Pieniny – Przyroda i Człowiek **6**: 89–99 (1998)

Charakterystyka podstawowych elementów biocenoz Dunajca i jego dopływów w rejonie nowopowstałych zbiorników zaporowych

Characteristics of basic biocenoses of the River Dunajec and its tributaries in the area of newly built dam reservoirs

JACEK SANECKI, ELŻBIETA DUMNICKA, JANUSZ STARMACH

Zakład Biologii Wód im. K. Starmacha, Polska Akademia Nauk
31–016 Kraków, ul. Sławkowska 17

Abstract. Results of a hydrobiological study on rivers and streams in the Dunajec dam reservoir region have been presented. Recent investigations; covered hydrochemistry, algology, invertebrate fauna and ichthyofauna. Based on these and formerly obtained results, the state of the river, along with perspectives for the future, have been suggested. Recommendations for natural management of water resources have been given. Storage preservation of storage functions of artificial reservoirs should not in a significant way change natural flows typical for mountain rivers. A basic condition for keeping good quality water for a long time in the dam reservoir and the river below is to provide complex water sewage management in the whole catchment basin of the upper Dunajec.

WSTĘP

Zapora w Niedzicy na Dunajcu, obiekt hydrotechniczny, wokół którego toczyło się tak wiele dyskusji i sporów stała się faktem dokonanym. Środowiska przyrodników i ekologów były od początku trwania inwestycji zdecydowanie przeciwne temu przedsięwzięciu. Z biegiem lat stało się jasne, że inwestycji tej nie da się już zatrzymać, ponieważ koszty zatrzymania budowy i rekultywacji zniszczonych terenów byłyby ogromne – o wiele wyższe od kosztów dokończenia inwestycji. Wobec takiego obrotu sprawy eksperci skierowali swoje wysiłki w kierunku badań i wydania zaleceń aby zmiany środowiska naturalnego nie wywołały katastrofalnych szkód dla otaczających terenów, szczególnie dla obszaru Pienin. Bardzo ważnym aspektem całej sprawy stał się fakt utrzymania wód powstających zbiorników w jak najlepszym stanie.

Zespoły pracowników Zakładu Biologii Wód PAN i innych instytucji naukowych w Krakowie prowadziły w przeszłości wielokrotnie badania Dunajca i jego kilku dopływów w rejonie powstających zbiorników (Chudybowa 1965; Dratnal, Szczęsny 1965; Dratnal i in. 1979; Mazurkiewicz i in. 1985; Kownacki, Starmach 1989; Sanecki 1989, 1991, 1993a, 1993b; Wojtan 1989; Starmach 1983/84; Sanecki, Bucka 1992). Ostatnie prowadzono w latach 1992–93 (Szczęsny 1995) oraz w roku 1996. Pierwsze dwa lata badawcze były bardzo suche i stan wody w rzekach był niski, natomiast w 1996 roku notowano dużą ilość opadów i okresowo wysokie stany wody.

Teren badań

W ostatnich latach kompleksowymi badaniami hydrochemicznymi i hydrobiologicznymi cieków w okolicach zbiorników Czorsztyn-Niedzica i Sromowce Wyżne objęto 3 stanowiska na Dunajcu wyznaczone powyżej i poniżej zbiorników, tj. w Harklowej, Sromowcach Wyżnych i Niżnych oraz w przyujściowych odcinkach następujących dopływów: Białki, Przykopy, Niedziczanki i Siguliny.

Parametry fizyko-chemiczne wody

Wody Dunajca w okolicach Czorsztyna reprezentują typ wodorowęglanowo-wapniowy. Są one zasobne w biogeny, co sprzyja obfitemu, niekiedy nawet nadmiernemu, rozwojowi glonów porośloWych. W związku z tym odczyn pH wody jest wysoki, czasem nawet powyżej 9. Zarówno masowy rozwój glonów jak i bystry prąd wody wpływa na bardzo dobre warunki tlenowe panujące w Dunajcu. Jest to decydujący czynnik dla szybko przebiegającej mineralizacji zanieczyszczeń i co za tym idzie sprawnych procesów samooczyszczania. Wyniki średnich podstawowych parametrów fizyko-chemicznych wody oznaczanych w poszczególnych sezonach przedstawia Tabela I.

Poniżej nowopowstałych zbiorników typowym zjawiskiem jest zmniejszenie się amplitudy temperatur. W lecie temperatura na stanowisku poniżej zbiorników była niższa o ok. 3–5^{o}C w porównaniu do stanowiska powyżej. Z kolei w zimie sytuacja przedstawiała się odwrotnie i różnica wynosiła ok. 3–4^{o}C na korzyść stanowiska poniżej.

Dopływy Dunajca w rejonie zbiorników mają zróżnicowany charakter (Tab. II). Najgorszymi parametrami charakteryzuje się Niedziczanka uchodząca do zbiornika w Sromowcach Wyżnych. Potok ten niesie wody bogate w biogeny pochodzące ze ścieków bytowych. Również mocno zeutrofizowana jest Przykopa uchodząca do Zbiornika Czorsztyńskiego, nie ma ona jednak tak znaczącego wpływu ze względu na swój niewielki przepływ i co za tym idzie nikły wprowadzany ładunek nutrientów. Największym dopływem Dunajca w badanym rejonie jest Białka. Niesie ona ciągle jeszcze dość czyste wody, choć wyniki z ostatnich lat pokazują, że ich jakość nie jest już w pełni zadawalająca.

