

WIDELNICE (PLECOPTERA) WYBRANYCH SIEDLISK WODNYCH KARKONOSKIEGO PARKU NARODOWEGO*

Małgorzata Kłonowska-Olejnik^{1✉}, 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 widelnic (Plecoptera) prowadzono na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego w 8 ciekach i na 3 torfowiskach subalpejskich, w okresie 2 lat (2014–2015). Stwierdzono ogółem 32 gatunki widelnic. W poszczególnych ciekach stwierdzano 10–26 gatunków widelnic, z dominującymi *Isoperla sudetica*, *Protoneura intricata*, *Leuctra aurita*, *L. inermis*. Przeważały taksony górskie (7 gatunków) i podgórskie (16 gatunków). Wykazano 14 gatunków rzadkich i zagrożonych.

Słowa kluczowe: widelnice (Plecoptera), Karkonosze, rozmieszczenie, różnorodność

WSTĘP

Widelnice (Plecoptera) Karkonoszy, szczególnie Karkonoskiego Parku Narodowego, nie są poznane zbyt dobrze. Pełniejsza informacja o faunie tego obszaru dotyczy czeskiej strony Karkonoszy. Pierwsze informacje o występujących tam widelnicach podał Schneider (1885), a Klapálek (1905; 1909) wymienił 13 gatunków zasiedlających te góry. Kolejne prace zawierają dane fragmentaryczne i często niepewne (Drescher, 1928; Illies, 1952; Schoenemund, 1927). Szeroko zakrojone badania czeskiej strony Karkonoszy, prowadzone w latach 1955–1960, wykazały 46 gatunków Plecoptera (Křelínová, 1965). Winkler

(1977) podał z terenu Karkonoszy 27 gatunków widelnic. Na podstawie badań prowadzonych w latach 1996–1999 na 94 stanowiskach obejmujących czeski Krkonošský Národní Park wraz z otuliną stwierdzono występowanie 55 gatunków widelnic (Špaček, 1999; 2000; 2001).

Badania polskiej części Sudetów, w tym Karkonoszy, prowadził Tomaszewski (1932) i Michejda (1954), ale pełniejsze wyniki przyniosły dopiero badania Wojtasa (1962; 1964), który wymienił 29 gatunków widelnic z tego terenu. W latach 1965–1969 Wojtas (1970) przeprowadził kolejne badania, obejmujące

*Wyniki uzyskano w ramach realizacji projektu „Wybrane grupy owadów (ważki *Odonata*, chrzączki *Trichoptera*, jętki *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

Karkonosze i Góry Izerskie, z których wykazał 43 gatunki widelnic, ale bez listy stanowisk zbioru materiałów. Najnowsza publikacja dotycząca widelnic Karkonoszy to praca Lewandowskiego (1993), który badał rozległy teren od Jakuszyca do Kowar i po dolinę Małej Kamiennej i wykazał z tego rejonu 58 gatunków Plecoptera. Informacje o występowaniu konkretnych gatunków tych owadów w Sudetach i Karkonoszach podają również Fiałkowski i Kittel (2002), ale zawierają one tylko powielone dane z publikacji wymienionych powyżej.

W latach 2014–2015 podjęto badania faunistyczne, mające na celu inwentaryzację fauny i poznanie zgrupowań widelnic wybranych wód płynących oraz torfowisk wysokogórskich na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego.

MATERIAŁY I METODY

Badaniami widelnic (Plecoptera) objęto osiem cieków na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego: Kamieńczyk, Wrzosówkę, Polski Potok, Potok Sopot,

Biały Potok, Łomnicę, Łomniczkę i Płóknice. Materiał zbierano na 20 stanowiskach badawczych. Wyznaczono również trzy stanowiska w małych zbiornikach na subalpejskich torfowiskach wysokich na Grzbiecie Głównym. Były to: torfowisko pod Smogornią, torfowisko na Równi pod Śnieżką i torfowisko pod Kamiennikiem. Wykaz i położenie wszystkich stanowisk badawczych przedstawiono w tabeli 1. Badania prowadzono w latach 2014–2015. Na każdym stanowisku pobierano ilościowe próby larw drapaczem dna Surbera, co najmniej trzykrotnie w ciągu roku. Każdorazowo pobierano pięć prób na stanowisku, każdą z powierzchni 0,0625 m². Materiał konserwowano 4-procentowym roztworem formaldehydu. Próby przebierano z użyciem mikroskopu stereoskopowego, konserwując następnie okazy 75-procentowym roztworem alkoholu etylowego. Zebrane larwy widelnic oznaczono do poziomu gatunku.

Strukturę dominacji zgrupowań widelnic na poszczególnych stanowiskach przedstawiono, przyjmując klasyfikację Landy i Soldána (1985). Kategorie zagrożeń dla gatunków rzadkich i zagrożonych podano

Tabela 1. Wykaz stanowisk badawczych w Karkonoskim Parku Narodowym
Table 1. List of study sites in the Karkonosze National Park

Stanowiska Study sites	Symbol Abbreviation	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

Tabela 1 – cd. / Table 1 – cont.

1	2	3	4	5
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
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 pod Smogornią	TS1	50°44.781'	015°41.324'	1 415
Torfowisko na Równi pod Śnieżką	TR1	50°44.317'	015°42.287'	1 435
Torfowisko pod Kamiennikiem	TK1	50°47.214'	015°29.598'	1 256

na podstawie polskiej „Czerwonej listy zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce” (Fiałkowski i Sowa, 2002) i czeskiej „Czerwonej listy zwierząt zagrożonych w Czeskiej Republice. Bezkręgowce” (Helešic i in., 2005). Z uwagi na duże rozbieżności w zestawieniu taksonów rzadkich w tych wykazach, uwzględniono obie listy.

WYNIKI

Na objętym badaniami terenie Karkonoskiego Parku Narodowego stwierdzono 32 gatunki widelnic, należące do 10 rodzajów i 5 rodzin. Nie wykazano występowania widelnic na torfowiskach Pod Smogornią i Równi pod Śnieżką. Na torfowisku pod Kamiennikiem odłowiono jeden okaz *Nemoura cambrica*. Wykaz wszystkich gatunków widelnic (Plecoptera) stwierdzonych w badanych ciekach Karkonoskiego Parku Narodowego, ich liczebność, zagęszczenie osobników na 1 m² powierzchni dna i strukturę dominacji poszczególnych taksonów w zgrupowaniach przedstawiono w tabelach 2–5.

