

## Wpływ hydroelektrowni w Czorsztyń-Niedzicy i Sromowcach Wyżnych na ichtiofaunę Dunajca w Pieninach

The influence of the Czorsztyń-Niedzica and Sromowce Wyżne hydroelectric power station on the ichthyofauna of the Dunajec River in the Pieniny region

LESZEK AUGUSTYN

*Okręg Polskiego Związku Wędkarskiego w Nowym Sączu,  
ul. Inwalidów Wojennych 14, 33-300 Nowy Sącz*

**Abstract.** In 1997 the upper Dunajec River was dammed and as a consequence, two dam reservoirs were built – the upper Czorsztyń Nidzica (with a capacity of up to 231.9 million m<sup>3</sup> and high of wall 56 m) and the lower Sromowce Wyżne (with an area of water spread 88 ha, a capacity of up to 7.7 million m<sup>3</sup> and high of wall 13.5 m). The launch of the investments caused great changes in rheophilic cyprinid fish assemblage composition, mainly of nase *Chondrostoma nasus*, barbel *Barbus barbus* and chub *Leuciscus cephalus* species. Moreover, it was observed that 4 species had disappeared: huchen *Hucho hucho*, spirlin *Alburnoides bipunctatus*, gudgeon *Gobio gobio*, pike *Esox lucius*. The main cause of those changes was: 1) rapid changes in water level eliminating a natural recruitment of juvenile fish, 2) inflow of cold water from hypolimnion of the Czorsztyń – Niedzica reservoir caused domination of coldwater fish, 3) drift of non riverine cyprinid fish from the upper reservoir.

**Key words:** Dunajec River, dam, fish populations changes, Pieniny

### WSTĘP

Jakość rzek zależy od zlewni, dlatego ich kondycja (szczególnie biologiczna) jest sumą wszystkich zdarzeń zachodzących w dorzeczu (Karr i in. 1987). Budowa i działanie zapór przynosi wodom płynącym wiele negatywnych skutków. Podział na oddzielne części systemu stanowiącego wcześniej jednorodną całość, wywołuje gwałtowne abiotyczne i biotyczne zmiany w strukturze i funkcjonowaniu rzeki (Cada, Francfort 1995; Penczak 1994; Penczak i in. 1998; Penczak, Kruk 2000, 2005). Zapory burzą to, co jest główną cechą

każdej rzeki – jej kontinuum (Penczak 1994; Penczak i in. 1998; Baras, Lucas 2001; Penczak, Sierakowska 2003; Kruk 2007). Ich wpływ na ichtiofaunę w rzece poniżej przegrody wyraża się poprzez:

- fizyczne zmiany siedlisk (Nevers, Angermeier 1990; Penczak 1995; Bowen i in. 1998; Humpheries, Lake 2000; Kruk 2007)
- modyfikacje termiki oraz sezonowego i dziennego reżimu przepływu wód (Penczak i in. 1998; Penczak 1999; Głowacki, Penczak 2000)
- zmiany w dostępności bazy pokarmowej

(Dumnicka 1987, Kłonowska-Olejnik 1997, Penczak i in. 2006)

– zmiany składu i struktury zespołów ryb prowadzące do zmian interakcji biotycznych (Gehrke i in. 1995; Penczak, Gomes 2000; Głowacki, Penczak 2000).

Badania ichtiofaunistyczne w dorzeczu Dunajca intensywnie prowadzone są od drugiej połowy XX w., chociaż najwcześniejsze doniesienia pochodzą z końca XIX w. Pierwszym, który opisał ryby występujące w Dunajcu, był Nowicki (1880). Wyróżnił on krainę rybną pstrąga, która obejmowała wtedy dorzecze Dunajca od źródeł do Zakliczyna. Z tego okresu pochodzą również pierwsze słowackie wzmianki o rybach Dunajca w Pieninach, głównie za sprawą prac Hermana (1887) i Vutskitsa (1904) z początku XX w. W publikacjach tych autorów wyróżniane są trzy charakterystyczne gatunki ryb: troć wędrowną, zwana również pstrągiem morskim, lipień europejski i strzebla potokowa. W latach 1963–64 z dryfującej łodzi ichtiofaunę Dunajca badał Kołder (1967), a w 1970 r. Bieniarz i Epler (1972) przełowili odcinek między Sromowcami Wyżnymi a Szczawnicą, w tym odcinek w Pienińskim Parku Narodowym. W latach 1977–78 ichtiofaunę Pienin zbadali Pasternak i Skóra (1982). W latach 1978–80 badania prowadził Starmach (1983/1984), a w 1989–92 Włodek i Skóra (1992). Jeszcze przed napełnieniem Zbiornika Czorsztyńskiego inwentaryzację ichtiofauny Dunajca wykonali: Augustyn (1992) podczas przełożenia koryta na sztolnię budowanej zapory w Niedzicy, w 1994 r. Augustyn i Bieniarz (1995), a w 1996 r. Starmach (1998). Kolejne badania przeprowadzono w latach 2002–2004 (Augustyn 2006b; Augustyn, Epler 2006b–2006e) oraz 2005–2006 (Augustyn, Bartel 2007). W międzyczasie, w 2004 i 2008 r., dwukrotnie dokonano inwentaryzacji ichtiofauny Dunajca w Pienińskim Parku Narodowym (Augustyn i in. 2006, Augustyn 2009).

#### ZESPÓŁ ZBIORNIKÓW WODNYCH

Zbiorniki wodne Czorsztyń-Niedzica i Sromowce Wyżne (ZZW), wraz ze zbiornikami w Rożnowie i Czchowie, są głównym elementem zagospodarowania wód nie tylko w dorzeczu Dunajca.

Razem tworzą system kształtowania zasobów górnej Wisły i gospodarki wodnej w jej dorzeczu. Studia obejmujące szereg wariantów zabudowy Dunajca i jego dorzecza prowadzono od 1904 do 1947 r. (Historia budowy... 2007). Ten etap prac zakończono koncepcją budowy wielkiego zbiornika w rejonie Czorsztyna z zapora w przekroju Zielone Skałki i sztolnią do elektrowni w Ochotnicy omijając Przełom Pieniński. Koncepcja ta wzbudziła zdecydowane protesty przyrodników i działaczy zabytków kultury. Nieco mniej kontrowersyjną okazała się koncepcja mniejszego zbiornika z zapora w Niedzicy i zbiornikiem wyrównawczym w Sromowcach Wyżnych. Zatwierdzono ją w 1970 r. W latach 1975–1988 realizację inwestycji zakłócał brak wystarczającej ilości środków finansowych, przenoszenie potencjału wykonawcy do innych zadań i narastający opór organizacji proekologicznych. W lipcu 1990 r. doszło do spotkania w Maniowach przedstawicieli władz administracyjnych, społeczności lokalnej, organizacji ekologicznych i inwestora w sprawie dalszych losów inwestycji. Jednym z najważniejszych ustaleń, niewykonanych do końca trwania inwestycji, było założenie objęcia całej zlewni do przekroju zapory systemem oczyszczania ścieków jeszcze przed rozpoczęciem napełniania zbiorników.

W 1992 r. przepuszczono wody Dunajca przez jaz w Sromowcach Wyżnych, kończąc I etap budowy ZZW. W 1994 r. ukończono budowę oraz dokonano rozruchu i uruchomienia elektrowni w Sromowcach Wyżnych przy zbiorniku wyrównawczym i rozpoczęto napełnianie głównego Zbiornika Czorsztyńskiego. W 1996 r. dokonano rozruchu elektrowni w Niedzicy a w rok później, w lipcu, oficjalnie przekazano zbiorniki i elektrownie do eksploatacji.

