

***Brachythecio rivularis*-*Cratoneuretum* w zachodniej części Karpat (Polska południowa)**

ADAM STEBEL, ANDRZEJ TYC, TOMASZ JONDERKO i TOMASZ BECZAŁA

STEBEL, A., TYC, A., JONDERKO, T. AND BECZAŁA, T. 2025. *Brachythecio rivularis*-*Cratoneuretum* in the western part of the Carpathians (southern Poland). *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica* 30(1): 81–93. e-ISSN 2449-8890, ISSN 1640-629X.

ABSTRACT: The paper presents the information about *Brachythecio rivularis*-*Cratoneuretum* association found on calcareous tufa in the Beskid Śląski Mts and the Pogórze Cieszyńskie foothills. The conditions of occurrence, floristic composition and protection requirements for this plant community are presented.

KEY WORDS: Beskid Śląski Mts, calcareous tufa, distribution, plant communities, Pogórze Cieszyńskie foothills, Poland, spring vegetation

A. Stebel (autor korespondencyjny), Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, Wydział Nauk Farmaceutycznych, Katedra i Zakład Botaniki Farmaceutycznej i Zielarstwa, ul. Ostrogórska 30, 41-200 Sosnowiec, Polska; e-mail: astebel@sum.edu.pl; ORCID: 0000-0003-2198-4216

A. Tyc, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Instytut Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec, Polska; e-mail: andrzej.tyc@us.edu.pl; ORCID: 0000-0002-7673-3337

T. Jonderko, Stowarzyszenie Górecki Klub Przyrodniczy, Górk Wielkie, Polska; e-mail: acer70@wp.pl

T. Beczała, Stowarzyszenie Górecki Klub Przyrodniczy, Górk Wielkie, Polska; e-mail: tomasz.beczala@2mt.pl

WSTĘP

Roślinność źródliskowa z klasy *Montio-Cardaminetea* jest w Polsce ciągle niewystarczająco poznana (MATUSZKIEWICZ 2005). Najwięcej danych pochodzi z Karpat (np. SZAFER i in. 1923; WALAS 1933; KORNAŚ & MEDWECKA-KORNAŚ 1967; STUCHLIK 1968; CELIŃSKI & WOJTERSKI 1983; BALCERKIEWICZ 1984; BALCERKIEWICZ & PAWLAK 2004). Dobrze opracowana jest pod tym względem zachodnia część Beskidów (WILCZEK 2006; KRAUSE & WIKI 2009). Na wytrącanie się specyficznych osadów węglanowych w pobliżu źródeł Pogórza Cieszyńskiego zwrócił uwagę już BUZEK (1914). Pierwsze pełniejsze obserwacje dotyczące wytrącania się martwicy wapiennej w tym regionie podali dopiero niemal 100 lat później CZYŁOK i in. (2003), natomiast dane o wykształcającej się na niej roślinności opublikował PARUSEL (2008).

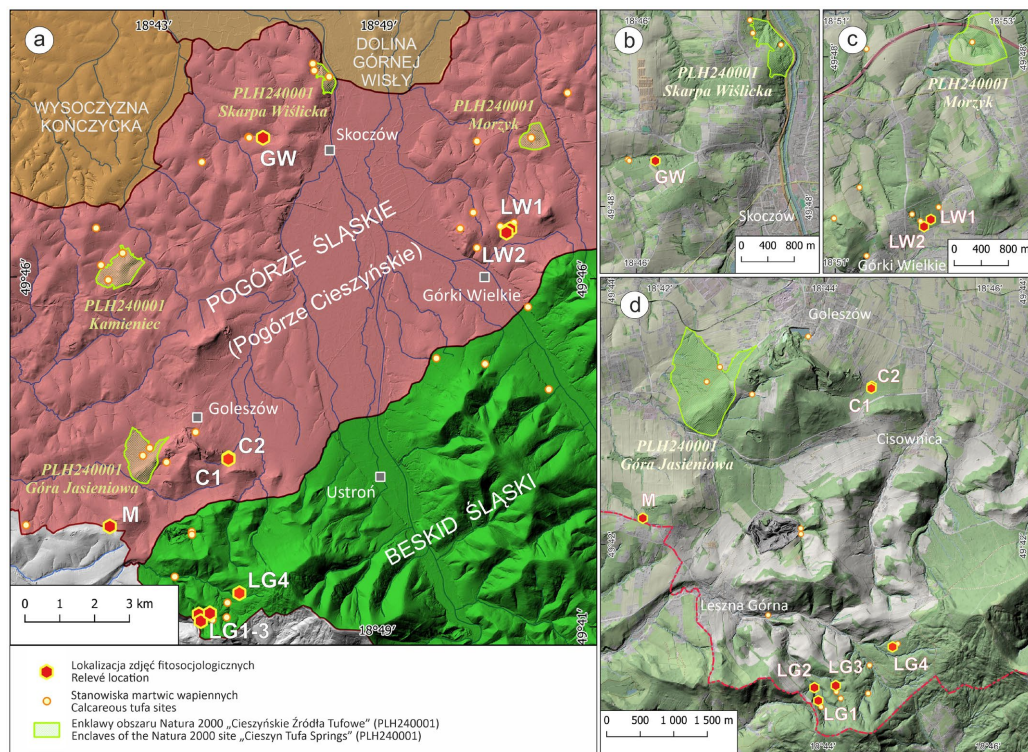


Ryc. 1. Próg z martwicą w Lesznej Górnej. W górnej części płat *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum* (fot. T. Jonderko, 8.05.2022 r.)