Pod względem zoogeograficznym przeważają gatunki południowo-środkowoeuropejskie (SCE) (15 taksonów): *Isoperla sudetica*, *Brachyptera seticornis*, *Amphinemura triangularis*, *Nemoura cambrica*,

Protonemura auberti, *Protonemura brevistyla*, *Protonemura hrabei*, *Protonemura intricata*, *Protonemura nitida*, *Leuctra albida*, *Leuctra aurita*, *Leuctra handlirschi*, *Leuctra inermis*, *Leuctra pseudosignifera*, *Leuctra rauscheri* oraz europejskie (E) (7 taksonów): *Perlodes microcephala*, *Isoperla oxylepsis*, *Siphonoperla neglecta*, *Siphonoperla torrentium*, *Amphinemura sulcicollis*, *Protonemura montana*, *Leuctra nigra*. Kolejną grupą są gatunki środkowoeuropejskie (CE) (4 taksony): *Nemoura mortoni*, *Leuctra braueri*, *Leuctra pseudocingulata*, *Leuctra teriolensis* oraz euroazjatyckie (EAS) (4 taksony): *Isoperla grammatica*, *Nemoura cinerea*, *Nemurella pictetii*, *Leuctra hippopus*. Występują też 2 taksony o zasięgu holarktycznym (HOL): *Diura bicaudata* i *Nemoura avicularis*.

Liczba gatunków stwierdzona w badanych potokach była zróżnicowana i wynosiła od 10 do 26 taksonów. Na poszczególnych stanowiskach stwierdzano minimalnie 3, maksymalnie 17 gatunków widelnic. Analizując zróżnicowanie zgrupowań widelnic, można wyróżnić cztery grupy cieków. Grupa pierwsza to potoki inicjalne, z bardzo słabo rozwiniętym korytem (często zanikającym), narażone na okresowe przesuszenie, takie jak początkowy odcinek potoku Łomnica na Grzbiecie Głównym (st. RPS1; tab. 4). Obserwowano tam często zaniki wody na dłuższych lub krótszych

Tabela 2. Lista gatunków widelnic (Plecoptera), liczebność, zagęszczenie i udział procentowy taksonów na stanowiskach w potoku Kamieńczyk

Table 2. List of stonefly (Plecoptera) species from the Kamieńczyk stream; number, density and percentage

Takson / stanowisko Taxon / site	Kamieńczyk K1			Kamieńczyk K2			Kamieńczyk K3		
	$L_{os.}$	%	Z	$L_{os.}$	%	Z	$L_{os.}$	%	Z
Plecoptera									
<i>Isoperla sudetica</i> (Kolenati, 1860) EN	18	12,77	6,0	32	17,11	10,67	12	8,82	4,0
<i>Isoperla</i> sp. juv.	3	2,13	1,0	9	4,81	3,0	6	4,42	2,0
<i>Siphonoperla torrentium</i> (Pictet, 1841) NT	1	0,71	0,33	1	0,53	0,33			
<i>Brachyptera seticornis</i> (Klapálek, 1902)				11	5,88	3,67	35	25,74	11,67
<i>Amphinemura sulcicollis</i> (Stephens, 1836)	18	12,77	6,0	1	0,53	0,33	4	2,94	1,33
<i>Amphinemura triangularis</i> (Ris, 1902) VU				1	0,53	0,33			
<i>Nemoura cinerea</i> (Retzius, 1783)	1	0,71	0,33						
<i>Nemoura</i> sp. juv.				1	0,53	0,33			
<i>Nemurella pictetii</i> Klapálek, 1900	6	4,26	2,0				4	2,94	1,33
<i>Protonemura brevistyla</i> (Ris, 1902) EN							7	5,15	2,33
<i>Protonemura hrabei</i> Raušer, 1956	13	9,22	4,33	5	2,67	1,67	36	26,47	12,0
<i>Protonemura intricata</i> (Ris, 1902)	14	9,93	4,67						
<i>Protonemura nitida</i> (Pictet, 1835)	3	2,13	1,0	9	4,81	3,0	7	5,15	2,33
<i>Leuctra albida</i> Kempny 1899	1	0,71	0,33						
<i>Leuctra aurita</i> Navás, 1919	8	5,67	2,67	34	18,18	11,33	13	9,56	4,33
<i>Leuctra braueri</i> Kempny, 1898	1	0,71	0,33	1	0,53	0,33			
<i>Leuctra handlirschi</i> Kempny, 1898 NT	1	0,71	0,33	16	8,56	5,33	1	0,74	0,33
<i>Leuctra hippopus</i> Kempny, 1899	4	2,84	1,33						
<i>Leuctra inermis</i> Kempny, 1899	31	21,99	10,33	62	33,16	20,67	10	7,35	3,33
<i>Leuctra pseudocingulata</i> Mendl, 1968 NT				1	0,53	0,33			
<i>Leuctra pseudosignifera</i> Aubert, 1954 NT							1	0,74	0,33
<i>Leuctra rauscheri</i> Aubert, 1957	15	3,55	5,0	3	1,6	1,0			
<i>Leuctra</i> sp. juv.	3	0,71	1,0						
Średnia $L_{os.}/m^2$ Average $L_{os.}/m^2$			46,98			62,32			45,31
Liczba gatunków Number of species	15			14			11		

Gatunki dominujące wytłuszczono.

$L_{os.}$ – liczba osobników, % – udział procentowy, Z – zagęszczenie na 1 m².

Kategoria zagrożeń gatunków rzadkich po nazwie gatunkowej.

Dominant species are in boldface.

$L_{os.}$ – number of individuals, % – percentage, Z – density/m².

