








Zbiorowiska roślinne doliny Czerwonej Wody w Parku Narodowym Gór Stołowych

Plant communities of the Czerwona Woda River Valley (Stołowe Mountains National Park)

Remigiusz Pielech¹ , Marek Malicki², Michał Smoczyk³ , Andrzej M. Jagodziński⁴ 
Marcin K. Dyderski⁴ , Paweł Horodecki⁴ , Sylwia Wiercholska⁵ , Maciej Skorupski⁶
Jacek Kamezczyk⁶ , Izabela Kałucka^{7,8}, Mariusz Hachulka⁷, Anna Gazda^{1*} 

¹Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, Wydział Leśny, Instytut Ekologii i Hodowli Lasu, Zakład Bioróżnorodności Leśnej, al. 29-Listopada 46, 31-425 Kraków; ²Uniwersytet Wrocławski, Wydział Nauk Biologicznych, Instytut Biologii Środowiskowej, Zakład Botaniki, ul. Kanonia 6/8, 50-328 Wrocław; ³ul. Wojska Polskiego 30/5, 69-110 Rzepin; ⁴Instytut Dendrologii Polskiej Akademii Nauk, ul. Parkowa 5, 62-035 Kórnik; ⁵Uniwersytet Opolski, Wydział Przyrodniczo-Techniczny, Samodzielna Katedra Biosystematyki, ul. Oleska 22, 45-052 Opole; ⁶Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Leśny, Katedra Łowiectwa i Ochrony Lasu, ul. Wojska Polskiego 71c, 60-625 Poznań; ⁷Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Pracownia Algologii i Mykologii, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź; ⁸Uniwersytet Łódzki, Instytut Nauk Leśnych, Filia w Tomaszowie Mazowieckim, ul. Konstytucji 3 Maja 65/67, 97-200 Tomaszów Mazowiecki

*Tel. +48 12 6625117, e-mail: rlgazda@cyf-kr.edu.pl

Abstract. The Czerwona Woda River is the main watercourse in the Stołowe Mountains National Park and drains the major part of the Stołowe Mts. It was regulated in the past, but its channel has been spontaneously naturalized. Now, managed spruce forests grow along almost the entire length of this small mountain stream. The aims of the present study were to investigate diversity of plant communities connected with the Czerwona Woda stream and to prepare detailed vegetation maps. The results obtained can potentially be a reference for future restoration projects implemented in the Stołowe Mountains National Park.

As a result of vegetation mapping, there were distinguished 20 plant communities representative of the current vegetation and 3 communities representative of the potential vegetation. Phytosociological data on the vegetation was documented by making 62 phytosociological relevés. Based on these, 9 forest communities were distinguished, of which 3 were classified into associations, 1 – into alliance, 5 – into secondary forest communities. Furthermore, there were distinguished 14 non-forest communities, of which 10 were classified into associations. Several of the phytosociological classes distinguished have been reported for the first time in the Stołowe Mountains National Park.

Keywords: river valley, riparian vegetation, plant communities, Stołowe Mountains, Central Sudetes

1. Wstęp

Roślinność towarzysząca ciekom jest kluczowym elementem ekosystemów nadrzecznych, wykorzystywanym jako indykator ich kondycji (Johansen et al. 2008; Macfarlane et al. 2017). Ekosystemy dolin rzecznych są niezwykle cenne ze względu na liczne świadczone przez nie usługi ekosystemowe (Sweeney et al. 2004; Gundersen et al. 2010; Van Looy et al. 2017). Niestety, są one też jednymi z najbardziej przekształconych ekosystemów (González et al. 2017), na co wpływ miały przede wszystkim regulacja rzek (Nilsson, Berggren 2000; Nilsson et al. 2005; Greet et al. 2013; Foster, Rood 2017), różne formy użytkowania (Allan 2004; González et al. 2017) oraz inwazje gatunków obcych

(Richardson et al. 2007; Catford et al. 2011; Dyderski et al. 2015; Wagner et al. 2017).

Podobnie sytuacja przedstawia się na obszarze Sudetów. Lasy nadrzeczne, szczególnie te związane z górnymi odcinkami górskich rzek, charakteryzują się ponadprzeciętnym bogactwem florystycznym (Pielech 2015). Jednak intensywne użytkowanie lasu, trwające tu aż do XVIII wieku, doprowadziło do niemal całkowitego odlesienia Sudetów (Wilczkiewicz 1982). Te zjawiska zachodziły również w dolinach rzecznych, które i tak już przekształcone w wyniku rozwoju osadnictwa, były wykorzystywane do spławiania drewna (KRNAP 2012). Rozwój tzw. nowoczesnego leśnictwa, który nastąpił z początkiem XIX wieku, wiązał się jednak z eliminacją gatunków liściastych i masowym wprowadzaniem upraw świerka

Wpłynęło: 14.02.2018 r., recenzowano: 21.05.2018 r., zaakceptowano: 4.06.2018 r.

w omawianym regionie (Barzdajn et al. 1999). Doprowadziło to do dalszych, daleko idących przemian roślinności, których skutki obserwuje się do dzisiaj. Wiele dolin rzecznych na terenie Sudetów pozbawionych jest występujących tu w przeszłości naturalnych zbiorowisk lasów łęgowych, natomiast ich miejsce zajęły sztucznie wprowadzone monokultury świerkowe. Lasy łęgowe zachowały się jedynie w rozproszeniu w postaci niewielkich fragmentów. Mimo ich nieocenionej roli w środowisku, lasy te wciąż podlegają negatywnym wpływom związanym z anachronicznie pojmowaną ochroną przeciwpowodziową, dalszym rozwojem zabudowy w dolinach rzecznych lub użytkowaniem niezgodnym z wymogami ochrony zasobów środowiska przyrodniczego (Pielech, Kisiel 2010; Pielech et al. 2017).

