

## Ocena stanu ichtiofauny i środowiska wodnego Zbiornika Czorsztyńskiego

Janusz STARMACH i Marek JELONEK

Zakład Biologii Wód im. Karola Starmacha PAN  
ul. Sławkowska 17, 31-016 Kraków

**Abstrakt** – W latach 1998–2002 przeprowadzono badania stanu środowiska i ichtiofauny Zbiornika Czorsztyńskiego. Badania wykazały nadmierny rozwój i przegęszczenie populacji ryb Cyprinidae i *P. fluviatilis* przy prawie całkowitym braku drapieżników.

**Słowa kluczowe:** zbiornik zaporowy (dam reservoir), ichtiofauna.

### 1. Wstęp

Stan ichtiofauny Dunajca i jego dopływów przed powstaniem zbiorników wodnych opisał Starmach (1998) (ryc. 1), zaś ocenę hydrochemiczną i biocenotyczną tego rejonu rzeki Sanecki i inni (1998).

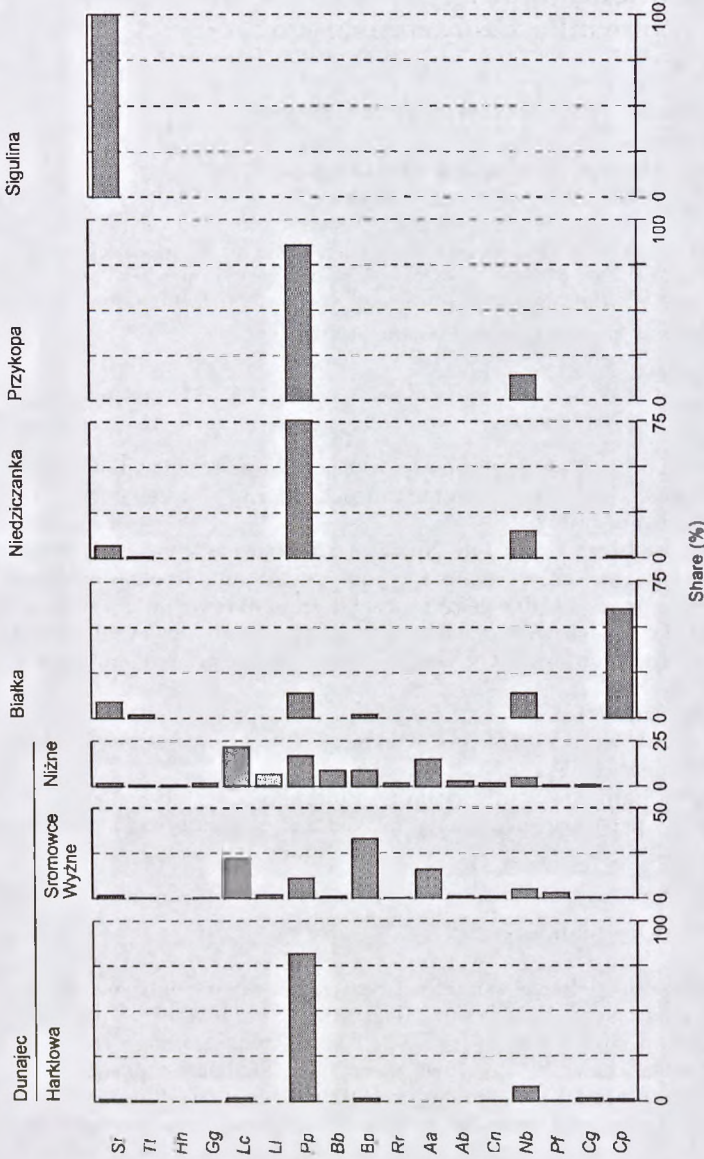
Kaskada zbiorników wodnych Czorsztyn–Niedzica i Sromowce Wyżne w terenie pozbawionym dotychczas większych rozlewisk z typowo reofilnym zespołem organizmów wodnych charakterystycznych dla górskiej rzeki, zmieniła warunki życia nie tylko w Dunajcu i jego dopływach w granicach zalewu, ale również powyżej i poniżej zbiorników a także całej górnej zlewni Dunajca zamkniętej przekrojem zapory w Sromowcach Wyżnych.

Celem prowadzonych badań było:

- określenie składu gatunkowego i struktury wiekowej ichtiofauny kaskady zbiorników Czorsztyn – Sromowce Wyżne oraz Dunajca,
- prognoza zmian składu gatunkowego ichtiofauny Zbiornika Czorsztyńskiego,
- stworzenie naukowych podstaw racjonalnej gospodarki rybackiej w Zbiorniku Czorsztyńskim.

### 2. Charakterystyka terenu badań

Rzeka Dunajec należy do jednego z najdłuższych karpackich dopływów Wisły (247,1 km), charakteryzującego się bardzo dużą ilością wody i jednocześnie największym w Polsce potencjałem powodziowym (Łajczak 1989). Źródła górnego Dunajca, na którym usytuowane są zbiorniki zaporowe Czorsztyn–Niedzica o powierzchni 1226 ha i pojemności 231,9 mln m<sup>3</sup> (napełniony w 1997 r. podczas wielkiej powodzi) oraz Sromowce Wyżne spełniające rolę zbiornika wyrównawczego o powierzchni 88 ha i pojemności 7,5 mln m<sup>3</sup> (napełniony w 1994 roku), znajdują się w Tatrach Zachodnich na wysokości około 1500 m n.p.m. Powierzchnia ich zlewni w przekroju



Ryc. 1 Procentowy udział poszczególnych gatunków ichtiofauny w Dunajcu i jego dopływach w rejonie powstającej kaskady zbiorników Czorsztyn-Niedzica i Stromowce Wyzne w 1997 wg Starmacha (1998): St – pstrąg potokowy, Tl – lipień, Hh – głowacz, Gg – kielb, Lc – kleń, Ll – jelec, Pp – strzebla potokowa, Bb – brzana, Bp – brzanka, Rr – płoc, Aa – ukleja, Ab – piekielnica, Cn – swinka, Nb – śliz, Pf – okoń, Cg – głowacz białooplewy, Cp – głowacz przegoplewy.

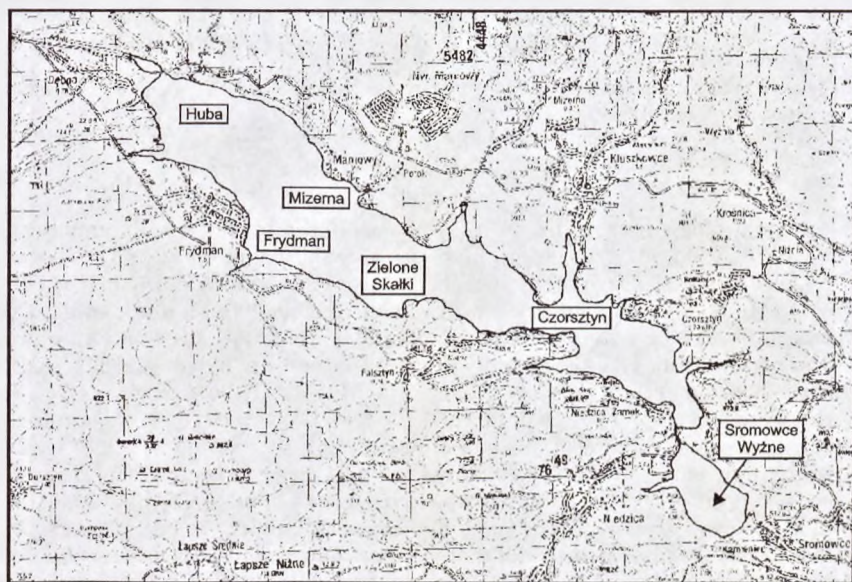
Fig. 1. The structure of ichthyofauna in the River Dunajec and its tributaries in the area of the Czorsztyn Niedzica and Stromowce Wyzne Reservoirs constructed in the cascade system in 1997 according to Starmach (1998): St – *Salmo trutta* m. fario (L.), Tl – *Thymallus thymallus* (L.), Hh – *Huecho huecho* (L.), Gg – *Gobio gobicus* (L.), Lc – *Leuciscus cephalus* (L.), Ll – *L. leuciscus* (L.), Pp – *Phoxinus phoxinus* (L.), Bb – *Barbus barbus* (L.), Bp – *B. petenyi* (Heck.), Rr – *Rutilus rutilus* (L.), Aa – *Alburnus alburnus* (L.), Ab – *Alburnoides bipunctatus* (Bloch), Cn – *Chondrostoma nasus* (L.), Nb – *Noemacheilus barbatulus* (L.), Pf – *Percia fluviatilis* (L.), Cg – *Cottus gobio* (L.), Cp – *C. poecilopus* (Heck.).



zapory Czorsztyń–Niedzica wynosi 1147 km<sup>2</sup> i odznacza się bardzo dużym nawodnieniem uwarunkowanym wysokim jej położeniem (415–2630 m n.p.m.), znacznymi opadami rocznymi, średnio w całej zlewni 1072 mm i niskim parowaniem. Średni roczny (z wielolecia) przepływ Dunajca na wejściu do zbiornika Czorsztyń–Niedzica wynosi 23,8 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Kaskada zbiorników wyposażona jest dodatkowo w elektrownię szczytowo pompową w Niedzicy oraz elektrownię przepływową w Sromowcach Wyżnych. Wg klasyfikacji Starmacha (1956), opartej na rocznej wielokrotności wymiany wody, Zbiornik Czorsztyń – Niedzica jest zbiornikiem limnicznym z częstotliwością wymiany wody 3,24 a Zbiornik Sromowce Wyżne reolimnicznym z częstotliwością wymiany wody 100,2.

### 3. Materiał i metoda

Badania hydrobiologiczne kaskady zbiorników Czorsztyń Niedzica – Sromowce Wyżne prowadzono w latach 1998 oraz 2000–2002 na pięciu stanowiskach w zbiorniku górnym: pierwszym położonym pomiędzy Ptasią Wyspą a Hubą drugim w rejonie wsi Mizerna, trzecim w rejonie Zamku Czorsztyńskiego, czwartym koło Frydmana i piątym na wysokości zielonych skałek (ryc. 2). W opracowaniu wykorzystano informacje o hydrochemii Dunajca powyżej i poniżej kaskady pochodzące z Instytutu Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej w Krakowie oraz dane z kontrolnych połowów rybackich w Zbiorniku Sromowce Wyżne, wykonanych przez Polski Związek Wędkarski – Okręg w Nowym Sączu.



