

JĘTKI (EPHEMEROPTERA) WYBRANYCH SIEDLISK WODNYCH KARKONOSKIEGO PARKU NARODOWEGO*

Małgorzata Kłonowska-Olejnik¹✉, Andrzej Łabędzki², Janusz Majecki³

¹Centrum Innowacji Badań i Nauki
ul. Tarasowa 4, 20-819 Lublin

²Katedra Entomologii Leśnej, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
ul. Wojska Polskiego 71C, 60-625 Poznań

³Katedra Zoologii Doświadczalnej i Biologii Ewolucyjnej, Uniwersytet Łódzki
ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź

ABSTRAKT

Badania jętek (Ephemeroptera) prowadzono w granicach Karkonoskiego Parku Narodowego na 20 stanowiskach, zlokalizowanych w ośmiu ciekach i na trzech torfowiskach subalpejskich. Stwierdzono obecność 11 gatunków jętek, tworzących mało zróżnicowane zgrupowania, złożone z 1–10 taksonów. Gatunkami dominującymi w większości potoków były *Ameletus inopinatus*, *Baetis alpinus* i *B. vernus*. Przedstawiono przyczyny małego bogactwa gatunkowego jętek w nawiązaniu do czynników historycznych i specyficznych warunków środowiskowych (naturalnych i antropogenicznych).

Słowa kluczowe: jętka (Ephemeroptera), Karkonosze, rozmieszczenie, różnorodność

WSTĘP

Karkonoski Park Narodowy obejmuje szczytowe partie Karkonoszy, najwyższego pasma górskiego całych Sudetów. Jętka (Ephemeroptera) masywu Sudetów, zwłaszcza polskiej części Karkonoszy, są praktycznie nieznane. Sowa (1990) zwrócił uwagę na słabą znajomość fauny jętek i potrzebę przebadania tych terenów. Nieco lepiej wygląda sytuacja w czeskiej części Karkonoszy, gdzie już w XIX wieku podejmowano badania owadów wodnych. Pierwsze informacje na temat występowania jętek w Karkonoszach zamieścił Zacharias (1884), który wymienił gatunek *Ameletus inopinatus* z jezior po polskiej stronie Karkonoszy. Kolejne

fragmentaryczne informacje dotyczące gatunków jętek w Karkonoszach podali Pax (1921) i Tomaszewski (1932), a Schoenemund (1930) wymienił z tego terenu cztery gatunki Ephemeroptera: *Baetis gemellus* (= *alpinus*), *Ecdyonurus forcipula*, *Ecdyonurus* (= *Electrogena*) *lateralis* i *Ecdyonurus venosus*. W ogólnym opracowaniu dotyczącym zwierząt Karkonoszy Obenberger (1952) podał tylko jeden gatunek żyjącej tam jętki, *Ameletus inopinatus*. Bardziej współczesne badania wód czeskiej strony Karkonoszy wywodzą się od Landy (1969), który stwierdził tam pięć gatunków jętek: *Ameletus inopinatus*, *Siphonurus lacustris*,

* Wyniki uzyskano w ramach realizacji projektu „Wybrane grupy owadów (ważki Odonata, chrzączki Trichoptera, jętka Ephemeroptera, chrząszcze wodne Coleoptera, widelnice Plecoptera) ekosystemów wodno-bagiennych Karkonoskiego Parku Narodowego: ocena stanu aktualnego, identyfikacja zagrożeń i propozycje zadań ochronnych”, realizowanego w latach 2014–2015 i finansowanego z Funduszu Leśnego.

✉ uxklonow@cyf-kr.edu.pl

Rhithrogena semicolorata, *Ecdyonurus venosus*, *Hep- tagenia (=Electrogena) lateralis*. Winkler (1977; 1979) prowadził badania w latach 1954 i 1965 i podał z Kar- konoszy jedynie *Ameletus inopinatus*. Negatywny wpływ toksycznych substancji stosowanych do opry- sków lasów w Karkonoszach na wybrane gatunki jętek wykazali Tonner i Syrovátka (1984).

Więcej informacji na temat jętek czeskiej części Karkonoszy, również w kontekście specyficznych wa- runków abiotycznych tego terenu, przynoszą badania Vávry prowadzone w latach 1979–1986 (Vávra, 1982; 1988) oraz publikacja Soldána podsumowująca długo- terminowe badania czeskie, a także odnosząca się do danych historycznych (Landa, 1969; Landa i Soldán, 1982a; 1982b; 1989; Soldán i in., 1998; Soldán, 2000).

Badania prowadzone w latach 2014–2015 objęły wybrane cieki oraz wody stojące położone w grani- cach Karkonoskiego Parku Narodowego i były pierw-

szymi w miarę kompleksowymi badaniami fauni- stycznymi jętek tego terenu.