Czerwona Woda w Górach Stołowych to przykład rzeki idealnie pasujący do powyższego opisu. Niewielki górski potok otoczony jest dziś na niemal całej długości gospodarczymi lasami świerkowymi. Cechy hydromorfologiczne koryta Czerwonej Wody są typowe dla rzek nieuregulowanych (Witek 2013), jednak dokładniejsza penetracja terenu pozwala odkryć ślady przekształceń reżimu hydrologicznego, włączając w to melioracje osuszające, regulację oraz odcinkową zabudowę koryta, zapory przegradzające rzekę i modyfikujące przepływ wody i inne. Tak silny stopień przekształcenia ekosystemów nadrzecznych wpłynął zarówno na zasoby wodne, jak i różnorodność biologiczną tego obszaru. Ze względu na problemy związane z bardzo niskim stanem wody w ostatnich latach, Park Narodowy Gór Stołowych rozważa plany renaturyzacji rzeki Czerwona Woda. Wymaga to jednak bardzo szczegółowego poznania obecnych zasobów szaty roślinnej.

Niniejsza praca przedstawia wyniki badań, których celem było szczegółowe rozpoznanie i skartowanie zbiorowisk roślinnych związanych z potokiem Czerwona Woda w Górach Stołowych, a w szczególności: (1) rozpoznanie zróżnicowania zbiorowisk roślinnych, (2) skartowanie roślinności rzeczywistej oraz (3) opracowanie mapy roślinności potencjalnej.

2. Materiały i metody

2.1. Charakterystyka obszaru badań

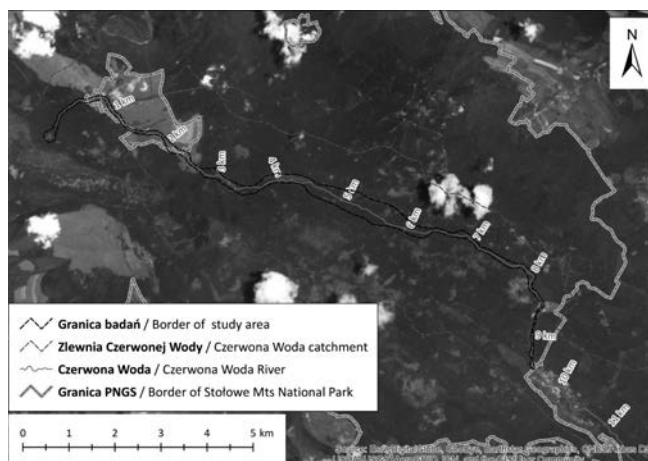
Czerwona Woda jest najdłuższym ciekim na terenie Parku Narodowego Gór Stołowych (13,45 km) i odwadnia większą część masywu Gór Stołowych (Adynkiewicz-Piragas et al. 2011). Źródła potoku znajdują się na stokach Skalniaka, na wysokości około 798 m n.p.m. i początkowo w obszarze źródłiskowym płynie on słabo wykształconą doliną (Witek 2013), by poniżej Karłowa uformować już dobrze wykształconą dolinę o głębokości do kilkudziesięciu metrów w obrębie wąskiego rowu tektonicznego – Obniżenia Czerwonej Wody (Migoń et al. 2011). Podłoże geologiczne stanowią turońskie margle i piaskowce, co znajduje swój wyraz w morfologii doliny w postaci typowych dla potoków Gór Stołowych odcinków przelomowych (Migoń et al. 2011), np. Cygański Wąwóz powyżej Batorowa. Bardzo charakterystyczną cechą

jest brunatno-czerwona barwa wody w potoku (stąd nazwa), która jest wynikiem odwadniania położonych w sąsiedztwie terenów torfowiskowych, np. Wielkiego Torfowiska Batorowskiego, Niknącej Łąki i Zmrozowiska. W górnym i środkowym biegu potok ma w większości urozmaicony charakter koryta i procesów je kształtujących (erozja boczna i akumulacja, erozja denną). Odmienna sytuacja dotyczy całej doliny Czerwonej Wody, gdzie na skutek długotrwałych przekształceń, głównie związanych z osuszaniem w celu intensyfikacji gospodarki leśnej i budową dróg, stosunki wodne są trwale antropogenicznie zaburzone. Większość powierzchni doliny Czerwonej Wody pokrywają tereny leśne (zalesienie zlewni sięga 90%), w większości są to nasadzenia świerkowe, większe enklawy bezleśne zajęte są przez tereny wsi Karłów i Batorów. W bezpośredniej bliskości koryta potoku dominują gleby torfowo-glejowe i mady, na skrzydłach doliny występują gleby brunatne i płowe, a miejscami także utwory bielicowe (Kabała et al. 2002b).

Granice obszaru badań wyznaczono precyzyjnie na podstawie modelu terenu. W miejscach, gdzie dolina rozszerza się znacząco, obszar badań ograniczono do strefy 100 m w każdą stronę od osi koryta Czerwonej Wody (ryc. 1). Tak zdefiniowany obszar badań obejmował powierzchnię 91,2 ha.