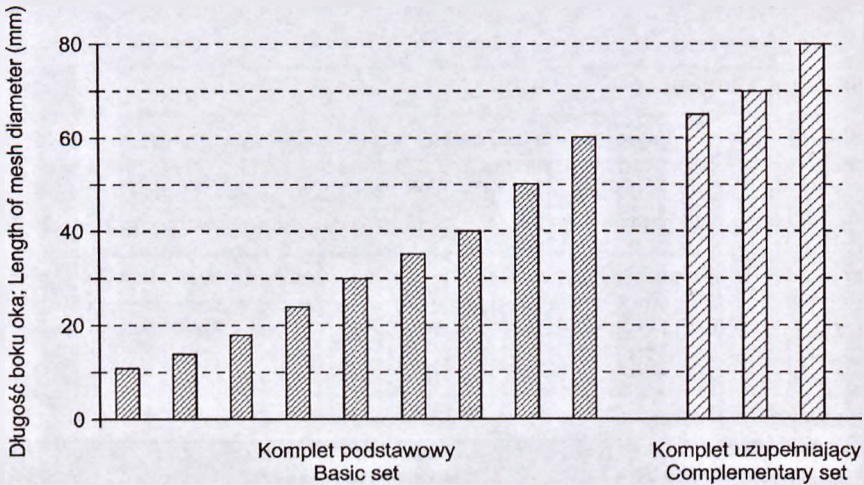
Ryc. 2. Rozmieszczenie stanowisk badań ichtiofauny kaskady zbiorników Czorsztyń Niedzica – Sromowce Wyżne w latach 2000–2002.

Fig. 2. Distribution of stations in the investigation on the cascade of Czorsztyń Niedzica Sromowce Wyżne Reservoirs in the years 2000–2002.

Próby wody pobierano 5 litrowym czerpaczem Patalasa z profilu pionowego, co 2,5 metra od powierzchni do dna. Badania fizyko-chemiczne wody prowadzono w oparciu o ogólnie przyjętą metodykę analityczną (Hermanowicz et al. 1976).

Koncentracje chlorofilu w wodzie oznaczano metodą etanolową. Faunę denną pobierano czerpaczem Eckmanna. Próby glonów, zooplanktonu oraz fauny dennej konserwowano w 4% formalinie i oznaczano do taksonów w laboratorium.

Do połowu ryb używano dwóch nieselektywnych kompletów wontonów żyłkowych o długości boku oka od 11 do 60 mm i 65 do 80 mm (ryc. 3) oraz włoka



Ryc. 3. Nieselektywne komplety wontonów żyłkowych i styłonowych używane do badania ichtiofauny Zbiornika Czorsztyńskiego.

Fig. 3. Non-selective complete set of gill net of guts and stylon used in investigating the ichthyofauna of the Czorsztyn Reservoir.

narybkowego o długości skrzydła 30 m, wielkości oka matni 5 mm i kompletu mieroży poleskich. Ryby złowione wontonami przeliczano na powierzchnię poszczególnych siatek kompletu, przyjmując powierzchnie przeliczeniową dla jednej wielkości oka sieci 1000 m<sup>2</sup>, dla kompletu podstawowego (9 szt) 9000 m<sup>2</sup> i dla kompletu uzupełniającego (3 szt) 3000 m<sup>2</sup>. Podstawowy komplet wontonów stawiano na głębokości 0–2 m oraz 4–6 m. Komplet uzupełniający wontonów stawiano na pięciu stanowiskach połowu na trzech różnych głębokościach: 0–3 m, 12–15 m oraz przy dnie, w celu stwierdzenia występowania głowacicy i troci. W trakcie badań nie udało się złowić przedstawiciela żadnego z tych gatunków.

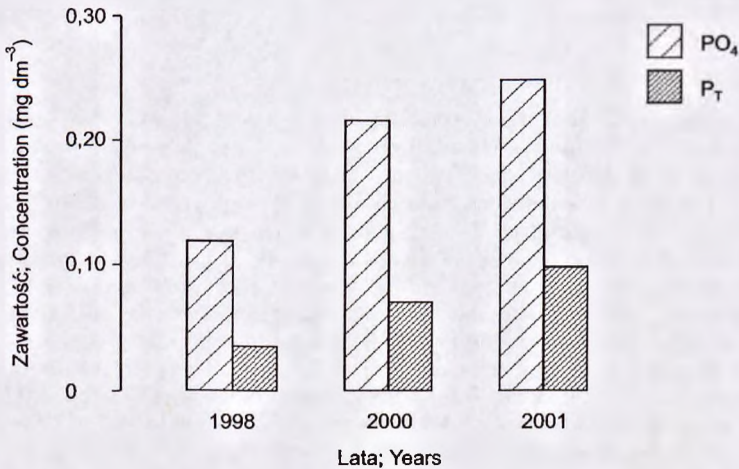
Ryby po złowieniu mierzono z dokładnością do 1 mm, ważono z dokładnością do 1 g oraz pobierano łuski do badań tempa wzrostu. Do obliczeń tempa wzrostu zastosowano metodę odczytów wstecznych E. Lea z modyfikacją R. Lee (Pliszka 1964). Modyfikację R. Lee zastosowano dla zmniejszenia niezgodności pomiędzy długościami ryby: z pomiarów bezpośrednich i obliczonymi metodą E. Lea spowodowanych różnicą między momentem wylęgnięcia się ryby a momentem założenia łuski.



#### 4. Charakterystyka przyrodnicza Zbiornika Czorsztyńskiego

##### 4.1. Wybrane parametry fizyko-chemiczne wody

W 1998 roku pracownicy Zakładu Biologii Wód PAN w Krakowie przeprowadzili sezonowe badania hydrochemiczne i biologiczne świeżo zalanego zbiornika. Badania te wykazały niską zawartość fosforu mineralnego i ogólnego kwalifikującą wodę Zbiornika Czorsztyńskiego do I klasy czystości. Po trzech latach istnienia zbiornika stały dopływ fosforu wraz z wodami Dunajca (średnio:  $0,180 \text{ PO}_4 \text{ mg dm}^{-3}$  i  $0,059 \text{ mg dm}^{-3} \text{ P}_{\text{tot}}$ ) spowodował znaczne zwiększenie obciążenia zbiornika fosforem z ilości  $0,121 \text{ mg PO}_4$  i  $0,036 \text{ mg P}_{\text{tot}} \text{ dm}^{-3}$  do  $0,250 \text{ mg PO}_4$  i  $0,098 \text{ mg P}_{\text{tot}} \text{ dm}^{-3}$  (ryc. 4).



Ryc. 4. Fosfor mineralny i całkowity [ $\text{mg dm}^{-3}$ ] w wodzie Zbiornika Czorsztyńskiego w latach 1998–2001 (wg. Mazurkiewicz-Boroń 2000. Mater.niepubl. ZBW PAN w Krakowie).

Fig. 4. Mineral and total phosphorus ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) in the waters of the Czorsztyń Reservoir in 1998–2001 (according to Mazurkiewicz-Boroń 2000. unpubl. materials of the Institute of Freshwater Biology of the Polish Academy of Sciences in Kraków)

Kwalifikuje to Zbiornik Czorsztyński do grupy zbiorników eutroficznych mieszczących się według opracowanej przez pracowników Zakładu Biologii Wód im. Karola Starmacha PAN w Krakowie „Kategorii wartości stanu środowiska wodnego określającego kondycję zbiornika” w grupie oznaczonej jako stan zły, stan dopuszczalny (tabela I). W tabeli przedstawiono stężenie fosforu mineralnego określającego żywność zbiornika, wartość chlorofilu *a* określającą intensywność produkcji oraz natlenienie. Niskie wartości podanych parametrów wody wyznaczają możliwości rozwoju ekosystemu zbiornika i determinują jego przyszły rybobostan w kierunku dominacji ryb karpiowatych.

Tabela I. Kategorie wartości parametrów stanu środowiska wodnego określające kondycję zbiornika.

Table I. Categories of value parameters of the water environment condition, describing the state of the reservoir.

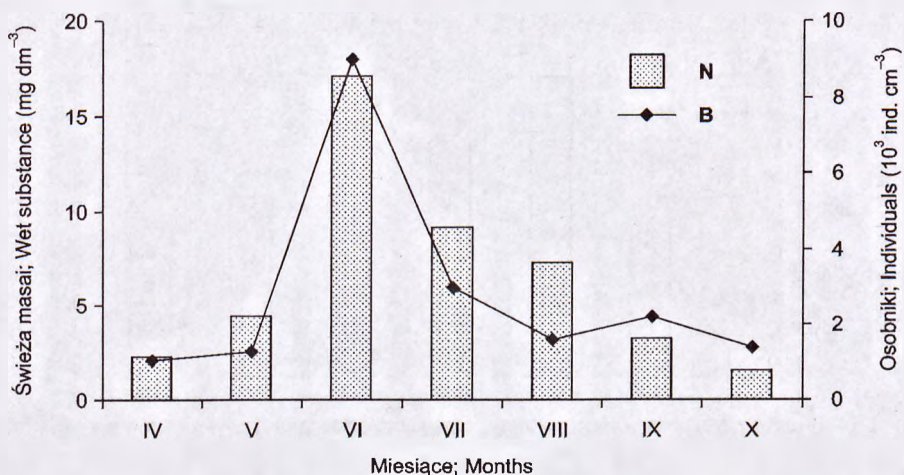
Stan Condition	PO <sub>4</sub> [µg dm <sup>-3</sup> ]	Chlorofil <i>a</i> [µg dm <sup>-3</sup> ] Chlorophyll <i>a</i>	Natlenienie % Oxygenation
b. dobry – very good	< 15	< 5	> 75
dobry – good	15–30	5–10	50–75
dopuszczalny – permissible	30–150	10–20	25–50
zły – bad	> 150	> 20	< 25

#### 4.2. Fitoplankton, zooplankton, fauna denna

Fitoplankton Zbiornika Czorsztyńskiego rozwijał się bujnie zwłaszcza w okresie wiosenno-letnim. Najmniejsze wartości chloroflu *a*, który jest miarą aktywności glonów stwierdzano w jesieni (wrzesień, październik). Prawdopodobnie było to spowodowane wyczerpaniem substancji pokarmowych dostępnych w wodzie przez glony rozwijające się we wcześniejszych okresach. W lipcu na głębokości 5 m stwierdzono 26 µg chloroflu *a* na dm<sup>-3</sup>. Była to, więc wartość, która może być uznana za zakwit wody. W okresie od kwietnia do sierpnia łącznie fitoplankton rozwijał się bujnie w warstwie wody 0–5 m, osiągając wartości chloroflu *a* wyższe aniżeli 10 µg dm<sup>-3</sup> (tabela II). Dominującą grupą glonów w sezonie badawczym były okrzemki. Najliczniej glony te rozwijały się na głębokości 5 m, co wiąże się z ich strategią życiową. Obecność tej grupy i jej duża liczebność świadczy o łatwym dostępie takich substancji pokarmowych jak krzemionka, związki azotu, związku fosforu. Wśród okrzemek bardzo licznie wystąpiły okrzemki centryczne, które w lipcu osiągnęły wartość 16,9 mg biomasy dm<sup>-3</sup> oraz liczebność 8908 os. cm<sup>-3</sup> (ryc. 5). Oprócz okrzemek centrycznych obecne są glony z innych grup takich jak złotowiciowce (*Dinobryon* sp.), kryptomonady (*Cryptomonas erosa*), bruzdnice (*Ceratium hirundinella*, *Peridinium*

Tabela II. Wartości chloroflu *a* w profilu głębokościowym Zbiornika Czorsztyńskiego w kolejnych miesiącach 1998 roku.Table II. Content of chlorophyll *a* in the depth profile of the Czorsztyń Reservoir in the successive months of 1998.