MATERIAŁY I METODY

Badania zespołów jętek (Ephemeroptera) prowadzono w granicach Karkonoskiego Parku Narodowego na 20 stanowiskach, zlokalizowanych w ośmiu ciekach. Były to: Kamieńczyk, Wrzosówka, Polski Potok, Potok Sopot, Biały Potok, Łomnica, Łomniczka, Płóknica. Ba- daniami objęto również wody trzech subalpejskich torfowisk wysokich na Grzbiecie Głównym: torfowi- ska pod Smogornią, torfowiska Równia pod Śnieżką i torfowiska pod Kamiennikiem. Wykaz stanowisk i ich charakterystykę przedstawiono w tabeli 1. Ba- dania prowadzono w latach 2014–2015, pobierając próbę z danego stanowiska co najmniej trzykrotnie w cią- gu roku. Ilościowe próby larw pobierano drapaczem

Tabela 1. Wykaz stanowisk badawczych w Karkonoskim Parku Narodowym

Table 1. List of study sites in the Karkonosze National Park

Stanowiska Study sites	Symbol	Współrzędne geograficzne Geographical coordinates		Wysokość, m n.p.m. Altitude, m a.s.l.
		N	E	
1	2	3	4	5
Kamieńczyk	K1	50°47,663'	015°29,893'	1 153
Kamieńczyk	K2	50°48,311'	015°29,547'	937
Kamieńczyk	K3	50°48,785'	015°29,776'	846
Wrzosówka	W1	50°47,640'	015°35,620'	952
Wrzosówka	W2	50°47,833'	015°35,740'	927
Wrzosówka	W3	50°48,753'	015°36,524'	567
Polski Potok	P1	50°47,575'	015°36,469'	947
Potok Sopot	S1	50°48,592'	015°37,220'	605
Potok Biały	B1	50°45,556'	015°42,247'	1 078
Łomnica	RPS1	50°44,554'	015°41,865'	1 352
Łomnica	RPS2	50°44,831'	015°41,657'	1 331
Łomnica	L1	50 45,002'	015°42,054'	1 178
Łomnica	L2	50°45,318'	015°42,191'	1 131
Łomnica	L3	50°45,519'	015°42,262'	1 081

Tabela 1 – cd. / Table 1 – cont.

1	2	3	4	5
Łomnica	L4	50°46,104'	015°43,654'	822
Płóknica	PL1	50°44,947'	015°47,067'	1 053
Płóknica	PL2	50°45,164'	015°46,763'	858
Łomniczka	LO1	50°44, 335'	015°43,570'	1 158
Łomniczka	LO2	50°44,891'	015°44,604'	1 010
Łomniczka	LO3	50°45,506'	015°45,607'	758
Torfowisko – peat bog Smogornia	TS1	50°44,781'	015°41,324'	1 415
Torfowisko – peat bog Równia pod Śnieżką	TR1	50°44,317'	015°42,287'	1 435
Torfowisko – peat bog Kamiennik	TK1	50°47,214'	015°29,598'	1 256

dna Surbera z kwadratową ramką o długości 0,25 m, obszytym gazą młynarską o średnicy oczek 300 µm, ze wszystkich występujących na danym stanowisku siedlisk (mineralnych i organicznych), proporcjonalnie do ich udziału w dnie ciek. Każdorazowo pobierano pięć prób na stanowisku, każdą z powierzchni 0,0625 m². Pobrany materiał, po oczyszczeniu z większych fragmentów substratu i grubego detrytus, przepłukiwano z użyciem siatki cedzącej. Próby konserwowano 4-procentowym roztworem formaldehydu. W laboratorium próby przebrano z użyciem mikroskopu stereoskopowego, konserwując okazy 75-procentowym roztworem alkoholu etylowego. Zebrane jętki oznaczono do poziomu gatunku. Nazwy i pozycja systematyczna jest zgodna z opracowaniami: Fauna Polski. Charakterystyka i wykaz gatunków (Bogdanowicz i in., 2007) oraz Fauna Europaea (Belfiore i in., 2014).

WYNIKI

Wykaz wszystkich gatunków jętek (Ephemeroptera) stwierdzonych w badanych ciekach Karkonoskiego Parku Narodowego, ich liczebność, zagęszczenie [os./m²] na powierzchni dna i strukturę dominacji poszczególnych taksonów w zgrupowaniach przedstawiono w tabelach 2–5. Dla przedstawienia struktury dominacji makrofauny bezkręgowców przyjęto klasyfikację Landy i Soldána (1985).

Ogółem w badanych potokach Karkonoskiego Parku Narodowego stwierdzono 11 gatunków jętek, należących do ośmiu rodzajów i pięciu rodzin. Na badanych

torfowiskach jętek nie odnotowano. Pod względem zoogeograficznym przeważają gatunki południowo-środkowoeuropejskie (SCE) (*Epeorus assimilis*, *Rhithrogena iridina*, *R. semicolorata*, *Ecdyonurus venosus*, *Electrogena lateralis*) i euroazjatyckie (EAS) (*Siphonurus lacustris*, *Baetis rhodani*, *B. vernus*, *Serratella ignita*); występuje jeden gatunek środkowoeuropejski (CE) (*Baetis alpinus*) i jeden gatunek północno-środkowoeuropejski (NCE) (*Ameletus inopinatus*).