Fig. 1. A threshold with calcareous tufa in Leszna Górna. In the upper part, the *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum* patch (photo by T. Jonderko, May 8, 2022)

Informacje o kolejnych stanowiskach martwicy wapiennej w zachodniej części Karpat (BECZAŁA i in. 2010; PODGÓRSKA 2012; KRAUSE i in. 2015; MOLENDĄ & NEJFELD 2016; TYC & JONDERKO 2017, 2021) skłoniły autorów do podjęcia szczegółowych badań nad roślinnością porastającą tego typu siedliska (Ryc. 1). Zebrany w terenie materiał fitosocjologiczny był jednorodny i wskazywał na obecność powtarzającego się ugrupowania roślinnego, jednak obserwowana kombinacja gatunków nie odpowiadała żadnemu ze zbiorowisk czy też zespołów źródliskowych znanych z polskiej części Karpat. Analiza opracowań fitosocjologicznych z Republiki Czeskiej i Słowacji wykazała, że notowano tam już wcześniej podobne fitocenozy związane z martwicami wapiennymi (VALACHOVIČ 2001; CHYTRÝ 2011), które zaliczono do zespołu *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum*, opisanego z Dolnej Saksonii w Niemczech (DIERSSEN 1973). Jego płaty rozwijają się w podobnych warunkach – na martwicy wapiennej w źródliskach w obrębie zbiorowisk leśnych niższych położen górskich.

Celem pracy jest przedstawienie zróżnicowania płatów zespołu *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum* na Pogórzu Cieszyńskim (zachodnia część Pogórza Śląskiego) i w przylegającej do niego części Beskidu Śląskiego. W badaniach uwzględnione zostały uwarunkowania geologiczne i geochemiczne stanowisk martwicy wapiennej i porastającej ją roślinności.



Ryc. 2. Rozmieszczenie badanych zespołów źródliskowych na tle występowania rozpoznanych stanowisk martwic wapiennych Pogórza Cieszyńskiego (na Pogórze Śląskim) i Beskidu Śląskiego (a): LW1 – Las Witalusz, Górk Wielkie, $49^{\circ}46'58.0''N/18^{\circ}51'45.6''E$; LW2 – Las Witalusz, Górk Wielkie, $49^{\circ}46'54.6''N/18^{\circ}51'40.6''E$; GW – Górka Wilamowicka, Wilamowice, $49^{\circ}48'22.4''N/18^{\circ}45'50.2''E$; LG1 – Leszna Górna, $49^{\circ}40'58.6''N/18^{\circ}44'20.3''E$; LG2 – Leszna Górna, $49^{\circ}40'52.3''N/18^{\circ}44'23.2''E$; LG3 – Leszna Górna, $49^{\circ}40'59.6''N/18^{\circ}44'36.2''E$; LG4 – Leszna Górna, $49^{\circ}41'18.4''N/18^{\circ}45'18.4''E$; C1 – Cisownica, dolina Cieplicy, $49^{\circ}43'23.2''N/18^{\circ}45'01.9''E$; C2 – Cisownica, dolina Cieplicy, $49^{\circ}43'24.2''N/18^{\circ}45'02.2''E$; M – Molczyn, Dziegiełków, $49^{\circ}42'20.1''N/18^{\circ}42'12.1''E$; b–d – szczegółowe położenie badanych stanowisk.

Opracowanie map w układzie współrzędnych PUWG 1992 na podstawie danych przestrzennych GUGiK (<https://mapy.geoportal.gov.pl/>) – numeryczny model terenu, OpenStreetMap (<https://www.openstreetmap.org/>) – pokrycie terenu, GDOŚ (<https://www.gov.pl/web/gdos/>) – obszar Natura 2000 „Cieszyńskie Źródła Tufowe” oraz granice mezoregionów fizycznogeograficznych wg SOLONA i in. (2018)

Fig. 2. The distribution of the studied spring associations in relation to the occurrence of recognized calcareous tufa sites in the Pogórze Cieszyńskie foothills (within the Pogórze Śląskie foothills) and the Beskid Śląski Mts (a): LW1 – Las Witalusz, Górk Wielkie, $49^{\circ}46'58.0''N/18^{\circ}51'45.6''E$; LW2 – Las Witalusz, Górk Wielkie, $49^{\circ}46'54.6''N/18^{\circ}51'40.6''E$; GW – Górka Wilamowicka, Wilamowice, $49^{\circ}48'22.4''N/18^{\circ}45'50.2''E$; LG1 – Leszna Górna, $49^{\circ}40'58.6''N/18^{\circ}44'20.3''E$; LG2 – Leszna Górna, $49^{\circ}40'52.3''N/18^{\circ}44'23.2''E$; LG3 – Leszna Górna, $49^{\circ}40'59.6''N/18^{\circ}44'36.2''E$; LG4 – Leszna Górna, $49^{\circ}41'18.4''N/18^{\circ}45'18.4''E$; C1 – Cisownica, dolina Cieplicy, $49^{\circ}43'23.2''N/18^{\circ}45'01.9''E$; C2 – Cisownica, dolina Cieplicy, $49^{\circ}43'24.2''N/18^{\circ}45'02.2''E$; M – Molczyn, Dziegiełków, $49^{\circ}42'20.1''N/18^{\circ}42'12.1''E$; b–d – detailed location of the studied sites.