Głębokość Depth [m]	Miesiące – Month						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
0,0	10,660	15,980	21,310	14,210	14,210	2,370	0,000
2,5	10,660	14,800	18,940	21,310	18,940	4,740	4,740
5,0	10,660	18,350	26,050	28,420	11,840	4,740	7,100
7,5	7,990	13,460	18,940	4,740	11,840	7,100	4,740
10,0	6,660	5,700	4,740	7,100	11,840	4,740	7,100
12,5	9,320	4,650	0,000	4,740	7,100	4,740	4,740
15,0	9,320	8,200	7,100	2,370	7,100	4,740	4,740
20,0	7,990	5,100	2,370	2,370	4,740	2,370	0,000
30,0	10,660	5,000	0,000	0,000	7,100	2,370	0,000
40,0	7,990	0,000	2,370	0,000	0,000	4,740	0,000



Ryc. 5. Biomasa (B) [mg dm<sup>-3</sup>] i liczebność (N) [osobn. ml<sup>-1</sup>] fitoplanktonu na głębokości jednego metra w wodzie Zbiornika Czorsztyńskiego w roku 1998.

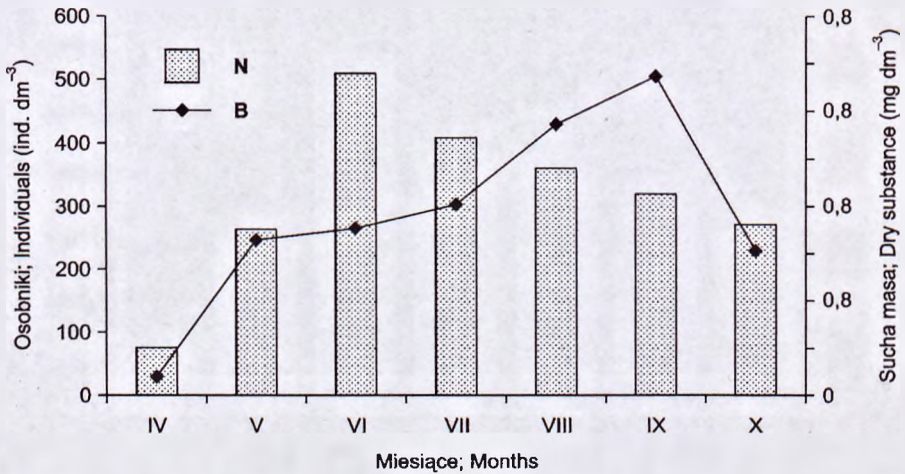
Fig. 5. Biomass (B) [mg dm<sup>-3</sup>] and numbers (N) [ind. ml<sup>-1</sup>] of the phytoplankton at the depth of 1 m in waters of the Czorsztyn Reservoir in 1998.

sp.), zielenice toczkowe (*Pandorina morum*), zielenice kokalne (*Coelastrum microporum*, *Scenedesmus* spp., *Tetraedron minimum*). Wszystkie te gatunki są gatunkami o szerokiej tolerancji warunków środowiska i często spotykane w wodach chłodnych oraz w zbiornikach w początkowym okresie po ich napełnieniu.

Zooplankton Zbiornika Czorsztyńskiego składał się z trzech grup zwierząt planktonowych: pierwotniaków (*Protozoa*), wrotków (*Rotatoria*) i skorupiaków (*Crustacea*). Pod względem wielkości osobników pierwotniaki mają najmniejsze wymiary, tylko niektóre z nich osiągają wielkość do 100 μm (wiciowce, orzęski). Wielkość wrotków waha się od 30 μm do 1 mm, a największe wymiary (100 μm do kilku cm) mają skorupiaki (widłonogi, wioślarki). Skład jakościowy i ilościowy zooplanktonu był zależny od parametrów fizykochemicznych środowiska (temperatury, zawartości tlenu) oraz dostępności pokarmu, stąd występował na wszystkich głębokościach Zbiornika Czorsztyńskiego, ale najbogatszy był w strefie eufotycznej (strefa przejściowa). W pelagialu Zbiornika Czorsztyńskiego, stwierdzono ogółem występowanie 26 taksonów zooplanktonu. Najliczniejszą grupą były wrotki (*Rotatoria*) w liczbie 15 taksonów, następnie wioślarki (*Cladocera*) – 6 taksonów oraz widłonogi (*Copepoda*) – 5 taksonów. Na podstawie badań innych zbiorników zaporowych można założyć, że w miarę starzenia się zbiornika będzie następowała redukcja gatunków *Rotatoria*, w przeciwieństwie do skorupiaków (*Cladocera* i *Copepoda*), których różnorodność (liczba gatunków) będzie rosła.

Średnie zagęszczenie zooplanktonu pelagialu Zbiornika Czorsztyńskiego (ryc. 6) wynosiło 315 osobników dm<sup>-3</sup>. Liczebność całego zespołu charakteryzowała się dużym zróżnicowaniem. Zagęszczenie zespołu wahało się od 22 do 800 osobników dm<sup>-3</sup>. W jeziorach i zbiornikach zaporowych średnie zagęszczenia zooplanktonu wynoszą zwykle od 500 do 3000 osobników dm<sup>-3</sup>, a sezonowe wahania mogą sięgać od 100 do 26000 osobników dm<sup>-3</sup> (Romanowicz i in. 1994, Karabin i Ejsmont-Karabin 1994). Wiosną i latem, pod względem zagęszczenia dominowały: *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Asplanchna priodonta*, *Daphnia cucullata*, *D. longispina*, natomiast zimą





Ryc. 6 Liczebność (N) [osobn. dm<sup>-3</sup>] i biomasa (B) [mg dm<sup>-3</sup>] zooplanktonu w wodzie Zbiornika Czorsztyńskiego w roku 1998.

Fig. 6. Numbers (N) [ind. dm<sup>-3</sup>] and biomass [mg dm<sup>-3</sup>] of the zooplankton in waters of the Czorsztyn Reservoir in 1998.

i jesienią przeważały: *Cyclops strenuus*, *Synchaeta* spp. oraz *Polyarthra* spp. Biomasa zooplanktonu Zbiornika Czorsztyńskiego wynosiła średnio 0,382 mg dm<sup>-3</sup> suchej masy. Wartości wahały się w zakresie od 0,015 do 1,982 mg dm<sup>-3</sup> suchej masy.

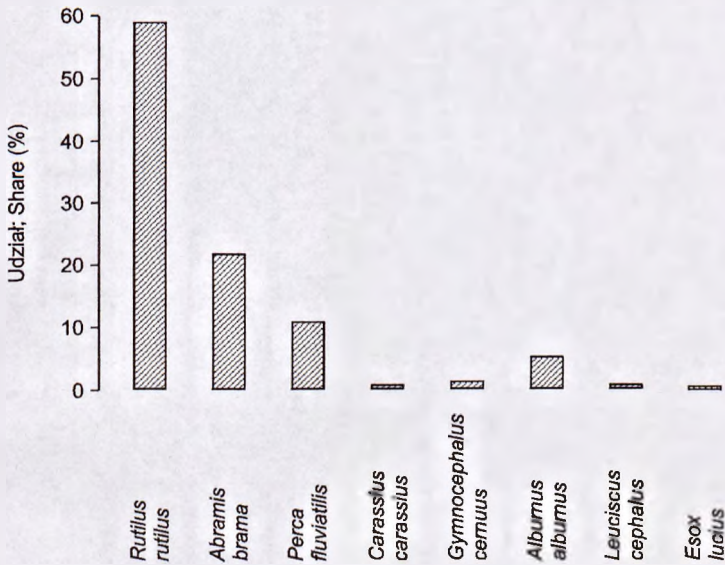
Po zalaniu dna rzeki, w procesie powstawania zbiornika zaporowego, nastąpiła całkowita przebudowa składu zoobentosu z zespołu o cechach reobiotycznych o dużej różnorodności gatunkowej, do zespołu o cechach limnicznych o niewielkim zróżnicowaniu taksonomicznym. Powstający nowy zespół zwierząt na dnie zbiornika wynika nie tylko ze zmiany warunków fizycznych i hydrologicznych, ale jest on również odzwierciedleniem przebiegu procesów obiegu materii organicznej i stanu żyzności zbiornika. Różnorodność gatunkowa fauny dennej profundalu zbiornika była niska. W skład zespołu bezkręgowców wchodziły zasadniczo dwie grupy: skąposzczety (*Oligochaeta*) oraz larwy owadów (*Chironomidae*). Skąposzczety były reprezentowane zasadniczo przez 13 gatunków należących do dwóch rodzin: *Naididae* i *Tubificidae*. Poza tym w niewielkiej liczbie występowały niedojrzałe formy z rodziny *Enchytreidae*. Oznaczone gatunki z rodziny *Naididae* były typowymi gatunkami środowisk rzecznych, które prawdopodobnie zostały zniesione przez prąd wody w głąb zbiornika Czorsztyńskiego. Największy udział w grupie skąposzczetów miały młode formy *Tubificidae*. Oprócz młodych *Tubificidae* występowały: *Potamothrix hammoniensis*, *Limnodrilus claparedeanus* oraz *Limnodrilus hoffmeister*. Należy podkreślić, że wysoki udział skąposzczetów przy równoczesnej niskiej liczebności *Chironomidae* jest typowym stanem, powszechnie stwierdzanym w głębokich zbiornikach zaporowych w Polsce (Dumnicka i in. 1986, Płuzański i in. 1990).