Liczba gatunków na poszczególnych stanowiskach wynosiła od 1 do 10. Wydaje się, że można wyróżnić trzy grupy cieków o różnym stopniu zróżnicowania zgrupowań jętek. Pierwszą grupę tworzą potoki inicjalne (st. RPS1, RPS2), gdzie fauna jętek jest najbardziej uboga (tab. 4). Występują tu 1–2 gatunki Ephemeroptera, w bardzo małych zagęszczeniach: 0,17–0,99 os./m²). Jedyne i dominującymi taksonami są *Ameletus inopinatus*, *Baetis vernus* i *Rhithrogena iridina*. Drugą grupę stanowią cieki małe, gdzie żyją 1–3 gatunki jętek, a średnie zagęszczenie larw wynosi 1,67–12,01 os./m² (potoki: Polski, Sopot, Biały, Płóknica) (tab. 3, 5). Występują tu taksony: *Ameletus inopinatus*, *Siphonurus lacustris*, *Baetis alpinus*, *B. rhodani* i *B. vernus*, które są równocześnie dominantami. Subdominanty stwierdzono jedynie na st. S1. Trzecia grupa to potoki duże, w których znaleziono 3–10 gatunków jętek, o zagęszczeniach 12,8–168,35 os./m² (potoki: Kamińczyk, Łomnica, Łomniczka; tab. 2, 4, 5). W Kamińczyku na st. K1 i K2 występują 3 gatunki (dominujące), na st. K3 pojawia się już 5 gatunków jętek, a struktura zgrupowania jest bardziej

Tabela 2. Lista gatunków jętek, liczebność, zagęszczenie i procentowy udział taksonów na stanowiskach w potoku Kamieńczyk
Table 2. List of mayfly species from the Kamieńczyk stream; number, density and percentage

Takson i stanowisko Taxon and site	Kamieńczyk								
	K1			K2			K3		
	$l_{os.}$	%	z	$l_{os.}$	%	z	$l_{os.}$	%	z
Ephemeroptera									
<i>Ameletus inopinatus</i> Eaton, 1887	217	78,34	72,33	59	21,69	19,67	13	2,58	4,34
<i>Siphonurus lacustris</i> (Eaton, 1870)	1	0,36	0,33				7	1,39	2,34
<i>Baetis alpinus</i> (Pictet, 1843)				32	11,77	10,67	3	0,60	1,00
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)							1	0,20	0,67
<i>Baetis vernus</i> Curtis, 1834	59	21,30	19,67	181	66,54	60,33	480	95,24	160,00
Średnia, $l_{os.}/m^2$ Average, $l_{os.}/m^2$			92,33			90,67			168,35
Liczba gatunków Number of species	3			3			5		

Gatunki dominujące wytłuszczono. $l_{os.}$ – liczba osobników, % – udział procentowy, z – zagęszczenie na 1 m².
 Dominant species are in boldface. $l_{os.}$ – number of individuals; % – percentage; z – density per 1 m².

zrównoważona; oprócz dominantów pojawiają się subdominanty i adominanty. Podobne zróżnicowanie charakteryzuje jętki na stanowiskach w potoku Łomnicze, gdzie występuje ogółem 6 gatunków. Potok Łomnica ma najbardziej zróżnicowane zgrupowania jętek. Na st. L1, które można uznać za górny odcinek potoku, występują tylko 3 dominujące taksony jętek, a zagęszczenie wynosi 4 os./m². Na kolejnych stanowiskach wzrastają liczba taksonów i zagęszczenie, od 6 gatunków (zagęszczenie 12,83 os./m²) na st. L2 do 10 gatunków (zagęszczenie 68 os./m²) na st. L4. Zmienia się również struktura dominacji: na st. L1 występują tylko dominanty (*Ameletus inopinatus*, *Siphonurus lacustris* i *Baetis rhodani*), na kolejnych stanowiskach pojawiają się kolejno subdominanty i adominanty. Wśród badanych stanowisk najbardziej bogate zgrupowanie jętek stwierdzono na st. L4, gdzie oprócz gatunków obecnych w większości potoków karkonoskich pojawiają się gatunki z rodziny Heptageniidae: *Epeorus assimilis*, *Rhithrogena iridina*, *R. semicolorata*, *Ecdyonurus venosus*, *Electrogena lateralis*.

Do tej samej kategorii powinien również należeć potok Wrzosówka, ze względu na długość i stopień rozwoju koryta. Stwierdzono w nim jednak zaledwie

1–2 gatunki jętek, osiągające zagęszczenia 0,34–2,01 os./m² (tab. 3). Stanowisko W1 w górnej części potoku było suche, raz tylko płynęła nim woda, ale nie żyły w niej żadne organizmy.

Zagęszczenie poszczególnych taksonów na badanych stanowiskach było zróżnicowane, ale generalnie małe. Największe zagęszczenia osiągały następujące gatunki: *Baetis vernus* (0,16–160 os./m²), *Ameletus inopinatus* (0,34–72,33 os./m²), *B. alpinus* (0,34–38,17 os./m²). Pozostałe gatunki były zdecydowanie mniej liczne, z zagęszczeniami od jednego do kilku osobników na 1 m² (tab. 2–5).