Flora glonów

We florze glonów Dunajca najliczniej, pod względem ilości występujących gatunków, reprezentowane są okrzemki, które stanowią ok. 75% taksonów – podobnie jak w innych, nie tylko karpackich rzekach. Jednak o obrazie dna rzeki decyduje przede wszystkim masowo występująca od wiosny do jesieni nitkowata zielenica – gałęzatka (*Cladophora glomerata*). Jej plechy doskonale widać gołym okiem, gdyż zwykle osiągają długość do kilkudziesięciu cm. Ich wzrost rozpoczyna się zwykle w kwietniu, po opadnięciu wód z topniejącego śniegu, zastępując typowo zimowo-wiosenny gatunek złotowiciowca – *Hydrurus foetidus*. W przedstawianym okresie badawczym *Cladophora glomerata* masowo rozwinęła się w okresie suchego lata 1992 roku. Wtedy to dno rzeki było pokryte zwartym dywanem tego gatunku niemal w 100%, jeśli nie liczyć roślin wyższych (*Potamogeton* i *Batrachium*), które w tym czasie również dość licznie się rozwinęły. Z innych glonów, które licznie występują w Dunajcu należy wymienić również nitkowatą zielenicę *Ulothrix zonata*, występującą głównie w strefach przybrzeżnych oraz nitkowate gatunki sinic, przede wszystkim z rodzajów *Oscillatoria* i *Phormidium*. Ciekawym zjawiskiem, które ostatnio odnotowano jest liczne pojawienie się okrzemki *Didymosphenia geminata*, którą w Dunajcu stwierdzono z początkiem czerwca 1996 roku. W strefie tzw. średniego prądu, zajmującej ok. 1/3 przekroju rzeki okrzemka ta porastała ok. 20% powierzchni dna. Jest to interesujący gatunek, znany dobrze ze Skandynawii, gdzie często występuje masowo, ale który dawniej w polskich wodach nigdy licznie nie występował. Spotykano go sporadycznie w Dunajcu (Chudybowa 1965) i nieco częściej w tatrzańskich potokach np. w Białce (Kawecka 1965). W latach 80-tych w Dunajcu nie był notowany (Sanecki 1991) a obecnie jest znów często spotykany.

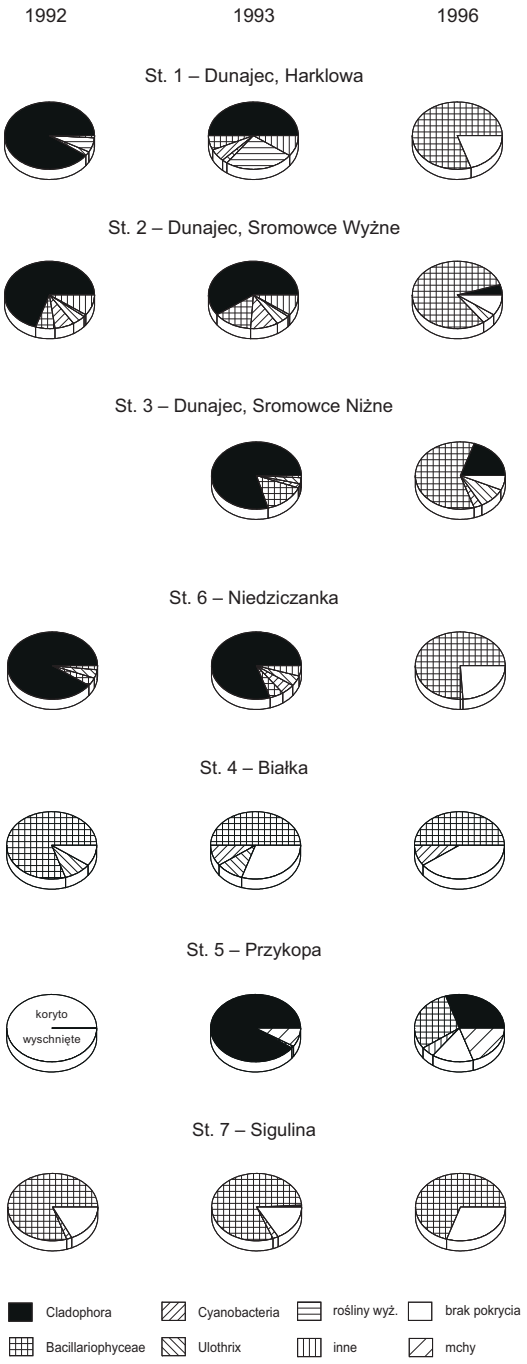
W badanych przyujściowych strefach dopływów Dunajca, w związku z ich różnym charakterem, spotykamy różne zbiorowiska glonów. I tak

Tabela I. Podstawowe parametry fizyko-chemiczne Dunajca w latach 1992, 1993 i 1996 (średnie roczne).
Basic physical and chemical parameters for the Dunajec River in the year 1992, 1993, and 1996 (annual means).

Parametr Parameter		Harklowa			Sromowce Wyżne			Sromowce Niżne		
		1992	1993	1996	1992	1993	1996	1992	1993	1996
pH		8.3	8.1	8.4	8.25	8.5	8.1	–	9.4	8.1
CO_2	mg dm^{-3}	4.5	1.1	0.1	5.6	–	2.8	–	0.0	2.1
Przew. elektr. Electric conduction	µS cm^{-2}	256.6	281.67	285.6	235.5	240.4	242.1	–	233.0	279.9
Twardość og. Hardness	°N	8.15	8.0	8.6	7.47	11.56	7.4	–	7.1	8.4
Chlorki Chlorides	mg Cl^{-} dm^{-3}	8.7	10.67	9.5	7.6	9.0	5.6	–	9.8	6.45
Siarczany Sulphates	mg SO_4^{2-} dm^{-3}	20.5	18.8	24.7	20.9	21.97	16.9	–	20.6	19.75
Wapń Calcium	mg Ca^{2+} dm^{-3}	42.1	43.1	44.65	38.65	38.33	37.9	–	33.6	45.0
Magnez Magnesium	mg Mg^{2+} dm^{-3}	9.75	8.4	10.1	8.85	7.57	8.9	–	10.4	9.2
Tlen Oxygen	mg O_2 dm^{-3}	12.4	11.73	11.65	11.3	12.17	9.9	–	16.0	11.0
Nasycenie tlenem Oxygen saturation	%	118.45	102.83	109.85	110.0	114.8	92.2	–	171.5	102.2
Utlenialność Oxygen consumption		4.0	5.17	1.95	3.95	2.9	2.7	–	2.8	2.5
BZT_5 BOD_5		2.8	2.4	2.15	2.42	2.93	1.75	–	3.8	2.7
ChZT ChOD		12.15	9.67	10.3	8.12	7.23	9.5	–	10.4	8.0
Amoniak Ammonia	mg $N\text{-}NH_3$ dm^{-3}	0.24	0.24	0.26	0.22	0.217	0.385	–	0.190	0.246
Azotyny Nitrites	mg $N\text{-}NO_2$ dm^{-3}	0.026	0.04	0.008	0.016	0.014	0.010	–	0.014	0.009
Azotany Nitrates	mg $N\text{-}NO_3$ dm^{-3}	0.941	1.287	0.928	1.03	1.099	0.79	–	0.719	1.453
Fosforany Phosphates	mg $P\text{-}PO_4$ dm^{-3}	0.328	0.236	0.091	0.214	0.127	0.066	–	0.078	0.039