2.2. Geobotaniczne rozpoznanie obszaru badań

Szata roślinna doliny Czerwonej Wody nie była dotąd przedmiotem szczegółowych badań. Brak jest dokładnych informacji zarówno o występujących tu gatunkach roślin naczyniowych, jak i o zróżnicowaniu zbiorowisk roślinnych. Jednak obszar Gór Stołowych był często przedmiotem badań geobotanicznych. Pierwsze wiarygodne dane spotyka się w pracach przedwojennych florystów (np. Fiek 1881; Schube 1903, 1906; Pax 1915). Niestety dokładność podawanych w ww. pracach lokalizacji pozwala jedynie przypisać poszczególne stanowiska roślin do szerzej zdefiniowanych



Rycina 1. Obszar objęty badaniami na tle zlewni Czerwonej Wody wraz z naniesionym kilometrażem rzeki

Figure 1. Study area overlaid by Czerwona Woda river catchment; river kilometrage is given for reference

obszarów. Podobnie po II wojnie światowej Góry Stołowe cieszyły się uwagą florystów i fitosocjologów. Obok wielu notatek florystycznych i uwag o zróżnicowaniu roślinności, szczegółowy wykaz tych prac można znaleźć w opracowaniu Świerkosza i in. (2008), na uwagę zasługuje kompleksowa analiza geobotaniczna Gór Stołowych (Świerkosz 1998; Wierzcholska et al. 2018). Niestety, ze względu na wielkoobszarowy charakter omawianych badań, zarówno dane ujęte we wspomnianych doniesieniach florystyczno-fitosocjologicznych, jak i w szczegółowym opracowaniu geobotanicznym, nie pozwalają na precyzyjne przypisanie stanowisk roślin do doliny Czerwonej Wody. Z kolei najnowsze doniesienia (po 2008 roku), zawierające precyzyjne lokalizacje, dotyczą jedynie stanowisk położonych poza terenem objętym niniejszym opracowaniem (np. Wójcik 2017).

2.3. Prace terenowe

Badania terenowe prowadzono w sierpniu i wrześniu 2017 roku. Podstawową jednostką roślinności rzeczywistej wyróżnianej podczas kartowania był zespół roślinny. W wyjątkowych przypadkach, gdy brak było gatunków charakterystycznych lub zbiorowisko miało charakter przejściowy, dany płat roślinności przypisywano do związku. Analizując zróżnicowanie roślinności, przyjęto aktualny hierarchiczny system jednostek syntaksonomicznych opracowany dla Europy (Mucina et al. 2016). Zespoły roślinne wyróżniono natomiast zgodnie z ujęciem stosowanym w Czechach (Chytrý 2007, 2009, 2011, 2015) jako najlepiej charakteryzującym zróżnicowanie roślinności Sudetów. Badaniem objęto zarówno roślinność leśną, jak i zbiorowiska nieleśne. Oprócz zbiorowisk naturalnych i półnaturalnych wyróżniano także leśne zbiorowiska zastępcze. Zasady wyróżniania oraz nazywania leśnych zbiorowisk zastępczych przyjęto za Instrukcją urzędowania lasu (PGL LP 2012). Granice wyróżnionych płatów zbiorowisk wyznaczono w terenie przy pomocy precyzyjnego odbiornika GPS klasy GIS (przeciętna szacowana dokładność pod okapem drzewostanu wynosi +/- 5–10 m). Przyjęto, że minimalna powierzchnia wyróżnionego na mapie płatu to 0,1 ha. W przypadku siedlisk zależnych od wód (źródlika, wysięki, szuwary, lasy łąkowe, bory bagienne), gdy było to możliwe, kartowano również mniejsze płaty. Mapę roślinności rzeczywistej tworzą w terenie w aplikacji Collector for ArcGIS, a wynikiem prac jest warstwa poligonowa zawierająca diagnozy fitosocjologiczne przypisane jako jeden z atrybutów.

Mapę roślinności potencjalnej tworzą w oparciu o wcześniej stworzoną mapę roślinności rzeczywistej, wykorzystując wiedzę nt. dynamicznych kręgów zbiorowisk oraz zróżnicowania roślinności Sudetów, a także korzystając ze zeskanowanej i zgeoreferencjonowanej mapy gleb Parku Narodowego Gór Stołowych (Kabała et al. 2002a,b). Następnie dla każdego poligonu reprezentującego skartowaną roślinność rzeczywistą przypisano kolejną diagnozę fitosocjologiczną odpowiadającą roślinności potencjalnej, przy czym roślinność potencjalną określano jedynie do poziomu związku.

Większość spośród wszystkich wyróżnionych płatów roślinności naturalnej i półnaturalnej została udokumentowana poprzez wykonanie zdjęcia fitosocjologicznego. Powierzchnie zdjęć przyjęto zgodnie z zaleceniami Otypkovej i Chytrého (2006). W większości przypadków zdjęcia wykonano na kwadratowej powierzchni zorientowanej względem kierunków świata. Udział poszczególnych gatunków roślin naczyniowych oszacowano za pomocą skali ilościowości Braun-Blanqueta (Dzwonko 2007). W zdjęciach uwzględniono również najczęstsze gatunki mszaków posiadające wartość diagnostyczną dla wyróżnianych jednostek. Nazwy mszaków są zgodne z opracowaniami: Ochyry i in. (2003) oraz Szweykowskiego (2006). Zdjęcia fitosocjologiczne zbiorowisk leśnych wykonane w ramach prezentowanych badań zgromadzono w bazie Forest Database of Southern Poland (Pielech et al. 2018). W celu przedstawienia zróżnicowania wyróżnionych syntaksonów wykonano tabele fitosocjologiczne zbiorowisk, które były udokumentowane przez przynajmniej trzy zdjęcia fitosocjologiczne. Wyróżniono w nich gatunki diagnostyczne poszczególnych zespołów zgodnie z opracowaniami Chytrého i in. (2007, 2009, 2011, 2015), a także gatunki regionalnie diagnostyczne wyróżnione na podstawie zestawionych tabel oraz znajomości zróżnicowania roślinności Sudetów. Zrezygnowano z podawania gatunków diagnostycznych dla jednostek wyższej rangi. Ponadto dla wyróżnionych zbiorowisk sporządzono ich szczegółową charakterystykę obejmującą informacje o strukturze, stanie zachowania i rozmieszczeniu na badanym obszarze.

