

Wpłynęło 25.01.2016 r.
Zrecenzowano 05.04.2016 r.
Zaakceptowano 22.04.2016 r.

A – koncepcja
B – zestawienie danych
C – analizy statystyczne
D – interpretacja wyników
E – przygotowanie maszynopisu
F – przegląd literatury

ZMIANY JAKOŚCI WODY W STRUDZE DORMOWSKIEJ W CIĄGU KILKUDZIESIĘCIU LAT NA PODSTAWIE ANALIZY WSKAŹNIKÓW I INDEKSÓW BIOLOGICZNYCH

Lilianna GRACZYK^{ABCDEF}, Janusz GOLSKI^{BCEF},
Jakub TRAWIŃSKI^{CEF}, Wojciech ANDRZEJEWSKI^{CE},
Jan MAZURKIEWICZ^{DF}

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Zakład Rybactwa Śródlądowego i Akwakultury,
Instytut Zoologii

Streszczenie

Celem przedstawionych badań było określenie stanu ekologicznego Strugi Dormowskiej na podstawie struktury jakościowej i ilościowej bentosu oraz ichtiofauny, a także porównanie wyników otrzymanych na bazie wskaźników i indeksów biologicznych w ciągu kilkudziesięciu lat.

Warunki środowiskowe cieków na odcinkach wytypowanych do badań różniły się między sobą pod względem morfometrii koryta, substratu dennego, temperatury i zawartości tlenu, a także wartości wskaźników i indeksów biologicznych. Na podstawie przeprowadzonych badań należy przyjąć, że wody Strugi Dormowskiej kwalifikują się do trzeciej klasy jakości wód.

Niewątpliwy wpływ na stan ekologiczny rozpatrywanego cieków ma położenie zlewni, która obejmuje głównie obszary o charakterze rolniczym. Rzeka przepływa także przez tereny o wysokim potencjale turystyczno-rekreacyjnym, co może oddziaływać na strukturę jakościową i ilościową organizmów wskaźnikowych.

Słowa kluczowe: *abundance/biomass comparison (ABC), belgijski indeks biotyczny (BBI), bioindykatory, indeks Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera (indeks EPT), ichtiofauna, makrobezkręgowce bentosowe, polski indeks biotyczny (BMWP-PL), wskaźnik saprobowy, wskaźnik Shanon-Weavera (Sh-W)*

Do cytowania For citation: Graczyk L., Golski J., Trawiński J., Andrzejewski W., Mazurkiewicz J. 2016. Zmiany jakości wody w Strudze Dormowskiej w ciągu kilkudziesięciu lat na podstawie analizy wskaźników i indeksów biologicznych. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. T. 16. Z. 2 (54) s. 37–48.

WSTĘP

Do oszacowania stanu ekologicznego wód stojących i płynących stosowane są organizmy wskaźnikowe, którymi w przypadku większości indeksów i wskaźników biologicznych są makrobezkręgowce bentosowe i ichtiofauna. Bioindykatory stosowane są na całym świecie, obejmują różne grupy organizmów i zazwyczaj służą do oceny stanu ekologicznego środowiska [BURGER, GOCHFELD 1999]. Właściwości organizmów zasiedlających dna zbiorników (bentos) jako grupy organizmów wskaźnikowych określił KOWNACKI [2000], który wziął pod uwagę wymagania ekologiczne gatunku, jego rozmieszczenie geograficzne, liczebność w środowisku, przebieg cyklu życiowego oraz łatwą identyfikację. Inną grupą organizmów wskaźnikowych, stosowanych w ocenie degradacji cieków jest ichtiofauna. Ryby odznaczają się odmiennymi właściwościami od bentosu [GORZEL, KORNIJÓW 2004], bowiem całe życie spędzają w wodzie, ich rozwój osobniczy trwa wiele lat, mają odmienną tolerancję na zanieczyszczenia wody oraz są łatwe do pozyskania ze środowiska.

Kompleksowa ocena stanu ekologicznego cieków nie opiera się wyłącznie na oznaczeniu organizmów wskaźnikowych i zaklasyfikowaniu ich do odpowiednich grup troficznych bądź saprobowych. Warunki środowiskowe są równie istotne w ocenie wód, gdyż stanowią tło przekształceń siedliska i mają wpływ na skład oraz strukturę gatunkową organizmów zasiedlających cieków na całym świecie – tj. makrobezkręgowców bentosowych [BUSS i in. 2002; RICHARDS i in. 1993] i ryb [PENCZAK i in. 2004; VLACH i in. 2005].