Parametry obu obiektów przedstawiają się następująco:

**Zbiornik Czorsztyń-Niedzica**, utworzony przez spiętrzenie wód Dunajca zapora ziemną do wysokości 56 m, o długości 10,5 km, powierzchni 1.226 ha i pojemności 231,9 mln m<sup>3</sup>. Powierzchnia zlewni w przekroju zapory wynosi 1.147 km<sup>2</sup> i odznacza się wysokim położeniem (415–2630 m n.p.m.), znacznymi opadami rocznymi, średnio w całej zlewni 1.072 mm. Średni

**Tabela I.** Wskaźnik dominacji poszczególnych gatunków ryb w Dunajcu w Pieninach według badań różnych autorów. Dominance of particular fish species in the Dunajec River in the Pieniny Region investigated by various authors.

Gatunek Species	Kołder 1964	Pasternak Skóra 1982	Starmach 1983/84	Włodek Skóra 1992	Augustyn 1992	Augustyn Bieniarz 1995	Starmach 1998	Augustyn Epler 2006	Augustyn Bartel 2007
<i>Samo trutta m. fario</i>	19,8	1,7	6,0	4,4	5,13	4,36	1,8	20,8	5,37
<i>Hucho hucho</i>	0	0	0	0,1	0,16	0,08	1,0	0,3	0
<i>Thymallus thymallus</i>	9,2	3,4	6,0	5,4	6,22	3,59	0,7	27,1	0,67
<i>Barbus barbus</i>	9,6	20,6	15,0	23,0	26,59	9,56	9,0	0,7	3,36
<i>Barbus peloponnesius</i>	12,8	14,7	18,0	10,6	12,28	14,01	20,0	6,7	0,67
<i>Leuciscus cephalus</i>	9,8	14,3	7,0	17,0	19,59	52,52	20,5	8,0	42,62
<i>Chondrostoma nasus</i>	29,5	25,1	19,0	5,3	6,06	1,02	3,0	0,6	0,80
<i>Phoxinus phoxinus</i>	2,0	1,3	7,9	21,2	8,86	1,28	13,0	2,3	2,01
<i>Vimba vimba</i>	0,3	0,6	0,1	0,1	0,16	0	0	0	0
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	1,6	2,1	0,1	0,3	0,32	0	1,5	0,1	0
<i>Cottus poecilopus</i>	1,0	0,6	2,0	0	0	0,26	0,5	1,0	4,70
<i>Cottus gobio</i>	0,4	0,2	2,0	0	0	0	2,0	0,8	0,20
<i>Leuciscus leuciscus</i>	0,3	0,4	0,6	0,9	1,09	0,34	4,5	0,4	0,67
<i>Perca fluviatilis</i>	0,3	0	0,3	0,3	0,32	1,96	1,5	2,9	18,79
<i>Rutilus rutilus</i>	0,3	0,9	0,9	0,5	0,63	4,01	1,2	1,9	7,38
<i>Alburnus alburnus</i>	1,5	13,0	10,3	6,2	7,15	0,94	14,5	23,9	4,03
<i>Abamis brama</i>	0	0	2,0	2,2	2,48	0,43	0	1,0	4,03
<i>Esox lucius</i>	0	0	1,0	0,3	0,32	2,48	0	0,1	0
<i>Tinca tinca</i>	0	0	0	0,1	0,16	0	0	0	0
<i>Gobio gobio</i>	1,0	1,1	1,0	1,2	1,39	1,37	1,3	0,1	0
<i>Barbatula barbatula</i>	0,6	0	0,8	0,9	1,09	1,79	4,0	1,3	4,70

roczny przepływ Dunajca na wejściu do zbiornika wynosi 23,8 m<sup>3</sup>/s. Na piętrze znajduje się elektrownia przepływowa szczytowo-pompowa o mocy 92 MW.

**Zbiornik Sromowce Wyżne**, o powierzchni 88 ha i pojemności 6,7 mln m<sup>3</sup>. Podstawową jego funkcją jest umożliwienie szczytowej pracy elektrowni w Niedzicy. Odpływ ze zbiornika waha się od 9 do 45 9 m<sup>3</sup>/s. Powierzchnia dodatkowa zlewni wynosi 140 km<sup>2</sup>. W korpusie zapory o wysokości 13,5 m pracuje elektrownia o mocy 2,1 MW.

#### IŁOŚCIOWE I JAKOŚCIOWE ZMIANY ICHTIOFAUNY DUNAJCA

Analiza zmian ichtiofauny Dunajca oparta została na danych wyjściowych dotyczących rozmieszczenia minogów i ryb. Jako region Dunajca w Pieninach przyjęto odcinek od miejscowości Maniowy do miejscowości Krościenko n.D., a po napełnieniu zbiorników od Sromowiec Wyżnych do Krościenka. Wyniki połowów na stanowiskach z tego obszaru zsumowano w tabeli I. Dla

każdego gatunku wyliczono wskaźnik dominacji ( $D = 100n_n \cdot n_t^{-1}$ ) określający procentowy udział ryb danego gatunku ( $n_n$ ) w stosunku do wszystkich złowionych ryb ( $n_t$ ). Podziału gatunków na grupy rozrodzce dokonano w oparciu o uproszczoną klasyfikację Balona (1975). Zmiany w składzie ichtiofauny analizowano wyliczając indeks wymiany fauny (Diamond, May 1977) definiowany jako:

$$T = (k+e) \cdot (S_1+S_2)^{-1}$$

gdzie:  $k$  – liczba gatunków nowo stwierdzonych,  $e$  – liczba gatunków ponownie nie stwierdzonych,  $S_1$ ,  $S_2$  – liczby gatunków w poprzednich (1) i analizowanych (2) badaniach.

W 1963 r. ichtiofaunę Dunajca w Pieninach zbadał Kołder (1967). Spośród 17 wyróżnionych gatunków dominowały: świnka *Chondrostoma nasus* (L.) – 29,5%, pstrąg potokowy *Salmo trutta m. fario* (L.) – 19,8% i brzana *Barbus carpathicus* Val. (Kotlik i in. 2002) – 12,8%. W kolejnych badaniach w 1977 r. (Pasternak, Skóra 1982), w dalszym ciągu dominowała świnka (25,1%), ale pozycję pstrąga potokowego zajęła brzana *Barbus*

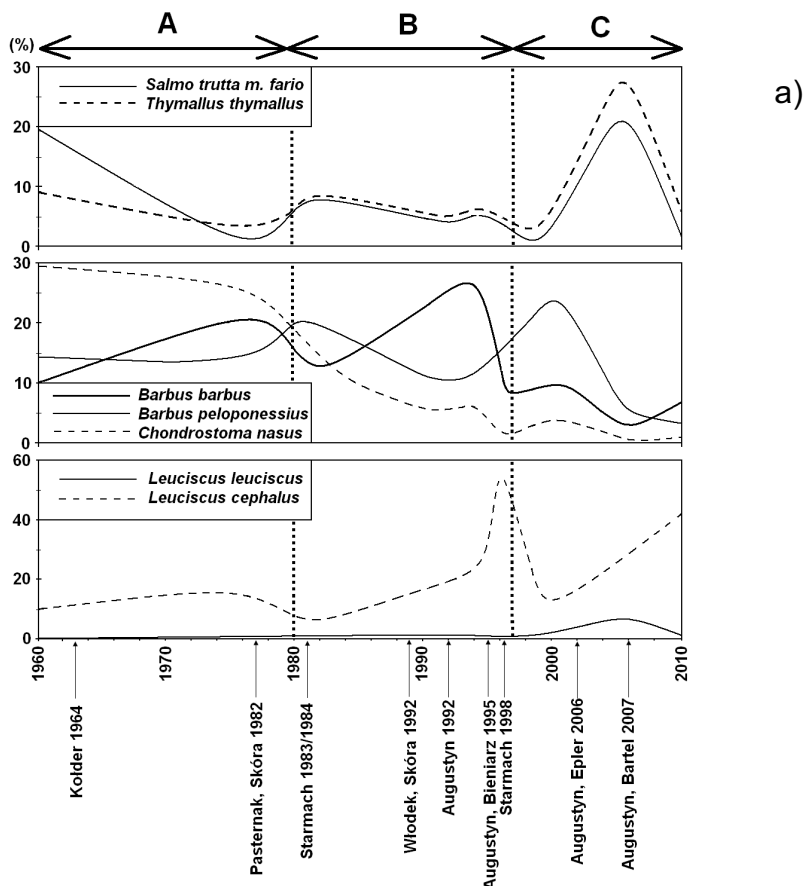
*barbus* (L.) – 20,6%, brzanka – 14,7% oraz kleń *Leuciscus cephalus* (L.) – 14,3%.