The category of rare species threats follows species name.

odcinkach cieków, a nawet całkiem suche koryto. Występują tu 3 gatunki widelnic, z dominującym gatunkiem *Nemurella pictetii*, który osiągał zagęszczenie 12,2 os./m² powierzchni dna cieków i stanowił prawie 97% ogółu zgrupowania. Pozostałe 2 taksony, *Leuctra inermis* i *L. pseudosignifera*, są mało liczne. Druga grupa to potoki, w których liczba taksonów widelnic wynosi 10–12. Należą tu dwie kategorie cieków: pierwsza to cieków inicjalne, ale z wyraźnym korytem i stale prowadzące wodę, takie jak drugi początkowy odcinek potoku Łomnica na Grzbiecie Głównym (st. RPS2; tab. 4). Dominują tu *Isoperla sudetica*, *Protonemura intricata* i *Leuctra aurita*, występują też gatunki będące subdominantami (np. *Nemurella pictetii*, *Protonemura brevistyla*, *Leuctra handllirschi*) i adominantami, a zagęszczenie larw widelnic wynosi 37,7 os./m² powierzchni dna cieków. Druga kategoria to małe i średnie potoki, z mało zróżnicowanymi korytami i z niewielkimi przepływami wody, narażone przez to na okresowe przesuszanie czy nawet wysychanie koryt. Należą tu potoki: Polski (st. P1), Biały (st. B1) i Płóknica (st. PL1, PL2). Gatunkami dominującymi są tu m.in. *Isoperla sudetica*, *Brachyptera seticornis*, *Amphinemura sulcicollis*, *Nemurella pictetii*, *Protonemura intricata*, *Leuctra albida*; pozostałe taksony to subdominanty. Zagęszczenia larw widelnic wynoszą 13,5–24,33 os./m² powierzchni dna cieków (tab. 3, 5). Trzecią grupę stanowią średnie potoki z większymi przepływami wody, niewysychające okresowo, w których występuje 12–16 gatunków widelnic. W roku suchym wymienione cieków mogą mieć obniżony poziom, ale woda płynie stale. Są to potoki: Wrzosówka (st. W2, W3), Sopot (st. S1) i Łomniczka (st. LO1, LO2, LO3; tab. 3, 5). Oprócz gatunków dominujących (np. *Isoperla sudetica*, *Leuctra aurita*, *L. inermis*), występują tu subdominanty i sporadycznie adominanty, a zagęszczenia larw widelnic wynoszą 22,6–38 os./m² powierzchni dna cieków. Na niektórych stanowiskach (st. W3, st. LO3) zagęszczenia były bardzo małe – 6,3–7,3 os./m² powierzchni dna cieków, co ma związek z charakterem rumowiska w korytach potoków (przeważają głazy i wychodnie skalne). Na stanowisku W1, suchym przez większą część roku, nie stwierdzono widelnic. Czwarta grupa to potoki duże, długie, płynące w dobrze rozwiniętych dolinach, o zróżnicowanej morfologii koryt i różnorodnych warunkach przepływu wody. Są to potoki: Kamieńczyk (st. K1, K2,

K3) i Łomnica (st. L1, L2, L3, L4) (tab. 2, 4). Żyją tu najbogatsze zgrupowania widelnic, liczące 20–26 gatunków. Ich struktura jest zróżnicowana: oprócz gatunków dominujących (np. *Isoperla sudetica*, *Amphinemura sulcicollis*, *Protonemura intricata*, *Leuctra aurita*, *L. inermis*) występują licznie zarówno subdominanty, jak i adominanty. Zagęszczenie widelnic jest również największe i wynosi odpowiednio 21,8–40,6 os./m² powierzchni dna cieków w Łomnicy i 45,3–62,3 os./m² powierzchni dna cieków w Kamieńczyku. Wyjątkiem jest wypływ Łomnicy z Małego Stawu (st. L1), gdzie stwierdzono tylko 3 taksony widelnic, w zagęszczeniu 2 os./m² powierzchni dna cieków, co ma związek z charakterem rumowiska i małymi przepływami wody w korycie. Na st. L3 w Łomnicy również obserwowano mniejszą różnorodność taksonomiczną i zagęszczenia gatunków widelnic w porównaniu ze stanowiskami sąsiednimi, co jest spowodowane regularnymi zrzutami ścieków ze schroniska i masowym rozwojem w dnie cieków bakterii *Sphaerotilus natans*.

Ze względu na rozsiadlenie gatunków widelnic wzdłuż biegu cieków można występujące tu taksony zaliczyć do kilku grup. Klasyfikację taksonów przeprowadzono na podstawie charakterystyk ekologicznych gatunków (Graf i in., 2009; Soldán i in., 1998). Pierwszą grupę stanowią gatunki górskie, występujące zwykle powyżej 1000 m n.p.m., które reprezentuje 7 taksonów: *Diura bicaudata*, *Isoperla sudetica*, *Siphonoperla neglecta*, *Brachyptera seticornis*, *Nemoura mortoni*, *Leuctra rauscheri*, *L. teriolensis*. Druga grupa to gatunki podgórskie, zasiedlające wyżyny, ale również niżej położone góry. Należy tu 16 gatunków: *Perlodes microcephala*, *Isoperla oxylepsis*, *Amphinemura triangularis*, *Nemoura avicularis*, *N. cambrica*, *Protonemura auberti*, *P. brevistyla*, *P. montana*, *P. nitida*, *Leuctra albida*, *L. aurita*, *L. braueri*, *L. handllirschi*, *L. hippopus*, *L. inermis*, *L. pseudocingulata*. Trzecią grupę tworzy 9 gatunków o szerokim spektrum występowania, spotykanych w różnych typach wód płynących: *Isoperla grammatica*, *Siphonoperla torrentium*, *Amphinemura sulcicollis*, *Protonemura hrabei*, *P. intricata*, *Nemoura cinerea*, *Nemurella pictetii*, *Leuctra nigra*, *L. pseudosignifera*.

Wśród widelnic wykazanych na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego znajduje się 14 gatunków rzadkich i zagrożonych (Fiałkowski i Sowa, 2002; Helešic i in., 2005): 2 taksony z kategorii EN (zagrożone;