Analizując rozszedlenie gatunków jętek wzdłuż biegu cieków, stwierdzono, że gatunki występujące w potokach Karkonoskiego Parku Narodowego można zaklasyfikować do kilku grup. Pierwszą są gatunki górskie, spotykane na większych wysokościach, rzadko obecne poniżej 500 m n.p.m. (*Ameletus inopinatus*, *Siphonurus lacustris*). Drugą grupę tworzą gatunki podgórskie, które nie występują na wysokościach powyżej 500–600 m n.p.m. (*Epeorus assimilis*, *Rhithrogena iridina*, *Ecdyonurus venosus*). Pozostałe taksony to gatunki eurytopowe, spotykane w szerokim przedziale wysokości (*Baetis rhodani*, *Baetis*

Tabela 3. Lista gatunków jętek, liczebność, zagęszczenie i udział procentowy taksonów na stanowiskach w potokach: Wrzosówka, Polski Potok, Potok Sopot, Potok Biały

Table 3. List of mayfly species from the Wrzosówka, Polski Potok, Potok Sopot, Potok Biały stream; number, density and percentage

Takson i stanowisko Taxon and site	Wrzosówka				Polski Potok				Potok Sopot				Potok Biały						
	W1		W2		W3		P1		SI		SI		B1						
	I_{os}	%	I_{os}	%	I_{os}	%	I_{os}	%	I_{os}	%	I_{os}	%	I_{os}	%					
Ephemeroptera																			
<i>Ameletus inopinatus</i> Eaton, 1887																			
<i>Siphonurus lacustris</i> (Eaton, 1870)	1	100	0,34	1	16,67	0,34	8	88,89	2,67	3	8,33	1							
<i>Baetis alpinus</i> (Pictet, 1843)																			
<i>Baetis vernus</i> Curtis, 1834																			
Średnia, I_{os}/m^2 Average, I_{os}/m^2																			
Liczba gatunków Number of species	1		2		2		2		3		3		1						

Gatunki dominujące wyłuszczone. I_{os} – liczba osobników, % – udział procentowy, z – zagęszczenie na 1 m².
Dominant species are in boldface. I_{os} – number of individuals, % – percentage, z – density per 1 m².

Tabela 4. Lista gatunków jętek, liczebność, zagęszczenie i udział taksonów na stanowiskach w Potoku Łomnica
Table 4. List of mayfly species from the Łomnica stream; number, density and percentage

Takson i stanowisko Taxon and site	Łomnica														
	RPS1		RPS2		L1		L2		L3		L4				
	$I_{os.}$	%	$I_{os.}$	%	$I_{os.}$	%	$I_{os.}$	%	$I_{os.}$	%	$I_{os.}$	%			
Ephemeroptera															
<i>Ameletus inopinatus</i> Eaton, 1887	5	83,33	0,83	1	12,5	0,5	53	71,62	8,83	47	33,10	9,4	93	22,79	15,5
<i>Siphonurus lacustris</i> (Eaton, 1870)	1			1	12,5	0,5							5	1,23	0,83
<i>Baetis alpinus</i> (Pictet, 1843)							2	2,70	0,33	15	10,56	3	229	56,13	38,17
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)				6	75	3	7	9,46	1,67	25	17,61	5	2	0,49	0,33
<i>Baetis vernus</i> Curtis, 1834							8	10,81	1,33	46	32,39	9,2	16	3,91	2,67
<i>Epeorus assimilis</i> Eaton, 1885							1	1,35	0,17				2	0,49	0,33
<i>Rhithrogena iridina</i> (Kolenati 1859)	1	100	0,17				3	4,05	0,5	1	0,70	0,2	29	7,12	4,83
<i>Rhithrogena semicolorata</i> (Curtis, 1834)													4	0,1	0,67
<i>Ecdyonurus venosus</i> (Fabricius, 1775)										2	1,41	0,4	7	1,72	1,17
<i>Electrogena lateralis</i> (Curtis, 1834)										5	3,52	1	21	5,15	3,5
<i>Serratella ignita</i> (Poda, 1761)										1	0,70	0,2			
Średnia, $I_{os.}/m^2$ Average, $I_{os.}/m^2$			0,17			4		12,83				28,4			68
Liczba gatunków Number of species	1		2	3	6	8	10								

Gatunki dominujące wytłuszczone. $I_{os.}$ – liczba osobników, % – udział procentowy, z – zagęszczenie na 1 m².
 Dominant species are in boldface. $I_{os.}$ – number of individuals, % – percentage, z – density per 1 m².

Tabela 5. Lista gatunków jętek (Ephemeroptera), liczebność, zagęszczenie i udział procentowy taksonów na stanowiskach w potokach: Łomniczka i Płóknica

Table 5. List of mayfly species from the Łomniczka and Płóknica stream; number, density and percentage

Takson i stanowisko Taxon and site	Łomniczka									Płóknica					
	LO1			LO2			LO3			PL1			PL2		
	$l_{os.}$	%	z	$l_{os.}$	%	z	$l_{os.}$	%	z	$l_{os.}$	%	z	$l_{os.}$	%	z
Ephemeroptera															
<i>Ameletus inopinatus</i> Eaton, 1887	35	47,30	11,67	64	32,82	21,33	16	30,1	5,33	2	15,39	1	1	14,29	0,33
<i>Baetis alpinus</i> (Pictet, 1843)	39	52,70	13	121	62,05	40,33	11	26,19	3,66	11	84,62	6	5	71,43	1,67
<i>Baetis rhodani</i> (Pictet, 1843)				1	0,51	0,33	11	26,19	3,66				1	14,29	0,33
<i>Rhithrogena iridina</i> (Kolenati 1859)				3	1,54	1	1	2,38	0,33						
<i>Ecdyonurus venosus</i> (Fabricius, 1775)				5	2,56	1,67									
<i>Electrogena lateralis</i> (Curtis, 1834)				1	0,51	0,33	2	4,76	0,66						
Średnia, $l_{os.}/m^2$ Average, $l_{os.}/m^2$			24,67			64,99			13,64			7			2,33
Liczba gatunków Number of species	2			6			5			2			3		