Na podstawie badań Starmacha (1983/84) liczba stwierdzonych gatunków wzrosła do 19 pozycji. Wówczas dominowały jeszcze świnka (19%), brzanka (18%) i brzana (15%), ale nastąpił już znaczny wzrost liczebności uklei *Alburnus alburnus* (L.) – 10,3%, co w powiązaniu z tempem wzrostu podstawowych gatunków ryb w tym okresie świadczy o początkach eutrofizacji (Starmach 1989).

Badania Włodka i Skóry (1992) z 1989 r. wskazują już na istotne zmiany środowiskowe. Niekwestionowaną dotąd pozycję świnki zajmuje brzana (23%), brzanka (10,6%), kleń (17%)

oraz strzebla potokowa *Phoxinus phoxinus* (L.) – 21,2%. Eksplozje wzrostu liczebności populacji strzebli potokowej nie są czymś nieznanym. W dorzeczu Dunajca zostały one opisane z Białego Dunajca (Augustyn, Epler 2006a), Leśnicy (Augustyn i in. 2005b) i Rogoźnika (Augustyn i in. 2005a). Są one spowodowane reakcją ichtiofauny na działanie bodźców zewnętrznych. Niedostatek pstrągów potokowych zmienia relację pomiędzy rybami drapieżnymi i spokojnego żeru. Konsekwencją tego jest eksplozja populacji ryb niedrapieżnych, w tym przypadku strzebli.

W 1992 r. 1,4 km odcinek Dunajca został odcięty i skierowany na sztolnie budowanej zapory. Akcja ta umożliwiła dokładne zweryfikowanie



**Ryc. 1a, b.** Zmiany dominacji niektórych gatunków ryb w Dunajcu w Pieninach według różnych autorów w ciągu ostatnich 50 lat.

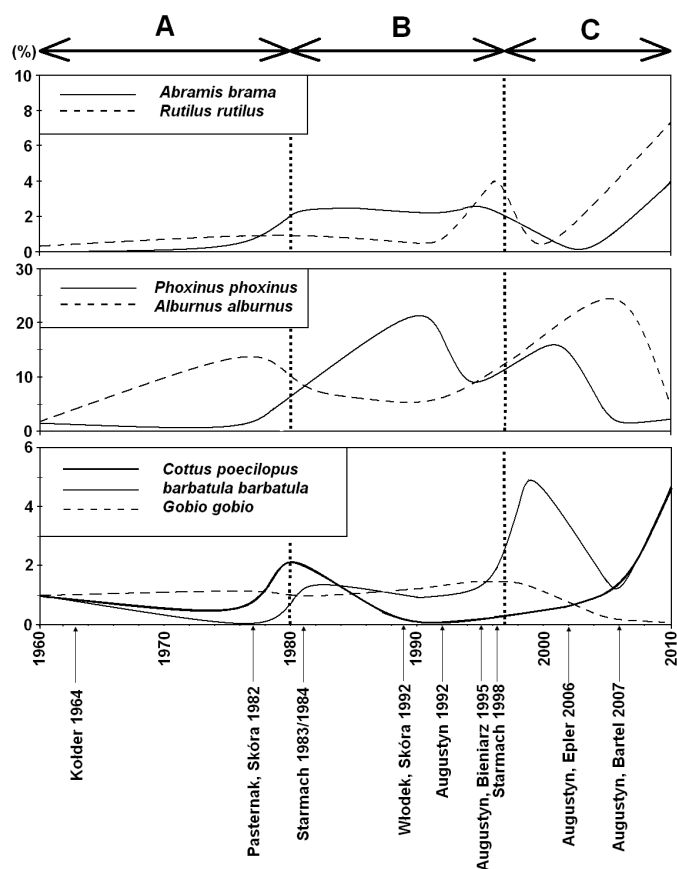
Changes in dominance of some fish species in the Dunajec River in the Pieniny Region over the last 50 years according to various authors.

składu i struktury ichtiofauny Dunajca (Augustyn 1992). Dominację tworzyły: brzana (26,59%), kleń (19,59) i brzanka (12,28%). Strzebla potokowa stanowiła już tylko 8,86%. Kolejne dwie prace obejmują inwentaryzację ichtiofauny w czaszy Zbiornika Czorsztyńskiego przed jego napełnieniem (Augustyn, Bieniarz 1995; Starmach 1998). Dominację przewodnią w tym okresie tworzy kleń, osiągający nawet 50% składu ichtiofauny.

Kolejne badania przeprowadzono już po napełnieniu zbiorników. W latach 2002–2004 ichtiofaunę Dunajca w Pieninach badali Augustyn i Epler (2006d, 2006e) w ramach projektu badawczego określenia stanu ichtiofauny na początku XXI wieku (Augustyn 2006a). W badaniach tych stwierdzono 19 gatunków ryb. Ilościowe dominacje w ichtiofaunie Dunajca w Pieninach tworzyły: lipień *Thymallus thymallus* (L.) – 27,09%, ukleja – 23,96%, i pstrąg potokowy – 20,67%.

Eksploatacja wędkarska lipieni w Dunajcu, szczególnie poniżej napełnionych w 1997 r. zbiorników zaporowych do 2002 r. była wysoka, osiągając 34,6 kg/ha (Augustyn 2008). W następnym roku połowy spadły do 14 kg/ha, a w 2004 r. do 1,5 kg/ha. Czynnikiem redukującym populację lipienia były dobowe wahania przepływu wód zrzucanych przez hydroelektrownię.

Główny Zbiornik Czorsztyński posiada zbiornik wyrównawczy w Sromowcach Wyżnych, którego funkcją winno być redukcowanie zmian odpływu wód Dunajca wywołane pracą elektrowni. Tak się jednak nie działo w okresie spływu tratwami flisackimi Przełomem Pienińskim, gdyż od maja do października każdego roku przepływy wód regulowane były w zakresie od 9 m<sup>3</sup>/s w nocy do 25–45 m<sup>3</sup>/s w dzień. W ciągu 10 minut dochodziło do zmian poziomu lustra wody w pionie do 60 cm i 2–6 m na ławicach żwirowych w poziomie.



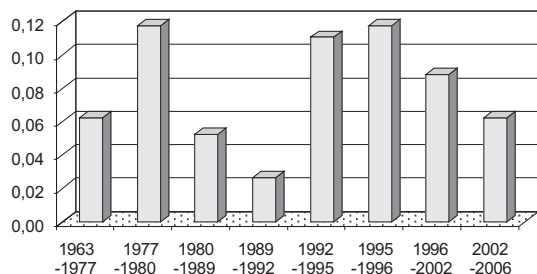
Warunkiem skuteczności naturalnej rekrutacji ryb jest łatwa dostępność właściwych mikrosiedlisk (Bowen i in. 1998, Schiemer i in. 2003), odpowiednia ich jakość pod względem optymalnych przepływów, temperatury i dostępności pokarmu (Flore i in. 2000; Langler, Smith 2001) oraz dostępność schronisk podczas wezbrań (Grift i in. 2003, Augustyn i in. 2006). Czynniki te zależą z kolei od stabilności poziomu wody. Nawet krótkotrwałe wahania mogą prowadzić do poważnych zmian jakości siedliska (Schiemer in. 2001). Podjęte działania doprowadziły do zaprzestania tych szkodliwych praktyk. Mimo to populacji lipienia nie udało się jeszcze w pełni odbudować. W 2006 r. jego wskaźnik dominacji w Dunajcu w Pieninach wynosił zaledwie 0,67% (Augustyn, Bartel 2007).