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

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

Takson / stanowisko Taxon / site	Wrzosówka W1			Wrzosówka W2			Wrzosówka W3			Polski Potok P1			Potok Sopot S1			Potok Biały B1		
	<i>L</i> _{os.}	%	Z	<i>L</i> _{os.}	%	Z	<i>L</i> _{os.}	%	Z	<i>L</i> _{os.}	%	Z	<i>L</i> _{os.}	%	Z	<i>L</i> _{os.}	%	Z
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Plecoptera																		
<i>Diura bicaudata</i> (Linnaeus, 1758) NT							1	4,55	0,33				1	1,37	0,33			
<i>Isoptera sudetica</i> (Kolenati, 1860) EN	5	4,39	1,67	4	18,18	1,33	2	4,65	0,67	12	16,44	4,0	27	36,99	9,0			
<i>Isoptera</i> sp. juv.	2	1,75	0,67				1	2,33	0,33				8	10,96	2,67			
<i>Siphonoperla neglecta</i> (Rostock, 1881) NT							1	4,55	0,33				1	1,37	0,33			
<i>Siphonoperla torrentium</i> (Pictet, 1841) NT							1	2,33	0,33	1	1,37	0,33						
<i>Brachyptera seiticornis</i> (Klapálek, 1902)	6	5,26	2,0	5	22,73	1,67	3	6,98	1,0	1	1,37	0,33	2	2,74	0,67			
<i>Amphinemura sulcicollis</i> (Stephens, 1836)							1	4,55	0,33	8	18,6	2,67				9	12,33	3,0
<i>Amphinemura triangularis</i> (Ris, 1902) VU	2	1,75	0,67													1	1,34	0,33
<i>Nemoura</i> sp. juv.																4	5,48	1,33
<i>Nemurella pictetii</i> Klapálek, 1900	21	18,42	7,0				7	16,28	2,33	1	1,37	0,33	3	4,11	1,0			
<i>Protonemura brevistyla</i> (Ris, 1902) EN	1	0,88	0,33													6	8,22	2,0
<i>Protonemura intricata</i> (Ris, 1902)	10	8,77	3,33	3	13,64	1,0	14	32,56	4,67	2	2,74	0,67	6	8,22	2,0			
<i>Protonemura montana</i> Kimmings, 1941 VU							1	4,55	0,33									
<i>Protonemura nitida</i> (Pictet, 1835)	34	29,82	11,33													3	4,11	1,0
<i>Protonemura</i> sp. juv.													2	2,74	0,67			
<i>Leuctra aurita</i> Navás, 1919	1	0,88	0,33	2	9,09	0,67	3	6,98	1,0	23	31,51	7,67	1	1,34	0,33			

Tabela 3 – cd. / Table 3 – cont.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Leuctra braueri</i> Kempny, 1898					1	0,88	0,33												
<i>Leuctra handlirschi</i> Kempny, 1898 NT					2	1,75	0,67							8	10,96	2,67			
<i>Leuctra hippopus</i> Kempny, 1899														10	13,7	3,33			
<i>Leuctra inermis</i> Kempny, 1899					20	17,54	6,67	1	4,55	0,33				6	8,22	2,0			
<i>Leuctra pseudocingulata</i> Mendl, 1968 NT														1	1,37	0,33			
<i>Leuctra pseudosignifera</i> Aubert, 1954 NT					9	7,89	3,0	1	4,55	0,33	2	4,65	0,67				2	2,74	0,67
<i>Leuctra rauscheri</i> Aubert, 1957										2	4,65	0,67		1	1,37	0,33	1	1,34	0,33
<i>Leuctra tertolensis</i> Kempny, 1900 NT, LC(PI)														3	4,11	1,0			
<i>Leuctra</i> sp. juv.								3	13,64	1,0									
Średnia L_{os}/m^2							38			7,32			14,33			24,33			24,33
Average L_{os}/m^2																			
Liczba gatunków					12			9			10			14					11
Number of species																			

Gatunki dominujące wytłuszczone.

L_{os} – liczba osobników, % – udział procentowy, Z – zagęszczenie na 1 m².

Kategoria zagrożeń gatunków rzadkich po nazwie gatunkowej.

Dominant species are in boldface.

L_{os} – number of individuals, % – percentage, Z – density/m².

The category of rare species threats follows species name.

Tabela 4. Lista gatunków widelnic (Plecoptera), liczebność, zagęszczenie i udział procentowy taksonów na stanowiskach w potoku Łomnica
Table 4. List of stonefly (Plecoptera) species from the Łomnica stream; number, density and percentage

Takson / stanowisko Taxon / site	Łomnica RPS1			Łomnica RPS2			Łomnica L1			Łomnica L2			Łomnica L3			Łomnica L4			
	<i>L</i> _{obs.}	%	Z	<i>L</i> _{obs.}	%	Z	<i>L</i> _{obs.}	%	Z	<i>L</i> _{obs.}	%	Z	<i>L</i> _{obs.}	%	Z	<i>L</i> _{obs.}	%	Z	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Plecoptera																			
<i>Diura bicaudata</i> (Linnaeus, 1758) NT							1							0,91	0,2				
<i>Isoperlina grammatica</i> (Poda, 1761) NT, LC(PI)					6	4,25	1,0	1						0,91	0,2	29	11,88	4,83	
<i>Isoperlina oxylepsis</i> (Despax, 1936) NT																1	0,4	0,16	
<i>Isoperlina sudetica</i> (Kolenati, 1860) EN				28	12,33	4,66								11,92	2,6	26	10,65	4,33	
<i>Isoperlina</i> sp. juv.				2	0,88	0,33								13,76	3,0	6	2,45	1,0	
<i>Siphonoperla neglecta</i> (Rostock, 1881) NT								2	50					0,91	0,2	1	0,4	0,16	
<i>Siphonoperla torrentium</i> (Pictet, 1841) NT									7	4,96	1,16	2		1,83	0,4	3	1,22	0,5	
<i>Brachyptera seiticornis</i> (Klapálek, 1902)									3	2,12	0,5	1		0,91	0,2	29	11,88	4,83	
<i>Amphinemura sulcicollis</i> (Stephens, 1836)				2	0,88	0,33			17	12,05	2,83					9	3,68	1,5	
<i>Amphinemura triangularis</i> (Ris, 1902) VU							1	25	0,5	9	6,38	1,5				2	0,81	0,33	
<i>Nemoura avicularis</i> Morton, 1894									5	3,54	0,83								
<i>Nemoura cambrica</i> Stephens, 1836									1	0,7	0,16								
<i>Nemoura cinerea</i> (Retzius, 1783)									15	10,63	2,5	1		0,91	0,2	2	0,81	0,33	
<i>Nemoura mortoni</i> Ris, 1902													2	1,83	0,4	6	2,45	1,0	
<i>Nemoura</i> sp. juv.							6	0,7	1,0										
<i>Nemurella pictetii</i> Klapálek, 1900	61	96,83	12,2	15	6,6	2,5										2	0,81	0,33	