Gatunki dominujące wytłuszczono. $l_{os.}$ – liczba osobników, % – udział procentowy, z – zagęszczenie na 1 m². Dominant species are in boldface. $l_{os.}$ – number of individuals, % – percentage, z – density per 1 m².

vernus, *Rhithrogena semicolorata*, *Serratella ignita*). Na większości stanowisk stwierdzono *Baetis alpinus*, gatunek stenotopowy, związany ściśle z ciekami o dużych wartościach przepływu wody i podłożem kamienisto-żwirowym. Może on występować w bardzo szerokim przedziale wysokości (od 2600 do mniej niż 200 m n.p.m.), jeśli spełnione są warunki dotyczące struktury dna i przepływu w cieku.

DYSKUSJA

Fauna Ephemeroptera w badanych potokach Karkonoskiego Parku Narodowego nie jest bogata i stanowi 9,5% fauny jętek Polski (Sowa, 1990). Występują tu gatunki spotykane w innych pasmach górskich środkowej Europy, jednak ich liczba jest zdecydowanie mniejsza. Badania prowadzone po czeskiej stronie Karkonoszy wykazały znacznie większe liczby występujących tam gatunków jętek w porównaniu ze

stroną polską: 27 i 31 (Vávra, 1988; Soldán, 2000). Obejmowały one jednak potoki Karkonoszy w dużym przedziale wysokości (391–1450 m n.p.m.), włącznie z dolnymi odcinkami cieków, teren zapory na Łabie i stawy rybne (Vávra, 1988) oraz wiele stanowisk położonych w dorzeczu Łaby (Soldán, 2000). Jeśli uwzględnimy jedynie stanowiska położone w głównym paśmie czeskich Karkonoszy, stwierdzimy 19 gatunków Ephemeroptera. W potokach i rzekach gór wysokich Europy wykazano 15–20 gatunków jętek (Bauernfeind i Moog, 2000).

W Polsce badano Ephemeroptera tylko w jednym paśmie górskim orogenezy hercyńskiej, Górach Świętokrzyskich. Potoki są tam zakwaszone (pH 4,4–5,4), krótkie i zacienione. Stwierdzono w nich 10 gatunków jętek, a liczba taksonów w poszczególnych ciekach wynosiła 1–6, przy bardzo małych zagęszczeniach, 1–25 os./m² (Szczęsny, 1990). Zaznacza się więc różnica w porównaniu z innymi systemami góorskimi.

W badaniach prowadzonych w Karpatach wykazano 25 gatunków na Babiej Górze (Szczęsny i Wiśniowska, 2003), 11–25 gatunków w potokach Gorców (Kłonowska-Olejnik i in., 2012), 19 gatunków w potokach Pienin (Kłonowska-Olejnik i Skalski, 2014), 5–9 gatunków w mniejszych i wyżej położonych potokach Tatr oraz 16–29 gatunków w dużych potokach tatrzańskich (Kownacka, 1971; Olechowska, 1982). Stwierdzone zagęszczenia jętek we wspomnianych badaniach wynosiły od kilkudziesięciu/kilkuset do ponad tysiąca osobników na 1 m² powierzchni dna cieku.

Generalnie liczba gatunków jętek obecnych w ciekach maleje wraz ze zwiększaniem się wysokości oraz wzrostem spadku cieków (Brittain, 1982; Breitenmoser-Würsten i Sartori, 1995). Badane cieki Karkonoskiego Parku Narodowego są położone na wysokościach od 1352 m n.p.m. do 670 m n.p.m., ponadto mają duże spadki, osiągające w górnych odcinkach dolin nawet 100% (Marszałek i Rysiukiewicz, 2012). Dolne biegi tych potoków leżą poza granicami Karkonoskiego Parku Narodowego i nie były przedmiotem badań. W Karkonoszach odcinki inicjalne i górne biegi potoków zaczynają się poniżej 1500 m n.p.m. Vávra (1988) stwierdził, że powyżej 1000 m n.p.m. występują zwykle 2 gatunki jętek, od 900 do 1000 m n.p.m. – 8 gatunków, w przedziale 800–900 m n.p.m. – 13 gatunków, a poniżej nawet do 27 gatunków. Nieco mniej gatunków jętek stwierdzili w Karkonoszach Landa i Soldán (1982a): 4–6 gatunków na wysokości 850–520 m n.p.m. Od 5 do 7 gatunków wzdłuż biegu potoków w Karkonoszach wykazali Tonner i Syrovátka (1984). Liczba gatunków jętek zasiedlająca cieki Karkonoskiego Parku Narodowego jest nieco mniejsza niż stwierdzana po czeskiej stronie Karkonoszy. Zagęszczenia jętek po polskiej stronie Karkonoszy są również mniejsze niż po stronie czeskiej (Landa i Soldán, 1982a).