Tabela II. Podstawowe parametry fizyko-chemiczne dopływów Dunajca w latach 1992, 1993 i 1996 (średnie roczne).
Basic physical and chemical parameters for the Dunajec River in the year 1992, 1993, and 1996 (annual means).

Parametr Parameter		Białka			Niedziczanka			Przykopa			Sigulina		
		1992	1993	1996	1992	1993	1996	1992	1993	1996	1992	1993	1996
pH		8.0	8.03	8.2	8.35	8.4	8.2	8.0	8.4	8.3	8.3	8.1	8.3
CO_2	mg dm^{-3}	3.7	1.00	1.05	5.72	0.0	0.15	11.23	1.2	0.25	5.2	1.87	0.8
Przew. elektr. Electric conduction	µS cm^{-2}	167.82	173.4	159.5	315.3	330.03	360.85	239.26	266.53	294.6	240.26	264.83	263.1
Twardość og. Hardness	^{o}N	4.07	5.37	5.15	10.3	10.67	11.8	8.0	8.6	9.7	8.46	8.23	8.2
Chlorki Chlorides	mg Cl^{-} dm^{-3}	1.85	2.96	1.5	5.22	5.17	3.5	2.6	5.57	3.5	4.5	10.03	3.2
Siarczany Sulphates	mg SO_4^{2-} dm^{-3}	19.8	16.9	10.5	41.05	36.73	31.25	37.53	24.43	22.4	33.36	27.5	21.4
Wapń Calcium	mg Ca^{2+} dm^{-3}	27.85	28.97	22.7	54.8	53.7	58.95	42.86	46.23	51.65	44.06	47.57	41.1
Magnez Magnesium	mg Mg^{2+} dm^{-3}	6.3	6.3	8.2	11.85	13.27	15.25	8.53	9.76	10.85	9.9	9.13	10.8
Tlen Oxygen	mg O_2 dm^{-3}	10.26	11.33	10.7	11.02	11.1	11.2	10.46	10.8	10.55	9.29	10.47	9.9
Nasycenie tlenem Oxygen saturation	%	97.07	96.86	100.6	107.25	103.63	103.75	98.36	100.43	98.0	91.93	93.2	96.6
Utlenialność Oxygen consumption		2.42	1.23	0.45	4.0	2.3	0.95	5.1	3.3	2.2	4.6	3.17	2.7
BZT_5 BOD_5		1.41	1.3	1.02	1.81	1.27	1.9	1.66	1.87	1.35	1.45	1.63	1.0
ChZT ChOD		5.3	1.93	4.2	8.55	6.23	4.95	15.63	7.53	6.45	8.8	8.7	11.7
Amoniak Ammonia	mg N-NH_3 dm^{-3}	0.155	0.193	0.227	0.190	0.190	0.224	0.213	0.237	0.241	0.197	0.203	0.225
Azotyny Nitrites	mg N-NO_2 dm^{-3}	0.0027	0.002	0.0015	0.0062	0.009	0.0035	0.007	0.009	0.005	0.027	0.007	0.004
Azotany Nitrates	mg N-NO_3 dm^{-3}	0.815	0.923	0.496	2.574	1.109	1.423	1.993	1.340	0.986	0.765	1.109	0.384
Fosforany Phosphates	mg P-PO_4 dm^{-3}	0.122	0.056	0.024	0.068	0.066	0.04	0.174	0.119	0.045	0.081	0.071	0.051



Ryc. 1. Udział procentowy flory w pokryciu dna Dunajca i w przyujściowych strefach jego dopływów w latach 1992, 1993 i 1996.
Percent proportion of the flora in the coverage of the Dunajec River bottom and in the estuary zones of its influxes in the years 1992, 1993, and 1996.

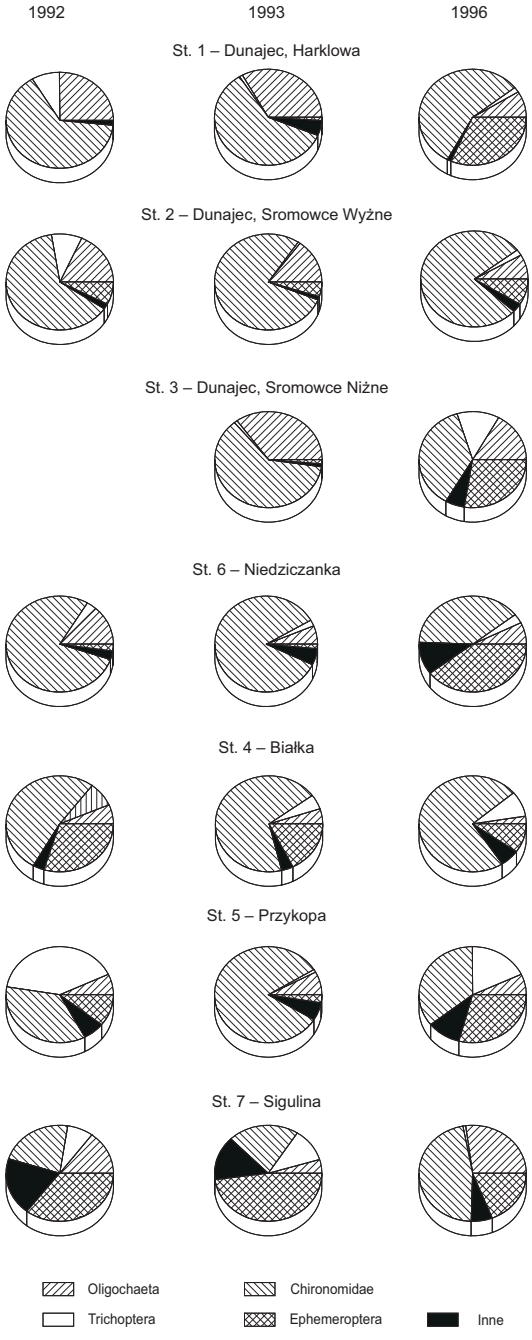
Niedziczanka niosąca najbardziej zeutrofizowane wody wyróżnia się obfitym występowaniem *Cladophora glomerata*. Z kolei Białka zachowuje ciągle skład gatunkowy charakterystyczny dla czystych, górskich wód, gdzie typowym przedstawicielem jest np. okrzemka *Fragilaria arcus* syn. *Ceratoneis arcus*. W uregulowanym, dolnym odcinku Przykopy notowano obfite występowanie *Hydrurus foetidus* w okresie wiosennym i *Cladophora glomerata* latem, ale koryto tego potoku po suchym lecie 1992 roku wyschło niemal zupełnie i na dnie zachowały się jedynie resztki glonów i roślin, z których najlepiej przetrwały mchy. Sigulina we wszystkich trzech badanych latach miała stały, niemal niezmieniony zespół okrzemkowy.