Maps were developed in the PUWG 1992 coordinate system based on spatial data from GUGiK (<https://mapy.geoportal.gov.pl/>) – digital elevation model, OpenStreetMap (<https://www.openstreetmap.org/>) – land cover, GDOŚ (<https://www.gov.pl/web/gdos/>) – Natura 2000 site “Cieszyńskie Źródła Tufowe” and the boundaries of physico-geographical mesoregions according to SOLONA *et al.* (2018)

MATERIAŁY I METODY

Badania prowadzono w latach 2020–2025 na terenie Pogórza Cieszyńskiego, przede wszystkim w obrębie specjalnego obszaru ochrony siedlisk „Cieszyńskie Źródła Tufowe” PLH240001, oraz w przylegającej do niego części Beskidu Śląskiego. W pierwszym etapie inwentaryzowano miejsca występowania martwicy wapiennej, natomiast w 2023 r., w najlepiej wykształconych płatach roślinności ją porastającej (Ryc. 2), wykonano zdjęcia fitosocjologiczne metodą BRAUNA-BLANQUETA (1964). Dla lepszego poznania uwarunkowań środowiskowych miejsc występowania zespołu *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum*, w pracy wykorzystano wyniki pomiarów podstawowych właściwości fizykochemicznych wód, które wykonano w trakcie inwentaryzacji stanowisk martwicy wapiennej, w różnych terminach poprzedzających wykonanie zdjęć fitosocjologicznych: 26.10.2020 r. na stanowiskach w Cieplicy (C1, C2), 25.04.2021 r. w Lesie Witalusz (LW1, LW2) i Górze Wilamowickiej (GW) oraz 16.04.2023 r. w Lesznej Górnej (LG1-LG4). Pomiary te uzupełniono 28.01.2025 r. dla stanowiska Mołczyn. W terenie, w miejscu wykonywania zdjęć, zmierzono temperaturę, pH oraz przewodność elektryczną wody przy użyciu terenowego konduktometru/pH-metru CPC-411, wyposażonego w czujnik temperatury, umożliwiającego pomiary odpowiednio z dokładnością $\pm 1^{\circ}\text{C}$, $\pm 0,01$ pH oraz $\pm 0,25\%$ wartości przewodności. Pomiar przewodności elektrycznej umożliwił obliczenie sumy rozpuszczonych substancji stałych w wodzie (TDS), która pozwala scharakteryzować poziom i zmiany mineralizacji wody w strefie występowania martwicy wapiennej.

Nazewnictwo roślin naczyniowych przyjęto za MIRKIEM i in. (2020), mchów za OCHYRĄ i in. (2003), natomiast wątrobowców za SZWEYKOWSKIM (2006).

WYNIKI

Na omawianym terenie płaty zespołu *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum* wykształcają się w korytach cieków i w źródłiskach, w miejscach o słabym przepływie wody, najczęściej w odległości od około jednego do kilku metrów od miejsca wypływu wody. Rozwijają się na martwicy wapiennej, od stref brzegowych do głębokości kilku centymetrów. Z reguły nie zajmują dużych powierzchni. Najczęściej otaczają je zbiorowiska leśne z klasy *Quercus-Fagetea*. Czasami sąsiadują z płatami zespołów szuwarowych, głównie *Glycerietum fluitantis*. Omawiane fitocenozy są z reguły dwuwarstwowe, niekiedy w płatach obserwuje się podrost drzew wkraczających z otaczających je zbiorowisk leśnych oraz krzewy. Istotny wpływ na ich ocienienie wywierają drzewa i krzewy rosnące na brzegach cieków, które w analizowanych zdjęciach osiągało wartości od 0 do 40% (średnio 12%). Warstwa zielna jest różnie wykształcona, a jej zwarcie wynosiło od 10 do 80% (średnio 45%). Najlepiej wykształcona jest warstwa mszysta, pokrywająca od 30 do 100% powierzchni (średnio 70%). W poszczególnych płatach notowano od 11 do 27 gatunków roślin (średnio 18) (Tab. 1).

Fizjonomię płatom nadają gatunki z klasy *Montio-Cardaminetea*, zwłaszcza mszaki, takie jak *Palustriella commutata*, *Brachythecium rivulare* i *Cratoneuron filicinum*, a z roślin naczyniowych *Carex remota*. W płatach zaznacza się udział gatunków z klasy *Quercus-Fagetea*, m.in. *Brachypodium sylvaticum* i *Galeobdolon luteum*, oraz *Molinio-Arrhenatheretea*, głównie *Caltha palustris*. Z pozostałych gatunków większy udział mają *Athyrium filix-femina* i *Petasites albus*.

Strefy źródłiskowe z obserwowaną współcześnie depozycją martwicy wapiennej charakteryzuje stały, choć stosunkowo niewielki, często laminarny przepływ wody. W badanych płatach roślinności przepływająca woda osiąga temperaturę w granicach od 7,4 do 10,6°C.