Ramowa dyrektywa wodna [Dyrektywa 2000/60/WE] – która stanowi podstawę ustawodawstwa w odniesieniu do wód w Europie – zakłada osiągnięcie dobrego stanu wód do 2027 r. Zobowiązuje ona państwa członkowskie Unii Europejskiej do oceny stanu ekologicznego i potencjału ekologicznego rzek [ILNICKI i in. 2010b], choć nie definiuje stanu naturalnego cieków [ILNICKI i in. 2010a]. W związku z powyższym podjęto badania określenia stanu ekologicznego Strugi Dormowskiej na podstawie struktury jakościowej i ilościowej bentosu oraz ichtiofauny. Celem pracy była analiza wskaźników i indeksów biologicznych oraz określenie aktualnego stanu ekologicznego rzeki na tle badań, które prowadzone są na tym obszarze od kilkadziesiątu lat.

METODY BADAŃ

Teren badań stanowiła Struga Dormowska – niewielka rzeka znajdująca się w zachodniej części województwa wielkopolskiego. Jej źródło zlokalizowane jest we wsi Łowyń, natomiast ujście znajduje się w okolicach Międzychodu. Rzeka przepływa kolejno przez siedem jezior: Głębokie, Dormowskie Duże, Dormowskie Małe, Gorzyńskie, Środkowe, Gorzyckie oraz Tuczno (rys. 1).

W strukturze użytkowania zlewni dominują grunty orne, a dno ciek ma charakter piaszczysto-mulisty. Badania przeprowadzano w dwóch etapach – wiosną (pobieranie bentosu i pomiary fizykochemiczne wody) oraz jesienią (pobieranie bentosu oraz elektropołówy ryb).

Parametry hydromorfologiczne koryta rzecznego zostały ocenione na podstawie głębokości i przepływu w profilu poprzecznym koryta rzecznego z zastosowaniem łaty do pomiaru głębokości i przepływomierza marki Valeport. Analizowano również strukturę koryta rzecznego wraz z jego otoczeniem na bazie protokołu terenowego [GOLSKI 2014, informacja ustna].

Parametry fizykochemiczne wody, tj. temperatura, zawartość rozpuszczonego tlenu oraz przewodność elektrolityczna, zostały zmierzone z zastosowaniem miernika multiparametrycznego YSI 556MPS. Temperatura wody, zawartość rozpuszczonego tlenu ($\text{mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$) oraz przewodność elektrolityczna ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$) zostały sklasyfikowane odpowiednio do klas jakości wody na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 22 października 2014 r.

Bentos pobierano z zastosowaniem czerpacza rurowego, którego łączna powierzchnia jednorazowego poboru substratu dennego wynosiła 28 cm^2 . W celu zebrania reprezentatywnej próby pobierano materiał dziesięciokrotnie, zwiększając powierzchnię pobierania do 280 cm^2 . Zebrany substrat następnie transportowano na sита, których średnica



Rys. 1. Mapa Strugi Dormowskiej z zaznaczonymi punktami pomiarowymi; 1-Ż = źródło, 2-D = Dormowskie Małe, 3-GN = Gorzyńskie, 4-GC = Gorzyckie, 5-T = Tuczo, 6-M = Muchocin, 7-U = ujście; źródło: opracowanie własne

Fig. 1. Map of Struga Dormowska stream with marked research sites; 1-Ż = spring, 2-D = Dormowskie Małe, 3-GN = Gorzyńskie, 4-GC = Gorzyckie, 5-T = Tuczo, 6-M = Muchocin, 7-U = river mouth; source: own elaboration

oczek wynosiła 0,5 mm. Po przepłukaniu sit bieżącą wodą bezkręgowce, które zostały na nich znalezione, zakonserwowano w 70% roztworze alkoholu etylowego i następnie oznaczono pod mikroskopem (Nikon SMZ 800). Odłowu ichtiofauny na stanowiskach dokonano za pomocą metody elektropołówów; w tym celu zastosowano impulsowe urządzenie połowowe typu IUP-12. Pozyskane ryby po przeniesieniu na brzeg były sortowane, liczone, mierzone oraz ważone. Po wykonaniu pomiarów ryby uwalniano do środowiska w miejscu złowienia.

Następnie, na podstawie składu gatunkowego oraz liczebności zarówno makrobezkręgowców bentosowych, jak i ryb, obliczono wskaźniki biologiczne: *Sh-W* – wskaźnik Shannona–Weavera [SHANNON, WEAVER 1963], *E* – wskaźnik równomierności [PIELOU 1966], *S* – współczynnik Simpsona [SIMPSON 1949] oraz *d* – wskaźnik Margalefa [MAGURRAN 1988]. Wartości ostatniego ze wskaźników są podzielone na pięć klas odpowiednio do klasyfikacji jakości wody, zgodnej z poprzednim Rozporządzeniem Ministra Środowiska z 2004 r. W badaniach uwzględniono także cztery indeksy biologiczne: *ABC* – abundance biomass/comparison [MEIRE, DEREU 1990], *EPT* – indeks *Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera* [WSI 1999], *BMWP-PL* – polski indeks biotyczny [KOWNACKI, SOSZKA 2004] oraz *BBI* – belgijski indeks biotyczny [BALABAN, CONSTANSTINESCU 2006].