Na rycinie 1 przedstawiono udział procentowy w pokryciu dna Dunajca i przyujściowych strefach jego dopływów w aspekcie jesiennym, kiedy to zwykle plechy glonów osiągają swój największy wzrost. Potwierdziło się to w dużej mierze w latach 1992 i 1993, natomiast w jesieni roku 1996, przy znacznych opadach, typowe dla tego okresu powłoki glonowe zostały wymyte. Wezbranie wód szczególnie wyraźnie zaznaczyło swój wpływ na glony osiadłe powyżej zbiorników, gdyż tam plechy *Cladophora glomerata* zostały całkowicie zniszczone. Wówczas kamieniste dno rzeki pokrywały jedynie bardzo cienkie powłoki okrzemkowe. Poniżej zbiorników dał się zauważyć wpływ wyrównywania przepływu przez zapory. Tam właśnie plechy gałęzatki utrzymały się, choć ich ilości nie były znaczne.

Fauna denna

Fauna denna bezkręgowców jest ważnym elementem biocenozy rzek, gdyż zwierzęta te są konsumentami materii organicznej zarówno auto- jak i allochtonicznej, co przyspiesza proces samooczyszczania się rzek, a równocześnie są one głównym pokarmem wielu gatunków ryb.

W badanym terenie najliczniej występują larwy *Diptera* z rodziny *Chironomidae*, i *Oligochaeta* rodziny *Naididae*. Pozostałe rzędy owadów (*Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera i Coleoptera*) spotykano w mniejszych ilościach. Ponadto stwierdzono występowanie *Hydrozoa*,

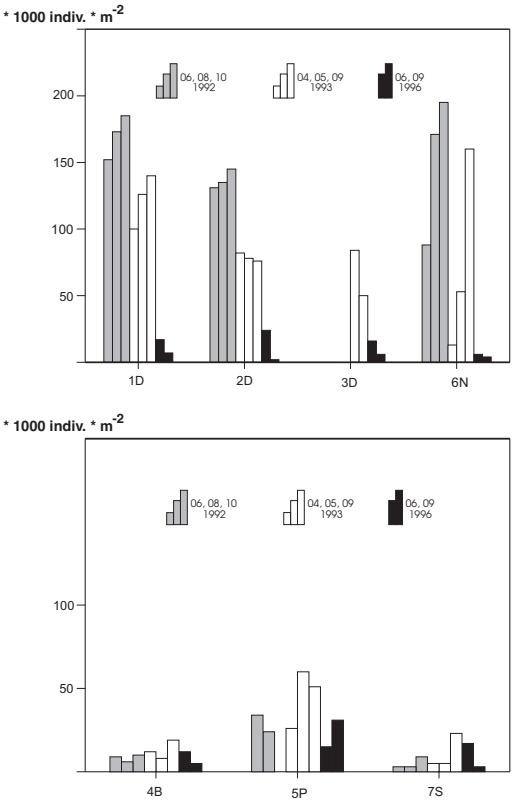


Ryc. 2. Udział procentowy fauny bezkręgowców w Dunajcu i w przyujściowych strefach jego dopływów w latach 1992, 1993 i 1996.
Percent proportion of the invertebrate fauna in the Dunajec River bottom and in the estuary zones of its influxes in the years 1992, 1993, and 1996.

Oligochaeta (z rodzin *Enchytraeidae, Tubificidae i Lumbriculidae*), *Hirudinea, Gastropoda, Bivalvia, Ostracoda i Hydracarina*. W ostatnim roku badań w Dunajcu, na stanowiskach położonych poniżej zapór, znaleziono także liczne *Copepoda*, wypłukane ze zbiorników.

Podstawowe wyniki badań, dotyczące udziałów procentowych poszczególnych grup i liczebności fauny bezkręgowców przedstawione są na rycinach 2 i 3.

Na wszystkich stanowiskach w Dunajcu oraz w Niedziczance zagęszczenie fauny dennej w latach suchych było bardzo wysokie i wahało się w granicach 80–130 tys. osob./m^2. Dominowały tu



Ryc. 3. Zagęszczenie fauny dennej na badanych stanowiskach Dunajca i jego dopływów w poszczególnych terminach badawczych.
Density of the river bottom fauna in the studied localities in the Dunajec River and its influxes in selected study periods.