## 5. Ichtyofauna Zbiornika Czorsztyńskiego

### 5.1. Skład gatunkowy i rozmieszczenie ryb

W badaniach ichtiologicznych Zbiornika Czorsztyńskiego stwierdzono występowanie: szczupaka, okonia, jazgarza, płoci, leszcza, uklei, karasia pospolitego i hybrid międzygatunkowych (płoc x leszcz). Dominującym gatunkiem pod względem liczebności była płoc a następnie leszcz i okoń (ryc. 7), a pod względem biomasy



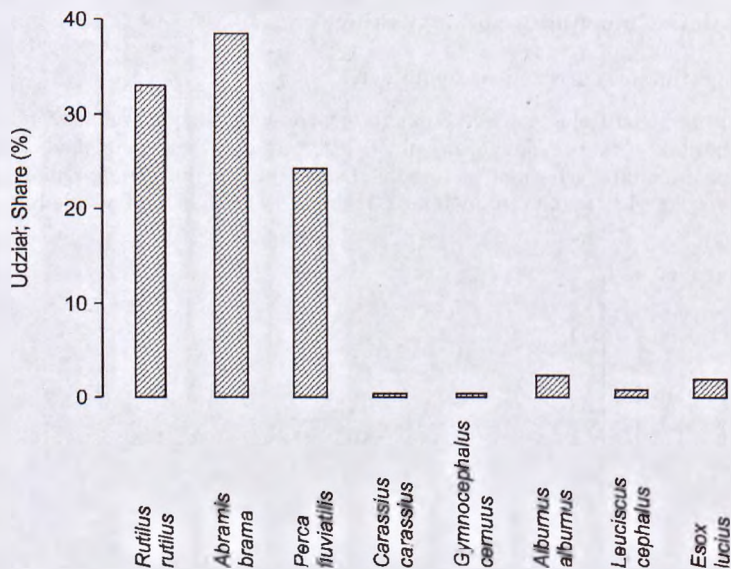
Ryc. 7. Udział procentowy poszczególnych gatunków w ogólnej liczbie złowionych ryb w Zbiorniku Czorsztyńskim.

Fig. 7. Percentage share of different species in the total number of caught fish in the Czorsztyń Reservoir.

leszcza a dalej płoc i okoń (ryc. 8). Rybostan zbiornika opanowany jest przez ryby karpowate i okonia. Aktualnie dominują w zbiorniku płocie i leszcze w wieku 3-6 lat, o średniej długości całkowitej 10-25 cm (ryc. 9). Dominujące liczebnie roczniki płoci już są dojrzałe płciowo. W ciągu najbliższych dwóch lat, dorastające do wieku rekrutacji roczniki leszcza przystąpią do tarła i można się spodziewać błyskawicznego rozwoju i ekspansji tego gatunku. Dynamicznie rozwija się populacja okonia, której duże rybożerne osobniki ograniczają liczebność drobnych ryb karpowatych.

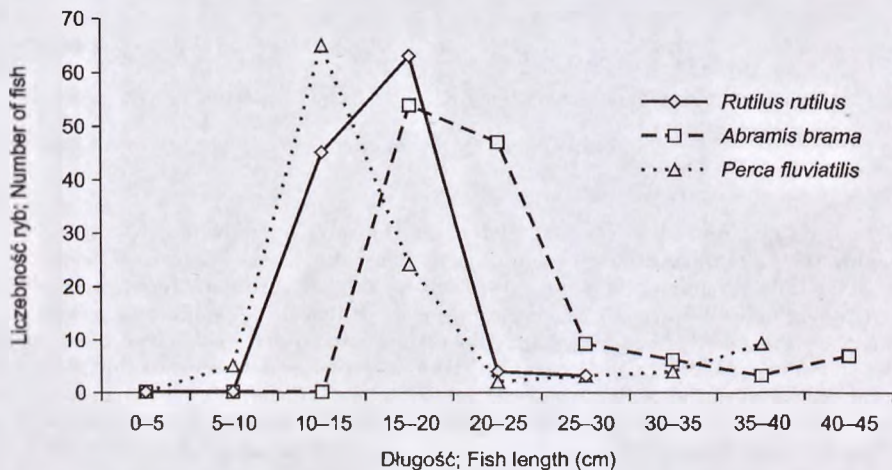
Przedstawiony na rysunku 9 rozkład wielkości dominujących gatunków ryb wskazuje wyraźnie, że rybostan Zbiornika Czorsztyńskiego jest młody a szybko rozwijające się młode roczniki ryb karpowatych i okonia, przy braku znacznej ilości ryb drapieżnych, są w stanie utworzyć silną populację tarlową i całkowicie opanować Zbiornik Czorsztyński.

Do określenia składu zespołu ryb w różnych partiach zbiornika wytypowano trzy stanowiska: w cofce zbiornika - Huba, w centralnej części zbiornika - Mizer-na, oraz w przy-zaporowej części zbiornika Czorsztyń (ryc. 2). Stwierdzono wyraźne różnice w liczebności, w biomasy a nawet w składzie gatunkowym zespołów ryb na



Ryc. 8. Udział procentowy poszczególnych gatunków w ogólnej biomasy złowionych ryb w Zbiorniku Czorsztyńskim.

Fig. 8. Percentage share of different species in the total biomass of caught fish in the Czorsztyn Reservoir.

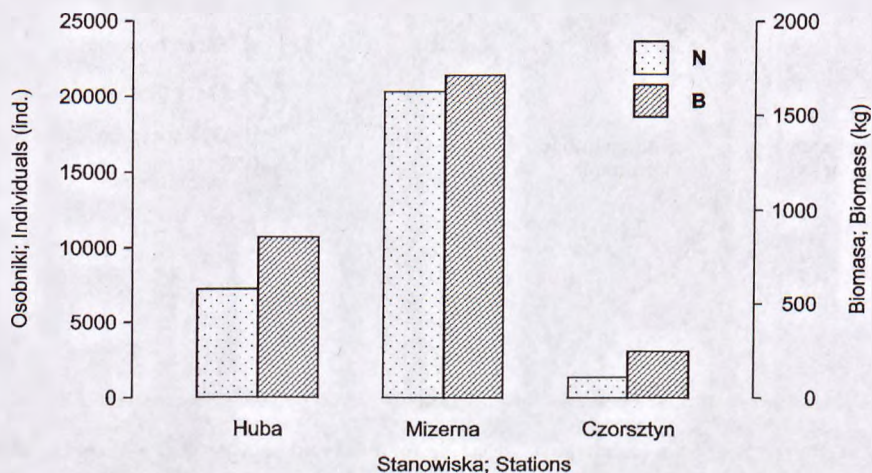


Ryc. 9. Rozkład wielkości ryb w przedziałach co 5 cm (longitudo totalis) w połowach sieciowych Zbiornika Czorsztyńskiego.

Fig. 9. Size distribution of fish at 5 cm intervals (longitudo totalis) in net catches in the Czorsztyn Reservoir



tych trzech stanowiskach. Najwięcej ryb stwierdzono na wysokości Mizernej, a najmniej powyżej zamku w Czorsztynie (ryc. 10).

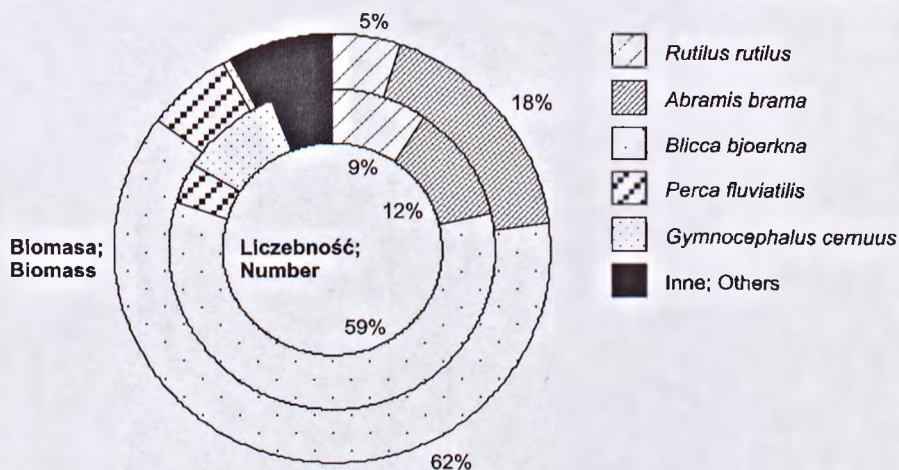


Ryc. 10. Liczebność i biomasa ryb na różnych stanowiskach połowu w Zbiorniku Czorsztyńskim. Wartości na osi rzędnych oznaczają dla liczebności liczbę osobników, a dla biomasy kilogramy ryb w przeliczeniu na komplet wontonów o całkowitej powierzchni sieci 9000 m<sup>2</sup>.

Fig. 10. Numbers and biomass of fish at individual stations of catches in the Czorsztyn Reservoir. Values on the ordinate axis indicate for numbers the number of individuals and for biomass kilograms of fish recounted for a complete set of gill net of the total net area of 9000 m<sup>2</sup>.