Analiza dominacji poszczególnych gatunków ryb pozwala w ciągu ostatnich 50 lat na wyróżnienie trzech okresów (Ryc. 1a, b).

#### *Okres 1963–1980 (do rozpoczęcia budowy zbiorników)*

Okres ten charakteryzuje się względną stabilnością głównych dominantów karpiowatych ryb reofilnych: świnki, brzany, brzanki, klenia, jelca oraz lipienia. Równocześnie zmniejsza się liczebność pstrąga potokowego, a zwiększa uklei. Gatunki drobne: strzebla potokowa, śliz *Barbatula barbatula* (L.) i kiełb *Gobio gobio* (L.) pozostają na niskim, stabilnym poziomie liczebności.

W tych latach karpioвате ryby reofilne stanowiły podstawę rzecznych połowów rybackich.



**Ryc. 2.** Zmiany wskaźnika wymiany ichtiofauny Dunajca w Pieninach w okresach między poszczególnymi badaniami. Changes of Species Turnover Rates in the ichthyofauna of the Dunajec River in the Pieniny Region over the periods between particular scientific catches.

Brygada rybacka pracująca w środkowym Dunajcu, między Tylmanową a Nowym Sączem, łowiła rocznie od 4,4 do 7,9 ton ryb (Kołder 1957). Podstawą tych połowów była świnka, stanowiąca od 85,7 do 97,4% pozyskanych ryb. Jedynym z czynników zakłócających równowagę ekosystemu Dunajca w tym okresie były postępujące zanieczyszczenia wód.

Wskaźnik wymiany ichtiofauny utrzymuje się na stosunkowo niskim poziomie (0,55–0,6) ze zmiennością w 1990 r. na poziomie  $T = 0,12$  (Ryc. 2).

#### *Okres 1981–1996 (intensyfikacja budowy zbiorników)*

W okresie intensyfikacji budowy zbiorników doszło do znacznego spadku liczebności świnki i brzanki. Zanikanie ryb karpiowatych w rzekach związane było ze sposobem ich odżywiania. Zjadanie glonów poroślowych i penetracja osadów dennych sprzyja większej wrażliwości na zanieczyszczenia. W zlewni Dunajca od 1983 r. nie było już czystych wód (Augustyn 2001c).

W przeprowadzonych w 1992 r. badaniach ichtiopatologicznych w Dunajcu, aż 87% świnek i 41% brzan chorowało na posocznicę karpiowatych w formie *erythrodermatitis* o dużej ekstenywności i intensywności zarażenia (Markiewicz 1992).

Z kolei najbardziej wielożernym gatunkiem jest kleń, którego spektrum pokarmowe obejmuje zarówno martwą materię organiczną (detrytus) i glony, jak również dorosłe owady i ich larwy, nicienie, skąposzczety, skorupiaki, mięczaki, ryby, żaby, a nawet ssaki (Żelepień 1997). Liczebność tego gatunku, podobnie jak brzany, wyraźnie wzrosła. Wówczas wzrasta i stabilizuje się pozycja leszcza i płoci. Naprzemiennie zmienia się dominacja strzebli potokowej i uklei.

Charakterystyczne dla tej części Dunajca – pstrąg potokowy i lipień, też utrzymują swoje pozycje. Wzrost liczebności leszcza i płoci w Dunajcu związany jest z przenikaniem tych ryb z wyrobisk pożwirowych w czaszy przyszłego zalewu (Augustyn, Bieniarz 1994).

Ustalony początkowo na niskim poziomie wskaźnik wymiany ichtiofauny wzrastał w miarę

przybliżania się do końca budowy zbiorników (Ryc. 2).

*Okres od 2002 r.  
(po napełnieniu zbiorników)*

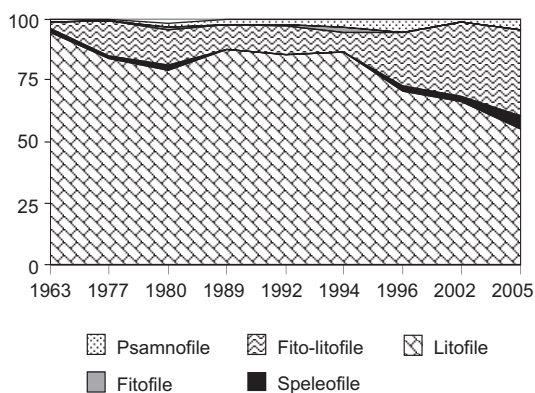
Okres ten charakteryzuje się niespotykaną wcześniej dynamiką ichtiofauny. W wykonanych w 2002 r. elektropołowach złowiono 825 ryb reprezentujących 19 gatunków należących do 7 rodzin (Augustyn, Epler 2006d). W powtórzonych połowach w 2005 r. złowiono tylko 149 ryb należących do 13 gatunków z 6 rodzin (Augustyn, Bartel 2007). W tych badaniach nie stwierdzono 4 gatunków: głowacicy, piekielnicy *Alburnoides bipunctatus* (BLOCH), szczupaka *Esox lucius* (L.) i kiełbia.

W porównywalnych warunkach, tym samym sprzętem połowowym, wyniki dwóch połowów przeprowadzonych w 2005 r. różniły się istotnie. Najbardziej zmniejszyła się liczebność: lipieni, pstrągów potokowych i brzanki, a najbardziej zwiększyła: kleni, uklei, płoci i leszczy. Zmiany te zapoczątkowane zostały dobowymi wahaniami odpływu wód z hydroelektrowni. Ich działanie sprawiło, że w odcinku rzeki poniżej piętrzenia, drastycznie zostały zmienione warunki fizykochemiczne i biologiczne wody wpływającej. Spowodowało to wyraźne przekształcenie struktury gatunkowej ichtiofauny. Przedostające się przez śluzy gatunki stagnofilne, szczególnie podczas powodzi, dążą do opanowania rzeki poniżej zapory. Tam, konkurując z gatunkami typowo rzeczynymi, mogą doprowadzić do ich czasowego wyparcia.

Najbardziej zagrożona w chwili obecnej jest pozycja reofilnych gatunków ryb karpiowatych, głównie brzany. Procesy te częściowo łagodzone są przez termikę wód. Zimne wody ze strefy hipolimnionu, rzucane przez zaporę główną, preferują zimnolubne gatunki rzeczne, czego wyrazem jest wysoka liczebność klenia oraz stabilne pozycje ryb z rodziny głowaczowatych (*Cottidae*). Podobną sytuację stwierdzono też poniżej zapory w Klimkowie na rzece Ropie (Augustyn i in. 2003).

Zarówno liczba gatunków ryb, jak również ich liczebność, są zależne od przystosowania poszczególnych gatunków do danych warunków środowiska. Najważniejszymi dla przeżycia ryb

w okresie embrionalnym czynnikami są ochrona przed drapieżnikami i zawartość tlenu w wodzie. Przyjęto, że sposób i miejsca składania ikry wyznaczają warunki oddychania i ochrony jej przed drapieżnikami (Balon 1975). W związku z tym wyróżnia się następujące grupy gatunków: nieochraniające i ochraniające ikrę, jak np. pstrąg potokowy – ukrywający ikrę pod żwirem oraz głowacze: białopłetwy *Cottus gobio* L. i przętopłetwy *Cottus poecilopus* HECKEL – składające ikrę w pilnowanych przez samce gniazdach pod kamieniami.