1D – Dunajec – Harklowa, 2D – Dunajec – Sromowce Wyżne, 3D – Dunajec – Sromowce Niżne, 4B – Białka, 5P – Przykopa, 6N – Niedziczanka, 7S – Sigulina.

dwie grupy fauny: *Chironomidae* i *Oligochaeta*, inne taksony reprezentowane były przez znacznie mniejszą liczbę osobników, tak że często ich udział w ugrupowaniu nie przekraczał 1% liczebności, lub występowały jedynie sporadycznie. Duże zagęszczenie fauny dennej z silną dominacją *Chironomidae* i *Naididae* jest charakterystyczne dla wód żyznych (tj. średnio zanieczyszczonych, głównie poprzez ścieki bytowe), o dobrym natlenieniu.

Wysokie stany wody utrzymujące się przez dłuższy czas w badanych rzekach w roku 1996 wpłynęły zarówno na zagęszczenie jak i na skład fauny. Na wszystkich stanowiskach Dunajca i w przyujściowej strefie Niedziczanki liczebność zwierząt zmniejszyła się znacznie i wynosiła od kilku do maksymalnie 24 tys. osob./m^2. Na trzech stanowiskach (Dunajec Harklowa, Sromowce Niżne i w Niedziczance) wyraźnie wzrósł udział *Ephemeroptera* w ugrupowaniu i stanowiły one od 27.5 do 31.8% makrofauny, liczniej występowały też *Plecoptera*, które w Niedziczance stanowiły około 9% ugrupowania. Zmniejszył się natomiast udział *Oligochaeta*, ponadto zniknęły taksony nieprzystosowane do życia w silnym prądzie: małże z rodziny *Sphaeriidae* i *Hirudinea*. Jedynie na stanowisku 2 w Sromowcach Wyżnych skład ugrupowania nie zmienił się istotnie w porównaniu do lat ubiegłych, zwiększył się tylko udział *Hydrozoa* (do 2.5%), co jest typowe dla odcinka rzeki poniżej zapory i występuje też np. w Rabie poniżej Dobczyc (Dumnicka 1996).

Badane dopływy Dunajca mają różny charakter. W Białce i potoku *Sigulina* przez wszystkie lata badań stwierdzono niskie zagęszczenie fauny – najwyżej do kilkunastu tys. osob./m^2, zwykle kilka tysięcy. Dominującymi grupami fauny były *Chironomidae* i *Ephemeroptera*, na wiosnę licznie występowały też muchówki z rodziny *Simuliidae*. W ostatnim roku badań w potoku *Sigulina* zmienił się skład ugrupowania – wzrósł udział *Oligochaeta, Diptera* z rodziny *Limoniidae* i *Sphaeridae*, co świadczy o wzroście zamulenia dna, na skutek wybudowania stopnia wodnego.

Potok Przykopa charakteryzował się bardzo zmienną strukturą ugrupowań fauny dennej, gdyż przy niskich opadach potok ten prawie wysychał, co powodowało wyginięcie części zwierząt i ponowne zasiedlanie dna po deszczach. W pierwszym roku badań dominowały *Trichoptera*, które stanowiły około 40% ugrupowania, w drugim roku ich udział spadł do 1%. Zagęszczenie utrzymywało się na poziomie kilkudziesięciu tys. osob./m^2. Nawet po powodzi ilość zwierząt nie uległa wyraźniej zmianie, gdyż dno potoku umocnione jest betonowymi płytami (kratownicą), w których zwierzęta znajdują dobre schronienie.

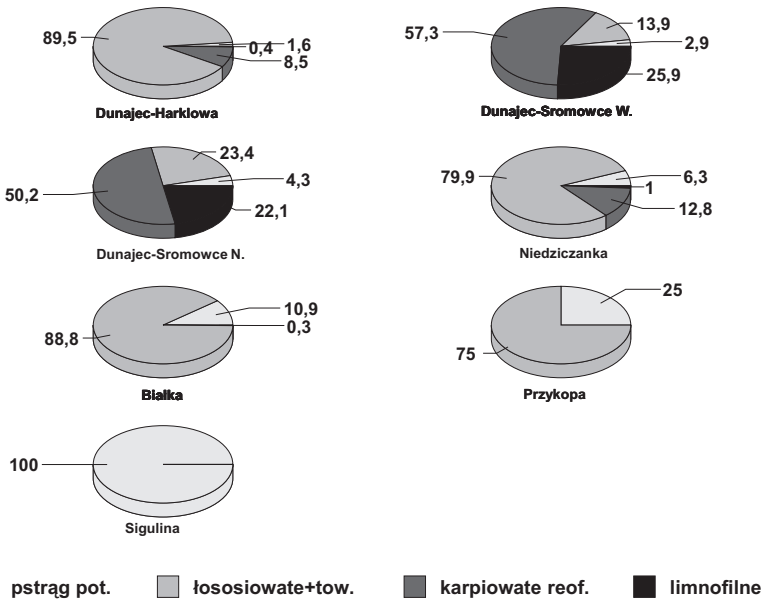
Ichtiofauna

W Dunajcu pomiędzy Nowym Targiem a przełomem w Pieninach oraz w jego dopływach: Białce, Przykopie, Niedziczance i Sigulinie, czyli powyżej i poniżej Zespołu Zbiorników Czorsztyn-Niedzica i Sromowce Wyżne, podczas odłowów przeprowadzonych w latach 1993 i 1996 stwierdzono występowanie 17 gatunków ryb należących do 6 rodzin. Nominalnie ze względu na charakter rzeki (szybki prąd wody, kamieniste dno, niska temperatura wody) jest to tzw. kraina pstrąga. W obecnym jednak stanie zanieczyszczenia rzeki, wyrażającego się znacznymi stężeniami substancji biogennych w wodzie, powodujących pokrycie kamieni zwartą powłoką glonów osiadłych charakterystycznych dla zeutrofizowanych wód, przypomina ona krainę brzany.

Badania wykazały, że poniżej zbiorników dominują strzebla, śliz, kleń, brzanka. Pstrąg znajduje się dopiero na piątym miejscu i jego udział w ogólnej liczbie ryb wynosi zaledwie najwyżej 4.3% na stanowisku w Sromowcach Niżnych. Udział procentowy pstrągów i ryb towarzyszących temu zespołowi był wyższy w dopływach. Wyniki badań przedstawiono na Ryc. 4.