Tabela 4 – cd. / Table 4 – cont.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>Protonemura auberti</i> Illies, 1954					1	0,44	0,16												
<i>Protonemura brevislyla</i> (Ris, 1902) EN					7	3,08	1,16							3	2,75	0,6			
<i>Protonemura intricata</i> (Ris, 1902)					112	49,33	18,66	1	25	0,5	1	0,7	0,16	11	10,09	2,2	18	7,37	3,0
<i>Protonemura nitida</i> (Pictet, 1835)									3		3	2,12	0,5						
<i>Protonemura</i> sp. juv.					5	2,2	0,83			2	2	1,41	0,33	14	12,84	2,8	9	3,68	1,5
<i>Leuctra albida</i> Kempny, 1899									1		1	0,7	0,16						
<i>Leuctra aurita</i> Navás, 1919					24	10,57	4,0			5	5	3,54	0,83				19	7,78	3,16
<i>Leuctra handlirschi</i> Kempny, 1898 NT					15	6,6	2,5							2	1,83	0,4	2	0,81	0,33
<i>Leuctra inermis</i> Kempny, 1899		1	1,59	0,2	4	1,76	0,66			37		26,24	6,16	27	24,77	5,4	70	28,68	11,66
<i>Leuctra nigra</i> (Olivier, 1811)					2	0,88	0,33										2	0,81	0,33
<i>Leuctra pseudocingulata</i> Mendl, 1968 NT		1	1,59	0,2	1	0,44	0,16												
<i>Leuctra pseudosignifera</i> Aubert, 1954 NT										3		2,12	0,5	15	13,76	3,0	8	3,27	1,33
<i>Leuctra rauscheri</i> Aubert, 1957					5	2,2	0,83												
<i>Leuctra</i> sp. juv.					4	1,76	0,66												
Średnia L_{os} /m ² Average L_{os} /m ²				12,6			37,77		2,0				23,44			21,8			40,61
Liczba gatunków Number of species		3			12			3		16				13					17

Gatunki dominujące wytłuszczone.

L_{os} – liczba osobników, % – udział procentowy, Z – zagęszczenie na 1 m².

Kategoria zagrożenia gatunków rzadkich po nazwie gatunkowej.

Dominant species are in boldface.

L_{os} – number of individuals, % – percentage, Z – density/m².

The category of rare species threats follows species name.

Tabela 5. Lista gatunków widelnic (Plecoptera), liczebność, zagęszczenie i udział procentowy taksonów na stanowiskach w potokach: Łomniczka i Pióknica podczas całego cyklu badań

Table 5. List of stonefly (Plecoptera) species from the Łomniczka and Pióknica streams; number, density and percentage

Takson / stanowisko Taxon / site	Łomniczka LO1			Łomniczka LO2			Łomniczka LO3			Pióknica PL1			Pióknica PL2		
	<i>L</i> _{os.}	%	Z	<i>L</i> _{os.}	%	Z	<i>L</i> _{os.}	%	Z	<i>L</i> _{os.}	%	Z	<i>L</i> _{os.}	%	Z
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Plecoptera															
<i>Diura bicaudata</i> (Linnaeus, 1758) NT				2	2,94	0,66									
<i>Perlodes microcephalus</i> (Pictet, 1833) NT	4	5,47	1,33												
<i>Isoperla grammatica</i> (Poda, 1761) NT, LC(PI)	4	5,47	1,33												
<i>Isoperla oxylepsis</i> (Despax, 1936) NT	1	1,36	0,33	4	5,88	1,33									
<i>Isoperla sudetica</i> (Kolenati, 1860) EN	1	1,36	0,33				1	5,26	0,33	1	3,7	0,5	7	12,5	2,33
<i>Isoperla</i> sp. juv.	10	13,69	3,33	5	7,35	1,66	1	5,26	0,33						
<i>Siphonoperla neglecta</i> (Rostock, 1881) NT				6	8,82	2,0				3	11,11	1,5			
<i>Siphonoperla torrentium</i> (Pictet, 1841) NT	6	8,21	2,0	2	2,94	0,66	2	10,52	0,66						
<i>Brachyptera seticornis</i> (Klapálek, 1902)				5	7,35	1,66				5	18,51	2,5	14	25	4,66
<i>Amphinemura triangularis</i> (Ris, 1902) VU				3	15,78	1,0									
<i>Nemoura cinerea</i> (Retzius, 1783)													1	1,78	0,33
<i>Nemurella pictetii</i> Klapálek, 1900										1	3,7	0,5			
<i>Protonemura auberti</i> Illies, 1954										2	7,4	1,0			
<i>Protonemura brevislyla</i> (Ris, 1902) EN										6	22,22	3,0	3	5,35	1,0
<i>Protonemura intricata</i> (Ris, 1902)	9	12,32	3,0										1	1,78	0,33

Tabela 5 – cd. / Table 5 – cont.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Protonemura</i> sp. juv.	1	1,36	0,33	2	2,94	0,66	1	5,26	0,33	2	7,4	1,0	8	14,28	2,66	
<i>Leuctra albida</i> Kempny, 1899										3	11,11	1,5	14	25	4,66	
<i>Leuctra aurita</i> Navás, 1919							5	26,31	1,66	2	7,4	1,0	1	1,78	0,33	
<i>Leuctra hippopus</i> Kempny, 1899	1	1,36	0,33													
<i>Leuctra inermis</i> Kempny, 1899	30	41,09	10,0	18	26,47	6,0	3	15,78	1,0							
<i>Leuctra nigra</i> (Olivier, 1811)				2	2,94	0,66								3	5,35	1,0
<i>Leuctra pseudocingulata</i> Mendl, 1968 NT											2	7,4	1,0	4	7,14	1,33
<i>Leuctra pseudosignifera</i> Aubert, 1954 NT				22	32,35	7,33										
<i>Leuctra rauscheri</i> Aubert, 1957	6	8,21	2,0				3	15,78	1,0							
Średnia $L_{os.}/m^2$ Average $L_{os.}/m^2$				24,31		22,63			6,31			13,5				18,63
Liczba gatunków Number of species		9		8			6		9		9					

Gatunki dominujące wytłuszczone.

$L_{os.}$ – liczba osobników, % – udział procentowy, Z – zagęszczenie na 1 m².

Kategoria zagrożenia gatunków rzadkich po nazwie gatunkowej.

Dominant species are in boldface.

$L_{os.}$ – number of individuals, % – percentage, Z – density/m².

The category of rare species threats follows species name.