3. Wyniki

3.1. Mapy roślinności rzeczywistej i potencjalnej

Na mapie roślinności rzeczywistej wyróżniono 20 typów zbiorowisk (tab. 1), natomiast na mapie roślinności potencjalnej wyróżniono 3 typy zbiorowisk (tab. 2). W trakcie prac terenowych wykonano łącznie 62 zdjęcia fitosocjologiczne. Porządkowanie zdjęć fitosocjologicznych pozwoliło na wyróżnienie 9 zbiorowisk leśnych, z których trzy przypisano do zespołu, jeden do związku, a pięć pozostałych to leśne zbiorowiska zastępcze. Ponadto rozpoznano 14 typów zbiorowisk nieleśnych, spośród których 10 opisano w randze zespołu. Poniżej przedstawiono wykaz wszystkich wyróżnionych jednostek w hierarchicznym układzie systematycznym.

Zbiorowiska leśne:

Klasa: *Alno glutinosae-Populetea albae* P. Fukarek et Fabijanić 1968

Rząd: *Alno-Fraxinetalia excelsioris* Passarge 1968

Związek: *Alnion incanae* Pawłowski et al. 1928

1. *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae*

Lohmeyer 1957

2. zbiorowisko ze związku *Alnion incanae*

Klasa: *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939

Rząd: *Piceetalia excelsae* Pawłowski et al. 1928

Związek: *Piceion excelsae* Pawłowski et al. 1928

3. *Equiseto sylvatici-Piceetum abietis* Šmarda 1950

Tabela 1. Lista zbiorowisk roślinnych wyróżnionych na mapie roślinności rzeczywistej

Table 1. List of plant communities distinguished on the map of current vegetation

Lp. No.	Zbiorowisko roślinne Plant community	Powierzchnia Area (ha)
1	zbiorowisko / community <i>Picea abies-Deschampsia flexuosa</i>	51,8
2	<i>Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis</i>	14,8
3	<i>Angelico sylvestris-Cirsietum oleracei</i>	2,3
4	<i>Juncetum squarrosi</i>	1,7
5	zbiorowisko ze związku / community within the association <i>Calthion palustris</i>	1,3
6	<i>Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens</i>	1,0
7	mozaika zbiorowisk / mosaic of the communities <i>Magno-Caricion gracilis/Alnion incanae</i>	0,9
8	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	0,8
9	zbiornik wodny / the pool of water	0,7
10	zbiorowisko regeneracyjne boru świeżego / coniferous forest	0,6
11	<i>Equiseto sylvatici-Piceetum abietis</i>	0,4
12	zbiorowisko z klasy / community from the class <i>Artemisietea vulgaris</i>	0,3
13	zbiorowisko ze związku / community within the association <i>Alnion incanae</i>	0,2
14	zbiorowisko z / community with <i>Alnus incana</i>	0,1
15	zbiorowisko z / community with <i>Carex brizoides</i>	0,1
16	<i>Stellario nemorum-Alnetum glutinosae</i>	< 0,1
17	mozaika zbiorowisk / mosaic of the communities <i>Magno-Caricion gracilis</i>	< 0,1
18	zbiorowisko ze związku / community within the association <i>Caricion canescenti-nigrae</i>	< 0,1
19	<i>Scirpetum sylvatici</i>	< 0,1
20	zbiorowisko / community <i>Acer pseudoplatanus-Rubus</i> sp.	< 0,1

Rząd: *Vaccinio uliginosi-Pinetalia sylvestris* Passarge 1968

Związek: *Eriophoro-Piceion abietis* Passarge 1968
4. *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis* Schubert 1972

Leśne zbiorowiska zastępcze:

5. zbiorowisko *Picea abies-Deschampsia flexuosa*
6. zbiorowisko *Picea abies-Molinia caerulea*
7. zbiorowisko *Picea abies-Carex brizoides*
8. zbiorowisko *Acer pseudoplatanus-Rubus* sp.
9. zbiorowisko z *Alnus incana*

Zbiorowiska nieleśne:

Klasa: *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937

Rząd: *Poo alpinae-Trisetetalia* Ellmauer et Mucina 1993
Związek: *Trisetum flavescens-Polygonion bistortae*
Br.-Bl. et Tx. ex Marschall 1947
1. *Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens*
Knapp ex Oberdorfer 1957

Tabela 2. Lista zbiorowisk roślinnych wyróżnionych na mapie roślinności potencjalnej

Table 2. List of plant communities distinguished on the map of potential vegetation

Lp. No.	Zbiorowisko roślinne Plant community	Powierzchnia Area (ha)
1	<i>Luzulo-Fagion sylvaticae</i>	36,2
2	<i>Alnion incanae</i>	27,1
3	<i>Eriophoro-Piceion abietis</i>	17,1

