochaeta. Ogólnie można stwierdzić, że w takiej sytuacji następuje względne zmniejszenie liczby Chironomidae wraz z towarzyszącymi im bezkręgowcami na korzyść bujniejszego rozwoju skąposzczetów. Powyższe zmiany struktury zespołu związane są również z faktem, że larwy Chironomidae są silnie związane z peryfitonem rozwijającym się na dnie zbiorników w płytszych miejscach, do których przenika jeszcze promieniowanie słoneczne. Z kolei skąposzczety mają niższe zapotrzebowanie tlenowe (są w stanie przetrwać okres zaniku tlenu przy dnie) i rozwijają się w głębszych częściach zbiorników, tam gdzie mają pod dostatkiem duże ilości drobnoziarnistych osadów, stanowiących ich główne źródło pokarmu. Niska liczebność i biomasa Chi-



Ryc. 28. Prowadzenie badań zlewni (A) – rolniczej i leśnej (B) przez pracowników Zakładu Biologii Wód PAN (1991-92, Fleituch i in. 2000b). (Fot. T. Fleituch)

ronomidae w profundalu zbiornika Dobczyckiego była wynikiem nie tylko jego budowy morfologicznej i dynamiki procesów sedymentacji, lecz wywołana była zwiększoną produktywnością w warstwie powierzchniowej (epilimnion), a tym samym wyższą intensywnością procesów rozkładu materii organicznej przy dnie (sedymentacja obumarłych glonów). Wspomniane zjawisko prowadzi, podczas letniej stratyfikacji termicznej zbiornika, do hypereutrofizacji przydennej warstwy wody oraz do całkowitego wyczerpania tlenu. W skrajnych warunkach większość gatunków Chironomidae w tym okresie opuszcza środowisko wodne w postaci dorosłej. Adaptacja ta, powstała w procesie ewolucji, pomaga tym bezkręgowcom przetrwać niekorzystne warunki fizykochemiczne panujące w ekosystemie wodnym.

Kompleksowe działanie wielu czynników środowiskowych spowodowało w zbiorniku wykształcenie się określonego charakteru dna, a organizmy przystosowały się do życia w specyficznych warunkach fizyko-chemicznych wód przydennych. Zwykle nad dnem, w głębokich zbiornikach podgórskich, mamy do czynienia ze stabilnymi warunkami termicznymi oraz z zanikami tlenu rozpuszczonego w strefie profundalu. Dlatego też, czynniki te, oprócz zmniejszenia różnorodności siedlisk wywołanego sedymentacją, uznawane są za bezpośrednio odpowiedzialne za rozwój specyficznych ugrupowań zwierząt w czasie piętrzenia zbiorników. W przypadku wysokiej żyzności zbiorników, pogorszeniu ulegają warunki tlenowe przy dnie, co powoduje zubożenie bogactwa gatunkowego bezkręgowców. W ten sposób, skład zespołu zasiedlający dno zbiornika jest wskaźnikiem ogólnych warunków metabolicznych i fizjologicznych u zwierząt, które zachodziły przez pewien określony czas i determinowały rozwój tych organizmów.

9.6.3. Procesy biologiczne w ekotonach lotycznych Zbiornika Dobczyckiego

Ekotony są to strefy graniczne między różnymi ekosystemami np.: lądowym i wodnym lub są to strefy kontak-

tu dwóch rodzajów wód (na rzeki i zbiornika) wzdłuż gradientu od łądu do otwartej wody, gdzie zachodzą intensywne procesy metaboliczne, a strefa ta charakteryzuje się zwykle największą produkcją przypadającą na jednostkę powierzchni (Fleituch 1995). Ekoton, to także strefa przejściowa od śródlądowego dopływu, pozostającego pod silnym wpływem otaczającego terenu, do otwartej wody zbiornika - zwany także inaczej ekotonem lotycznym typu woda/woda (Fleituch i in. 1994, Fleituch 2000, Fleituch i in. 2001). Przykładem takich ekotonów mogą być ujścia małych rzek do zbiornika Dobczyckiego w rejonie Zatoki Wolnicy i Basenu Myślenickiego. Celem badań tych ekotonów było zbadanie m. in. buforującego efektu tej strefy na ekosystem zbiornika.

Do badań wybrano dwa typy zlewni (systemów): rolniczą (niezalesioną) i leśną (z przewagą lasu buczyny karpackiej). Systemy te są zróżnicowane pod względem budowy geologicznej, kształtu doliny, sposobu użytkowania zlewni i obecności makrofitów w strefie litoralu zbiornika, do którego uchodzą rzeki z analizowanych zlewni (Ryc. 27, Ryc. 28).