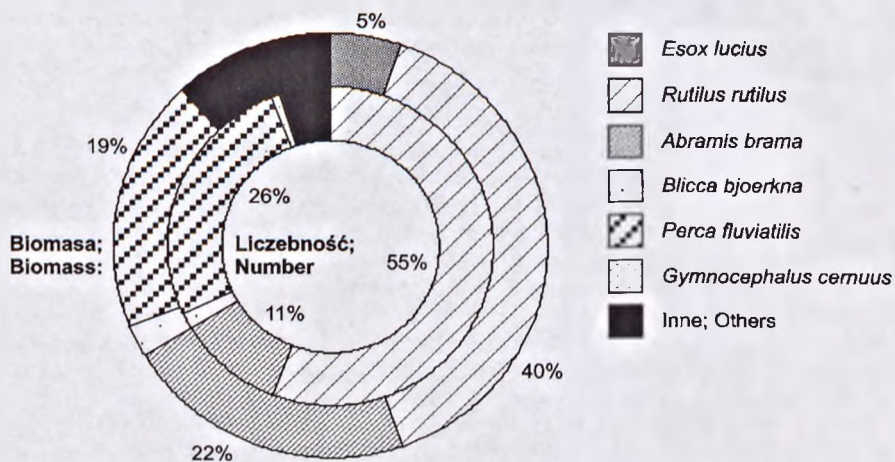
Dominacja i skład gatunkowy ryb w zależności od miejsca połowu przesuwala się od zespołu z silną przewagą krąpia (leszcza) obserwowanego na stanowisku w Hubie, poprzez zespół z przewagą płoci (leszcza) występujący na wysokości Mizernej aż zespołu z dominacją leszcza (płoci) na stanowisku w Czorsztynie (ryc. 11, 12, 13). Podobnym zmianom podlegało występowanie szczupaka, jedynego strategicznego drapieżnika w zbiorniku. W cofce zbiornika (Huba) i w okolicy Mizernej występował on w niewielkich ilościach. Nie stwierdzono go natomiast w okolicach Czorsztyna, a także na stanowiskach we Frydmanie i Zielonych Skałkach. Jego występowanie wyraźnie związane było fizjografią zbiornika, tzn. szczupak występował w pobliżu łagodnie opadających brzegów i płytkich partii zbiornika.

Analiza występowania poszczególnych gatunków ryb w latach 2000-2002, mimo dość młodego wieku zbiornika wskazuje na wyraźne tendencje zmian. W obrębie grupy dominujących ryb karpiovatych leszcz (krąp) zastępuje płoc. Praktycznie nie zmienia się liczebność populacji okonia. Analiza rozkładu wielkości osobników w próbie wskazuje na stopniowe obniżanie się średniej wielkości osobnika spowodowane eksploatacją wędkarską większych ryb i rekrutacją młodszych roczników (ryc. 14).



Ryc. 11. Udział procentowy poszczególnych gatunków w liczebności i biomase ryba na stanowisku Huba.

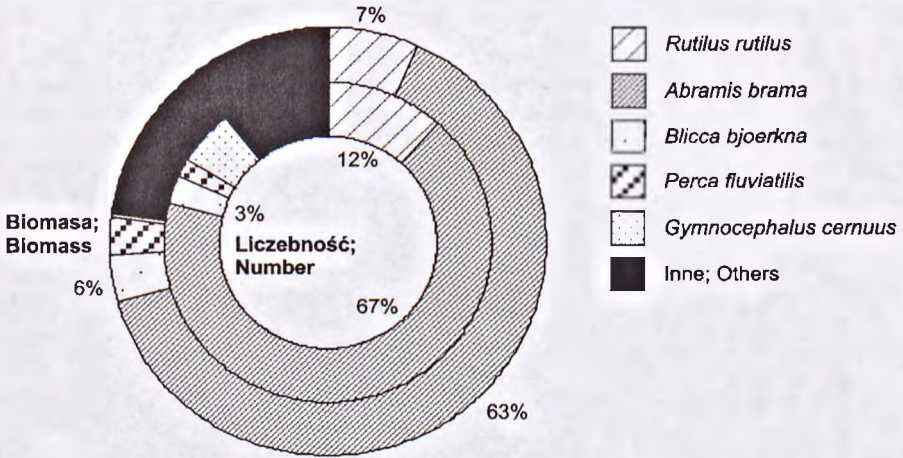
Fig. 11. Percentage share of individual species in numbers and biomass of fish at station Huba.



Ryc. 12. Udział procentowy poszczególnych gatunków w liczebności i biomase ryba na stanowisku Mizerna.

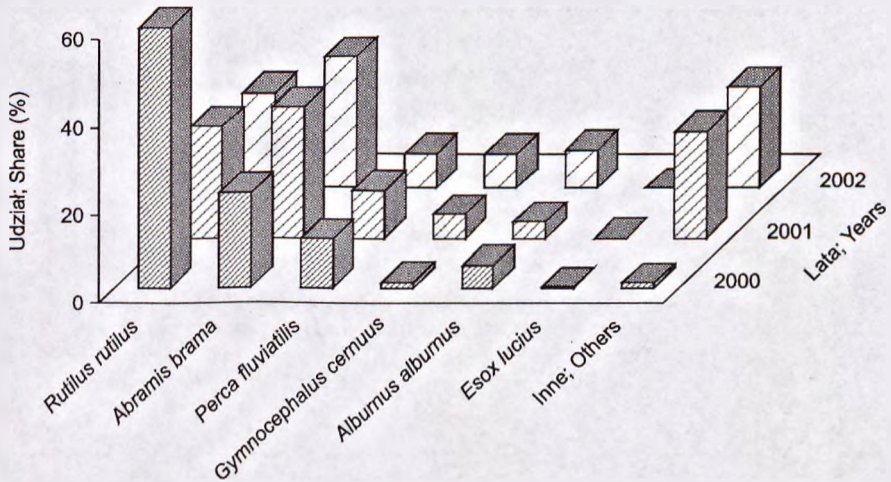
Fig. 12. Percentage share of individual species in numbers and biomass of fish at station Mizerna.





Ryc. 13. Udział procentowy poszczególnych gatunków w liczebności i biomase ryb na stanowisku Czorsztyn.

Fig. 13. Percentage share of individual species in numbers and biomass of fish at station Czorsztyn.

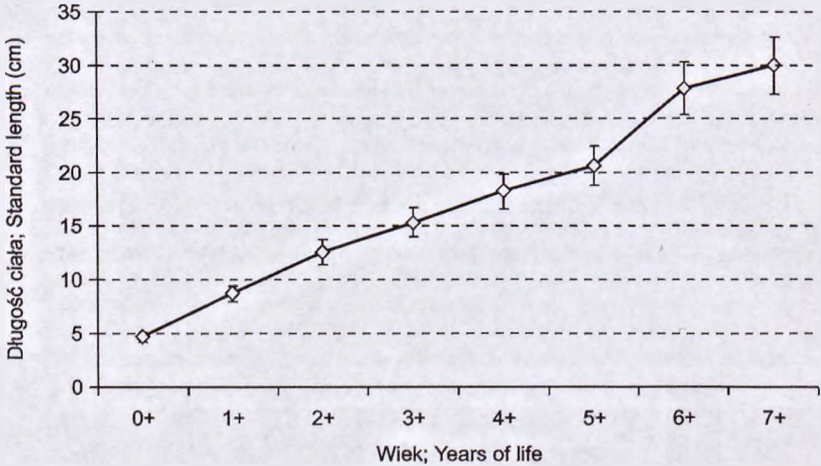


Ryc. 14. Udział procentowy liczebności poszczególnych gatunków ryb w latach 2000-2002 w Zbiorniku Czorsztyńskim.

Fig. 14. Percentage share of individual species in numbers of fish of the Czorsztyn Reservoir in 2000-2002.

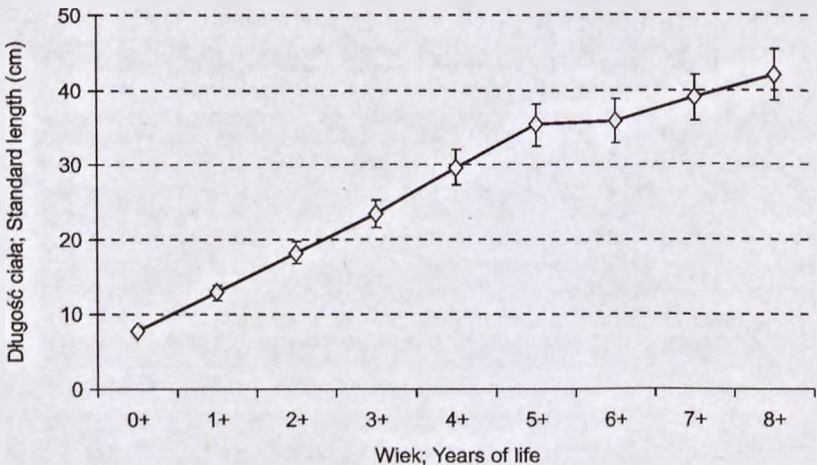
## 5.2. Tempo wzrostu i struktura wiekowa wybranych gatunków ryb

Na rysunkach poniżej przedstawiono tempo wzrostu płoci, leszcza i okonia ze Zbiornika Czorsztyńskiego. Nawet pobieżna analiza wykresów dostarcza ciekawych informacji. Starsze roczniki płoci, żerujące na licznych zooplanktonie, po napelnieniu zbiornika zyskały znakomite warunki do rozwoju, co zaowocowało przyspieszeniem tempa wzrostu (ryc. 15). Leszcz, który może zjadać zooplankton, ale dobry wzrost starszych roczników zapewnia mu wyłącznie obfitość fauny dennej wyraźnie spowolnił swój wzrost (ryc. 16).



Ryc. 15. Tempo wzrostu płoci w Zbiorniku Czorsztyńskim.

Fig. 15. The growth rate of *Rutilus rutilus* in the Czorsztyń Reservoir.

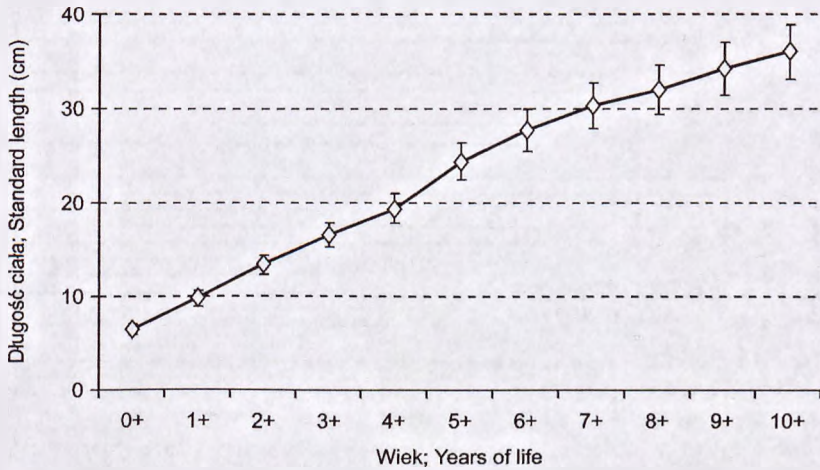


Ryc. 16. Tempo wzrostu leszcza w Zbiorniku Czorsztyńskim.