Tabela 1. Porównanie zwarcia warstw i liczby gatunków w płatach roślinności porastających martwicę wapienną w latach 2008 i 2023**Table 1.** Comparison of the cover of layers and the number of species in vegetation patches growing on calcareous tufa in the years 2008 and 2023

Wybrane cechy płatów roślinności (Selected features of vegetation patches)	2008	2023
Zwarcie warstwy krzewów i ogólne ocienienie (Cover of shrub layer and general shading)	–	0–40% $\bar{x}$ = 12%
Zwarcie warstwy runa (Cover of herb layer)	70–100% $\bar{x}$ = 90%	10–80% $\bar{x}$ = 45%
Zwarcie warstwy mszaków (Cover of bryophyte layer)	1–60% $\bar{x}$ = 20%	30–100% $\bar{x}$ = 70%
Liczba gatunków w zdjęciu (Number of species in relevé)	8–29 $\bar{x}$ = 16	11–27 $\bar{x}$ = 18

Objaśnienia: 2008 – dane wg PARUSELA (2008), 2023 – dane własne

Explanations: 2008 – data according to PARUSEL (2008), 2023 – own data

Odczyn wody w tych miejscach jest od lekko kwaśnego (6,45) do zasadowego (8,13), natomiast suma rozpuszczonych substancji stałych (TDS) waha się od 336 do 775 mg/L. Szczególnie wysokie wartości TDS występują w wypływach zlokalizowanych na terenach dawnego górnictwa syderytów w Lesie Witalusz w Górkach Wielkich i Górcie Wilamowickiej w okolicach Skoczowa (542–775 mg/L; TYC & JONDERKO 2021) (Tab. 2). Istotną cechą stanowisk martwicy wapiennej na Pogórzu Cieszyńskim i w Beskidzie Śląskim jest zmiana parametrów fizykochemicznych wody po przejściu przez strefę z widoczną depozycją osadów wapiennych i płat *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum* – obserwuje się wzrost wartości pH i wyraźne zmniejszenie TDS, sięgające nawet 100 mg/L (TYC & JONDERKO 2017).

DYSKUSJA

W Polsce roślinność źródłiskowa, szczególnie związana z martwicami wapiennymi, jest ciągle słabo poznana (PARUSEL 2010). Z Pomorza Zachodniego WOŁEJKO (2000) opisał i podał kilka zespołów i zbiorowisk ze związku *Cratoneurion commutati*, m.in. nawiązujące do obserwowanych na badanym terenie – zbiorowisko *Cratoneuron commutatum* i zbiorowisko *Pellia endiviifolia*. Na Pogórzu Cieszyńskim PARUSEL (2008) opisał fitocenozy porastające martwice wapienne jako zbiorowiska ze związku *Cratoneurion commutati*, jednak bez wskazywania określonych zespołów. RATYŃSKA i in. (2010) tego typu ugrupowania roślinne traktują jako zespół *Cratoneuretum filicino-commutati*. Najprawdopodobniej wymienione zbiorowiska roślinne reprezentują różne postaci zespołu *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum*. W zbadanych płatach z Beskidu Śląskiego i Pogórza Cieszyńskiego nie stwierdzono niektórych gatunków mchów kalcyfilnych podawanych z tego zespołu, np. *Eucladium verticillatum* i *Philonotis calcarea* (CHYTRÝ 2011). Beskid Śląski zbudowany jest głównie z piaskowców i łupków fliszu karpackiego, stąd też udział gatunków wapieniolubnych jest tu niewielki (STEBEL 2006). Na Pogórzu Cieszyńskim istnieją odpowiednie warunki do występowania tych mchów, lecz pomimo jego dobrego rozpoznania briologicznego nie zostały tu

stwierdzone. Nie jest jednak wykluczone, że omawiane gatunki mogą się pojawić na tym terenie w miarę rozpowszechniania się martwic wapiennych. Interesujące jest także występowanie gatunku charakterystycznego dla zespołu *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum* – *Palustriella commutata*. To mech umiarkowanie kalcyfilny, w Karpatach spotykany z różną częstością, głównie w eutroficznych młakach i źródłiskach. W Beskidzie Śląskim i na Pogórzu Cieszyńskim do tej pory notowany był na pojedynczych stanowiskach (WILCZEK 1936; STEBEL 2004, 2006). Nie wiadomo, czy odkrycie jego nowych miejsc występowania jest efektem większego zwrócenia uwagi na specyficzne siedlisko martwic wapiennych na których występuje, czy też lokalnie zwiększa on swoją częstość występowania. Należy podkreślić, że *Palustriella commutata* na większości stanowisk obserwowana była z licznymi sporofitami, co niewątpliwie sprzyja jej rozprzestrzenianiu (Ryc. 3).

Zespół *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum* jest prawdopodobnie częstszy, a biorąc pod uwagę rosnącą ilość informacji o nowych stanowiskach martwic wapiennych, liczba jego stanowisk będzie się zwiększała. Sporządzone podczas niniejszych badań zdjęcia fitosocjologiczne porównano ze zdjęciami z Pogórza Cieszyńskiego, zamieszczonymi w pracy PARUSELA (2008). W płatach zbiorowiska opisanego przez wspomnianego autora udział gatunków był zróżnicowany. Liczba gatunków z klasy *Montio-Cardaminetea* była podobna do obserwowanej obecnie, jednakże zajmowały one niewielką powierzchnię. Z roślin naczyniowych były to *Cardamine amara*, *Carex remota*, *Chrysosplenium alternifolium*,



Ryc. 3. *Palustriella commutata*, gatunek charakterystyczny zespołu *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum*, ze sporofitami w Lesznej Górnej (fot. A. Tyc, 16.04.2023 r.).