Dyskusja i wnioski

W nawiązaniu do referatu przewodniego Fiedler-Krukowicz (patrz artykuł w tym tomie), na uwagę zasługuje przypomnienie o ogromnych różnicach w jakości wód prowadzonych przez Dunajec na przestrzeni lat, a więc z okresu planów budowy zbiornika czorsztyńskiego i późniejszej jego realizacji, bowiem do lat 60-tych rzeka miała I klasę czystości. W latach 70-tych, w wyniku szybko rozwijającego się przemysłu w Nowym Targu



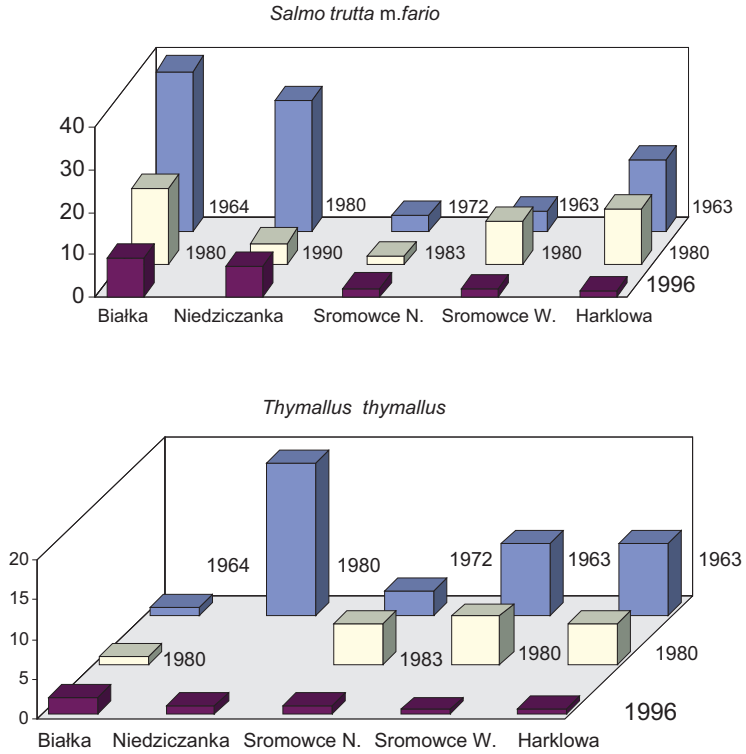
Ryc. 4. Ichtiofauna Dunajca i jego dopływów w latach 1993 i 1996 – udział procentowy pod względem liczebności.
Ichtiofauna of the Dunajec River and its influxes in the years 1993 and 1996 – percent proportion.

i żywiołowo rozwijającej się bazy turystycznej na całym Podhalu, doprowadzono do degradacji całej zlewni górnego Dunajca.

Koncentracje fosforanów i azotanów w ostatnich latach obniżyły się na skutek prowadzonych działań ochronnych i ograniczenia przemysłu, ale i tak wartości ich kilkakrotnie przewyższają próg wystąpienia niekorzystnych zakwitów wody. Próg ten określa się na 0.30 mg N /dm^3 i 0.10 mg P-PO_4 /dm^3 (Vollenweider 1968).

Porównując wyniki badań algologicznych, na przestrzeni ponad 30 ostatnich lat, stwierdza się wyraźne zmiany flory glonów. Najgorszym okresem były lata siedemdziesiąte, kiedy to dno Dunajca pokryło się grubą warstwą glonów, z głównym udziałem zielenicy *Cladophora glomerata* co stało się wyraźnie niekorzystnym zjawiskiem dla górskiej rzeki. Okrzemki uznawane za dobry wskaźnik czystości wody na przestrzeni lat zmieniły swoje spektrum gatunkowe. Gatunki takie jak *Diatoma hiemalis* syn. *D. hiemale* i *D. mesodon* syn. *D. hiemale* var. *mesodon*, *Meridion circulare* i *Fragilaria arcus* syn. *Ceratoneis arcus* występujące licznie w czystych górskich rzekach, w tym również w Dunajcu (Chudybowa 1965), do lat osiemdziesiątych znacznie zmniejszyły swój udział, tak że każdy z nich osiągał liczebność znacznie poniżej 1% (Sanecki 1991).

Wcześniejsze badania fauny dennej Dunajca prowadzone w latach 1972–73 w rejonie przyszłych zbiorników zaporowych Czorsztyn-Niedzica i Sromowce Wyżne wykazały już zmiany składu i struktury ugrupowań fauny dennej spowodowane zanieczyszczeniem wody (Dratnal i in. 1979). Wyrażały się one zdecydowaną dominacją *Naididae i Chironomidae*, które już przed ponad dwudziestu laty stanowiły ponad 95% makrofauny na stanowisku w Harklowej i około 85–90% na pozostałych stanowiskach. Podobny układ dominacji stwierdzono w latach 1992–93, charakteryzujących się niskim stanem wód. Na najbardziej zanieczyszczonym stanowisku w Harklowej, w porównaniu do lat 70. nastąpił dalszy spadek udziału *Plecoptera, Amphipoda i Simuliidae* – taksonów wymagających dobrego natlenienia wody, a różnorodność gatunkowa była niewysoka (Szczęsny 1995). Zagęszczenie zwierząt już w latach siedemdziesiątych wynosiło ok. 70 tys. osob./m^2 poniżej Nowego Targu i 35–40 tys. osob./m^2 na pozostałych stanowiskach; w latach



Ryc. 5. Procentowy udział *Salmo trutta* m. *fario* i *Thymalus thymalus* w Dunajcu i jego dopływach na przestrzeni lat.
Percent proportion of *Salmo trutta* m. *fario* and *Thymalus thymalus* in the Dunajec River and its influxes over the period of years.

90. było jeszcze wyższe, co mogło być spowodowane zarówno wzrostem trofii wody jak i brakiem wezbrań, zmniejszających gęstość zasiedlenia dna. Wpływ zbiornika na skład fauny dennej zaznaczył się tylko na stanowisku 2.