Fig. 16. The growth rate of *Abramis brama* in the Czorsztyń Reservoir.

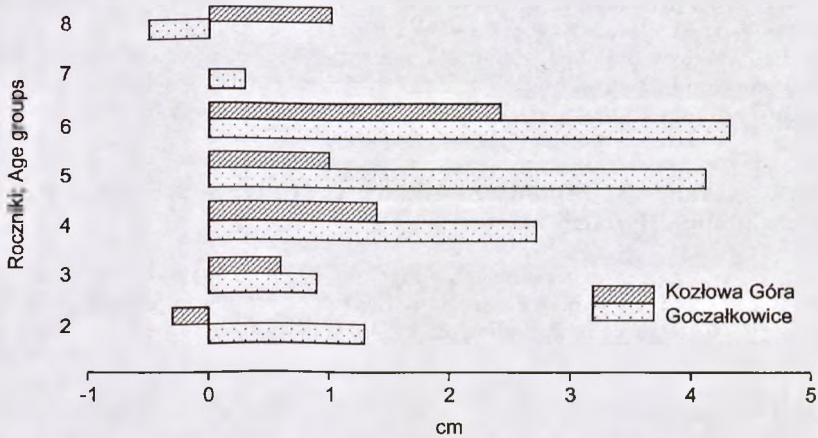


W najbardziej komfortowych warunkach jest okoń, którego młode roczniki mogą mieć pod dostatkiem zooplanktonu, a starsze przechodzące na rybożerność ryb (ryc. 17).



Ryc. 17. Tempo wzrostu okonia w Zbiorniku Czorsztynskim.  
Fig. 17. The growth rate of perch in the Czorsztyn Reservoir

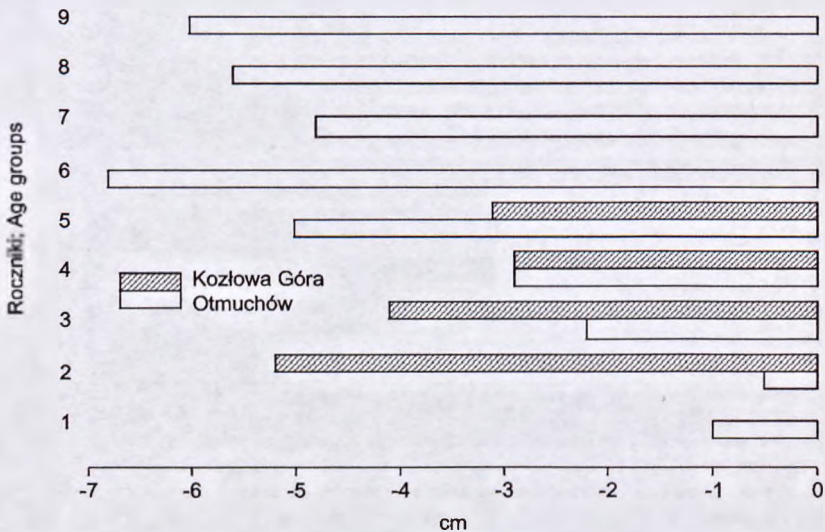
Tempo wzrostu płoci, leszcza i okonia ze Zbiornika Czorsztyńskiego nie odbiega od wzrostu tych gatunków w eutroficznych wodach zbiorników w Goczałkowicach, Otmuchowie czy Kozłowej Górze. Płoc w Zbiorniku Czorsztyńskim rośnie nieco gorzej niż w porównywanym zbiornikach (ryc. 18). Ma to prawdopodobnie związek z termiką wody i krótszym sezonem wegetacyjnym.



Ryc. 18. Porównanie tempa wzrostu płoci ze Zbiornika Czorsztyńskiego oraz zbiorników Kozłowa Góra i Goczałkowice.

Fig. 18. Comparison of the growth rate of roach in the Czorsztyn Reservoir and in the reservoirs of Kozłowa Góra and Goczałkowice.

Leszczy w Zbiorniku Czorsztyńskim rośnie nieco lepiej niż w zbiornikach porównywanych. Jednak do pełnego obrazu brakuje danych wzrostu starszych roczników, których tempo wzrostu ulega osłabieniu (ryc. 19). Okoń rośnie generalnie słabiej niż



Ryc. 19. Porównanie tempa wzrostu leszcza ze Zbiornika Czorsztyńskiego oraz zbiorników Kozłowa Góra i Otmuchów.

Fig. 19. Comparison of the growth rate of common bream in the Czorsztyń Reservoir and in the reservoirs of Kozłowa Góra and Otmuchów.

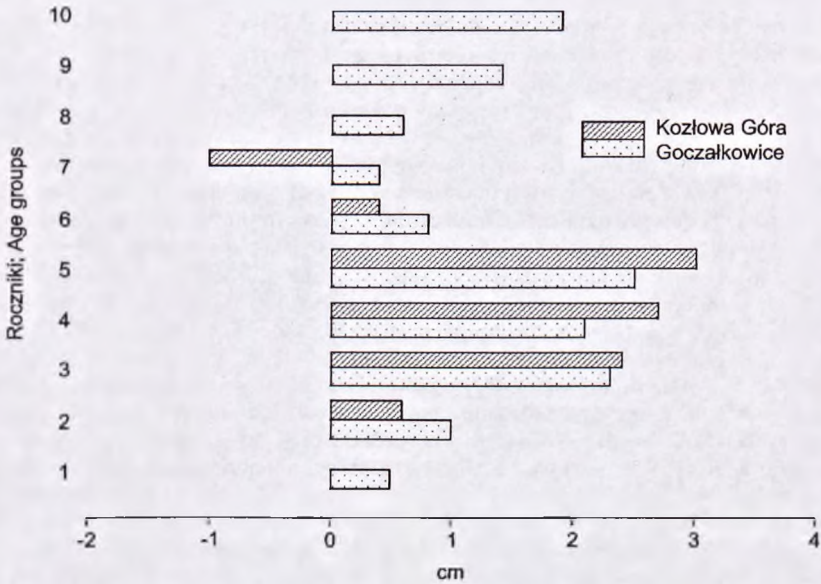
w porównywanych zbiornikach. Jednak porównanie wzrostu okonia w Czorsztyńskim i Kozłowej Górce pokazuje, że słaby wzrost młodszych roczników jest kompensowany dobrym wzrostem starszych grup wiekowych (ryc. 20).

Rozkład wiekowy populacji dominujących gatunków ryb jeszcze raz potwierdza fakt o opanowaniu Zbiornika Czorsztyńskiego przez młode, w większości przypadków pochodzące już z tarła zbiornikowego, osobniki płci, leszcza i okonia (ryc. 21).

## 6. Wpływ kaskady zbiorników zbiorników Czorsztyń – Sromowce Niżne na ichtiofaunę Dunajca

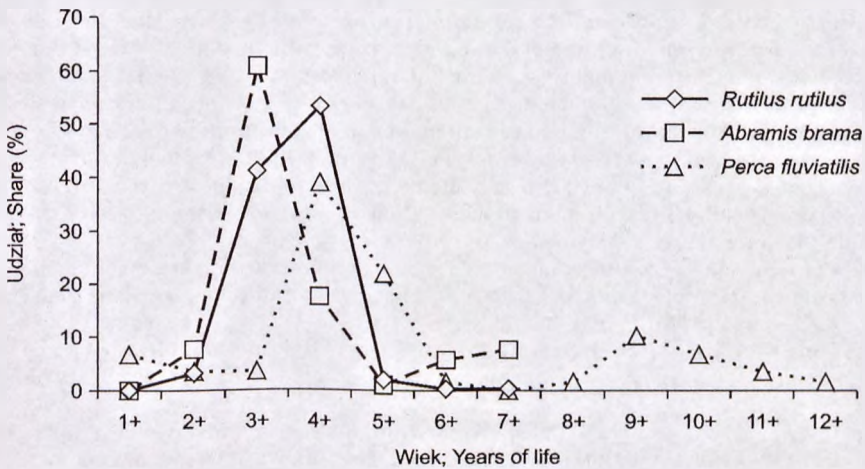
Zmiany w zespołach organizmów wodnych w Dunajcu na obszarze oddziaływania budowy zespołu zbiorników Czorsztyń Niedzica – Sromowce Wyżne pojawiły się w momencie rozpoczęcia prac budowlanych. Powodowane były przez prace w korycie rzeki (przekładanie koryta rzeki, eksploatacja kruszywa) niszczące naturalne zespoły organizmów, przez okresowe zmętnienia wody, zwiększony dopływ zanieczyszczeń bytowych itp. Działanie tych czynników zmniejszało sukces rozrodczy organizmów wodnych na obszarze objętym budową, co miało wpływ zarówno na Dunajec powyżej, jak i poniżej kaskady zbiorników. Dodatkowy niekorzystny wpływ na środowisko rzeki miał długi okres realizacji inwestycji. Kilkanaście lat budowy to w przypadku ryb tylko 8–12 generacji, lecz w dla fauny stanowiącej ich bazę pokarmową to już





Ryc. 20. Porównanie tempa wzrostu okonia ze Zbiornika Czorsztyńskiego oraz zbiorników Kozłowa Góra i Goczałkowice.

Fig. 20. Comparison of the growth rate of perch in the Czorsztyn Reservoirs and in the reservoirs of Kozłowa Góra and Goczałkowice.



Ryc. 21. Rozkład procentowy wieku ryb (longitudo totalis) w połowach sieciowych Zbiornika Czorsztyńskiego w kolejnych miesiącach 1998 roku.

Fig. 21. Percentage distribution of fish age (longitudo totalis) in net catches in the Czorsztyn Reservoir in successive months of 1998.

kilkadziesiąt generacji poddanych modyfikującemu działaniu antropopresji. Jej efekty opisano w charakterystykach ichtiofauny i zespołów fauny dennej.