Ryc. 3. Zmiany udziałów poszczególnych grup rozrodczych ichtiofauny Dunajca w Pieninach w poszczególnych okresach badań.

Changes in percentage of reproductive guilds of fish in the Dunajec River in the Pieniny Region over particular periods of scientific catches.

Wybór miejsca rozrodu dzieli ryby na poszczególne grupy rozrodcze. Najliczniej reprezentowana w badanym odcinku Dunajca jest grupa gatunków litofilnych składających ikrę na podłożu twardym oraz fitofilnych, składających ikrę na roślinach. Istniejące przed budową zbiorników warunki umożliwiały występowanie ryb przystosowanych do życia w wodach górskich. W badaniach Kołdera (1967) dominowały ryby litofilne, rzeczne, stanowiące 94,6% liczebności ogółu notowanej wówczas ichtiofauny. W miarę formowania się rybostanu Zbiornika Czorszyńskiego udział gatunków litofilnych zmalał do 55,5%, natomiast wzrósł udział przenikających ze zbiornika gatunków lito-fitofilnych z 2,4% w 1963 r. do 34,9% (Ryc. 3).

**Tabela II.** Skład i struktura ichtiofauny Dunajca Dunajcu w Pienińskim Parku Narodowym według różnych autorów.  
The composition and structure of fish fauna in the Dunajec River in the Pieniny National Park according to various authors.

Gatunek species	Bieniarz, Epler 1972		Augustyn i in. 2006				Augustyn 2009			
	Liczebność number		Liczebność number		Masa mass		Liczebność number		Masa mass	
	szt.	%	szt.	%	g	%	szt.	%	g	%
<i>Samo trutta</i>	1	0,28	4	7,84	1100	9,06	46	15,23	10370	5,90
<i>Barbatula barbatula</i>			2	3,92	35	0,29	4	1,32	86	0,05
<i>Phoxinus phoxinus</i>							40	13,25	367,5	0,21
<i>Leuciscus cephalus</i>	53	15,06	4	7,85	1150	9,47	39	12,91	28350	16,14
<i>Barbus peloponnesius</i>	26	7,39	1	1,96	160	1,32				
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	2	0,57								
<i>Cottus gobio</i>	1	0,28								
<i>Thymallus thymallus</i>	7	1,99	16	31,37	4040	33,26	98	32,45	36970	21,05
<i>Barbus barbus</i>	67	19,03	11	21,57	5370	44,22	24	7,95	13030	7,42
<i>Leuciscus leuciscus</i>	2	0,57					1	0,33	260	0,15
<i>Chondrostoma nasus</i>	173	49,15					50	16,56	86205	49,08
<i>Rutilus rutilus</i>	3	0,85	1	1,96	60	0,49				
<i>Alburnus alburnus</i>	17	4,83	12	23,53	230	1,89				
	352	100	51	100	12145	100	302	100	175638,5	100

#### ICTIOFAUNA DUNAJCA W PIENIŃSKIM PARKU NARODOWYM

Ichtiofauna Dunajca w PPN była do niedawna słabo rozpoznana. Z dawniejszych lat figuruje tylko jedna pozycja – praca Bieniarza i Eplera (1972) z badań wykonanych w 1970 r. Dominowała wtedy świnka, stanowiąca 49,15% ogółu ichtiofauny, brzana (19,03%) i kleń (15,06%) (Tab. II).

Obserwowane w latach 80. XX w. zanikanie świnki w Dunajcu (Augustyn 2001d, 2001e) objęło również nie eksploatowany rybacko (wędkarsko) odcinek Dunajca w PPN, co potwierdziły badania przeprowadzone w 2004 r. (Augustyn i in. 2006). Porządkowanie gospodarki wodno-ściekowej i powolna poprawa jakości wód Dunajca stanowią podstawę przywrócenia normalnego stanu ichtiofauny. Aby dać tym procesom odpowiedni impuls opracowano program restytucji rzecznych ryb karpiowatych w dorzeczu Dunajca (Augustyn 2001c). Program ten rozpoczęto w sytuacji, gdy zachowały się jeszcze szczątkowe rodzime populacje. Na bazie ich puli genetycznych podjęto produkcję materiału zarybieniowego (Augustyn 2001e, 2004). Jest to program kompleksowy

obejmujący zarówno biotechnikę rozrodu (Augustyn, Janik 2000a; Augustyn 2002), rozwój bazy produkcyjnej (Augustyn, Janik 2000b), jak również technik zarybieniowych (Augustyn 2001b) i późniejszych kontroli wyników (Augustyn 2001a).

W okresie 1998–2009, w ramach realizowanego programu dla Dunajca, poniżej zbiorników, wypuszczono 3,1 mln osobników narybku jesiennego świnki. Tempo wzrostu tego gatunku w Dunajcu jest stosunkowo wolne. Długość 25 cm osiągają dopiero w wieku 6 lat (Klich 2001) co sprawia, że restytucja przebiega bardzo powoli. Aktualnie świnka w Dunajcu osiąga wartość 16,56% wskaźnika ilościowego (liczebność) i 49,08% indeksu wagowego (Augustyn 2009). Stabilna jest też pozycja lipienia. W latach 70. ubiegłego wieku jego liczebność wynosiła poniżej 2%, a obecnie należy on do gatunków dominujących w tej części Dunajca, utrzymując względnie wysoką liczebność, odpowiednio w 2004 – 31,37% (Augustyn i in. 2006b) i w 2008 r. – 32,45% (Augustyn 2009). Czynnikiem zagrażającymi lipieniowi były dobowe wahania przepływów wód w Dunajcu poniżej zbiorników i nadmierna presja wędkarska (Augustyn 2008).



## DYSKUSJA

Porównanie stanu ichtiofauny Dunajca poniżej zapory w Sromowcach Wyżnych, w okresie przed i po rozpoczęciu szczytowo-pompowej pracy elektrowni wodnej w Niedzicy, wskazuje na głębokie zmiany w strukturze zespołu ryb. Wodne gatunki zwierząt są uzależnione od naturalnych przepływów, do których dostosowują swoje cykle życiowe (Bunn, Arthington 2002). Zmiany w składzie gatunkowym i strukturze zespołów są odpowiedziami na zmieniające się warunki środowiskowe, a w szczególności na zaburzenia o podłożu antropogenicznym (Brown 2000). Uważa się, że powodują je głównie:

- zmiany dynamiki przepływów
- zmiany termiki wód zakłócające naturalne strategie rozrodcze
- przerwanie połączeń podłużnych utrudniające, a nawet uniemożliwiające migracje
- przerwanie połączeń poprzecznych ograniczające dostępność naturalnego pokarmu poprzez zniszczenie nadbrzeżnych ekotonów.
- Zmienne poziomy wód, zmniejszające dostępność płycizn dla narybku i ryb, są głównym czynnikiem ograniczającym sukces naturalnej reprodukcji (Travnicek, Maceina 1994; Flore, Keckeis 1998; Schiemer 2000, Freeman i in. 2001; Frear i Cowx 2003). Dotyczy to w szczególności karpiozących ryb reofilnych i lipienia, których wylęg wybiera płytkie miejsca z bardzo wolnym przepływem wody, oddzielone od zasadniczego nurtu rzeki (Flore i in. 2000; Mallet i in. 2000; Cattaneo i in 2001; Gaudin, Sempeski 2001; Nykänen, Huusko 2004). Miejsca takie są szczególnie narażone nawet na niewielkie wahania poziomu wody.