Isoperla sudetica, *Protonemura brevistyla*), 2 taksony VU (narażone; *Amphinemura triangularis*, *Protonemura montana*), 10 taksonów NT (bliskie zagrożenia; *Diura bicaudata*, *Perlodes microcephalus*, *Isoperla grammatica*, *I. oxylepsis*, *Siphonoperla neglecta*, *S. torrentium*, *Leuctra handlirschi*, *L. pseudocingulata*, *L. pseudosignifera*, *L. teriolensis*). Najwięcej gatunków rzadkich stwierdzono w Łomnicy (11 taksonów) i Łomniczce (8 taksonów). W potokach: Kamieńczyk, Wrzosówka, Sopot występuje po 7 gatunków rzadkich. Najmniej gatunków rzadkich stwierdzono (Fiałkowski i Sowa, 2002; Helešić i in., 2005; tab. 2–5) w potoku Płóknica (4 taksony) oraz w potokach Polskim i Białym (po 3 taksony).

DYSKUSJA

Fauna widelnic (Plecoptera) Karkonoskiego Parku Narodowego, stwierdzona w obecnych badaniach, stanowi 28,6% fauny widelnic Polski (Fiałkowski, 1990; Fiałkowski i Kittel, 2002; Tończyk i Fiałkowski, 2007). Dotychczasowe informacje dotyczące widelnic Karkonoszy, zawarte w polskich publikacjach Wojtasa (1962; 1964; 1970), Kittela (1989) i Lewandowskiego (1993), są mało precyzyjne, przede wszystkim ze względu na brak dokładnych miejsc zbioru materiałów, zakresu wysokości występowania, liczebności gatunków i struktury zgrupowań, sprowadzając się głównie do wykazu gatunków. Trudno więc precyzyjnie określić, które z nich występują na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego. Bardziej dokładne informacje zawierają publikacje wyników badań widelnic prowadzonych po stronie czeskiej Karkonoszy (Křelinová, 1965; Špaček, 1999; 2000; 2001; Winkler, 1977). Na ich podstawie można stwierdzić, że gatunki typowe i liczne w Karkonoszach, spotykane w szerokim przedziale wysokości, to *Nemoura cinerea* i *Nemurella pictetii*, które zasiedlają nawet inicjalne odcinki cieków położone na dużych wysokościach (1410–1430 m n.p.m.). Do gatunków często spotykanych należy również *Isoperla sudetica*, która może współwystępować z innymi gatunkami z rodzaju *Isoperla*. Inne szeroko rozpowszechnione w Karkonoszach taksony to: *Diura bicaudata*, *Siphonoperla neglecta*, *S. torrentium*, *Brachyptera seticornis*, *Amphinemura sulcicollis*, *Protonemura intricata*. Wszystkie wymienione gatunki wykazano

w prowadzonych obecnie badaniach jako występujące często, z wyjątkiem *Diura bicaudata* stwierdzonej tylko na jednym stanowisku. Jako gatunki występujące rzadko w Karkonoszach cytowani autorzy wymieni-li: *Isoperla grammatica*, *Nemoura mortoni*, *Protonemura brevistyla*, *P. hrabei*, co znajduje potwierdzenie również w niniejszych badaniach. Z rodzaju *Leuctra* podawano wiele gatunków typowych dla Karkonoszy, które również stwierdzono obecnie: *L. albida*, *L. aurita*, *L. braueri*, *L. handlirschi*, *L. hippopus*, *L. inermis*, *L. rauscheri* oraz rzadziej spotykane: *L. pseudocingulata*, *L. pseudosignifera*, *L. teriolensis*. Porównując faunę widelnic wykazanych w Karkonoskim Parku Narodowym z fauną tych owadów po czeskiej stronie Karkonoszy, wydaje się, że listy stwierdzonych dotąd taksonów są w dużej mierze podobne.

Informacje na temat widelnic występujących w innych systemach orogenezy hercyńskiej w Polsce dotyczą Gór Świętokrzyskich, z których wykazano 23 gatunki Plecoptera (Kittel, 1982; 1984; Wojtas, 1974). Różnorodność zgrupowań widelnic jest większa w innych pasmach górskich w rejonie Karpat. I tak, w Gorcach stwierdzono 32–57 gatunków widelnic (Fiałkowski i Olechowska, 1987; Sowa i Fiałkowski 1988), w Tatrach – 47 gatunków (Olechowska-Ruteczka, 1993), a na Babiej Górze – 46–56 gatunków (Sowa i Szczęsny, 1970; Szczęsny i Wiśniowska, 2003). Zagęszczenia widelnic również są większe niż w Karkonoszach: 26–123 os./m² powierzchni dna w ciekach Babiej Góry i 141–824 os./m² powierzchni dna w ciekach Gorców. W Karkonoszach zagęszczenia makrobezkręgowców bentosowych (łącznie z widelnicami) osiągają około 80 os./m² powierzchni dna cieku (Horecký i in., 2006), tak więc nie są one duże i odpowiadają wynikom uzyskanym w niniejszych badaniach.

Na badanych torfowiskach nie stwierdzono występowania widelnic, z wyjątkiem jednego osobnika *Nemoura cambrica* odłowionego na torfowisku pod Kamiennikiem (st. TK1). Generalnie fauna widelnic na torfowiskach jest bardzo uboga i mało zróżnicowana, a często owady te nie występują w ogóle (Langheinrich i in., 2004; Paasivirta i in., 1988; Rydin i Jeglum, 2013). Bojková i Helešić (2009), badając torfowiska w Karpatach na wysokości 450–750 m n.p.m., stwierdzili 12 gatunków widelnic, przy czym 9 taksonów to gatunki z rodziny Nemouridae (głównie *Nemoura cinerea*, *Nemurella pictetii*). Były to jednak torfowiska

z wyraźnymi odpływami, często zawierające w dnie występujących tam wód drobne frakcje żwirowe, i tylko dwa z nich wykazywały silne zakwaszenie. W literaturze brak jest danych dotyczących występowania widelnic na wysokich torfowiskach subalpejskich, jak te w Karkonoszach. Stwierdzony na torfowisku pod Kamiennikiem gatunek *Nemoura cambrica* jest związany ściśle z wodami strefy krenalu, a także środowiskami hygropetrycznymi; preferuje wody o przepływie laminarnym (bardzo spokojnym), bogate w detrytus i duże ilości materii organicznej (Helešić, 2001).