Po oddaniu do użytku zespołu zbiorników Czorsztyn Niedzica – Sromowce Wyżne odkształcona biocenoza rzeki powróciła do stanu równowagi. Aktualnie prowadzona eksploatacja kaskady praktycznie nie wpływa na Dunajec powyżej cofki Zbiornika Czorsztyńskiego. Jej działalność zmienia warunki życia w rzece poniżej zapory w Sromowcach Wyżnych. Analiza czynników środowiskowych wskazuje na dwa czynniki: wyrównanie przepływów, co oznacza ograniczenie występowania powodzi, pełniących istotną rolę w funkcjonowaniu górskiej rzeki, oraz zmniejszenie stężenia tlenu w wodzie Dunajca poniżej zespołu zbiorników. Pierwszy czynnik nie jest modyfikowalny, natomiast drugi wymaga wyjaśnienia. Na obniżenie zawartości tlenu w rzece poniżej zapory wpływa praca elektrowni szczytowo pompowej, która zrzucając wodę z górnego zbiornika pobiera odtlenione warstwy przydenne. Wydaje się, że jest to przejściowa dolegliwość. W każdym nowopowstałym zbiorniku zaporowym (zwłaszcza głębokim), w początkowym okresie jego istnienia, następuje rozkład materii organicznej z dna zbiornika powodujący w okresie letnim zaniki tlenu przy dnie. Okres prawdopodobnego występowania oksykliny wynosi od 10 do 20 lat od momentu napełnienia zbiornika. W przypadku kaskady Czorsztyn Niedzica – Sromowce Wyżne tzn. niezłych parametrów wody Dunajca i faktu, że na miejsce odtlenionych warstw wody w górnym zbiorniku wchodzi woda natleniona powinien okres ten skrócić, lub nawet zniwelować.

Próby wody poddano badaniom fizykochemicznym podanym w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 4 października 2002 r. w sprawie wymagań, jakim powinny odpowiadać wody śródlądowe będące środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych (Dz. U. 2002 Nr 176, poz. 1455). Ze spisu parametrów podanych w cytowanym Rozporządzeniu wzięto pod uwagę tylko te, które mogły być bezpośrednią przyczyną ograniczenia występowania ryb (tabela III).

Analiza chemicznych parametrów wody przedmiotowego odcinka Dunajca wskazuje, że czynnikiem ograniczającym rozwój ryb (czynnikiem minimum) może być koncentracja tlenu w wodzie, a gatunkami zagrożonymi ryby wrażliwe na niedobory tlenu: łososiowate: pstrąg potokowy, głowacica, lipieniowate: lipień i niektóre karpowate: głowacz przegopletwy, świnka i ukleja (tabela IV). Od nasycenia wody tlenem zależy normalny przebieg czynności życiowych tych organizmów, a przede wszystkim ich oporność na szereg niepomysłnych czynników środowiskowych, w tym na różnorodne zanieczyszczenia wody. Zmniejszone stężenie tlenu w wodzie uruchamia procesy adaptacyjne u ryb. Reakcje te przebiegają z różną intensywnością u poszczególnych gatunków ryb, jednak ich podstawowy schemat jest taki sam. Składa się on z trzech faz:

- fazy niepokoju – odznaczającej się podnieceniem ruchowym ryb, chwilowym przyjmowaniem położenia boczego, szybkimi ruchami oddechowymi, podplywaniem do powierzchni wody,
- fazy oporności – w której wszystko pozornie wraca do normy, obserwuje się brak lub ograniczenie objawów niepokoju i zmniejszoną wrażliwość ryb na działanie stresorów,
- fazy wycieńczenia – objawiającej się przy długotrwałym oddziaływaniu stresorów, w której następuje przelamanie oporności organizmu i powracają objawy fazy niepokoju – w tej fazie można spodziewać się śnięcia ryb.

Na podstawie dostępnych informacji można ułożyć szereg negatywnego wpływu obniżonej koncentracji tlenu na ichtiofaunę poniżej zapory w Sromowcach Wyżnych. Najsilniej zagrożone będą: ikra, wylęg i narybek ryb łososiowatych i lipieniowatych ⇒ ikra, wylęg i narybek wrażliwych ryb karpowatych ⇒ dorosłe łososiowate i lipieniowate ⇒ dorosłe karpowate.



Tabela III. Parametry chemiczne wód Dunajca poniżej zapory w Strumowcach Wyznych.  
Table III. Chemical parameters of the River Dunajec basin below the Strumowce dam.

Wartość Value	pH	Tlen Oxygen mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	BZT <sub>5</sub> BOD mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>	P-tot mg dm <sup>-3</sup>	N-NH <sub>4</sub> mg dm <sup>-3</sup>
Wynik badań Issue of investigation	7,17-7,90	5,41-7,51	1,20-3,18	0,00-0,06	0,46-0,63
Norma Quote	6,0-9,0	8,0	3,0 - losos, Salmo. 6,0 - karp., Cyprin.	0,2 - losos., Salmo. 0,4 - karp., Cyprin.	0,78
Przydatność Usability	przydatne dla ryb karpioiwatych oraz lososiowatych useful for Cyprinidae and Salmonidae	nie przydatne dla ryb karpioiwatych oraz lososiowatych useless for Cyprinidae and Salmonidae	przydatne dla ryb karpioiwatych oraz lososiowatych useful for Cyprinidae and Salmonidae	przydatne dla ryb karpioiwatych oraz lososiowatych useful for Cyprinidae and Salmonidae	przydatne dla ryb karpioiwatych oraz lososiowatych useful for Cyprinidae and Salmonidae

Tabela IV. Zaspotrzebowanie na tlen ryb występujących w Dunaju poniżej zbiorników Czorsztyn - Strumowce Wyzne.  
Table IV. Oxygen supplies of fish living below reservoirs Czorsztyn - Strumowce Wyzne.

Grupa Class	Gatunek Species	Tlen rozpuszczony Dissolved oxygen mg O <sub>2</sub> dm <sup>-3</sup>
Ryby o dużych wymaganiach tlenowych Fish of great oxygen requirements	ptastrg, głowacica, lipień, głowacz gręgotliwy, strzebla potokowa, świnka <i>S. trutta</i> , <i>H. hucho</i> , <i>T. thymallus</i> , <i>C. poecilopus</i> , <i>Ph. phoxinus</i> , <i>Ch. nasus</i>	7-11
Ryby o średnich wymaganiach tlenowych Fish of medium oxygen requirements	śliz, brzana, brzanka, kleń, jelec, okoń, szczupak, kiełb, ukleja <i>N. barbatulus</i> , <i>B. barbatus</i> , <i>B. petenyi</i> , <i>L. cephalus</i> , <i>L. leuciscus</i> , <i>P. fluviatilis</i> , <i>E. lucius</i> , <i>G. gobio</i> , <i>Ab. pipunculatus</i>	5-8
Ryby o małych wymaganiach tlenowych Fish of low oxygen requirements	leszcz - <i>A. alburnus</i>	4-7

Szczegółowa analiza rozkładu koncentracji tlenu w cyklu rocznym wskazuje na występowanie jego niedoborów głównie w okresie letnim. Przez pozostałą część roku jego stężenie nie różni się od przeciętnych wartości dla górnego odcinka Dunajca. Oznacza to, że oddziaływanie obniżonego stężenia tlenu nie może dotyczyć ikry, wylęgu i narybku ryb o tarle jesiennym (pstrąg potokowy, ewentualnie troć), których cykl rozrodu od momentu złożenia ikry do jej wylęgnięcia przebiega od późnej jesieni do wczesnej wiosny. Może natomiast wpływać niekorzystnie na wylęg i narybek ryb o tarle wiosennym (lipień, wrażliwe karpowate), których cykl rozrodu co prawda kończy się przed lipcem, ale na tarliskach pozostaje wylęg lub młody narybek nie posiadający zdolności migracji. Na uwagę zasługuje tu zwłaszcza dwa gatunki: prawnie chroniony głowacz przęgopłetwy i zagrożona eksterminacją w rzekach Polski świnka. Ryby dorosłe znacznie lepiej radzą sobie z przejściowymi niedoborami tlenu w wodzie. Po pierwsze migracja odbywa się zawsze „pod prąd”, co w tym konkretnym przypadku oznacza, że ryby będą płynąć z wody o większej zawartości tlenu do wody o mniejszej zawartości tlenu. Jeżeli jego koncentracja będzie poniżej preferendum wędrówka zostanie wstrzymana. Nieco gorzej może być z osobnikami zamieszkującymi strefę pod zaporą w Sromowcach Wyżnich. Oznaczone wartości stężenia tlenu są na granicy progowej koncentracji tlenu dla łososiowatych, która wg Jonesa (1952), Backiel (1964) wynosi  $5,0 \text{ mg l}^{-1}$ . Okresowe pojawianie się nawet niższych stężeń tlenu samo w sobie nie jest szkodliwe. Ryby poprzez fazę niepokoju przechodzą do fazy oporności. Po ustąpieniu wpływu stressora wszystko wraca do normy. Długie działanie obniżonego stężenia tlenu przy wartościach poniżej progowej koncentracji (przy temperaturze wody powyżej  $15\text{--}18^\circ\text{C}$ ) powoduje przejście organizmu w fazę wycieńczenia, co może prowadzić nawet do śnięcia ryb. Z kolei długotrwałe działanie obniżonego stężenia tlenu (przy wartościach na granicy progowej koncentracji) powoduje zmniejszenie intensywności przemiany materii ryb, co prowadzi do obniżenia naturalnej oporności tych organizmów na zanieczyszczenia pochodzenia organicznego i nieorganicznego, oraz zwiększa ich podatność na choroby bakteryjne i pasożytnicze.

## 7. Prognoza rozwoju ichtiofauny Zbiornika Czorsztyńskiego

Od napełnienia Zbiornika Czorsztyńskiego realizowany był program gospodarki rybackiej polegający na traktowaniu jego wód jak wody pstrągowej, co oznacza zniesienie okresu ochronnego i limitu połowów dla drapieżnego szczupaka, który w świeżo zalanych zbiornikach spełnia rolę regulatora dla dynamicznie rozwijających się populacji ryb karpowatych. Rolę szczupaka miały pełnić drapieżniki z rodziny łososiowatych: troć i głowacica, jednak pomimo zarybień nie udało się wytworzyć w zbiorniku populacji tych ryb. Fakt, że praktycznie nie stwierdzono w badaniach ryb drapieżnych, może tylko oznaczać, że powiodła się eliminacja szczupaka i nie udało się zarybienia rybami łososiowatymi. Stawia to zbiornik w bardzo kiepskiej sytuacji. W tym momencie jego rozwoju kończą się, wraz rozkładem roślinności lądowej w litoralu zbiornika, naturalne warunki do rozrodu szczupaka. Oznacza to, że odtworzenie populacji szczupaka będzie bazować w całości na sztucznych zabiegach gospodarczych.