Zanik czterech gatunków ryb w Dunajcu świadczy, że po przegrodzeniu rzeki zachodzą w niej poważne zmiany prowadzące do zmniejszenia różnorodności koniecznych dla nich siedlisk. Podobnie w ciągu jedenastu lat od utworzenia zbiornika Jeziorsko na Warcie liczba gatunków zmniejszyła się 2–3 krotnie (Głowacki, Penczak 2000). W South Fork River liczba gatunków poniżej kaskady dwóch zapór zmniejszyła się z 32 do 13 (Nevers, Angermeier 1990). Poniżej australijskich zapór w systemach

rzek Darling i Murray stwierdzono spadek liczby gatunków ryb od 22% do 55% (Gehrke in. 1995). Uważa się, że wahania dziennych przepływów w systemie Murray są odpowiedzialne za zanik 12 gatunków ryb (Humphries, Lake 2000).

Ichtiofauna Dunajca na obszarze Pienin kształtowana jest pod wpływem dwu przeciwstawnych czynników:

- 1) zrzucanych ze zbiorników zaporowych ciepłolubnych gatunków ryb, głównie płoci i leszcza, a także drapieżnego szczupaka i okonia, oraz
- 2) wymuszoną przez niską termikę wód presję gatunków ryb zimnolubnych, głównie z rodziny łososiowatych, lipieniowatych i głowaczowatych.

## PIŚMIENNICTWO

- Augustyn L. 1992. Niektóre problemy gospodarki rybacko-wędkarskiej w dorzeczu Dunajca. [W:] Stan aktualny i perspektywy ichtiofauny dorzecza Dunajca. Materiały Konferencji Naukowej, Łopuszna, 20–21 X 1992, Zarząd Okręgu PZW Nowy Sącz, ss. 5–27.
- Augustyn L. 2001a. Połowy wędkarskie w dorzeczu górnego Dunajca i Rożnowskim Zbiorniku Zaporowym. — Komunikaty Rybackie, 3: 1–3.
- Augustyn L. 2001b. Świnka, *Chondrostoma nasus* (L.) w okresie postembrionalnym w naturalnym środowisku rzeczynym. — Komunikaty Rybackie, 5: 7–9.
- Augustyn L. 2001c. Gospodarka rybacka w eutroficznym Zbiorniku Rożnowskim i nowopowstałym Zbiorniku Klimkówka. — Supplementa ad Acta Hydrobiologica, 1: 45–53.
- Augustyn L. 2001d. Restytucja świnki w Dunajcu – pobożne życzenie, czy realna perspektywa. — Przegląd Rybacki, 3: 63–65.
- Augustyn L. 2001e. Restytucja karpiozących ryb rzeczynych w górnym Dunajcu. — Magazyn Wędkarski, 9: 40–41.
- Augustyn L. 2002. Sztuczny rozród świnki, *Chondrostoma nasus* (L.) i brzany *Barbus barbus* (L.) z Popradu. [W:] Z. Okoniewski, E. Brzuska (red.) Wylęgarnia 2001–2002, Wydawnictwo Instytutu Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn, ss. 29–36.
- Augustyn L. 2004. Restoration of rheophilic cyprinid fishes in the upper and middle Dunajec River. — Archives of Polish Fisheries, 12, Supl. (2): 279–286.
- Augustyn L. (red.) 2006a. Ichtiofauna dorzecza Dunajca na początku XXI wieku. — Wydawnictwo PWSZ Nowy Sącz, 91 s.
- Augustyn L. 2006b. Skład i struktura ichtiofauny dorzecza Dunajca. [W:] L. Augustyn (red.) Ichtiofauna dorzecza

- Dunajca na początku XXI wieku. — Wydawnictwo PWSZ Nowy Sącz, ss. 84–88.
- Augustyn L. 2008. Prąg potokowy i lipień w dorzeczu Dunajca. [W:] Użytkownik rybacki nowa rzeczywistość. Konferencja PZW, Spała 2008. — Wydawnictwo PZW Warszawa, ss. 159–164.
- Augustyn L. 2009. Sprawozdanie z badań ichtiofauny Dunajca w Pienińskim Parku Narodowym [maszynopis]. — Archiwum Pienińskiego PN, Krościenko n.D., msk. 6 s.
- Augustyn L., Bartel R. 2007. Wstępne badania wpływu dwóch hydroelektrowni na karpiołowe ryby rzeczne w Dunajcu. — *Roczniki Naukowe PZW*, **20**: 113–125.
- Augustyn L., Bartel R., Epler P. 2003. Wpływ nowo powstałego zbiornika zaporowego Klimkówka na ichtiofaunę dorzecza Ropy. — *Roczniki Naukowe Zootechniki, Supl.*, **17**: 597–601.
- Augustyn L., Bartel R., Epler P. 2006a. The influence of catastrophic floods on poststocking survival of reared brown trout (*Salmo trutta m. fario* L.) fry. — *Acta Scientiarum Polonorum Piscaria*, **5**(1): 3–16.
- Augustyn L., Bartel R., Epler P., Jelonek M., Witkowski A. 2006b. Ichtiofauna Dunajca w Pienińskim Parku Narodowym. — *Pieniny Przyroda i Człowiek*, **9**: 113–121.
- Augustyn L., Bieniarz K. 1994. Ichtiofauna zbiorników wodnych powstałych po eksploatacji żwiru w czaszy Czorszyńskiego Zbiornika Zaporowego. — *Komunikaty Rybackie*, **6**: 15–16.
- Augustyn L., Bieniarz K. 1995. Ichtiofauna Dunajca na obszarze Zbiornika Zaporowego Czorsztyn-Niedzica. — *Komunikaty Rybackie*, **6**: 25–27.
- Augustyn L., Epler P. 2006a. Ichtiofauna Białego Dunajca. [W:] L. Augustyn (red.) Ichtiofauna dorzecza Dunajca na początku XXI wieku. — Wydawnictwo PWSZ Nowy Sącz, ss. 15–18.
- Augustyn L., Epler P. 2006b. Ichtiofauna Dunajca na Podhalu. Część I. Wpływ nowopowstałego zbiornika zaporowego Czorsztyn-Niedzica. [W:] L. Augustyn (red.) Ichtiofauna dorzecza Dunajca na początku XXI wieku. — Wydawnictwo PWSZ Nowy Sącz, ss. 19–23.
- Augustyn L., Epler P. 2006c. Ichtiofauna Dunajca na Podhalu. Część II. Zmiany strukturalne w okresie ostatnich 40 lat. [W:] L. Augustyn (red.) Ichtiofauna dorzecza Dunajca na początku XXI wieku. — Wydawnictwo PWSZ Nowy Sącz, ss. 24–28.
- Augustyn L., Epler P. 2006d. Ichtiofauna Dunajca w Pieninach. Część I. Wpływ nowopowstałych zbiorników wodnych. [W:] L. Augustyn (red.) Ichtiofauna dorzecza Dunajca na początku XXI wieku. — Wydawnictwo PWSZ Nowy Sącz, ss. 39–44.
- Augustyn L., Epler P. 2006e. Ichtiofauna Dunajca w Pieninach. Część II. Zmiany strukturalne w okresie ostatnich 40 lat. [W:] L. Augustyn (red.) Ichtiofauna dorzecza Dunajca na początku XXI wieku. Wydawnictwo PWSZ Nowy Sącz, ss. 45–49.
- Augustyn L., Epler P., Łuszczek-Trojnar E. 2005a. Ilościowe i jakościowe zmiany w ichtiofaunie potoku Rogoźnik w okresie ostatnich 40 lat. — *Komunikaty Rybackie*, **5**: 17–21.
- Augustyn L., Epler P., Socha M. 2005b. Porównanie ichtiofauny dwóch potoków górskich przekształconych przez działalność ludzką. — *Komunikaty Rybackie*, **2**: 6–7.
- Augustyn L., Janik J., 2000a. Wpływ termiki wody w rzece na wyniki tarła brzozy w warunkach kontrolowanych. [W:] Karpiołowe Ryby Reofilne, II Krajowa Konferencja SGGW, — Zarząd Główny PZW, Warszawa, ss. 99–103.
- Augustyn L., Janik J. 2000b. Rozród karpiołowych ryb reofilnych w ośrodku zarybieniowym w Rożnowie. [W:] Karpiołowe Ryby Reofilne, II Krajowa Konferencja SGGW. — Zarząd Główny PZW, Warszawa, ss. 183–184.
- Balon E. K. 1975. Reproductive guilds of fishes: A proposal and definition. — *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, **32**: 821–864.
- Baras E., Lucas M.C. 2001. Impacts of man's modifications of river hydrology on the migration of freshwater fishes: a mechanistic perspective. — *Ecology and Hydrobiology*, **1**(3): 291–304.
- Bieniarz K., Epler P. 1972. Ichthyofauna of certain rivers in Southern Poland. — *Acta Hydrobiologica*, **14**(4): 419–444.
- Bowen Z.H., Freeman M.C., Bovee K.D. 1998. Evaluation of generalized habitat criteria for assessing impacts of altered flow decreases. — *Transactions of the American Fisheries Society*, **127**(3): 455–468.
- Brown L.R. 2000. Fish communities and their associations with environmental variables, lower San Joaquin River drainage, California. — *Environmental Biology of Fishes*, **57**(3): 251–269.
- Bunn S.E., Arthington A.H. 2002. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. — *Environmental Management*, **30**: 492–507.
- Cada G.F., Francfort J.E. 1995. Examining the benefits and costs of fish passage and protection measures. — *Hydrological Review*, **14**(1): 47–55.
- Cattanéo F., Carrel G., Lamouroux N., Breil P. 2001. Relationship between hydrology and cyprinid reproductive success in the Lower Rhone at Montelimar, France. — *Archiv für Hydrobiologie*, **151**: 427–450.
- Diamond J. H., May R. M. 1977. Species turnover rate on island: dependence on the census interval. — *Sciences*, **197**: 266–270.
- Dumnicka E. 1987. Effect of Dam Reservoirs on *Oligochaeta* Communities in the River Dunajec (Southern Poland). — *Acta Hydrobiologica*, **29**(1): 25–34.
- Flore L., Keckeis H. 1998. The effect of water current on foraging behavior of the rheophilic cyprinid *Chondrostoma*