Rząd: *Molinetalia caeruleae* Koch 1926
Związek: *Calthion palustris* Tx. 1937
2. *Angelico sylvestris-Cirsietum oleracei* Tüxen 1937

3. *Cirsietum rivularis* Nowiński 1927
4. *Scirpetum sylvatici* Ralski 1931
5. zbiorowisko ze związku *Calthion palustris*
6. zbiorowisko z *Carex brizoides*

Klasa: *Nardetea strictae* Rivas Goday et Borja Carbonell in Rivas Goday et Mayor López 1966

Rząd: *Nardetalia strictae* Preising 1950

Związek: *Nardo-Juncion squarrosi* (Oberd. 1957) Passarge 1964

7. *Juncetum squarrosi* Oberdorfer 1934

Klasa: *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951

8. zbiorowisko z klasy *Artemisietea vulgaris*

Klasa: *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941

Rząd: *Phragmitetalia* Koch 1926

Związek: *Phragmition communis* Koch 1926

9. *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953
10. *Typhetum latifoliae* Nowiński 1930
11. *Phragmitetum australis* Savič 1926

Rząd: *Magnocaricetalia* Pignatti 1953

Związek: *Magnocaricion elatae* Koch 1926

12. *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae* Zumpfe 1929

Związek: *Magnocaricion gracilis* Géhu 1961

13. *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931

Klasa: *Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae* Tx. 1937

Rząd: *Caricetalia fuscae* Koch 1926

Związek: *Caricion fuscae* Koch 1926

14. zbiorowisko ze związku *Caricion fuscae*

3.2. Szczegółowa charakterystyka wyróżnionych zbiorowisk

Equiseto sylvatici-Piceetum abietis Šmarda 1950 (tab. 3)

Bór świerkowy rozwijający się w miejscach lokalnych źródeł i wysięków. W drzewostanie panuje niepodzielnie świerk pospolity. Warstwa krzewów jest zwykle słabo rozwinięta. W runie, obok gatunków typowo borowych, zaznacza się udział licznej grupy gatunków źródliskowych, m.in. *Crepis paludosa*, *Equisetum sylvaticum*, *Glyceria fluitans*, *Carex remota*, *Dactylorhiza fuchsii* oraz *Viola palustris*. Ponadto bardzo dobrze rozwinięta jest warstwa mszysta, osiagająca pokrycie do 80%. Tworzą ją głównie *Polytrichastrum formosum*, *Polytrichum commune*, *Sphagnum girgensohnii* i *S. squarrosum*. Zespół *Equiseto sylvatici-Piceetum abietis* odnotowano na kilku wysiękach w górnym biegu Czerwonej Wody. Zbiorowisko to nie było dotąd wykazywane z Gór Stołowych, jego nieliczne wystąpienia w Sudetach Środkowych znane są m.in. z Gór Bystrzyckich i Orlickich, a także z Masywu Śnieżnika w Sudetach Wschodnich.

Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis Schubert 1972 (tab. 3, ryc. 2)

Zespół *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis* występuje najliczniej w środkowym biegu Czerwonej Wody (głównie na

wysokości Torfowiska Batorowskiego) w miejscach, gdzie dolina znacznie się rozszerza, a jej dno jest płaskie. W tej części doliny przy samym brzegu rzeki znajdują się mady stanowiące potencjalne siedlisko łągów, natomiast nieco dalej od koryta, na glebach torfowo-mułowych, wykształciły się duże powierzchnie bagiennych świerczyn – zespołu *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis*. Liczne rowy sugerują, że dawniej był to teren jeszcze bardziej zabagniony. Obecnie obserwuje się tu zubożałą postać zespołu, w wyniku dawnego osuszania brak jest niektórych gatunków torfowiskowych typowych dla tego typu zbiorowisk, np. *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustris* czy *Vaccinium uliginosum*. Wobec zarastania dawnych rowów i ponownego zabagniania doliny następuje tu powolna regeneracja bagiennych świerczyn. Drzewostan tworzy wyłącznie świerk, a warstwa krzewów, o ile jest rozwinięta, budowana jest przez młode pokolenie świerka. Warstwa zielna zdominowana jest przez gatunki borowe (*Calamagrostis villosa*, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*). Cechą charakterystyczną jest silnie rozwinięta warstwa mszysta z dużym udziałem torfowców (*Sphagnum girgensohnii*, *S. russowii* i *S. capillifolium*) i innych acydofilnych mszaków (*Bazzania trilobata*, *Leucobryum glaucum* i *Dicranodontium denudatum*). Świerczyny bagienne występują lokalnie i w rozproszeniu w Górach Stołowych, największe ich powierzchnie znajdują się w otoczeniu Wielkiego Torfowiska Batorowskiego (Potocka 1999; Pender 2008). Zbiorowisko to znane jest również z sąsiednich pasm sudeckich: Gór Bystrzyckich, Gór Kamiennych i Masywu Śnieżnika (M. Smoczyk – obserwacje własne).