Przyczyny stosunkowo małego zróżnicowania widelnic (Plecoptera) w Karkonoskim Parku Narodowym są podobne do tych dotyczących jętek (Ephemeroptera) (Kłonowska-Olejnik i in., 2016). Porównując zgrupowania Plecoptera i Ephemeroptera na tym terenie, widać, że widelnice osiągają większe zróżnicowanie gatunkowe (choć nie liczebności). Widelnice są grupą bardzo wyspecjalizowaną, wrażliwą na wszelkie zmiany środowiskowe, w tym na antropopresję (Bojková i in., 2014). Wykazują jednak większą niż jętka odporność na niekorzystne czynniki środowiskowe, szczególnie zakwaszenie i małą mineralizację wody (Soldán i in., 1998). Nie wpływa to jednak istotnie na lepszą kondycję zgrupowań widelnic, które w dużej mierze są ograniczane przez niekorzystne warunki troficzne i niskie temperatury wody. Widelnice są bowiem bardziej wyspecjalizowane pod względem troficznym niż jętka, tak więc brak odpowiedniej bazy pokarmowej powoduje eliminację wielu taksonów (Hynes, 1976). Prowadzone w Czechach badania na terenach zakwaszonych, w tym w Karkonoszach, wykazały obecność głównie gatunków z rodzin Nemouridae i Leuctridae, należących do rozdrabniaczy. Dodatkowo stwierdzono bardzo małe przewodnictwo elektrolityczne i podwyższone wartości glinu w wodzie, co bardzo negatywnie wpływa na larwy owadów wodnych (Horecký et al., 2006). Niskie temperatury wody wpływają z kolei na cykle życiowe widelnic, znacznie je modyfikując, co w rezultacie powoduje zanik wielu gatunków, które ze względu na warunki środowiskowe nie są w stanie zrealizować cyklu życiowego, a nie są na tyle plastyczne, żeby ten cykl dostosować do panujących temperatur (Hynes, 1976; Soldán et al. 1998).

Lista gatunków Plecoptera wykazanych z terenu Karkonoskiego Parku Narodowego w niniejszych badaniach na pewno nie jest kompletna. Należałoby przeprowadzić badania w większej liczbie cieków, zlokalizowanych w różnych zlewniach (w tym dolnych odcinkach cieków), w wodach stojących (stawach, zbiornikach astatycznych), w źródłach. Bardzo pożądane byłyby równoległe badania czynników środowiskowych w poszczególnych siedliskach wodnych, które pozwoliłyby na częściowe chociaż powiązanie określonych parametrów abiotycznych ze zgrupowaniami widelnic tego terenu.

PODZIĘKOWANIA

Autorzy dziękują dyrektorowi Karkonoskiego Parku Narodowego dr. Andrzejowi Rajowi za umożliwienie badań i dr. Markowi Dobrowolskiemu za wszechstronną pomoc podczas prac terenowych.

PIŚMIENNICTWO

- Bojková, J., Helešić, J. (2009). Spring fens as a unique biotope of stonefly larvae (Plecoptera): species richness and species composition gradients. *Aquatic Insects*, 31 (supl.), 359–367.
- Bojková, J., Rádková, V., Soldán, T., Zahrádková, S. (2014). Trends in species diversity of lotic stoneflies (Plecoptera) in the Czech Republic over five decades. *Insect Conserv. Div.*, 7, 252–262.
- Drescher, E. (1928). Das Gebiet Ellguth Kreis Grottkau o/s I Teil. Flora und Fauna Wassers mit Karten und Bildeilagen. *Wiss. Sonderb., Bericht Wiss. Gesell. Phil. Neisse*, 39.
- Fiałkowski, W. (1990). Plecoptera – widelnice W: J. Razowski (red.), *Wykaz zwierząt Polski* (s. 43–46). Wrocław–Kraków: Ossolineum.
- Fiałkowski, W., Kittel, W. (2002). *Katalog fauny Polski*, 59. Widelnice Plecoptera. Warszawa: Muzeum i Instytut Zoologii PAN.
- Fiałkowski, W., Olechowska M. (1987). A preliminary report on the stoneflies (Plecoptera) inhabiting main watercourses in the Gorce Mountains (Southern Poland). *Acta Hydrobiol.*, 29(4), 443–451.
- Fiałkowski, W., Sowa R. (2002). Plecoptera widelnice W: Z. Głowaciński (red.), *Czerwona lista zwierząt ginących i zagrożonych w Polsce* (s. 122–124). Kraków: Polska Akademia Nauk, Instytut Ochrony Przyrody.