- nasus* (L.) during ontogeny: evidence of a trade between energetic gain and swimming costs. — *Regulated Rivers: Resesarch and Management*, **14**(1): 141–154.
- Flore L., Reckendorfer W., Keckeis H. 2000. Reaction field, and search volume of 0+ nase (*Chondrostoma nasus*): effects of body size and water velocity. — *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **57**(2): 342–350.
- Frear P.A., Cowx I.G. 2003. Factors affecting coarse fish recruitment. — R&D Technical Report W2-048.
- Freeman M.C., Bowen Z.H., Bovee K.D., Irwin E.R. 2001. Flow and habitat effects on juvenile fish abundance in natural and altered flow regimes. — *Ecological Applications*, **11**(1): 179–190.
- Gaudin P., Sempeski P. 2001. The role of river bank habitat in the early life of fish: the example of grayling *Thymallus thymallus*. — *Ecohydrology and Hydrobiology*, **1–2**: 203–208.
- Gehrke P.C., Brown P., Schiller C.B., Moffat D.B., Broce A.M. 1995. River regulation and fish communities in the Murray-Darling river system, Australia. — *Regulated Rivers: Resesarch and Management*, **42**: 387–375.
- Głowacki Ł., Penczak T. 2000. Impoundment impact on fish in the Warta River: species richness and sample size in the rarefaction method. — *Journal of Fish Biology*, **57**: 99–108.
- Grift R.E., Buijse A.D., Van Densen W.L.T., Machiels M.A.M., Kranenburg J., Klein Breteler J.G.P., Backx J.J.G.M. 2003. Suitable habitats for 0-group fish in rehabilitated floodplains along the lower River Rhine. — *River Research and Applications*, **19**(4): 353–374.
- Herman O. 1887. A magyar halászat könyve I-II. (Book of the Hungarian Fishery). — A K.M. Természettud, Társulat, Budapest, 860 s.
- Historia budowy Zespołu Zbiorników Wodnych Czorsztyn-Niedzica i Sromowce Wyżne. Kalendarium 2007. — *Gospodarka Wodna*, **8**: 325–326.
- Humpheries P., Lake P.S. 2000. Fish larvae and the management of regulated rivers. — *Regulated Rivers: Research and Management*, **16**(5): 421–432.
- Karr J.R., Yant P.R., Fausch K.D., Schlosser I.J. 1987. Spatial and temporal variability of index of biotic integrity in three Midwestern stream. — *Transactions of the American Fisheries Society*, **116**: 1–11.
- Klich M. 2001. Wpływ powstania dwóch podgórskich zbiorników zaporowych: Dobczyckiego i Czchowskiego na tempo wzrostu świnki *Chondrostoma nasus* (L.). — *Supplementa ad Acta Hydrobiologica*, **1**: 33–44.
- Kłonowska-Olejnik M. 1997. Ephemeroptera of the river Dunajec near Czorsztyn Dam (Southern Poland). [W:] P. Landolt, M. Sartori (red.) *Ephemeroptera & Plecoptera: Biology-Ecology-Systematics*, MTL, Fribourg, ss. 282–287.
- Kolder W. 1957. Charakterystyka rybicka zbiorników zaporowych na Podkarpaciu oraz środkowego i dolnego biegu Dunajca. — *Okręg PZW Nowy Sącz, msk.*, ss. 17.
- Kolder W. 1967. Ekspertyzy dotyczące rybostanu Dunajca. — *Okręg PZW Nowy Sącz, msk.*, 15 s.
- Kotlik P., Tsigenopoulos C.S., Rab P., Berrebi P. 2002. Two new *Barbus* species from Danube River basin, with redescription of *B. petenyi* (*Teleostei: Cyprinidae*). — *Folia Zoologica*, **51**(3): 227–240.
- Kruk A. 2007. Role of habitat degradation in determining fish distribution and abundance along the lowland Warta River, Poland. — *Journal of Applied Ichthyology*, **23**(1): 9–18.
- Langler G.J., Smith C. 2001. Effects of habitat enhancement on 0-group fishes in a lowland river. *Regulated Rivers: Resesarch and Management*, **17**(6): 677–686.
- Mallet J.P., Lamouroux N., Sagnes P., Persat H. 2000. Habitat preferences of European grayling in a medium size stream, the Ain river, France. — *Journal of Fish Biology*, **56**: 1312–1326.
- Markiewicz F. 1992. Stan zdrowotności ichtiofauny Dunajca. [W:] Stan aktualny i perspektywy ichtiofauny Dunajca. Materiały Konferencji Naukowej, 20–21 października 1992 r. — *Zarząd Okręgu PZW Nowy Sącz*, ss. 67–72.
- Nevers R.J., Angermeier P.L. 1990. Habitat alteration and its effects on native fishes in the upper Tennessee River system, East-Central U.S.A. — *Journal of Applied Ichthyology*, **37**: 45–52.
- Nowicki M. 1880. Ryby i wody Galicji pod względem rybactwa krajowego. — *Wydawnictwo W. Kornecki, Kraków*, 105 s.
- Nykänen M., Huusko A. 2004. Transferability of habitat preference criteria for larval European grayling (*Thymallus thymallus*). — *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences/Journal Canadien des Sciences Halieutiques et Aquatiques*, **61**(2): 185–192.
- Pastermak K., Skóra S. 1982. Środowiska wodne i stan ichtiofauny w rejonie Pienin. — *Studia Naturae, ser. B*, **30**: 367–378.
- Penczak T. 1994. Fish recruitment in the Warta River (1985–1992). Impoundment study. — *Polskie Archiwum Hydrobiologii (Polish Archives of Hydrobiology)*, **41**(3): 293–300.
- Penczak T. 1995. Effects of removal and regeneration of bank-side vegetation on fish population dynamics in the Warta River, Poland. — *Hydrobiologia*, **303**(1–3): 207–210.
- Penczak T. 1999. Fish production and food consumption in the Warta River (Poland): continued post-impoundment study (1990–1994). — *Hydrobiologia*, **416**: 107–123.
- Penczak T., Głowacki Ł., Galicka W., Koszaliński H. 1998. A long-term study (1985–1995) of fish populations in the impounded Warta River, Poland. — *Hydrobiologia*, **368**: 157–173.