WYNIKI BADAŃ

Parametry fizykochemiczne wody w cieku zostały przedstawione w tabeli 1. Najkorzystniejsze warunki środowiskowe stwierdzono na stanowisku na Jeziorze Gorzyńskim (3-GN) ze względu na wysoki poziom rozpuszczonego tlenu w wodzie, dużą liczbę kryjówek, duże zacienienie koryta i zawartość żwiru w substracie dennym. Najmniej korzystne warunki do życia organizmów wodnych stwierdzono na stanowisku zlokalizowanym przy ujściu rzeki (7-U) – przyczyną był najniższy poziom rozpuszczonego tlenu w wodzie ($6,1 \text{ mg O}_2 \cdot \text{l}^{-1}$).

Tabela 1. Charakterystyka parametrów fizykochemicznych wody w Strudze Dormowskiej

Table 1. Physicochemical parameters of water in Struga Dormowska stream

Stanowisko Research site	Temperatura Temperature °C	Tlen rozpuszczony Dissolved oxygen mg O ₂ ·l ⁻¹	Przewodność Conductivity μS·cm ⁻¹	Wartość pH pH value
1-Ż (źródło spring)	18,2	4,7	575	7,9
2-D (Dormowskie Małe)	15,4	8,4	469	8,1
3-GN (Gorzyńskie)	15,0	8,4	446	7,6
4-GC (Gorzyckie)	17,0	6,8	416	8,3
5-T (Tuczno)	18,0	6,8	382	8,6
6-M (Muchocin)	17,2	8,2	397	7,1
7-U (ujście river mouth)	16,8	6,1	409	8,3

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Tabela 2. Wskaźniki biologiczne obliczone na podstawie występowania makrozoobentosu w Strudze Dormowskiej**Table 2.** Biological indicators based on the occurrence of benthic macroinvertebrates in Struga Dormowska stream

Stanowisko Research site	Pora roku Season	Tax	szt·m ⁻² pc·m ⁻²	CDI	Takson dominujący Dominant taxon	Sh-W	E	S	d	
									wartość value	klasa jakości wody class of water quality
1-Ż (źródło spring)	wiosna spring	8	300	73/86	<i>Planorbidae</i>	1,91	0,74	0,66	2,0	IV
	jesień autumn	4	100	60/80	<i>Perlodidae</i>	1,57	0,79	0,58	2,0	IV
2-D (Dormowskie Małe)	wiosna spring	6	580	77/84	<i>Gammaridae</i>	1,24	0,48	0,39	2,2	IV
	jesień autumn	8	190	47/63	<i>Gammaridae</i>	2,39	0,80	0,73	2,6	III
3-GN (Gorzyńskie)	wiosna spring	11	1 090	73/85	<i>Gammaridae</i>	1,54	0,45	0,44	3,6	III
	jesień autumn	11	680	43/57	<i>Sphaeridae</i>	2,69	0,78	0,77	3,9	III
4-GC (Gorzyckie)	wiosna spring	6	310	39/60	<i>Ephemeraeidae</i>	2,08	0,81	0,72	2,4	IV
	jesień autumn	5	360	56/92	<i>Ephemeraeidae</i>	1,43	0,62	0,56	2,0	IV
5-T (Tuczno)	wiosna spring	5	450	71/84	<i>Sphaeridae</i>	1,37	0,59	0,47	1,9	IV
	jesień autumn	7	730	63/88	<i>Haplotaenidae</i>	1,56	0,55	0,54	2,5	IV
6-M (Muchocin)	wiosna spring	5	210	67/81	<i>Chironomidae</i>	1,53	0,66	0,52	2,2	IV
	jesień autumn	5	140	36/57	<i>Chironomidae</i>	2,16	0,93	0,76	2,3	IV
7-U (ujście river mouth)	wiosna spring	4	240	58/83	<i>Sphaeridae</i>	1,52	0,76	0,58	1,7	IV
	jesień autumn	13	1 080	64/74	<i>Sphaeridae</i>	2,55	0,69	0,77	4,0	III
Łącznie	wiosna spring	24	–	42/56	<i>Gammaridae</i>	3,11	0,68	0,788	2,3	IV
Total	jesień autumn	24	–	21/38	<i>Sphaeridae</i>	3,51	0,76	0,882	2,8	III

Objaśnienia: Tax = liczba taksonów; CDI = udział w liczebności taksonów dominujących (1takson/2taksony); Sh-W = wskaźnik Shannona-Weavera; E = równomierność; S = współczynnik Simpsona; d = wskaźnik Margalefa; wartości maksymalne oraz wartości minimalne.