Porównując dane dotyczące stanu ichtiofauny pochodzące jeszcze z lat 60. poprzez kolejne lata zauważa się, że udział pstrągów i lipieni w ichtiofaunie dorzecza Dunajca uległ wyraźnej zmianie na niekorzyść (Ryc. 5).

Poniżej zespołu zbiorników następuje wyrównanie przepływu wody, która jest bogata w zmineralizowaną materię organiczną. Będzie to powodować jeszcze większy wzrost trofii, co można stwierdzić na podstawie wielu obserwacji prowadzonych w trakcie badań wpływu innych zbiorników zaporowych np. Rożnów-Czchów czy Dobczyce na rzekę poniżej. Może to być przyczyną dalszych zmian składu gatunkowego ichtiofauny. Należy jednak pamiętać o dużych możliwościach przystosowawczych ryb do zmieniających się warunków środowiska wodnego. Obecnie za mało mamy danych o stanie ichtiofauny na odcinku Dunajca od zapory w Sromowcach Wyżnych do Krościenka i za krótki jest czas istnienia zbiorników, aby można było z całą pewnością określić ich wpływ na ichtiofaunę.

Jeśli zbiornik prócz zadań retencyjnych ma pełnić również funkcje rekreacyjne, to należy jak najszybciej, nie bacząc na koszty z tym związane, przywrócić I klasę czystości w całej zlewni górnego Dunajca, co stworzyłoby możliwość korzystnych perspektyw dla jakości wody w zbiorniku. Cofka zbiornika, powodująca zatrzymanie bystrego prądu, sięgająca po okolice Dębna, skraca wyraźnie strefę samooczyszczania ścieków z Nowego Targu.

Obecne działania ochronne są i tak spóźnione, gdyż zbiornik już powstał. Zbiornik zaporowy ma swoje cztery etapy życia. Pierwszy, trwający bar-

dzo krótko, to destrukcja zespołów rzecznych. Drugi, nazywany wstępną eutrofizacją, powoduje ogólny wzrost żyzności zbiornika, kiedy osady denne nie odcięły jeszcze zalanych gleb, z których wypłukiwane są do wody duże ilości mineralnych składników odżywczych, a biocenozy nie są jeszcze ostatecznie uformowane. Trzeci etap, najbardziej korzystny, to tzw. oligotrofizacja zbiornika. Występuje on wtedy, gdy tworzące się osady jeziorne są ubogie w biogeny i odcinają wodę od pierwotnego podłoża, a biocenozy występują już w równowadze. Po pewnym czasie, zależnym od stopnia eutrofizacji zlewni, dochodzi do kolejnego, czwartego etapu na skutek ciągłego procesu zamulania zbiornika. Jest to proces nieuchronny, który można hamować, ale nie da się go całkowicie uniknąć. Prawidłowość ta jest podana przez Kownackiego i Starmacha (1989) na podstawie obserwacji i analiz wyników badań Zbiornika Rożnowskiego, również na Dunajcu. Należy zwrócić uwagę, że Zbiornik Czorsztyński powstaje 50 lat później w warunkach znacznie silniejszej antropopresji, co dodatkowo przemawia na jego niekorzyść.

Z przyrodniczego punktu widzenia należy więc dbać o zwiększanie naturalnej retencji zlewni, a więc ochronę lasów i zalesianie nieużytków, tworzenie śródpolnych zadrzewień, utrzymywanie nadbrzeżnych łęgów, poprawę struktury upraw poprzez eliminowanie roślin okopowych na stokach opadających do zbiornika. Niezwykle istotną jest surowa gospodarka wodno-ściekowa w obecnej i ciągle rozwijającej się bazie turystycznej tego rejonu kraju.

W utrzymaniu dobrej kondycji zbiornika pomagają metody biomanipulacji, ale nie może to być działanie samo w sobie (Wróbel 1988). Jedną z takich metod jest sterowanie strukturą ichtiofauny – podnoszenie udziału ryb drapieżnych do poziomu 20–25%, które eliminują ryby planktonożerne. Te ostatnie bowiem niszczą duże formy zooplanktonu, przez co z kolei nadmiernie rozwijający się plankton roślinny nie może być skutecznie kontrolowany (Opuszyński 1987, za – Brooks i Dodson 1965). Inną metodą jest sterowanie upustami dennymi w zaporze. Spuszczanie wody nocą obniża straty zooplanktonu w jeziorze (Wróbel 1991). Jednak ten reżim hydrologiczny w przypadku Zbiornika Czorsztyńskiego na pewno nie będzie dochowany, gdyż w letnim sezonie turystycznym priorytetem w okresach suchych będzie zapewne utrzymanie przepływu wody na poziomie zaspokajającym potrzeby spływu tratwami.

Dla zachowania naturalnych górskich biocenoz rzecznych i nadbrzeżnych ważnym jest pogodzenie wartości retencyjnych zbiornika, korzystnych dla człowieka, ale i symulacja niegroźnych dla gospodarki stanów powodziowych. Stworzy to możliwość utrzymania naturalnych kamieńców, zachowania biocenoz przystosowanych do okresowych wezbrań i spowoduje mechaniczne czyszczenie i przepłukiwanie dna rzeki z nadmiaru glonów oraz obserwowanego już w trakcie budowy pojawienia się powłok bakterii siarkowych w dnie Dunajca. Zjawisko to zaczęło występować na skutek ciągłego zamulania poprzez roboty hydrotechniczne. Zbiornik musi więc nas chronić przed wielką wodą ale nie przed typowymi dla górskiej rzeki wezbraniami.

PODZIĘKOWANIE

Panu mgr Krzysztofowi Wojtanowi dziękujemy za udostępnienie niepublikowanych danych hydrochemicznych.

LITERATURA

Chudybowa D. 1965. Benthic algae in the River Dunajec. — Limnol. Inv. Tatra Mts. Dunajec River Basin., Kom. Zagosp. Ziem Górskich PAN **11**: 153–159.

Dratnal E., Szczęsny B. 1965. Benthic fauna of the Dunajec River. — Limnol. Inv. Tatra Mts. Dunajec River Basin., Kom. Zagosp. Ziem Górskich PAN **11**: 161–214.