Kompleksowe badania ekotonów lotycznych (rzeka-ekoton-zbiornik) wykazały, że w strefie przejściowej systemu leśnego następowało intensywne przyswajanie rozpuszczonego nieorganicznego P przez organizmy fototroficzne (Fleituch i in. 1994). System leśny miał większą pojemność buforowania ładunków P ze zlewni, niż system rolniczy. Większość grup bakterii była liczniejsza w osadach potoku, z wyjątkiem bakterii proteolitycznych w strefie zbiornika. W osadach dennych potoku systemu rolniczego najliczniejsze były amonifikatory i bakterie amylopolityczne (Starzecka i Bednarz 1994, 1997). W zależności od badanej strefy (potok, ekoton lub zbiornik) liczebność określonych funkcjonalnych grup bakterii w osadach zależała od różnych wielkości cząstek materii organicznej i odmiennych parametrów wody (Bednarz, Starzecka 1993 a, b).

Zagęszczenie i biomasa fitoplanktonu w systemie rolniczym zależały od promieniowania słonecznego, temperatury wody, i stężeń nieorganicznego P i N. W systemie

leśnym nie znaleziono takich zależności. Koncentracja chlorofilu a w kolumnie wody była bardziej związana z promieniowaniem słonecznym i parametrami wody w systemie rolniczym, niż w systemie leśnym (Fleituch i in 1994).

Pomimo różnic w charakterze obu systemów, kierunek zmian procesów produkcji i destrukcji organicznej materii był podobny. Na linii potok-zbiornik obserwowano wzrost intensywności całkowitej respiracji. Parametry metabolizmu wyraźnie wskazywały na wzrost udziału procesów beztlenowych w dekompozycji materii organicznej w kierunku od potoku do zbiornika. W systemie rolniczym, wartości różnych parametrów biologicznych były większe w wodzie niż w osadach. Wyjątek stanowiły biomasa, produkcja i respiracja glonów w potoku oraz stosunek respiracji bakterii do ich biomasy (Fleituch i in. 2001).

Stężenie fosforanów i azotynów w wodzie oraz zawartość węgla organicznego w osadach były do 1000-krotnie większe w systemie rolniczym niż w leśnym (Fleituch i in. 2001). W wodzie zlewni leśnej stwierdzono większą ilość azotu azotanowego i amonowego niż w rolniczej. W osadach tego systemu biomasa i respiracja bakterii, respiracja reszty organizmów oraz tlenowe i całkowite oddychanie epibentycznych zbiorowisk osadów były ok 10-krotnie większe w systemie leśnym. Natomiast w osadach systemu rolniczego, biomasa, produkcja i respiracja glonów były ok. 10-krotnie większe. W osadach dennych potoków obu systemów tylko ok. 3-10 % tlenu było konsumowane przez bakterie i glony, a pozostała część przez inne organizmy. Zależność między intensywnością promieniowania fotosyntetycznego a aktywnością glonów (peryfiton i fitoplankton) była tylko istotna w systemie rolniczym w strefie przejściowej, gdzie przeważały procesy autotroficzne. Przeciwnie system leśny, który był znacznie zacieniony przez roślinność brzegową, cechowała niższa produkcja pierwotna, na którą miał większy wpływ dopływ allochtonicznej materii organicznej (Fleituch i in. 2000).

Dynamika ekotonów systemów lotycznych należy do ważnych zjawisk przyrodniczych, są one jednak rzadko badane. Strefy te (ekotony) mają ważne znaczenie buforujące w kontekście wpływu zanieczyszczeń ze zlewni (nawożenie, stosowanie pestycydów), a ich kompleksowa analiza stanowi integralną część zrozumienia procesów biologicznych. Ponadto, ważna jest ocena ich wpływu i zasięgu na prawidłowy przebieg i regulację procesów w całym ekosystemach wodnych.

9.7. Ichtyofauna

Skład fauny ryb każdego zbiornika zaporowego determinują przede wszystkim dwa czynniki: właściwości istniejących w nim siedlisk, oraz skład puli wszystkich gatunków zasiedlających system rzeczny, w którym zbudowano zbiornik. W drugiej kolejności na skład ichtio-

fauny mogą mieć wpływ zamierzone introdukcje i przypadkowe zawleczenia ryb obcych dla dorzecza. Jednak zwykle nie rozważa się w taki sposób genezy zespołów ryb, tylko po prostu przypisuje zbiornikom posiadanie ichtiofauny w potocznym pojęciu 'jeziorowej', co jest uproszczeniem zbyt dużym i często nie odpowiada rzeczywistości.