Explanations: Tax – number of taxa; CDI = participation in number of taxa (1taxon/2taxa); Sh-W = Shannon-Weaver index; E = evenness; S = Simpson index; d = Margalef index; maximum values and minimum values.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Tabela 3. Indeksy biologiczne obliczone na podstawie występowania makrozoobentosu w Strudze Dormowskiej**Table 3.** Biological indices based on the occurrence of benthic macroinvertebrates in Struga Dormowska stream

Stanowisko Research site	Pora roku Season	ABC	EPT		BMWP-PL		BBI	
			wartość value	klasa jakości wody class of water quality	wartość value	klasa jakości wody class of water quality	wartość value	klasa jakości wody class of water quality
1-Ż (źródło spring)	wiosna spring	-5,75	3,3	V	51	III	6	III
	jesień autumn	0,45	60,0	I	45	III	6	III
2-D (Dormowskie Małe)	wiosna spring	5,46	3,7	V	82	II	5	III
	jesień autumn	2,5	5,3	IV	63	III	5	III
3-GN (Gorzyńskie)	wiosna spring	-0,77	77,6	I	144	I	7	II
	jesień autumn	17,74	1,5	V	125	I	6	III
4-GC (Gorzyckie)	wiosna spring	15,43	58,1	I	97	II	6	III
	jesień autumn	-3,95	55,5	I	80	II	4	IV
5-T (Tuczno)	wiosna spring	7,92	10,0	III	44	III	2	V
	jesień autumn	-8,37	28,0	I	95	II	7	II
6-M (Muchocin)	wiosna spring	1,76	14,3	III	62	III	5	III
	jesień autumn	8,91	21,4	II	66	III	5	III
7-U (ujście river mouth)	wiosna spring	5,99	12,5	IV	59	III	5	III
	jesień autumn	10,45	0,9	V	131	I	7	II
Łącznie	wiosna spring	7,35	9,1	III	77	II	5	III
Total	jesień autumn	10,25	15,6	III	86	II	6	III

Objaśnienia: ABC = abundance biomass/comparison; EPT = indeks *Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera*; BMWP-PL = polski indeks biotyczny; BBI = belgijski indeks biotyczny; wartości maksymalne oraz wartości minimalne.

Explanations: ABC = abundance biomass/comparison; EPT = *Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera* index; BMWP-PL = Polish biotic index; BBI = Belgian biotic index; maximum values and minimum values.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

Wyniki odnoszące się do wskaźników biologicznych, obliczonych na bazie oznaczonych organizmów bentosowych, stanowiły przeciwieństwo uzyskanych na podstawie warunków środowiskowych (tab. 2). Największą bioróżnorodność stwierdzono na stanowisku u ujścia rzeki (7-U), natomiast najmniejszą – na stanowisku zlokalizowanym przed Jeziorem Gorzyńskim (3-GN). Podstawą do takiej oceny była liczba taksonów (*Tax*), wskaźnik Margalefa (*d*) oraz równomierność (*E*). Wartości indeksów biologicznych korespondowały z wynikami przedstawionymi na podstawie charakterystyki siedlisk Strugi Dormowskiej (tab. 3). Największe wartości indeksów oznaczono w próbach pobranych z Jeziora Gorzyńskiego (3-GN), co miało związek z dużym udziałem osobników z grupy *EPT* oraz dużą liczbą taksonów. Najmniejsze wartości indeksów stwierdzono z kolei na stanowisku położonym na jeziorze Tuczo (5-T). Przyczyną była mała bioróżnorodność bentofauny oraz przewaga osobników o niewielkich wymiarach ciała, co zaważyło na wynikach indeksu *ABC*.

Na podstawie elektropołów ryb obliczono indeks *ABC* oraz wskaźnika Shannona–Weavera. Wyniki indeksu *ABC* wskazują na korzystne warunki dla ichtiofauny na stanowisku w Tucznie (3-T). Nie stwierdzono ryb na stanowiskach 5-GN i 6-D (tab. 4).