Dratnal E., Sowa R., Szczęsny B. 1979. Zgrupowania bezkręgowców bentosowych Dunajca na odcinku Harklowa – Sromowce Niżne. — Ochr. Przyr. **42**: 184–215.

Dumnicka E. 1996. Upstream-downstream movement of macrofauna (with special reference to oligochaets) in the River Raba below a reservoir. — Hydrobiologia **334**: 193–198.

Kawecka B. 1965. Communities of benthic algae in the River Białka and its Tatra tributaries the Rybi Potok and Roztoka. — Limnol. Inv. Tatra Mts. Dunajec River Basin., Kom. Zagosp. Ziem Górskich PAN **11**: 113–129.

Kownacki A., Starmach J. 1989. Ocena jakości wód górnego Dunajca i kierunki zmian pod wpływem zabudowy hydrotechnicznej. — Dunajec wczoraj-dziś-jutro. CPBP 04.10. SGGW-AR **11**: 95–108.

Mazurkiewicz G., Sanecki J., Starmach J. 1985. Hydrobiolo-

giczna ocena jakości wód górnego Dunajca. — Gosp. Wodna **7**: 164–166.

Opuszyński K. 1987. Sprzężenie zwrotne między procesem eutrofizacji a zmianami zespołu ryb. Teoria ichtioeutrofizacji. — Wiad. Ekol. **33**: 21–30.

Sanecki J. 1989. Zbiorowiska glonów osiadłych w Dunajcu. — Dunajec wczoraj-dziś-jutro. CPBP 04.10. SGGW-AR **11**: 42–50.

Sanecki J. 1991. Zbiorowiska glonów osiadłych w Dunajcu w jego górnym biegu oraz w rejonie zbiorników zaporowych. — Rozprawa Doktorska. Uniwersytet Jagielloński, Instytut Biologii Środowiskowej, ss. 126.

Sanecki J. 1993a. Environmental Description of the River Dunajec. — Polish Bot. Stud. Guidebook Series **10**: 33–44.

Sanecki J. 1993b. Algae of the River Dunajec. — Polish Bot. Stud. Guidebook Series **10**: 33–44.

Sanecki J., Bucka H. 1992. Prognoses of changes in phytocoenoses of the River Dunajec (southern Poland) as a result of hydrotechnical constructions. — Acta Hydrobiol. **34**(4): 357–373.

Starmach J. 1983/84. Fish zones of the River Dunajec upper catchment basin. — Acta Hydrobiol. **25/26**: 415–427.

Szczęsny B. (red.) 1995. Degradacja fauny bezkręgowców bentosowych Dunajca w rejonie Pienińskiego Parku Narodowego. — Ochr. Przyr. **52**: 207–224.

Vollenweider R.A. 1968. Scientific fundamentals of the eutrofication of lakes and flowing waters with particular references to nitrogen and phosphorus as factors in eutrofication. — Org. Econ. Cooper. Developm. Direct. Sci Affairs. DAS/CSI/68.27/, Bibliography, Paris, ss. 220.

Wojtan K. 1989. Wybrane zagadnienia fizyko-chemiczne wód górnego Dunajca. — Dunajec wczoraj-dziś-jutro. CPBP 04.10. SGGW-AR **11**: 28–35.

Wróbel S. 1988. Uwarunkowania jakości wody w zbiornikach zaporowych. (W: S. Wróbel (red.), Biomanipulacja jako metoda biologiczna zachowania czystości wody w zbiornikach zaporowych). — Materiały Symp. Mogilany 16–17 maj 1988, PZITS **553**: 145–153.

Wróbel S. 1991. Eutrofizacja wód. (W: I. Dynowska, M. Maciejewski (red.), Dorzecze górnej Wisły. T.II.) — PWN Warszawa-Kraków, ss. 106–116.

SUMMARY

The presented results concern complex hydrobiological studies carried out at 7 stations in rivers and streams flowing in the region of the new dam reservoirs constructed on the Dunajec River in Czorsztyn-Niedzica and Sromowce Wyżne. The investigations conducted in 1992, 1993, and 1996 covered hydrochemistry, algal flora, invertebrate fauna, and ichthyofauna. The waters of the Dunajec River and its affluents are of the calcium hydrocarbonate type. The Dunajec and Niedziczanka Rivers are rich in nutrients, while the highest quality water has been noted in the Białka and Sigulina. The results of physiochemical analyses have been given in Tables I and II.

With low water levels (in 1992–1993), *Cladophora glomerata* dominated in the algal flora of the Dunajec and Niedziczanka Rivers while in the Białka and Sigulina streams, the diatom association prevailed. Towards the end of summer 1996, after a flood wave, thin diatom coats only occurred on the bottom, as given in Fig. 1.

The fauna of invertebrates of the investigated region is varied both in the quantitative aspect (Fig. 3) and in the percentage composition of different groups (Fig. 2). In dry years great numbers of the macrofauna were recorded in the Dunajec and Niedziczanka Rivers and small ones in the Białka and Sigulina streams. In 1996 high water levels considerably limited the density of the fauna at most stations, apart from the Przykopa stream where the concrete framework on its banks offered a good shelter for animals. In the Dunajec and Niedziczanka Rivers *Chironomidae* and *Oligochaeta*, and in the Białka and Sigulina streams *Chironomidae, Ephemeroptera*, and periodically *Simuliidae*, dominated.

In the ichthyofauna of the Dunajec River, the brown trout, which should have been a dominant species, occurred in small numbers. A higher percentage of this fish species was noted in the affluents (Fig. 4). In Fig. 5 the decreased numbers of brown trout and grayling in the course of years has been given. On the basis of the obtained results and other available data, the prognosis for the future and recommendations for the natural management of water resources have been given. The retentive function of the new reservoirs should not significantly change the naturally differentiated flow typical of montane rivers. For longer periods, indispensable conditions for maintaining the good quality of water in the newly built dam impoundments and in the river below them are a complex arrangement of water-waste control and the intensification of natural retention in the entire catchment basin of the upper Dunajec.