Zbiorniki zaporowe przypominają jeziora pod względem krajobrazowym, i z tego powodu bywają nazywane „sztucznymi jeziorami”. Jednak to podobieństwo do naturalnych jezior jest jedynie powierzchowne. Jeziora i zbiorniki wyraźnie różnią się ważnymi cechami ich środowisk, co sprawia że ich ekosystemy funkcjonują inaczej. Istotą różnicy pomiędzy zbiornikami i jeziorami jest dominujące oddziaływanie na ekosystemy zbiorników dopływających do nich rzek, które dostarczają nie tylko wodę, ale też transportowane wraz z nią substancje rozpuszczone, zawiesiny, i wleczone rumowisko. Wpływ rzeki znajduje swoje odbicie w przebiegu przestrzennych gradientów właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych w środowisku zbiornika. W ekosystemie zbiornika zaporowego głównym gradientem środowiskowym jest gradient przebiegający od ujścia głównego dopływu do odpływu wody przez zaporę, czyli wzdłuż podłużnej osi zbiornika. Natomiast w ekosystemie jeziora dominuje gradient poprzeczny, biegnący od strefy przybrzeżnej do toni nad najgłębszą partią misy, a oddziaływanie dopływów zaznacza się tylko lokalnie, w pobliżu ich ujść. W konsekwencji, w jeziorze strefowość siedlisk wiąże się głównie z głębokością wody, w tym z dostępnością światła w ilości wystarczającej do przebiegu fotosyntezy, a nie z odległością od ujścia dopływającej rzeki. Przewaga gradientu poprzecznego bądź podłużnego przesądza o specyficznych właściwościach porównywalnych środowisk, i o różnicach pomiędzy nimi.

Wskazana odmienność środowisk zbiorników i jezior wynika pośrednio z proporcji wielkości powierzchni zlewni i powierzchni samego zbiornika lub jeziora – w zbiornikach powierzchnia zlewni przypadająca na jednostkę ich powierzchni jest znacznie większa, niż ma to miejsce w jeziorach. Przykładowo, w kompleksie Wielkich Jezior Mazurskich w granicach zlewni do wypływu Pisy z Jeziora Roś (i to uwzględniając jedynie 74 jeziora o powierzchni >50 ha) na każdy kilometr kwadratowy jezior przypada 8,7 km² zlewni (Stąchy 1986). W Zbiorniku Dobczyckim ta proporcja jest blisko 10-krotnie większa i wynosi 77,5 (Pasternak 1980; Amirowicz 1998), a w Zbiorniku Rożnowskim jej wielkość to aż 507,7 (Amirowicz 2013). Tak duże proporcje biorą się stąd, że zbiorniki są lokalizowane tam, gdzie można dysponować odpowiednio dużymi zasobami wody – wystarczającymi dla zaspokojenia ważnej potrzeby gospodarczej, która uzasadnia budowę i utrzymanie zbiornika. Istniejące zapotrzebowanie musi bowiem zostać zrównoważone przez *przepływ* (mierzony w m³ s⁻¹) w miejscu plano-

Bibliografia

- Dumnicka E. 1993. Profundal macrofauna of the Dobczyce reservoir (southern Poland) in the fifth year after its filling. *Acta Hydrobiologica* 35, 329–340.
- Fleituch T. 1992. Evaluation of the water quality of future tributaries to the planned Dobczyce Reservoir using macroinvertebrates. *Hydrobiologia*, 237, 103–116.
- Fleituch T., Mazurkiewicz G., Różowska J., Wilk-Woźniak E. 1994. Functioning of transitory zones (water/water ecotones) in a submountain reservoir (Southern Poland). W: Link G.L., Naiman R.J. (red.): *Proceedings of the International Workshop on "Ecology and management of aquatic-terrestrial ecotones"*, Seattle, Univ. Washington, 6–18.
- Fleituch T. 1995. A key role of the Dobczyce reservoir as the main source of water supply for Kraków. W: Gumińska M., Międzobrodzki J. (red.): *Molecular biology for man and environment*, September 29, 1994, 48–54.
- Fleituch T. 2000a. Fauna denna. W: Starmach J., Mazurkiewicz-Boroń G. (red.): *Zbiornik Dobczycki. Ekologia – eutrofizacja – ochrona*. Kraków, ZBW PAN, 121–136.
- Fleituch T. 2000b. Relationships among nutrients, algae and sediments between two different lotic ecotones (Dobczyce Reservoir, southern Poland). *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 47, 2, 225–246.
- Fleituch T., Bednarz T., Starzecka A., Mazurkiewicz-Boroń G. 2000. Procesy biologiczne w ekotonach lotycznych. W: Starmach J., Mazurkiewicz-Boroń G. (red.): *Zbiornik Dobczycki. Ekologia – eutrofizacja – ochrona*. Kraków, ZBW PAN, 193–210.
- Fleituch T., Bednarz T., Starzecka A. 2001. Patterns of sediments bacteria in transitory zone of dam reservoir (southern Poland). *Hydrobiologia*, 464, 165–174.
- Starzecka A., Bednarz T. 1993. The participation of bacteria, algae and remaining organisms in the total oxygen respiration of bottom sediments on the stream – Dobczyce dam reservoir line (southern Poland). *Acta Hydrobiologica*, 35, 15–24.
- Starzecka A., Bednarz T. 1994. Decomposition of organic matter in bottom sediments of a stream and the Dobczyce dam-reservoir in the area of the Wolnica creek (southern Poland). *Archiv für Hydrobiologie*, 129, 3, 327–337.
- Starzecka A., Bednarz T. 1997. Metabolic activity of microorganisms in the bottom sediments of a stream and of the Dobczyce dam-reservoir in the region of the Myślenice Basin (southern Poland). *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 44, 3, 301–311.