Zwykle zwraca się uwagę na niskie pH wód wielu obszarów Karkonoszy jako główny czynnik małej różnorodności fauny wodnej tego terenu (Vávra, 1988; Soldán, 2000). Wydaje się jednak, że nie jest to takie oczywiste, gdyż cieki całego pasma Karkonoszy są dość podobne i specyficzne pod względem chemicznym (Vávra, 1982; Wasilewski i Szykowski, 1991). Dodatkowo obserwuje się ostatnio wyraźny wzrost pH wód wielu obszarów Karkonoszy, w porównaniu z latami osiemdziesiątymi XX wieku (Marszałek, 1998;

Rysiukiewicz i Marszałek, 2012). Różnorodność zespołów jętek w ciekach jest wypadkową czynników zoogeograficznych oraz wielu czynników abiotycznych, wśród których najistotniejsze są: podłoże, temperatura wody, jakość wody, prędkość przepływu wody (Brittain, 1982). Bardzo istotnym czynnikiem jest również obecność odpowiednich mikrosiedlisk, w których żyją konkretne gatunki (Usseglio-Polatera i Tachet, 1994; Bauernfeind i Moog, 2000). Z dużym prawdopodobieństwem można powiedzieć, że w potokach Karkonoszy istotną rolę odgrywa brak odpowiednich mikrosiedlisk, powodując brak nisz ekologicznych niezbędnych do rozwoju i bytowania konkretnych gatunków. Po stronie czeskiej Karkonoszy występują cieki dłuższe, o większych dolinach i bardziej rozwiniętych korytach. Stopień rozwinięcia struktur geomorfologicznych w dużych potokach stwarza dogodne warunki do większego zróżnicowania mikrosiedlisk, co daje warunki do rozwoju bardziej złożonych zespołów jętek (Heino i in., 2005). Potwierdzają to wyniki badań omawianych w niniejszej pracy: cieki większe, dłuższe, z lepiej rozwiniętymi dolinami, ze zdecydowanie bogatszymi zespołami Ephemeroptera.

Specyficzne i mało zróżnicowane zgrupowania jętek rozwinęły się w Karkonoszach w ścisłym związku z warunkami środowiskowymi, zarówno pochodzenia naturalnego, jak i antropogenicznego. Do grupy czynników naturalnych należy zaliczyć przede wszystkim specyficzne podłoże geologiczne z przewagą skał granitowych, dających kwaśne zwietrzliny oraz specyficzne parametry fizyczno-chemiczne wód (pH 5–6, okresowo 4, mała mineralizacja i niska temperatura wody) (Marszałek i Rysiukiewicz, 2013). Istotne jest również małe zróżnicowanie wzdłużne biotopów i duży spadek potoków (Komar, 1985). Podłoże w korytach jest zwarte, z przewagą wychodni skalnych i frakcji mineralnych o dużej granulacji. Obserwuje się duże i nieregularne przepływy wody, z intensywnym transportem rumowiska (Kasprzak i Traczyk, 2013). Zacienienie większości cieków, zwłaszcza w niższych położeniach na obszarze Karkonoskiego Parku Narodowego, nie sprzyja rozwojowi peryfitonu, będącego bazą pokarmową dla wielu gatunków jętek. Skład fauny jętek Karkonoszy jest też ściśle związany ze zlodowaceniem plejstoceńskim: po ustąpieniu lądolodu wiele gatunków jętek nie zasiedliło

powtórnie obszaru Karkonoszy, co ma związek z małą plastycznością tego rzędu owadów, brakiem możliwości dyspersji i brakiem refugium (Soldán i in., 1998; Soldán, 2000). Do czynników antropogenicznych należy przede wszystkim zakwaszenie wód, spowodowane kwaśnymi opadami pochodzenia przemysłowego (Soldán i in., 1998; Vávra, 1982; 1988; Winkler, 1979). Dodatkowym czynnikiem wpływającym na pH wód Karkonoszy jest przewaga w zlewniach sztucznie wprowadzonych drzewostanów świerkowych, co spowodowało dodatkowe zakwaszenie gleby. Nie bez znaczenia, ale głównie dla południowej strony Karkonoszy, były również spływy powierzchniowe insektycydów. W latach osiemdziesiątych XX wieku doszło do bezprecedensowego w historii parków narodowych Czechosłowacji chemicznego zwalczania gradacji wskaźnicy modrzewianeczki *Zeiraphera griseana* za pomocą preparatów Actellic 50EC i Ambush 25 EC (Bašta i Štursa, 2013; Tonner i Syrovátka, 1984). W Karkonoskim Parku Narodowym istnieją ujęcia wód powierzchniowych i podziemnych, pobieranych do celów komunalnych. Wpływa to na zaburzenie przepływów, aż do braku przepływu biologicznego. Taką sytuację obserwowano w trakcie prowadzenia badań, szczególnie na st. W1 i B1, gdzie koryta są suche lub prowadzą minimalną ilość wody, co powoduje brak fauny wodnej lub jej wielkie zubożenie. Niepokojące są również zrzuty ścieków organicznych ze schronisk, co ma miejsce w Łomnicy (st. L2, L3).

Na badanych subalpejskich torfowiskach wysoko nie stwierdzono występowania jętek. Ephemeroptera są grupą wrażliwą na bardzo niskie pH wody i nie występują w środowiskach silnie zakwaszonych (Rydin i Jeglum, 2013).