Tabela 4. Skład gatunkowy, wskaźniki oraz indeksy biologiczne, obliczone na podstawie występowania ichtiofauny w Strudze Dormowskiej

Table 4. Species composition and biological indicators and indices based on the occurrence of fish species in Struga Dormowska stream

Stanowisko Research site	Gatunek Species			<i>CDI</i>	<i>CWI</i>	<i>ABC</i>	<i>Sh–W</i>	
	nazwa name	liczebność number of specimens	masa weight				w liczebności in abundance	w biomacie in biomass
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-Ż (źródło spring)	El	1	14	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
2-D (Dormowskie Małe)	brak lack of fish	–	–	–	–	–	–	–
3-GN (Gorzyńskie)	brak lack of fish	–	–	–	–	–	–	–
4-GC (Gorzyckie)	Pf	1	18	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00
5-T (Tuczno)	Pf	5	213	45,45	45,61	7,50	0,57	0,67
	Rr	1	107	9,09	22,91			
	Llo	1	104	9,09	22,27			
	Aa	1	25	9,09	5,35			
	El	2	11	18,18	2,36			
	Sg	1	7	9,09	1,50			

cd. tab. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6-M (Muchocin)	Ct	23	110	57,50	49,48			
	Gg	7	71	17,50	32,03			
	Cc	4	31	10,00	13,98	1,69	0,49	0,54
	Ga	4	5	10,00	2,26			
	Rs	2	5	5,00	2,26			
7-U (ujście river mouth)	Lle	28	125	58,33	52,52			
	Pf	4	45	8,33	18,91			
	Mf	1	33	3,08	13,87			
	Ct	3	20	6,25	8,40	1,10	0,59	0,59
	Rr	7	8	14,28	3,15			
	Rs	3	7	6,25	2,73			
	Ga	2	1	4,17	0,42			
Łącznie Total	–	101	958,7	–	–	2,28	0,36	0,39

Objaśnienia: *CDI* = udział w liczebności taksonu dominującego; *CWI* = udział w biomase taksonu dominującego; *ABC* = abundance biomass/comparison; *Sh-W* = wskaźnik Shannona-Weavera; *Aa* = *Alburnus alburnus*, *Cc* = *Cyprinus carpio*, *Ct* = *Cobitis taenia*, *El* = *Esox lucius*, *Ga* = *Gasterosteus aculeatus*, *Gg* = *Gobio gobio*, *Lle* = *Leuciscus leuciscus*, *Llo* = *Lota lota*, *Mf* = *Misgurnus fossilis*, *Pf* = *Perca fluviatilis*, *Rr* = *Rutilus rutilus*, *Rs* = *Rhodeus sericeus*, *Sg* = *Silurus glanis*; wartości maksymalne oraz wartości minimalne.

Explanations: *CDI* = participation in abundance of dominant taxon; *CWI* = participation in weight of dominant taxon; *ABC* = abundance biomass/comparison; *Sh-W* = Shannon-Weaver index; *Aa* = *Alburnus alburnus*, *Cc* = *Cyprinus carpio*, *Ct* = *Cobitis taenia*, *El* = *Esox lucius*, *Ga* = *Gasterosteus aculeatus*, *Gg* = *Gobio gobio*, *Lle* = *Leuciscus leuciscus*, *Llo* = *Lota lota*, *Mf* = *Misgurnus fossilis*, *Pf* = *Perca fluviatilis*, *Rr* = *Rutilus rutilus*, *Rs* = *Rhodeus sericeus*, *Sg* = *Silurus glanis*; maximum values and minimum values.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

DYSKUSJA WYNIKÓW

Na podstawie badań organizmów wskaźnikowych należy przyjąć, że wody Strugi Dormowskiej kwalifikują się do trzeciej klasy jakości, co jest związane z dostatecznym stanem środowiska. Wyniki te korespondują z uzyskanymi w latach sześćdziesiątych [ZAŁĘCKI 1967] i osiemdziesiątych ubiegłego wieku [KONSTAŃCZAK 1984] oraz badaniami przeprowadzonymi w ostatnich latach [KANCERZ i in. 2014; MURAT-BŁAŻEJEWSKA, SOJKA 2011; SOJKA i in. 2008].

ZAŁĘCKI [1967] dokonał oceny stanu ekologicznego Strugi Dormowskiej na podstawie makrobezkręgowców bentosowych oraz ichtiofauny. W porównaniu z obecnymi wynikami pobrany przez niego materiał charakteryzował się dużym bogactwem gatunkowym, ale porównywalnym zagęszczeniem osobników – 1743 szt. · m⁻² wg ZAŁĘCKIEGO [1967] i 1970 szt. · m⁻² obecnie. Przyczyną tego mógł być różny skład substratu dennego, który wynikał z różnic w prędkości przepływu wody [TARWID 1988]. Skład ichtiofauny różnił się pod względem obecności ryb łososiowatych – stwierdzone we wcześniejszych badaniach ZAŁĘCKIEGO [1967] osobniki troci jeziorowej (*Salmo trutta m. lacustris*) pochodziły z zarybień Jeziora Gozyskiego, które odbywało się w tamtym okresie.