Fig. 3. *Palustriella commutata*, characteristic species of the *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum* association, with sporophytes in Leszna Górna (photo by A. Tyc, April 16, 2023).

Veronica montana, a z mszaków – *Brachythecium rivulare*, *Cratoneuron filicinum* i *Palustriella commutata*. Z klasy *Quercio-Fagetea* częściej notowano *Equisetum telmateia*, *Carex sylvatica*, *Circaea lutetiana*, *Galeobdolon luteum* i *Millium effusum*. Duży udział miały ponadto *Urtica dioica*, *Cirsium oleraceum*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Petasites albus*, a z mszaków – *Conocephalum conicum*. Autor pisze o lokalizacji badanych płatów w obrębie lasów, jednakże nie podaje wartości dotyczącej ich ocienienia. Porównanie wybranych cech płatów roślinności przedstawiono w tabeli 1. Ponieważ zdjęcia fitosocjologiczne w 2023 r. wykonane były w innych miejscach, nie można dokonać bezpośrednich porównań. Można natomiast dla całego obszaru „Cieszyńskie Źródła Tufowe” stwierdzić, że liczba stanowisk zespołu *Brachythecio rivularis*-*Cratoneuretum* rośnie, a w budowie jego płatów zwiększa się udział gatunków z klasy *Montio-Cardaminetea* (Ryc. 4).

Wytrącaniu węglanu wapnia, budującego martwicę wapienną, sprzyja wysokie nasycenie wód gruntowych węglanami, pochodzącymi z ługowania wapieni, margli i łupków marglistych oraz procesy metaboliczne mikroorganizmów (m.in. cyjanobakterii i glonów) oraz mchów. Efektem procesów biochemicznych z udziałem mikroorganizmów w omawianym obszarze są silnie porowate, okrągłe lub wrzecionowate onkoidy, które pokrywają dna strug z wolno płynącą wodą poniżej źródeł lub sączącą się z wysięków. Innym typem martwicy wapiennej powstałej na tej drodze są również porowate naskorupienia progów martwicowych, z widoczną strukturą mat glonowych. Z kolei mchy, w tym *Palustriella*



Ryc. 4. Obfite stanowisko martwicy wapiennej z płatami zespołu *Brachythecio rivularis*-*Cratoneuretum* w dolinie Cieplicy w Cisownicy (fot. A. Tyc, 8.05.2021 r.).

Fig. 4. Abundant site of calcareous tufa with the *Brachythecio rivularis*-*Cratoneuretum* patches in the Cieplica valley in Cisownica (photo by A. Tyc, May 8, 2021).

Tabela 2. *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum commutati* Dierßen 1973
Table 2. *Brachythecio rivularis-Cratoneuretum commutati* Dierßen 1973

Numer zdjęcia (Number od relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Stalość (Constancy)	
Data (Date)		4.06. 2023	4.06. 2023	4.06. 2023	4.06. 2023	4.06. 2023	4.06. 2023	4.06. 2023	4.06. 2023	4.06. 2023	31.08. 2023		
Stanowisko (Locality)		LW1	LW2	GW	LG1	LG2	LG3	LG4	C1	C2	M		
Wysokość n.p.m. (Altitude a.s.l.) [m]		372	357	336	510	533	512	533	382	380	386		
Pokrycie warstwy (Cover of layer) b		20	5	40	5	5	.	.	10	1	30		
Pokrycie warstwy (Cover of layer) c		80	95	40	10	30	40	30	40	60	25		
Pokrycie warstwy (Cover of layer) d		80	95	85	30	45	40	70	80	70	100		
Powierzchnia zdjęcia (Area of relevé) [m ²]		25	25	20	20	10	20	10	25	25	10		
Liczba gatunków (Number of species)		19	18	16	11	15	15	15	27	23	17		
Właściwości fizyko- chemiczne wody* (Physicochemical properties of water*)	Odczyn [pH] (pH reaction)	6,58	6,45	7,47	8,13	7,09	7,90	7,98	6,69		7,84		
	Temperatura (Temperature) [°C]	10,6	8,9	8,8	9,4	7,4	8,9	9,9	9,2		8,8		
	Suma rozpuszczonych substancji stałych (Total Dissolved Solids (TDS)) [mg/L]	542	622	775	336	421	472	497	452		367		
Ch. Cl. Montio-Cardaminetea		1.2	+	2.2	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	3.3	.	V	
<i>Carex remota</i>		1.2	.	.	+	.	+	.	.	.	.	II	
<i>Cardamine amara</i>		+	5.5	4.4	.	+	2.2	+	2.2	2.2	1.2	V	
<i>Brachythecium rivulare</i> d		+	2.3	+	1.2	.	1.2	.	.	+	5.5	IV	
<i>Cratoneuron filicinum</i>		5.5	.	3.3	3.3	3.3	3.3	4.5	5.5	4.5	.	IV	
<i>Palustricola commutata</i>		1.2	+	.	.	.	.	.	.	.	2.2	II	
<i>Pellia endiviifolia</i>		+	.	.	.	.	.	.	.	.	+	II	
<i>Rhizomnium punctatum</i>		+	.	.	.	.	.	.	.	2.2	+	II	