Zbiorowisko *Picea abies-Deschampsia flexuosa* (tab. 4, ryc. 3)

Zbiorowisko zastępcze z drzewostanem świerkowym występuje głównie na ubogim siedlisku kwaśnych buczyn. Występuje też przy samym korycie, zajmując część potencjalnego siedliska łągów. Zbiorowisko powstało jako las gospodarczy w wyniku wprowadzania upraw świerka na siedliska lasów liściastych i mieszanych. W runie występują gatunki roślin acidofilnych, m.in. *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis villosa*, *Deschampsia flexuosa*, *Maianthemum bifolium* czy *Oxalis acetosella*. Warstwa mszysta osiąga do 40% pokrycia i budują ją głównie *Polytrichastrum formosum*, *Dicranum scoparium* i *Pleurozium schreberii*. W miejscach nieco bardziej wilgotnych pojawia się również *Sphagnum girgensohnii*. Zbiorowisko *Picea abies-Deschampsia flexuosa* zdecydowanie dominuje w krajobrazie doliny Czerwonej Wody, jest najszerzej rozpowszechnionym zbiorowiskiem roślinnym. Występuje zarówno w Górach Stołowych, jak i w przyлегłych pasmach górskich Sudetów.

Pozostałe zbiorowiska leśne

W dolnym biegu Czerwonej Wody, w miejscowości Batorów przy granicy PNGS, zidentyfikowano niewielki płat łągu, który reprezentuje zespół *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae*. Drzewostan tworzą klony jawor i zwyczajny z domieszka świerka. Warstwa krzewów osiąga niewielkie zwar-

Tabela 3. Tabela fitosocjologiczna zespołów *Equiseto sylvatici-Piceetum abietis* (Es-Pa) Šmarda 1950 i *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis* (Vu-Pa) Schubert 1972. Kolorem jasnoszarym zaznaczono gatunki diagnostyczne w skali regionalnej.

Table 3. Phytosociological table presenting *Equiseto sylvatici-Piceetum abietis* (Es-Pa) Šmarda 1950 and *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis* (Vu-Pa) Schubert 1972 associations. Regionally diagnostic species are marked by light grey colour.

Numer kolejny Consecutive no.	1	2	3	4	5	6	7	8				
Numer zdjęcia Relevé no.	7	11	12	38	43	45	49	59				
Data zrobienia zdjęcia Date	2017 08 28	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 30	2017 08 30	2017 08 30	2017 08 31	2017 09 07				
Powierzchnia zdjęcia [m ²] Plot area [m ²]	200	200	200	200	200	200	200	200				
Zwarcie warstwy drzew Cover of tree layer	70	40	25	60	60	20	40	70	Stalność / Constancy Es-Pa (%)	Stalność / Constancy Vu-Pa (%)		
Zwarcie warstwy krzewów Cover of shrub layer	1	1	30	35	5	1	5	10				
Pokrycie warstwy zielnej Cover of herb layer	40	40	40	40	35	50	60	40				
Pokrycie warstwy mszystej Cover of moss layer	40	80	80	80	70	50	60	50				
Liczba gatunków Number of species	26	30	36	17	14	16	12	19				
			<i>Equiseto sylvatici-Piceetum abietis</i>			<i>Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis</i>						
<i>Picea abies</i>	a	4	3	2		4	4	.	3	4		
<i>Picea abies</i>	b	+	+	3		.	1	+	1	2	100	100
<i>Picea abies</i>	c	1	+	+		+	1	2	2	1		
<i>Calamagrostis villosa</i>	c	2	2	1		2	2	2	2	3	100	100
<i>Polytrichastrum formosum</i>	d	2	2	+		1	1	2	1	2	100	100
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	d	2	2	2		4	4	3	3	3	100	100
<i>Vaccinium myrtillus</i>	c	2	2	1		.	+	1	3	+	100	80
<i>Cardamine amara</i>	c	.	.	+		.	.	.	.	.	33	0
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	c	.	1	1		.	.	.	.	.	67	0
<i>Circaea alpina</i>	c	+	.	+		.	.	.	.	.	67	0
<i>Crepis paludosa</i>	c	1	1	+		.	.	.	.	.	100	0
<i>Dryopteris dilatata</i>	c	.	.	+		.	.	.	.	.	33	0
<i>Equisetum sylvaticum</i>	c	+	+	+		.	.	.	.	+	100	20
<i>Stellaria nemorum</i>	c	.	.	+		.	.	.	.	.	33	0
<i>Dicranodontium denudatum</i>	d	+	.	.		.	.	.	+	.	33	20
<i>Polytrichum commune</i>	d	.	2	2		+	.	.	.	.	67	20
<i>Sphagnum palustre</i>	d	.	+	.		.	.	.	.	.	33	0
<i>Sphagnum squarrosum</i>	d	.	.	2		.	.	.	.	.	33	0