Skład gatunkowy rybostanu wskazuje na bardzo niekorzystny z punktu widzenia gospodarki rybackiej stan ichtiofauny zbiornika. Dominującymi gatunkami pod względem liczebności i biomasy są ryby karpowate: płoć, leszcz i krap. W zbiorniku praktycznie nie ma drapieżników. Występujący licznie tuż po napełnieniu zbiornika szczupak został prawie całkowicie wyłowiony. Według danych dotyczących eksploatacji



wędkarskich przedstawionych przez dr L. Augustyna na Radzie Naukowej Do spraw Gospodarki Rybackiej Zarządu Okręgu PZW w Nowym Sączu, w 1999 roku odłowiono w Zbiorniku Czorsztyńskim 2.663 kg szczupaka, w roku 2000 1.517 kg, a w roku 2001 tylko 182,9 kg. W tej sytuacji należy szybko wprowadzić do zbiornika odpowiednią ilość drapieżników. Przede wszystkim szczupaka, a następnie sandacza i bolenia, aby mogły one skutecznie kontrolować nadmiernie mnożące się ryby karpowate. Nadmierny rozwój i przegęszczenie populacji ryb karpowatych i okonia wpływa negatywnie na tempo wzrostu i kondycję ryb, a stąd blisko do masowych śnięć wywołanych chorobami. Opisane zagrożenia mają realne podstawy zwłaszcza, że podczas prowadzonych badań kilkakrotnie stwierdzono występowanie u płoci, leszcza, krapia i uklei pasożytów z rodzaju *Ligula*. Problem ligulozy aktualnie dotyczy uklei, której populacja podzieliła się na dwie grupy. Jedna z nich „duża” żyjąca w pelagialu zbiornika składająca się ze zdrowych dużych osobników ( $l_t = 17,0\text{--}21,5$  cm) druga „mała” żyjąca w litoralu składająca się z drobnych osobników ( $l_t = 9,8\text{--}12,8$  cm) w około 78% zarażona *Ligulą*.

Kierunek rozwoju ichtiofauny Zbiornika Czorsztyńskiego w gruncie rzeczy zależy od rozumnych zabiegów gospodarczych i kierunkowej eksploatacji rybacko-wędkarskiej. Celowo użyto tu terminu „rybacko-wędkarski” gdyż w celu sanacji zbiornika muszą połączyć siły rybacy i wędkarze. Nie da się bowiem odbudować populacji ryb drapieżnych bez społecznego przyzwolenia i akceptacji. Jest tylko jeden kierunek rozwoju zbiornika polegający na intensywnym popieraniu ryb drapieżnych (zarybianie szczupakiem, sandaczem, boleniem, sumem) oraz eliminacja ryb karpowatych, poprzez zmniejszenie wymiaru ochronnego i wyłów narzędziami rybackimi. W przeciwnym razie nastąpi stopniowa degradacja rybacka i wędkarska zbiornika.

## Summary

### Evaluation of the condition of ichthyofauna, and water environment of the Czorsztyń Reservoir

The Czorsztyń–Niedzica Dam Reservoir filled in 1997 lies at the altitude of about 1500 m above sea level on the River Dunajec, one of the longest Carpathian affluents of the River Vistula. Its area reaches 1226 ha and the capacity 231.9 million m<sup>3</sup>. The reservoir was constructed in a territory devoid of any greater flooded areas with typical rheophilous communities of aquatic organisms characteristic of mountain rivers. Hence the reservoir changed the living conditions not only in the Dunajec and its affluents within the limits of the river basin and above and below the reservoirs but also in the entire upper catchment of the river barred by the dam in Sromowce Wyzne.

The aim of the investigation was

- to determine the species composition and age structure of the ichthyofauna of the Czorsztyń Reservoir and the River Dunajec
- to prognosticate changes in the species composition of the ichthyofauna in the Czorsztyń Reservoir
- to elaborate scientific principles for the rational fishery management in the Czorsztyń Reservoir.

The investigation carried out in 1998–2002 at stations distributed along the length of the reservoir (Fig. 2) concerned the development of a recently originated biotic and abiotic water environment, i.e., physical and chemical water parameters (Fig. 1, Table I) and the species composition and biomass of the phytoplankton (Fig. 5, Table II), zooplankton (Fig. 6), bottom fauna, and fish.

Ichthyologic investigations of the Czorsztyń Reservoir showed the occurrence of the following fish species. *Esox lucius*, *Perca fluviatilis*, *Gymnocephalus cernus*, *Rutilus rutilus*, *Abramis brama*, *Alburnus alburnus*, *Cerastius cerastius*, and a hybrid *Rutilus rutilus* x *Abramis brama*.

The species dominating with respect to numbers was *R. rutilus*, followed by *A. brama* and *P. fluviatilis* (Fig. 7) and with respect to biomass *A. brama* followed by *R. rutilus* and *P. fluviatilis* (Fig. 8). The fish stock of the reservoir is dominated by Cyprinidae and *P. fluviatilis*. Currently *R. rutilus* at age of 3–6 years and 10–25 cm in total length dominate (Fig. 9). The currently dominating age-groups of *R. rutilus* are sexually mature. In the next two years the age-groups of *R. rutilus* will reach the recruiting age and spawn, hence a rapid development and expansion of this species can be expected. The population of *P. fluviatilis* shows a dynamic development. Its large piscivore individuals limit the numbers of small Cyprinid fish. The size distribution of the prevailing species (Fig. 9) distinctly shows that in the Czorsztyn Reservoir the fish stock is young. With the absence of suitable numbers of predatory fish the rapidly developing young age groups of Cyprinidae and *P. fluviatilis* can form strong spawning populations and completely dominate the reservoir.

From the filling of the Czorsztyn Reservoir a program of fishery management was realized based on the approach to its waters as trout ones. Hence no protection periods or limitation to catches of the predatory *E. lucius* were maintained. In newly filled reservoirs the latter species plays the role of a regulator in respect of the dynamic development of Cyprinid populations. The role of *E. lucius* should have been played by predators of the family Salmonidae: *Salmo trutta trutta* m. *lacustris* and *Hucho hucho*. However, in spite of repeated stocking no populations of the above species developed. The fact that in the course of the investigation no predatory fish were practically recorded could only indicate that the elimination of *E. lucius* was successful while the stocking with Salmonidae failed. This puts the reservoir in a very difficult position. In this stage of its development the natural conditions of *E. lucius* reproduction ended with the decomposition of terrestrial plants in the littoral. This means that the reproduction of *E. lucius* population must be based on artificial, highly expensive farming operations.

In the aspect of fishery management the species composition of the fish stock indicates a very unfavourable condition of the ichthyofauna in the reservoir. With respect to numbers and biomass the dominant species are Cyprinidae: *R. rutilus*, *A. brama* and *Blicca bjoerkna*. Actually no predators are encountered there. *E. lucius* occurring in great numbers directly after the filling of the reservoir, has been almost completely caught. According to the data concerning the angling exploitation presented during a session of the Scientific Council for Fishery Management of the Nowy Sacz Regional Board of the Polish Angling Society 2 663 kg of *E. lucius* were caught in 1999, 1 517 kg in 2000, and only 182.9 kg in 2001. In these conditions an urgent need arises to introduce a suitable number of predators into the reservoir. Above all this concerns *E. lucius*, further *Stizostedion lucioperca* and *Aspius aspius* to control efficiently the excessively reproducing Cyprinid fish. The excessive development and density of Cyprinid and *P. fluviatilis* populations negatively affect the growth rate and state of fish, threatening with massive fish kills effected by diseases. The described threats are real since the occurrence of parasites of the genus *Ligula* was found in *R. rutilus*, *A. brama*, and *A. alburnus* during the current studies. The problem of ligulose currently concerns *A. alburnus* whose population was divided into two groups: a "great one" living in the pelagial of the reservoir is composed of healthy large individuals (L.t. = 27.0–21.5 cm) while a "small one" occurring in the littoral and composed of small individuals (L.t. = 9.8–12.8 cm) is infested by *Ligula* in about 78%.

## Literatura

- Backiel T. 1964. Pstrąg. Warszawa, PWRiL, 1–322.
- Dumnicka E., Zięba J. i Żurek R. 1986. Characteristics of zooplankton and macrobentos in the Rożnów dam reservoir (South Poland). *Acta Hydrobiol.*, 28, 393–413.
- Hermanowicz W., Dożańska W., Dojlido J. i Koziorowski B. 1976. Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków. Warszawa, Arkady, 846 ss.
- Jones J.R.E. 1952. The reaction of fish to water of low oxygen concentration. *J. exp. Biol.*, 29, 403–415.
- Karabin A. i Ejsmont-Karabin J. 1994. Zespoły zooplanktonu jezior Suwalskiego Parku Krajo-  
brazowego. *Zesz. Nauk. Kom. „Człowiek i Środowisko” PAN*, 7, 215–242.
- Łajczak A. 1989. Hydrobiologia górnego Dunajca. *Proc. Symp. „Dunajec Wczoraj Dziś i Jutro”*.  
Niedzica, 15 czerwiec, Warszawa, Wyd. SGGW-AR, 13–27.



- Pliszka F. 1964. *Biologia ryb*. Warszawa, PWRiL, 334 ss.
- Płuzański A., Póltorak T., Tomaszek J., Granops M., Żurek R. i Dumnicka E. 1990. Charakterystyka limnologiczna zbiorników górnego Sanu (Solina Myczkowce). W: Kajak Z. (red) *Funkcjonowanie ekosystemów wodnych i ich ochrona i rekultywacja*. cz. I. Ekologia zbiorników zaporowych i rzek. Warszawa, SGGW-AR, 276–279.
- Romanowicz W., Szyper H. i Kraska M. 1994. Jeziora liobeljowe. Charakterystyka funkcjonowanie i ochrona. *Idee ekologiczne* 7, *Szkice* 5, 17–28.
- Sanecki J., Dumnicka E., Starmach J. 1998. Charakterystyka podstawowych elementów biocenozy Dunajca i jego dopływów w rejonie nowopowstałych zbiorników zaporowych. *Pieniny – Przyroda i Człowiek*, 6, 89–99.
- Starmach J. 1983/1984. Fish zones of the River Dunajec upper catchment basin. *Acta Hydrobiol.*, 25/26, 415–427.
- Starmach J. 1998. Ichthyofauna of the River Dunajec in the region of the Czorsztyn–Niedzica and Sromowce Wyżne dam reservoir (southern Poland). *Acta Hydrobiol.*, 40, 199–205.
- Starmach K. 1956. Rybacka i biologiczna charakterystyka rzek. *Pol. Arch. Hydrobiol.*, 3, 307–332.