[illegible]

Objaśnienia (Explanations): C1 – Cieplica 1, C2 – Cieplica 2, GW – Górka Wilamowicka, LG1 – Leszna Górna 1, LG2 – Leszna Górna 2, LG3 – Leszna Górna 3, LG4 – Leszna Górna 4, LW1 – Las Witalusz 1, LW2 – Las Witalusz 2, M – Molczyn

*Data wykonania pomiarów (Measurement date): LW1, LW2, GW – 25.04.2021 r.; LG1-LG4 – 16.04.2023 r.; C1, C2 – 26.10.2020 r.; M – 28.01.2025 r.

commutata i *Cratoneuron filicinum*, sprzyjają powstawaniu mniej porowatych kopulastych skupień martwic i barier mis martwicowych.

Dla ochrony priorytetowego siedliska przyrodniczego Natura 2000 – 7220 Źródłiska wapienne ze zbiorowiskami *Cratoneurion commutati*, w 2008 r. (DECYZJA 2008), a następnie w 2022 r. (ROZPORZĄDZENIE 2022) na Pogórzu Cieszyńskim utworzono specjalny obszar ochrony siedlisk „Cieszyńskie Źródła Tufowe” PLH240001. Składa się on z czterech enklaw – Las Grabicz (Góra Jasieniowa), Kamieniec, Morzyk oraz Skarpa Wiślicka, i zajmuje powierzchnię 266,89 ha (Ryc. 2). W jego obrębie znajdują się dwa rezerваты przyrody – „Morzyk” i „Skarpa Wiślicka”. W następnych latach na Pogórzu Cieszyńskim zostały odnalezione kolejne stanowiska z dobrze wykształconym siedliskiem 7220 (TYC & JONDERKO 2017, 2021). Źródła wapienne i towarzyszące im płaty roślinności podlegają ochronie (ROZPORZĄDZENIE 2001) i są uważane za zagrożone w skali kraju (PERZANIOWSKA & KORZENIAK 2020), jak również regionalnie, np. w województwie śląskim (PARUSEL i in. 2012). Charakteryzują się bardzo dużą wrażliwością na zmiany stosunków wodnych, zarówno o charakterze naturalnym jak i antropogenicznym oraz zniszczenia mechaniczne. Dotyczy to zaniku wypływów, np. w wyniku drenażu źródeł ujęciami studziennymi, jak i modyfikacji cieków wodnych w strefie źródliskowej, zwiększającej przepływ i rozwój erozji, która może mieć też charakter naturalny, w wyniku gwałtownych opadów deszczu i intensywnych roztopów. Dużym zagrożeniem dla źródeł z martwicami wapiennymi jest wycinanie nawet pojedynczych drzew ocieniających strefy aktywnej depozycji z udziałem mchów, co powoduje wkraczanie na odsłonięte powierzchnie wysokich bylin, np. *Cirsium oleraceum* czy *Eupatorium cannabinum*, jak również traw i turzyc. W wyniku prowadzenia prac leśnych może dojść ponadto do nieodwracalnego, mechanicznego uszkodzenia mis i progów martwicowych przez pojazdy i ścięte drzewa w czasie prowadzenia wycinki. Takie sytuacje były obserwowane podczas badań terenowych i część stanowisk z siedliskiem 7220 zostało poważnie przekształconych lub zniszczonych. Z tego względu proponuje się wyznaczenie wokół zidentyfikowanych płatów stref ochronnych o promieniu 30 m. Ograniczy to ich przypadkowe uszkodzenia, które mogą zostać wywołane przez ścinanie i usuwanie drzew w bezpośrednim sąsiedztwie (TYC i in. 2022).

Podziękowania. Praca finansowana była w ramach badań statutowych Katedry i Zakładu Botaniki Farmaceutycznej i Zielarstwa ŚUM: BNW-1-101/K/4/F oraz ze środków Instytutu Nauk o Ziemi UŚ.

LITERATURA

- BALCERKIEWICZ S. 1984. Roślinność wysokogórska Doliny Pięciu Stawów Polskich w Tatrach i jej antropogeniczne przemiany. s. 191. Wydawnictwo Naukowe UAM, Seria Biologia 25, Poznań.
- BALCERKIEWICZ S. & PAWLAK G. 2004. Roślinność wysokogórska Babiogórskiego Parku Narodowego. – W: B. W. WOŁOŻYŃ, A. JAWORSKI & J. SZWAGRZYK (red.), Babiogórski Park Narodowy. Monografia Przyrodnicza, s. 487–525. Komitet Ochrony Przyrody PAN, Babiogórski Park Narodowy, Kraków.
- BECZAŁA T., CIBOROWSKI T., CZYŁOK A., JONDERKO T. & TYC A. 2010. Zjawiska wytrącania martwic wapiennych w strefach źródliskowych Pogórza Cieszyńskiego. – W: M. SZELEREWICZ & J. URBAN (red.), Materiały 44. Sympozjum Speleologicznego, Wisła, 8–10.10.2010 r., s. 31–35. Sekcja Speleologiczna Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. M. Kopernika & Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków.