KONSTAŃCZAK [1984] ocenił wody Strugi Dormowskiej jako kwalifikujące się do pierwszej i drugiej klasy jakości wody. Autor ten zauważył jednak negatywny wpływ zrzutu wód poprodukcyjnych ze stawów hodowlanych, czego odzwierciedleniem miało być pogorszenie się jakości wody. Mimo niewielkich wartości indeksu *ABC*, nie należy wnioskować o tym zjawisku jako o czynniku stresującym dla populacji ryb [MEIRE, DEREU 1990].

Bliska lokalizacja stawów hodowlanych nie jest jedyną przyczyną pogorszenia się jakości wody Strugi Dormowskiej. W ostatnich latach zauważa się silną antropresję na obszarze tej zlewni. Jak wynika z badań SOJKI i in. [2008], na obszarze zlewni Strugi Dormowskiej obserwuje się presję ze strony działalności turystyczno-rekreacyjnej, rolnictwa (nadmierne spływy nawozów mineralnych z pól) oraz gospodarki wodno-ściekowej. Z tych samych badań wynika również, że wody Strugi Dormowskiej kwalifikują się do I, II i III klasy jakości wody.

Warunki środowiskowe Strugi Dormowskiej badano również z zastosowaniem metody monitoringu hydromorfologicznego rzek (MHR) i świadczyły one o dobrym stanie wody [MURAT-BŁAŻEJEWSKA, SOJKA 2011]. Najwyższy wynik (stan bardzo dobry) uzyskano w aspekcie reżimu hydrologicznego rzeki, natomiast najniższy (stan zły) – w kontekście ciągłości rzeki. Stan morfologiczny koryta rzeki i stan doliny zalewowej uznano za dobry.

Struga Dormowska przepływa między innymi przez Jezioro Dormowskie, co wiąże się z dużym potencjałem turystyczno-rekreacyjnym tego obszaru. KANCELERZ i in. [2014] zaproponowali zwiększenie przydatności tego terenu poprzez racjonalne i zrównoważone zagospodarowanie wyspy na jeziorze, zbudowanie ścieżek rowerowych, plaż, pól namiotowych i kempingów. Zasugerowali także zwrócenie uwagi na poprawę warunków sanitarnych w gminie. Działania te z kolei mogłyby się przyczynić do poprawy stanu ekologicznego nie tylko Jeziora Dormowskiego, ale i samej Strugi Dormowskiej.

Rozpatrując wyniki uzyskane na podstawie występowania makrobezkręgowców bentosowych, zauważono wyraźne różnice między wskaźnikami a indeksami biologicznymi. Najbardziej spójne wyniki otrzymano z zastosowaniem indeksu *BMWP-PL*, który jest zalecany jako najlepszy wskaźnik do oceny stanu ekologicznego cieków na bazie makrobezkręgowców bentosowych [ZDOLIŃSKI, LAMPART-KAŁUŻNIACKA 2007].

Z najcenniejszych gatunków ichtiofauny, który występował odnotowano w Strudze Dormowskiej, należy wymienić piskorza (*Misgurnus fossilis*), kozę (*Cobitis taenia*) i różankę (*Rhodeus sericeus*). Piskorz jako najbardziej zagrożony gatunek z rodziny kozowatych jest często chroniony wraz z siedliskami ptaków. Niemniej dotyczy to głównie zachodniego krańca jego występowania (w centralnej Europie), bowiem na wschodzie (obszar zachodniej Europy) tak silnej presji wywieranej na ten gatunek się nie stwierdza [Lelek 1987]. Kozę i różankę w Polsce są objęte ochroną gatunkową od 1995 r., z czego różanka – ochroną ścisłą [BRYLIŃSKA (red.) 2000].

WNIOSKI

1. Wody Strugi Dormowskiej kwalifikują się do trzeciej klasy jakości, co w świetle obowiązującego Rozporządzenia Ministra Środowiska wskazuje na potencjał poniżej dobrego.

2. Na obszarze zlewni Strugi Dormowskiej obserwuje się silną antropopresję ze względu na duży potencjał turystyczno-rekreacyjny regionu.

3. Spośród reprezentantów makrozoobentosu Strugi Dormowskiej dominowały gatunki zarówno o umiarkowanych (*Chironomidae*, *Sphaeridae*), jak i dużych wymaganiach co do siedliska (*Gammaridae*, *Perlodidae*).