- Penczak T., Gomes L.C. 2000. Impact of engineering on fish diversity and community structure in the Gwda River basin, north Poland. — *Polskie Archiwum Hydrobiologii* (Polish Archives of Hydrobiology), **47** (1): 131–141.
- Penczak T., Kruk A. 2000. Threatened obligatory riverine fishes in human-modified Polish rivers. — *Ecology of Freshwater Fish*, **9**(1): 109–117.
- Penczak T., Kruk A. 2005. Patternizing of impoundment impact (1985–2002) on fish assemblages in a lowland river using the Kohonen algorithm. — *Journal of Applied Ichthyology*, **21**(3): 169–177.
- Penczak T., Kruk A., Grzybowska M., Dukowska M. 2006. Patterning of impoundment impact on chironomid assemblages and their environment with use of the self-organizing map (SOM). — *Acta Oecologica*, **30**(3): 312–321.
- Penczak T., Sierakowska K. 2003. Anglers' records as a tool for assessing changes in fish populations. — *Journal of Applied Ichthyology*, **19**(4): 250–254.
- Starmach J. 1983/1984. Fish zones of the River Dunajec upper catchment basin. — *Acta Hydrobiologica*, **25/26**: 415–427.
- Starmach J. 1989. Wpływ eutrofizacji wód górnego Dunajca na wybrane gatunki ryb. [W:] R. Andrzejewski (red.) *Dunajec wczoraj – dziś – jutro*. — Wydawnictwo SGGW Warszawa, ss. 58–63.
- Starmach J. 1998. Ichthyofauna of the River Dunajec in the region of the Czorsztyn-Niedzica and Sromowce Wyżne dam reservoir (southern Poland). — *Acta Hydrobiologica*, **40**: 199–205.
- Schiemer F. 2000. Fish as indicators for the assessment of the ecological integrity of large rivers. Proceedings on a workshop on ecological integrity in Vienna. — *Hydrobiologia*, **422/423**: 271–278.
- Schiemer F., Flore L., Keckeis H. 2001. 0+ fish as indicators of the ecological status of large rivers. — *Archiv für Hydrobiologie* (Suppl.), **135**: 115–116.
- Schiemer F., Keckeis H., Kamler E. 2003. The early life history stages of riverine fish: ecophysiological and environmental bottlenecks. — *Comparative Biochemistry and Physiology*, ser. A, **133**: 439–449.
- Travnicek V.H., Maceina M.J. 1994. Comparison of flow regulation effects on fish assemblages in shallow and deep water habitats in the Tallapoosa River, Alabama. — *Journal of Freshwater Ecology*, **9**(3): 207–216.
- Vutskits G. 1904. A Magyar Birodalom halrajzi vázlatja (Ichthyological scheme of the Hungarian Kingdom). — *A Keszthelyi Katholikus Figimnázium Értesítje az 1903–1904 évről, Keszthely*.
- Włodek J.M., Skóra S. 1992. Struktura gatunkowa ichtiofauny Dunajca w latach 1988–1992 i jej porównanie ze stanem sprzed 25 lat. [W:] *Stan aktualny i perspektywy ichtiofauny Dunajca. Materiały Konferencji Naukowej. 20–21 października 1992*. — Zarząd Okręgu PZW Nowy Sącz, ss. 27–50.
- Żelepień J. 1997. Kleń. — Wydawnictwo Instytutu Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn, 120 s.

## SUMMARY

Construction and operation of dams has brought many negative impacts on flowing waters. Division of a **homogeneous** system, into separate sections causes severe changes in the structure and function of its living elements.

The Dunajec River is the major mountain tributary of the Vistula River (247.1 km). It flows from the Tatra mountains, through the Podhale region, carving its way through the Pieniny and Beskid Sądecki mountains and reaches the Sądecka Valley where it ends its middle reaches. The two dam reservoirs were built at the border of the Podhale region and Pieniny – Czorsztyn – Sromowce Wyżne, and filled with water in 1997.

**Czorsztyn-Niedzica Reservoir** was created by raising the level of the Dunajec waters behind a soil, 56-metre high dam. The dam forms a reservoir which is 10.5 km long, covers an area of 1,226 ha and can hold 231.9 million m<sup>3</sup>. The scheme also includes a pumped-storage hydroelectric power station, located next to the dam, with a total generating capacity of 92 MW.

**Sromowce Wyżne Reservoir** covers an area of 88 ha and has a capacity of 6.7 million m<sup>3</sup>. Its main function is to allow the hydro-electric power station in Niedzica to operate. The outflow from this reservoir fluctuates from 9 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> to 45.9 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>. The dam, 13.5 meters in height, encloses a hydro-electric power station of total power of 2.1 MW.

A comparison of the state of ichthyofauna in the Dunajec River in the Pieniny region over the period before and after construction, indicates deep changes in the structure of fish populations (Tab. I). Aquatic animal species are dependent on the natural flows, which determine their life cycles. Changes in species composition and the structure of fish populations respond to changes in environmental conditions, in particular to anthropogenic disturbances.

The analysis of dominance of particular species in **fish** assemblages allows to distinguish three periods (Fig. 1a, b):

*The period between 1960–1980*  
– *Beginning construction of reservoirs*

This period was characterized by relative stability of the main dominants of rheophilic cyprinid fish species: nase *Chondrostoma nasus*, barbel *Barbus barbus*, spotted barbel *Barbus peloponnesius*, European chub *Leuciscus cephalus*, dace *Leuciscus leuciscus*, and representing *Thymalloidea* family, European grayling *Thymallus thymallus*.

**The period of intensive construction of reservoirs in the years 1981–1996.** During this period there was a significant decline in reophilic cyprinid fishes, mainly nase and spotted barbell. The main cause of these changes was pollution and disturbance of the biocenosis after construction of reservoirs.

**The period after filling the reservoirs – since 2002.** This period is characterized by never previously encountered dynamics of fish fauna (Fig. 2, 3). A total 825 fish of 19 species, belonging to 7 families were captured in the electrofishing catches conducted in 2002 in the Dunajec River in the Pieniny mountains. The process of collecting and counting the fish was repeated in 2005 and 149 fish of 13 species, representing 6 families were captured. The presence of 4 fish species (spirlin, gudgeon, huchen, pike) was not confirmed in 2005. The results of catches carried out

in 2002 and 2005 under comparable conditions, with the use of the same fishing equipment, differed substantially in the number of fish captured over the previous period. The highest decrease was noted in the number of European grayling, brown trout, nase and barbell.

In recent years, native rheophilic cyprinid fishes *i.e.* nase in the Dunajec River in area of Pieniny National Park have declined as a result of increased pollution (Tab. II). In an attempt to maintain the quality of river ecosystem, the Regional Board of the Polish Anglers Association in the town of Nowy Sącz has become increasingly dependent upon stocking with hatchery-reared rheophilic cyprinids. To date, more than three million nase fry have been released in the Dunajec river below reservoirs.

Artificial flow fluctuations in the Dunajec waters below the Czorsztyn dam caused a degradation of microhabitats and had very quickly led to a substantial reduction in the size and diversity of the river fish populations. Fortunately, it was possible to stop disadvantageous changes in daily regime of water outflow from hydroelectric power station by intervention of the Pieniny National Park Authorities. The Park is located below the dam and its integrity had been particularly endangered by the operation of the hydroelectric power station in Niedzica.