- BRAUN-BLANQUET J. 1964. Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde. Dritte Auflage. s. 865. Springer-Verlag, Wien, New York.
- BUZEK K. 1914. Przyczynek do geologii Ks. Cieszyńskiego. s. 57. Miesięcznik Pedagogiczny, Cieszyn.
- CELIŃSKI F. & WOJTERSKI T. 1983. Szata roślinna Babiej Góry. – W: K. ZABIEROWSKI (red.), Park narodowy na Babiej Górze. Człowiek i przyroda. – Studia Naturae, Seria B **29**: 121–177.
- CHYTRÝ M. (red.). 2011. Vegetace České republiky. **3**. Vodní a mokřadní vegetace. s. 827. Academia, Praha.
- CZYŁOK A., TYC A. & STEBEL A. 2003. Osobliwości przyrodnicze źródeł z martwicami wapiennymi na Pogórzu Cieszyńskim. – Przyroda Górnego Śląska **34**: 22–23.
- DECYZJA Komisji z dnia 25 stycznia 2008 r. przyjmująca na mocy dyrektywy Rady 92/43/EWG pierwszy zaktualizowany wykaz terenów mających znaczenie dla Wspólnoty składających się na alpejski region biogeograficzny (notyfikowana jako dokument nr C(2008) 271) (2008/218/WE) (Dz. Urz. UE L 77 z 19.03.2008, str. 106).
- DIERSSSEN K. 1973. Die Cratoneurum-Gesellschaft einiger Quellbäche in den Bückebergen bei Bad Eilsen. – Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft (alte Serie) **15–16**: 22–27.
- KORNAŚ J. & MEDWECKA-KORNAŚ A. 1967. Zespoły roślinne Gorców. I. Naturalne i na wpół naturalne zespoły nieleśne. – Fragmenta Floristica et Geobotanica **13**(2): 173–316.
- KRAUSE R. & WIK A. S. 2009. Zróżnicowanie roślinności źródliskowej z klasy *Montio-Cardaminetea* w zachodniej części Beskidów Zachodnich. – Materiały Opracowania Centrum Dziedzictwa Górnego Śląska **10**: 1–91.
- KRAUSE R., SMIEJA A., SMIEJA-KRÓL B., STEBEL A., LOCH J. & JAINTA E. 2015. Źródła z martwicą wapienną w dolinie potoku Jamne w Gorcach. – Inżynieria Ekologiczna **41**: 36–45.
- MATUSZKIEWICZ W. 2005. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. s. 537. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- MIREK Z., PIĘKOŚ-MIRKOWA H., ZAJĄC A. & ZAJĄC M. 2020. Vascular plants of Poland. An annotated checklist. s. 526. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- MOLEND A. T. & NEJFELD P. 2016. Nowe stanowiska źródeł z martwicami wapiennymi na obszarze Beskidu Małego. – Inżynieria Ekologiczna **49**: 168–171.
- OCHYRA R., ŻARNOWIEC J. & BEDNAREK-OCHYRA H. 2003. Census catalogue of Polish mosses. s. 372. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- PARUSEL J. B. 2008. Monitoring of the habitat of petrifying springs with tufa formation in the Cieszyńskie Źródła Tufowe Natura 2000 site (Cieszyńskie Foothills, southern Poland). – W: P. KOČÁREK, V. PLÁŠEK, K. MALACHOVÁ & Š. CIMALOVÁ (red.), Environmental changes and Biological Assessment IV. Scripta Facultatis Rerum Naturalium Universitatis Ostraviensis **186**: 301–308.
- PARUSEL J. B. 2010. 7220 Źródła wapienne ze zbiorowiskami *Cratoneurion commutati*. – W: W. MRÓZ (red.), 2010. Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny. Cz. I, s. 174–188. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa.
- PARUSEL J. B., CABAŁA S., HEREŹNIAK J. & WIK A. S. (red.). 2012. Czerwona lista zbiorowisk roślinnych województwa śląskiego. – Raporty Opinie **6**(3): 5–59.
- PERZANOWSKA J. & KORZENIAK J. 2020. Red List of Natura 2000 habitat types of Poland. – Journal for Nature Conservation **56**: 125834.
- PODGÓRSKA D. 2012. Sedymentacja współczesnych martwic wapiennych w rejonie Bielska-Białej. – W: J. SZULC & W. WRÓBLEWSKI (red.), Materiały 46 Sympozjum Speleologicznego. Góra Świętej Anny, 19–21.10.2012 r., s. 47. Sekcja Speleologiczna Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, Kraków.