4. Skład gatunkowy ichtiofauny Strugi Dormowskiej w ciągu kilkadziesiąt lat uległ niewielkim modyfikacjom (brak troci jeziorowej), jednak w cieku nie odnotowano obecności gatunków inwazyjnych ryb, co pozytywnie wpływa na ostateczną ocenę cieku.

BIBLIOGRAFIA

- BALABAN A., CONSTANSTINESCU E. 2006. The comparison of the Belgian Biotic Index with physico-chemical analyses for Danube water. *Analele Universității din București – Chimie, A.* 15 (serie nouă). Vol. 2 s. 21–25.
- BRYLIŃSKA M. (red.) 2000. Ryby słodkowodne Polski [Freshwater fishes in Poland]. Warszawa. Wydaw. Nauk. PWN. ISBN 83-01-13100-4 ss. 524.
- BURGER J., GOCHFELD M. 1999. On developing bioindicators for human and ecological health. *Environmental Monitoring and Assessment*. Vol. 66 s. 23–46.
- BUSS D.F., BAPTISTA D.F., SILVEIRA M.P., NESSIMIAN J.L., DORVILLÉ L.F.M. 2002. Influence of water chemistry and environmental degradation on macroinvertebrate assemblages in a river basin in south-east Brazil. *Hydrobiologia*. Vol. 481. Iss. 1 s. 125–136.
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23.11.2000 r., ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej [Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy]. Dz. U. UE L z dnia 22 grudnia 2000 r.
- GORZEL M., KORNIÓW R. 2004. Biologiczne metody oceny jakości wód rzecznych [Biological methods for evaluation of river water quality]. *Kosmos*. T. 53. Nr 2 s. 181–191.
- ILNICKI P., GÓRECKI K., GRZYBOWSKI M., KRZEMIŃSKA A., LEWANDOWSKI P., SOJKA M. 2010a. Ecological quality classes of river hydromorphology in Poland. *Journal of Water and Land Development*. No 14 s. 15–27.
- ILNICKI P., GÓRECKI K., GRZYBOWSKI M., KRZEMIŃSKA A., LEWANDOWSKI P., SOJKA M. 2010b. Principles of hydromorphological surveys of Polish rivers. *Journal of Water and Land Development*. No 14 s. 3–13.
- KANCLERZ J., MURAT-BŁAŻEJEWSKA S., GOSZCZURNA E. 2014. Możliwości turystyczno-rekreacyjne zagospodarowania Jeziora Dormowskiego i terenów przyległych [Possibilities of recreation and tourism development of the Dormowskie Lake and adjacent areas]. *Nauka Przyroda Technologie*. Vol. 8. Iss. 4. s. 1–11.
- KONSTAŃCZAK M. 1984. Wpływ zrzutu wód poprodukcyjnych z kompleksu stawów Dęby i Wilki na jakość wody w Strudze Dormowskiej [The impact of water discharge from the post-production