Lista gatunków Ephemeroptera wykazanych z terenu Karkonoskiego Parku Narodowego na pewno nie jest kompletna. W przyszłości należałoby przeprowadzić bardziej szczegółowe badania, oparte na większej liczbie stanowisk, zlokalizowanych w różnych zlewniach. Istotne byłoby przebadanie dolnych odcinków cieków, leżących za granicą Karkonoskiego Parku Narodowego, jak również wód stojących (Wielki i Mały Staw, stawki w Śnieżnych Kotłach). Prowadzone dodatkowo i równoległe badania różnorodnych parametrów środowiskowych pozwoliłyby na dokładniejszą analizę przyczyn stanu fauny jętek tego obszaru.

PIŚMIENNICTWO

- Bašta, J., Štursa, J. (2013). 50 lat czeskiego Karkonoskiego Parku Narodowego. Dyrekcja Karkonoskiego Parku Narodowego: Vrchlabi.
- Bauernfeind, E., Moog, O. (2000). Mayflies (Ephemeroptera) and the assessment of ecological integrity: a methodological approach. *Hydrobiologia*, 422/423, 71–83.
- Bogdanowicz, W., Chudzińska, E., Pilipiuk, I., Skibińska, E. (red.) (2007). Fauna Polski. Charakterystyka i wykaz gatunków. T. 2 [Fauna of Poland. Characteristics and checklist of species. Vol. 2]. Warszawa: Muzeum i Instytut Zoologii PAN [in Polish].
- Breitenmoser-Würsten, Ch., Sartori, M. (1995). Distribution, diversity, life cycle and growth of a mayfly community in a prealpine stream (Insecta, Ephemeroptera). *Hydrobiologia*, 308, 85–101.
- Brittain, J. E. (1982). The biology of mayflies. *Ann. Rev. Entomol.*, 27, 119–47.
- Belfiore, C., Thomas, A., Haybach, A., MacAdam, C., Bauernfeind, E., Engblom, E., ..., Alba-Tercedor, J. (2014). Fauna Europaea: Ephemeroptera. Fauna Europaea version 2.6. Pobrano z <http://www.fauna-eu.org>
- Heino, J., Parviainen, J., Paavola, R., Jehle, M., Louhi, P., Muotka, T. (2005). Characterizing macroinvertebrate assemblage structure in relation to stream size and tributary position. *Hydrobiologia*, 539, 121–130.
- Kasprzak, M., Traczyk, A. (2013): Ukształtowanie powierzchni. W: R. Knapik, A. Raj (red.), *Przyroda Karkonoskiego Parku Narodowego* (s. 47–90). Jelenia Góra: Karkonoski Park Narodowy.
- Kłonowska-Olejnik, M., Stoch, T., Skalski, T. (2012). Zgrupowania jętek (Ephemeroptera) w górnej części zlewni Koniny w Gorczańskim Parku Narodowym (Karpaty Zachodnie) [Mayfly assemblages (Ephemeroptera) in the upper part of Konina stream catchment in the Gorce National Park (Western Carpathians, Poland)]. *Ochr. Besk. Zach.*, 4, 57–68 [in Polish].
- Kłonowska-Olejnik, M., Skalski, T. (2014). The effect of environmental factors on the mayfly communities of headwater streams in the Pieniny Mountains (West Carpathians). *Biologia*, 69(4), 498–507.
- Komar, T. (1985). Wody powierzchniowe. W: A. Jahn (red.), *Karkonosze polskie* (s. 165–190). Wrocław: Ossolineum.
- Kownacka, M. (1971). The bottom fauna of the stream Sucha Woda (High Tatra Mts) in the annual cycle. *Acta Hydrobiol.*, 13, 4, 415–438.