- RATYŃSKA H., WOJTERSKA M. & BRZEG A. 2010. Multimedialna encyklopedia zbiorowisk roślinnych Polski. Wyd. multimedialne CD. Uniwersytet Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 14 sierpnia 2001 r. w sprawie określenia rodzajów siedlisk przyrodniczych podlegających ochronie (Dz. U. 2001 r. nr 92, poz. 1029).
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 25 marca 2022 r. w sprawie specjalnego obszaru ochrony siedlisk Cieszyńskie Źródła Tufowe (PLH240001) (Dz. U. 2022 r., poz. 990).
- OLON J., BORZYSZKOWSKI J., BIDAŁASIK M., RICHLING A., BADORA K., BALON J., BRZEZIŃSKA-WÓJCIK T., CHABUDZIŃSKI Ł., DOBROWOLSKI R., GRZEGORCZYK I., JODŁOWSKI M., KISTOWSKI M., KOT R., KRAŻ P., LECHNIO J., MACIAS A., MAJCHROWSKA A., MALINOWSKA E., MIGOŃ P., MYGA-PIĄTEK U., NITA J., PAPIŃSKA E., RODZIK J., STRZYŻ M., TERPIŁOWSKI S., ZIAJA W. & PAUL J. 2018. Physico-geographical mesoregions of Poland: verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data. – *Geographia Polonica* **91**: 143–170.
- STEBEL A. 2004. A contribution to the bryoflora of the western part of the Carpathian Foothills (Western Carpathians). – W: A. STEBEL & R. OCHYRA (red.), *Bryological studies in the Western Carpathians*, s. 135–145. Sorus, Poznań.
- STEBEL A. 2006. The mosses of the Beskidy Zachodnie as a paradigm of biological and environmental changes in the flora of the Polish Western Carpathians. s. 347. Śląski Uniwersytet Medyczny & Wydawnictwo Sorus, Katowice – Poznań.
- STUCHLIK L. 1968. Zbiorowiska ziołoroślowe i źródłiskowe pasma Policy w Karpatach Zachodnich. – *Fragmenta Floristica et Geobotanica* **14**(4): 485–484.
- SZAFER W., PAWŁOWSKI B. & KULCZYŃSKI S. 1923. Die Pflanzenassoziationen des Tatra – Gebirges. I Teil: Die Pflanzenassoziationen des Chochołowska Tales. – *Bulletin International de l'Academie Polonaise des Sciences et des Lettres, Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles, Serie B: Sciences Naturelles* 1923, Supplement **3**: 1–66.
- SZWEYKOWSKI J. 2006. An annotated checklist of Polish liverworts and hornworts. s. 114. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- TYC A. & JONDERKO T. 2017. Współczesne depozycje martwic wapiennych na Pogórzu Cieszyńskim w granicach powiatu cieszyńskiego. – *Przyrodnik Ustroński* **16**: 207–217.
- TYC A. & JONDERKO T. 2021. Współczesne depozycje martwic wapiennych na terenach historycznego górnictwa sydereytów w Lesie Witalusz i na stokach Górki Wilamowickiej (Pogórze Cieszyńskie). – *Przyrodnik Ustroński* **20**: 192–200.
- TYC A., JONDERKO T. & STEBEL A. 2022. Praktyczne aspekty ochrony martwic wapiennych Pogórza Cieszyńskiego z siedliskiem 7220 Źródlika wapienne ze zbiorowiskami *Cratoneurion commutati*. – W: M. WARCHAŁOWSKI (red.), IV Międzynarodowa konferencja przyrodnicza pogranicza polsko-czesko-słowackiego, s. 12–14. Muzeum Tatrzańskie im. Dra Tytusa Chałubińskiego, Zakopane.
- VALACHOVIČ M. (red.). 2001. Rastlinné spoločenstvá Slovenska. **3**. Vegetácia mokradí. s. 435. Veda, Bratislava.
- WALAS J. 1933. Roślinność Babiej Góry. – *Monografie Naukowe Państwowej Rady Ochrony Przyrody* **2**: 1–68.
- WILCZEK R. 1936. Mchy zespołów leśnych Pogórza Cieszyńskiego. – *Prace Biologiczne Śląskie* **1**: 79–112.
- WILCZEK Z. 2006. Fitosocjologiczne uwarunkowania ochrony przyrody Beskidu Śląskiego (Karpaty Zachodnie). – *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach* **2418**: 1–223.
- WOŁĘJKO L. 2000. Roślinność źródłiskowa (klasy *Montio-Cardaminetia* i *Fontinaletia antipyreticae*) kompleksów źródłiskowych Polski północno-zachodniej. – *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis, Agricultura* **85**: 203–220.

SUMMARY

This paper presents information on the diversity of patches of the *Brachythecio rivularis*-*Cratoneuretum* association (Fig. 1) growing on calcareous tufa in the Pogórze Cieszyńskie foothills (the western part of the Pogórze Śląskie foothills) and the adjacent part of the Beskid Śląski Mts (Fig. 2). The research, conducted between 2020 and 2025, considers the geological and geochemical conditions of the calcareous tufa sites and the associated vegetation (Tab. 2).

PARUSEL (2008) provided the first description of spring vegetation in this area. Since then, the number of documented sites has increased. The incidence of species belonging to the *Montio-Cardaminetea* class in the *Brachythecio rivularis*-*Cratoneuretum* patches has also expanded, particularly *Palustriella commutata* (Tab. 1, Fig. 3).

Mosses, primarily *Palustriella commutata* and *Cratoneuron filicinum*, contribute to the formation of tufa, facilitating the development of less porous dome-shaped tufa aggregates and tufa bowl barriers (Fig. 4). Springs with calcareous deposits are highly sensitive to changes in water conditions and to mechanical damage caused by natural processes and human activity, which highlights the need for their protection.

Wpłynęło: 16.02.2025 r.; przyjęto do druku: 23.06.2025 r.