<i>Ranunculus repens</i>	c	+	+	+	.	.	.	.	.	100	0
<i>Athyrium filix-femina</i>	c	+	+	1	.	.	.	.	.	100	0
<i>Glyceria fluitans</i>	c	+	2	2	.	.	.	.	.	100	0
<i>Juncus effusus</i>	c	.	+	+	.	.	+	.	.	67	20
<i>Lysimachia nemorum</i>	c	r	+	1	.	.	.	.	.	100	0
<i>Carex remota</i>	c	.	+	+	.	.	.	.	.	67	0
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	c	.	r	+	.	.	.	.	.	67	0
<i>Deschampsia caespitosa</i>	c	r	.	+	.	.	.	.	.	67	0
<i>Viola palustris</i>	c	.	+	+	.	.	.	.	.	67	0
<i>Senecio ovatus</i>	c	+	.	+	.	.	.	.	.	67	0
<i>Sphagnum russowii</i>	d	.	.	1	.	.	1	+	.	33	40
<i>Hypnum cupressiforme</i>	d	.	.	.	+	+	.	.	1	0	60
<i>Pleurozium schreberi</i>	d	.	.	.	.	.	1	1	1	0	60
<i>Galium saxatile</i>	c	.	.	.	+	+	.	.	.	0	40
<i>Deschampsia flexuosa</i>	c	1	1	.	1	2	1	2	2	67	100
<i>Dryopteris carthusiana</i>	c	+	+	+	+	1	+	.	+	100	80
<i>Oxalis acetosella</i>	c	2	+	+	2	+	+	.	2	100	80
<i>Dicranum scoparium</i>	d	1	1	.	1	+	.	2	.	67	60
<i>Maianthemum bifolium</i>	c	+	+	.	+	+	.	.	+	67	60
<i>Sorbus aucuparia</i>	c	+	+	.	+	+	.	.	.	67	40
<i>Betula pendula</i>	b	.	.	r	2	.	.	.	r	33	40
<i>Fagus sylvatica</i>	c	1	+	.	1	.	.	.	.	67	20
<i>Trientalis europaea</i>	c	.	+	.	.	+	.	.	+	33	40
<i>Betula pendula</i>	c	.	.	.	.	.	+	2	.	0	40
<i>Carex echinata</i>	c	.	.	+	.	.	+	.	.	33	20
<i>Fagus sylvatica</i>	b	+	.	.	2	.	.	.	.	33	20
<i>Leucobryum glaucum</i>	d	.	.	.	r	.	.	+	.	0	40
<i>Sphagnum fallax</i>	d	1	.	.	.	.	2	.	.	33	20
<i>Sphagnum sp.</i>	d	.	2	2	.	.	.	.	.	67	0

Sporadycznie / rare species: b *Rubus idaeus* 3.+ , c *Carex brizoides* 8.1, c *C. nigra* 6.2, c *C. sylvatica* 1.+ , c *Epilobium palustre* 3.+ , c *Equisetum palustre* 3.+ , c *Galium palustre* 3.1, c *Gymnocarpium dryopteris* 1.1, c *Homogyne alpina* 2.+ , c *Hypericum perforatum* 2.+ , c *Lysimachia vulgaris* 8.+ , c *Melampyrum pratense* 1.+ , c *Molinia caerulea* 6.+ , c *Myosotis palustris* 3.+ , c *Polygonatum verticillatum* 8.+ , c *Potentilla erecta* 2.r, c *Rubus idaeus* 3.+ , c *Tussilago farfara* 3.+ , c *Veratrum lobelianum* 8.+ , d *Mnium hornum* 8.2, d *Plagiomnium undulatum* 4.+

cie, jednak tworzy ją aż pięć gatunków: *Acer pseudoplatanus*, *Lonicera nigra*, *Ribes rubrum*, *Ribes uva-crispa* i *Sambucus nigra*. Bujne runo zdominowane jest przez gatunki typowo łąkowe, m.in. *Impatiens noli-tangere*, *Cirsium oleraceum*, *Petasites albus*, *Phalaris arundinacea*, *Rubus idaeus*, *Stella-*

ria nemorum, *Thalictrum aquilegiifolium*, *Urtica dioica* oraz *Senecio ovatus* (ryc. 4). Ponadto zidentyfikowano kilka płatów zbiorowisk lasów łąkowych, które nie posiadały zestawu gatunków charakterystycznych umożliwiających określenie ich dokładniejszej przynależności syntaksonomicznej niż

związek *Alnion incanae*. W kilku miejscach doliny Czerwonej Wody występują zbiorowiska tworzone przez olszę szarą, w których runie brak jednak gatunków łągowych. Występują tu głównie gatunki przechodzące z sąsiednich zbiorowisk le-

śnych lub gatunki wcześniejszych etapów sukcesyjnych (np. łąk). Takie fitocenozy określano mianem zbiorowiska z *Alnus incana*. Z kolei na obrzeżach Batorowa rozpoznano fitocenozę pośrednią pomiędzy typem lasu stokowego ze związku *Ace-*



Rycina 2. Płat zespołu *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis* z charakterystyczną, silnie rozwiniętą warstwą mszystą

Figure 2. Association *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis* with well-developed moss layer



Rycina 3. Zbiorowisko *Picea abies-Deschampsia flexuosa*

Figure 3. Community *Picea abies-Deschampsia flexuosa*

Tabela 4. Tabela fitosocjologiczna zbiorowiska *Picea abies-Deschampsia flexuosa*

Table 4. Phytosociological table presenting community *Picea abies-Deschampsia flexuosa*

Numer kolejny Consecutive no.	1	2	3	4	5	
Numer zdjęcia Relevé no.	35	37	42	55	56	
Data zrobienia zdjęcia Date	2017 08 30	2017 08 30	2017 08 30	2017 09 07	2017 09 07	
Powierzchnia zdjęcia [m ²] Plot area [m ²]	200	200	200	200	200	
Zwarcie warstwy drzew Cover of tree layer	40	60	60	75	80	Stalność / Constancy (%)
Zwarcie warstwy krzewów Cover of shrub layer	10	30	10	1	0	
Pokrycie warstwy zielnej Cover of herb layer	60	60	40	2	1	
Pokrycie warstwy mszystej Cover of moss layer	40	20	20	30	20	
Liczba gatunków Number of species	15	23	16	13	13	
<i>Picea abies</i> a	3	4	4	3	5	
<i>Picea abies</i> b	2	2	.	.	.	
<i>Picea abies</i> c	1	1	+	.	+	