- Landa, V. (1969). Jepice – Ephemeroptera. Fauna of Czechoslovakia, vol. 18. Praha: Academia.
- Landa, V., Soldán, T. (1982a). Some faunistic and biogeographic aspects of the mayfly fauna of the Hercynian and Carpathian mountains systems in Czechoslovakia (Ephemeroptera). Acta Mus. Reginaehradensis, Suppl., 1980, 58–60.
- Landa, V., Soldán, T. (1982b). Changes in distribution of mayflies in Bohemia during the past 20–30 years with regards to the South Bohemian region. Sbor. Jihočes. Muz. V Čes. Budějovicích. Přír. Vědy, 22, 21–28.
- Landa, V., Soldán, T. (1985). Distributional patterns, chorology and origin of the Czechoslovak fauna of mayflies (Ephemeroptera). Acta Entomol. Bohemoslov., 82, 241–268.
- Landa, V., Soldán, T. (1989). Rozšíření jepic (Ephemeroptera) v ČSSR a jeho změny v souvislosti se změnami kvality vody v povodí Labe. Studie ČSAV. Praha: Academia.
- Marszałek, H. (1998). Quality of groundwater in the Karkonosze granite in the light of monitoring studies. Münch. Geol. Hefte, Reihe B, heft 8, Hieronymus GmbH: 87–93.
- Marszałek, H., Rysiukiewicz, M. (2012): Koncepcja ochrony środowiska wodnego w obszarze Karkonoskiego Parku Narodowego [The concept of water environment protection in the Karkonosze National Park]. Monit. Środ. Przynr., 13, 11–20 [in Polish].
- Marszałek, H., Rysiukiewicz, M. (2013): Środowisko wodne. W: R. Knapik, A. Raj (red.), Przyroda Karkonoskiego Parku Narodowego (s. 127–146). Jelenia Góra: Karkonoski Park Narodowy.
- Obenberger, J. (1952). Karkonoše a jejich zvířena. Přírodověd. Nakladatelství: Praha.
- Olechowska, M. (1982). Zonation of mayflies (Ephemeroptera) in several streams of the Tatra Mts and the Podhale region. Acta Hydrobiol., 24, 1, 63–71.
- Pax, F. (1921). Die Tierwelt Schlesiens. Jena: G. Fischer.
- Rydin, H., Jeglum, J. K. (2013). The biology of peatlands. Oxford University Press: Oxford.
- Rysiukiewicz, M., Marszałek, H. (2012): Ocena wybranych wskaźników jakości wód w zachodniej części Karkonoszy na przykładzie zlewni Kamieńczyka [Estimation of selected water quality indicators from the Kamieńczyk River catchment in the western part of the Karkonosze Mts]. Opera Corcontica, 49, 89–100 [in Polish].
- Schoenemund, E. (1930). Eintagsfliegen oder Ephemeroptera. Die Tierwelt Deutschlands, 19: Jena.
- Soldán, T. (2000). Biodiversity of mayflies (Ephemeroptera) in the Karkonoše Mountains: a historical and present status overview. Opera Corcontica, 37, 369–375.
- Soldán, T., Zahradková, S., Helešic, J., Dušek, L., Landa, V. (1998). Distributional and quantitative patterns of Ephemeroptera and Plecoptera in the Czech Republic: a possibility of detection of long-term environmental changes of aquatic biotopes. Folia Fac. Sci. Nat. Univ. Masarykianae Brunensis, Biologia, 98.
- Sowa, R. (1990). Ephemeroptera – jętki [Ephemeroptera – mayflies]. W: J. Razowski (red.), A checklist of the animals of Poland (s. 33–38). Wrocław, Kraków: Ossolineum [in Polish].
- Szczęsny, B. (1990). Benthic macroinvertebrates in acidified streams of the Świętokrzyski National Park (Central Poland). Acta Hydrobiol., 32, 1/2, 155–169.
- Szczęsny, B., Wiśniowska, A. 2003. Fauna jętek (Ephemeroptera) Babiej Góry [Ephemeroptera of Mt. Babia Góra]. W: B. W. Wołoszyn, D. Wołoszyn, W. Celary (red.), Monografia fauny Babiej Góry (s. 123–139). Kraków: Komitet Ochrony Przyrody PAN [in Polish].
- Tomaszewski, W. (1932). Beitrag zur Kenntnis der Tierwelt schlesischer Bergbäche. Abh. Naturf. Ges. Görlitz, Görlitz, 31, 1–80.
- Tonner, M., Syrovátka, O. (1984). Einwirkungen der chemischen Luftbespritzung auf die Entomofauna des Rhithrons in Karkonoše. W: V. Landa, T. Soldán, M. Tonner (red.), Proc. IV Int. Conf. Ephemeroptera, Bechyně (s. 329–330). České Budějovice: Czechoslovak Academy of Sciences.
- Usseglio-Polatera, P., Tachet, H. (1994). Theoretical habitat templets, species traits, and species richness: Plecoptera and Ephemeroptera in the Upper Rhone River and its floodplain. Freshwater Biol., 31, 357–375.
- Wasilewski, M., Szykowski, A. (1991). Kwasowość, zasadowość i odczyn wód płynących w rejonie Karkonoszy [Acidity, alkalinity and pH value of freshwaters in the Karkonosze Mts]. Pr. Inst. Geogr., Ser. A, Geogr. Fizycz., 6, 105–116 [in Polish].
- Winkler, O. (1977). Příspěvek k poznání potoční entomofauny v Karkonoších. Opera Corcontica, 14, 143–153.
- Winkler, O. (1979). Specific poverty of Ephemeroptera in the brooks of the Karkonoše (Giant Mountains). W: R. Sowa (red.), Proc. II Int. Conf. Ephemeroptera (s. 39–41). Warszawa, Kraków: PWN.
- Vávra, V. (1982). Kyselá srážkové vody a jejich vliv na pH toků v Karkonoších. Opera Corcontica, 19, 65–77.
- Vávra, V. (1988). Jepice (Ephemeroptera) Karkonoš. Opera Corcontica, 25, 56–75.
- Zacharias, O. (1884). Über die Fauna des Grossen und Kleinen Teiches im Riesengebirge. Der Wanderer im Riesengebirge 2, 35, 5–7.

MAYFLIES (EPHEMEROPTERA) AT SELECTED FRESHWATER SITES OF THE KARKONOSZE NATIONAL PARK (POLAND)

ABSTRACT

The research on mayflies (Ephemeroptera) was carried out within the borders of the Karkonosze National Park in 8 streams and 3 subalpine peat bogs. Eleven mayflies species forming groups composed of 1 to 10 species with little variability were found. In majority of streams the dominant species were *Ameletus inopinatus*, *Baetis alpinus* and *B. vernus*. The possible causes of low variability of Ephemeroptera related to historical and specific environmental (natural and anthropogenic) factors were analysed.

Key words: mayflies (Ephemeroptera), Giant Mountains, distribution, diversity