- complex of Dęby and Wilki ponds on the quality of water in Struga Dormowska stream]. *Maszynopis*. Poznań. AR. Katedra Rybactwa Śródlądowego i Akwakultury ss. 31.
- KOWNACKI A. 2000. The use of benthic macroinvertebrates in the biomonitoring of river water quality – how do we interpret faunistic data? *Acta Hydrobiologica*. No. 42 s. 187–206.
- KOWNACKI A., SOSZKA H. 2004. Wytyczne do oceny stanu rzek na podstawie makrobezkręgowców oraz do pobierania prób makrobezkręgowców w jeziorach [Guidelines for the assessment of rivers based on macroinvertebrates and its sampling in lakes]. Warszawa ss. 51.
- LELEK A. 1987. *The freshwater fishes of Europe*. Vol. 9. Threatened fishes of Europe. Wiesbaden. Aula-Verlag. ISBN 3891040482 ss. 343.
- MAGURRAN A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. University College of North Wales in Bangor. ISBN 978-94-015-7360-3 ss. 180.
- MEIRE P.M., DEREU J. 1990. Use of the abundance/biomass comparison method for detecting environmental stress: some considerations based on intertidal macrozoobenthos and bird communities. *Journal of Applied Ecology*. No. 27 s. 210–223.
- MURAT-BŁAŻEJEWSKA S., SOJKA M. 2011. Ocena struktury ichtiofauny oraz stanu hydromorfologicznego i fizykochemicznego rzeki w aspekcie dobrego stanu ekologicznego [Assessment of fish fauna structure and hydromorphological and physico-chemical status of the river in the aspect of good ecological status]. *Nauka Przyroda Technologie*. Vol. 5. Iss. 5 s. 1–9.
- PENCZAK T., GALICKA W., GŁOWACKI L., KOSZALIŃSKI H., KRUK A., ZIĘBA G., KOSTRZEWA J., MARSZAŁ L. 2004. Fish assemblage changes relative to environmental factors and time in the Warta River, Poland, and its oxbow lakes. *Journal of Fish Biology*. No. 64 s. 1–19.
- PIELOU E. C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology*. No. 13 s. 131–144.
- RICHARDS C., HOST G.E., ARTHUR J.W. 1993. Identification of predominant environmental factors structuring stream macroinvertebrate communities within a large agricultural catchment. *Freshwater Biology*. Vol. 29. Iss. 2 s. 285–294.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód [Regulation of the Minister of Environment dated 11 February 2004 on the classification for presenting the state of inland and underground water, method of monitoring, interpretation and presentation the results of these waters]. *Dz. U.* 2004. nr 32 poz. 283, 284.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 października 2014 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych [Regulation of the Minister of Environment dated 22 October 2014 on the classification of the status of inland waters and environmental quality standards for priority substances]. *Dz. U.* 2014 poz. 1482.
- SHANNON C.E., WEAVER W. 1963. *The mathematical theory of communication*. Illinois. University of Illinois Press. ISBN 0-252-72548-4 ss. 125.
- SIMPSON E. H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*. Vol. 163 ss. 688.
- SOJKA M., MURAT-BŁAŻEJEWSKA S., KANCLERZ J. 2008. Ocena oddziaływań antropogenicznych o charakterze obszarowym na jakość wód Strugi Dormowskiej [Assessment of non-point anthropogenic pressures on water quality of Struga Dormowska stream]. *Acta Scientiarum Polonorum Formatio Circumiectus*. Vol. 7. No. 2 s. 15–27.
- TARWID K. 1988. *Ekologia wód śródlądowych – wybrane zagadnienia* [Ecology of inland waters – selected problems]. Warszawa. PWN. ISBN 83-01-07749-2 ss. 321.
- VLACH P., DUŠEK J., ŠVÁTORA M., MORAVEC P. 2005. Fish assemblage structure, habitat and microhabitat preference of five fish species in a small stream. *Folia Zoologica*. Vol. 544. Iss. 4 s. 421–431.

- WSI 1999. Features of an EPT index. Collecting samples to construct an EPT index. EPT index score development. Watershed Condition Series. Technical Note. No. 3 ss. 30.
- ZALĘCKI S. 1967. Fauna rybna Strugi Dormowskiej [Ichthyofauna of Struga Dormowska stream]. Maszynopis. Poznań. AR. Katedra Rybactwa Śródlądowego i Akwakultury ss. 36.
- ZDOLIŃSKI P., LAMPART-KALUŻNIACKA M. 2007. Biological monitoring of the surface Pomeranian rivers (North Poland) on the basis of the macroinvertebrates. Oceanological and Hydrobiological Studies. Vol. 36 Iss. 4 s. 119–126.

*Lilianna GRACZYK, Janusz GOLSKI, Jakub TRAWIŃSKI,
Wojciech ANDRZEJEWSKI, Jan MAZURKIEWICZ*

**CHANGES IN WATER QUALITY OF STRUGA DORMOWSKA STREAM
OVER SEVERAL YEARS
BASED ON THE ANALYSIS BIOLOGICAL INDICATORS AND INDICES**

Key words: *abundance biomass/comparison (ABC), Belgian biotic index (BBI), benthic macroinvertebrates, bioindicators, Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera index (EPT index), ichthyofauna, Polish biotic index (BMWP-PL), Shannon–Weaver index (Sh–W)*

S u m m a r y

The aim of this study was to determine the ecological status of Struga Dormowska stream, based on qualitative and quantitative structure of benthic macroinvertebrates and ichthyofauna. The obtained results were compared to other studies, conducted for several decades.

Based on the environmental conditions, research sites were varied due to riverbed morphometry, bottom substrate, temperature, dissolved oxygen and values of biological indicators and indices.

Based on the obtained results, Struga Dormowska stream represent a third, sufficient class of water quality. The undoubted impact on ecological status of Struga Dormowska stream, has a location of catchment, which mainly covers the agricultural areas. The river also flows through areas with high potential for tourism and recreation, which may affect the species composition of benthic macroinvertebrates and fish.

Adres do korespondencji: dr inż. Janusz Golski, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Zakład Rybactwa Śródlądowego i Akwakultury, Instytut Zoologii, ul. Wojska Polskiego 71c, 60-625 Poznań; tel. + 48 606 316 245, e-mail: golski@up.poznan.pl