- Graf, W., Lorenz, A. W., Tierno de Figueroa, J. M., Lücke, S., López-Rodríguez, M. J., Davies, C. (2009). Distribution and ecological preferences of European freshwater organisms. Vol. 2. Plecoptera. Sofia–Moscow: Pensoft.
- Helešic, J. (2001). Nonparametric evaluation of environmental parameters determining the occurrence of stonefly larvae (Plecoptera) in streams. *Aquatic Sci.*, 63, 490–501.
- Helešic, J., Soldán, T., Špaček, J. (2005). Plecoptera (pošvatky). W: Č. J. Farka, D. Král, M. Škorpík (red.), Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí (s. 128–131). Praha: Agentura Ochrany Přírody a Krajiny ČR.
- Horecký, J., Stuchlík, E., Chvojka, P., Hardekopf, D., Mihaljevič, M., Špaček, J. (2006). Macroinvertebrate community and chemistry of the most atmospherically acidified streams in the Czech Republic. *Water Air Soil Pollut.*, 173, 261–272.
- Hynes, H. B. (1976). Biology of Plecoptera. *Ann. Rev. Entomol.*, 21, 135–153.
- Illies, J. (1952). Die europaischen arten der Plecopteren-gattung *Isoperla* Banks (=Chloroperla Pictet). *Beitr. Entomol.*, II, 369–424.
- Kittel, W. (1982). Widelnice (Plecoptera) rzeki Lubrzanki. *Acta Univ. Lodz., Folia Limnol.*, 1, 39–49.
- Kittel, W. (1984). Stoneflies (Plecoptera) of the Świętokrzyski National Park (Central Poland). *Annls. Limnol.*, 20 (1–2), 59–62.
- Kittel, W. (1989). Materiały do poznania widelnic (Plecoptera) Sudetów. *Przegl. Zool.*, 33, 247–251.
- Klapálek, F. (1905). *Conspectus Plecopteriorum Bohemiae*. *Čas. Čs. Spol. Ent.*, Praha, 2, 27–32.
- Klapálek, F. (1909). Plecoptera. W: F. Klapálek, K. Grünberg (red.), *Die Süßwasserfauna Deutschlands*, 8: Ephemera, Plecoptera, Lepidoptera (s. 33–95). Jena: Gustav Fischer.
- Kłonowska-Olejnik, M., Łabędzki, A., Majecki, J. (2016). Jętki (Ephemeroptera) wybranych siedlisk wodnych Karkonoskiego Parku Narodowego. *Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Ratio Ind. Lignar.*, 15(4), 257–267 [in Polish]. DOI: 10.17306/J.AFW.2016.4.28
- Křelínová, E. (1965). K poznání českých pošvatek (Plecoptera). Studie o bionomii a zoogeografii bentické české zvířeny. *Kand. disert. práce Entomol. ústav ČSAV, Praha*.
- Landa, V., Soldán, T. (1985). Distributional patterns, chorology and origin of the Czechoslovak fauna of mayflies (Ephemeroptera). *Acta Entomol. Bohemoslov.*, 82, 241–268.
- Langheinrich, U., Tischew, S., Gersberg, R., Lüderitz, V. (2004). Ditches and canals in management of fens: opportunity or risk? A case study in the Drömling Natural Park, Germany. *Wetlands Ecol. Manag.*, 12 (5), 429–445.
- Lewandowski, K. (1993). Stan badań nad widelnicami (Plecoptera) Karkonoszy. W: J. Sarosiek, (red.), *Materiały sesji naukowej „Geoekologiczne problemy Karkonoszy”* (s. 235–240). Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego.
- Michejda, J. (1954). Analiza stosunków hydrologicznych źródeł i potoków Gór Stołowych. *Pr. Kom. Biol. PTPN*, 14(6), 1–108.
- Olechowska-Rutecka, M. (1993). Widelnice. W: Z. Mirek, H. Piękoś-Mirkowa (red.), *Przyroda Kotliny Zakopiańskiej. Poznanie, przemiany, zagrożenia i ochrona. Tatry i Podtatrze 2* (s. 273–277). Kraków–Zakopane: Tatrzański Park Narodowy.
- Paasivirta, L., Tapani, L., Perätie, T. (1988). Emergence phenology and ecology of aquatic and semi-terrestrial insects on a boreal raised bog in Central Finland. *Holarctic Ecol.*, 11, 96–105.
- Rydin, H., Jeglum, J. K. (2013). *The biology of peatlands*. Oxford: Oxford University Press.
- Schneider, W. G. (1885). Verzeichnis der Neuropteren Schlesiens. *Z. Entomol.*, 10, 17–32.
- Schoenemund, E. (1927). Steinfliegen, Uferfliegen, Plecoptera. W: W. Brohmer, P. Ehrmann, G. Ulman (red.), *Die Tierwelt Mitteleuropas IV*, 2 (s. 1–18). Leipzig: Quelle und Meyer.
- Soldán, T., Zahrádková, 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., Fiałkowski, W. (1988). Diversity, abundance and zonation of stoneflies (Plecoptera) from the water system: Olszowy Potok stream – river Raba (Southern Poland). *Acta Hydrobiol.*, 30 (3/4), 381–391.
- Sowa, R., Szczęsny, B. (1970). Widelnice (Plecoptera) i chruściki (Trichoptera) Babiej Góry. *Ochr. Przyrody*, 35, 221–266.
- Szczęsny B., Wiśniowska A. (2003). Fauna widelnic (Plecoptera) Babiej Góry [Plecoptera of Mt. Babia Góra]. W: B. W. Wołoszyn, D. Wołoszyn, W. Celary (red.), *Monografia fauny Babiej Góry* (s. 141–158). Kraków: Komitet Ochrony Przyrody PAN [in Polish].
- Špaček, J. (1999). Pošvatky (Plecoptera) Krkonoš v letech 1996–1998. *Opera Corcont.*, 36, 163–169.

- Špaček, J. (2000). Pošvatky (Plecoptera) Krkonoš [Stoneflies (Plecoptera) of the Krkonoše Mts.]. W: M. Rulík, (red.), XII Limnologická konference Limnologie na přelomu tisíciletí (s. 233–235): Olomouc: Univ. Palackého v Olomouci.
- Špaček, J. (2001). A review of stoneflies (Plecoptera) of the Krkonoše Mts. *Mathias Belivs Univ. Proc. J. Experim. Theoret. Biol.*, 1 (1), 49–52.
- Tomaszewski, W. (1932). Plecoptera. W: W. Tomaszewski (red.), *Beitrag zur Kenntnis der Tierwelt schlesischer Bergbäche* 31 (s. 37–48). Górlitz: Abh. Naturf. Ges. Górlitz.
- Tończyk, G., Fiałkowski, W. (2007). Widelnice Plecoptera W: W. Bogdanowicz, E. Chudzicka, I. Pilipiuk, E. Ski-bińska (red.), *Fauna Polski. Charakterystyka i wykaz gatunków*. Tom II (s. 343–359). Warszawa: Muzeum i Instytut Zoologii PAN [in Polish].
- Winkler, O. (1977). Příspěvek k poznání potoční entomo-fauny v Krkonoších. *Opera Corcont.*, 14, 143–153.
- Wojtas, F. (1962). Stan poznania fauny widelnic (Plecoptera) w Polsce. *Przeegl. Zool.*, 6 (2), 162–167.
- Wojtas, F. (1964). Die Plecopterenfauna Polens mit besonderer Berücksichtigung des Tatragebiets. *Gewässer Abwässer*, 34–35, 93–100.
- Wojtas, F. (1970). Przyczynek do poznania fauny widelnic (Plecoptera) Sudetów. *Zesz. Nauk. Uniw. Łódz., Nauki Mat.-Przyr.*, Ser. II, 40, 31–35.
- Wojtas, F. (1974). Doniesienie o faunie widelnic (Plecoptera) Łysogór. *Zesz. Nauk. Uniw. Lubel.*, 56, 21–22.

STONEFLIES (PLECOPTERA) AT SELECTED FRESHWATER SITES OF THE KARKONOSZE NATIONAL PARK (POLAND)

ABSTRACT

A study on stoneflies (Plecoptera) was carried out over two years (2014–2015) within the Karkonosze National Park area in 8 streams and 3 subalpine peat bogs. Thirty-two stoneflies species were found. In separate streams there were 10–26 stoneflies species identified with dominant *Isoperla sudetica*, *Protonemura intricata*, *Leuctra aurita*, *L. inermis*. The mountain and submountain species (respectively 7 and 16) were most frequent. There were 14 rare and threatened species.

Keywords: stoneflies (Plecoptera), Giant Mountains, distribution, diversity