<i>Fagus sylvatica</i>	b	.	2	2	+	.	60
<i>Fagus sylvatica</i>	c	.	1	1	.	.	
<i>Calamagrostis villosa</i>	c	1	1	2	+	+	100
<i>Deschampsia flexuosa</i>	c	2	3	2	r	+	100
<i>Dryopteris carthusiana</i>	c	+	+	+	r	r	100
<i>Vaccinium myrtillus</i>	c	2	1	1	+	+	100
<i>Polytrichastrum formosum</i>	d	1	1	2	1	1	100
<i>Dicranum scoparium</i>	d	2	.	+	+	+	80
<i>Maianthemum bifolium</i>	c	+	+	+	.	.	60
<i>Oxalis acetosella</i>	c	+	1	2	.	.	60
<i>Sorbus aucuparia</i>	c	+	+	+	.	.	60
<i>Pleurozium schreberi</i>	d	+	1	.	2	.	60
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	d	2	1	1	.	.	60
<i>Luzula pilosa</i>	c	.	r	+	.	.	40
<i>Bazzania trilobata</i>	d	+	.	.	.	+	40
<i>Dicranodontium denudatum</i>	d	+	.	.	.	+	40
<i>Hypnum cupressiforme</i>	d	.	.	.	+	+	40
<i>Abies alba</i>	a	.	.	.	2	.	20
<i>Larix decidua</i>	a	.	.	.	2	.	20
<i>Athyrium filix-femina</i>	c	.	+	.	.	.	20
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	c	.	.	r	.	.	20
<i>Dryopteris dilatata</i>	c	.	r	.	.	.	20
<i>Galium saxatile</i>	c	.	+	.	.	.	20
<i>Homogyne alpina</i>	c	.	+	.	.	.	20
<i>Lysimachia nemorum</i>	c	.	+	.	.	.	20
<i>Polygonatum verticillatum</i>	c	.	.	+	.	.	20
<i>Prenanthes purpurea</i>	c	.	.	.	.	+	20
<i>Rubus idaeus</i>	c	.	r	.	.	.	20
<i>Senecio ovatus</i>	c	.	r	.	.	.	20
<i>Stellaria nemorum</i>	c	.	+	.	.	.	20
<i>Thelypteris phegopteris</i>	c	.	.	+	.	.	20
<i>Dicranella heteromalla</i>	d	.	.	.	.	+	20
<i>Dicranum polysetum</i>	d	.	.	.	2	.	20
<i>Leucobryum glaucum</i>	d	.	.	.	.	+	20
<i>Mnium hornum</i>	d	.	1	.	.	.	20
<i>Polytrichum commune</i>	d	1	.	.	.	.	20
<i>Sphagnum fallax</i>	d	.	+	.	.	.	20

rion pseudoplatani a lasem łągowym ze związku *Alnion incanae*. Liczba gatunków roślin zielnych była ograniczona ze względu na ekspansję jeżyn, co dodatkowo utrudniało określenie przynależności fitosocjologicznej, dlatego fitocenozę określono jako zbiorowisko *Acer pseudoplatanus-Rubus* sp.

Oprócz wyżej wymienionych, stwierdzono jeszcze dwa zbiorowiska będące formami degeneracji bagiennych świerczyn. Zbiorowisko *Picea abies-Molinia caerulea* to bór świerkowy na przesuszonych torfach z całkowitą dominacją *Molinia caerulea* w runie. Z kolei zbiorowisko *Picea abies-Carex brizoides* to bór świerkowy z masowym udziałem ekspansywnej turzycy *Carex brizoides*. Oba zbiorowiska występują na bardzo niewielkich powierzchniach w środkowym biegu doliny Czerwonej Wody i zostały udokumentowane pojedynczymi zdjęciami fitosocjologicznymi.

Zbiorowiska nieleśne

Na badanym obszarze stwierdzono występowanie 6 typów zbiorowisk łąkowych. Do najczęstszych należą wilgotne łąki ze związku *Calthion palustris*, reprezentowane głównie przez łąki ostrożeńiowe z ostrożeniem warzywnym *Angelico sylvestris-Cirsietum oleracei* (tab. 5, ryc. 5). W ich kompleksach, na niewielkich powierzchniach i w rozproszeniu, występują zbiorowiska reprezentujące zespół sitowia leśnego *Scirpetum sylvatici*. Zidentyfikowano także niewielkie platy łąki ostrożeńiowej z ostrożeniem łąkowym *Cirsietum rivularis*. W dolinie Czerwonej Wody występuje również charakterystyczne zbiorowisko z niepodzielnie panującą turzycą drżączkowatą. Jest to typowe zbiorowisko związane z murszejącymi w wyniku przesuszenia torfowiskami. W ramach związku *Calthion palustris* wyróżnia się jednak czasami podobne zbiorowisko, charakteryzujące się – obok turzycy drżączkowatej – udziałem gatunków łąkowych – zespołu *Scirpo sylvatici-Caricetum brizoidis* Kučera et al. 1994. Z tego względu występujące w dolinie Czerwonej Wody zbiorowisko z *Carex brizoides* włączono do grupy zbiorowisk łąkowych. W miejscach położonych nieco wyżej w stosunku do poziomu wód gruntowych, na glebach świeżych, występują łąki konietlicowe reprezentujące zespół *Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens* (tab. 5). Charakteryzują się one występowaniem obok siebie gatunków ubogich muraw (np. *Agrostis capillaris*, *Nardus stricta*, *Campanula rotundifolia*, *Potentilla erecta*) oraz gatunków górskich ziołorośli (m.in. *Cirsium helenioides*, *Chaerophyllum aromaticum*, *Angelica sylvestris*, *Polygonum bistorta*, *Senecio nemorensis* s.l.). Wszystkie te zbiorowiska łąkowe są częstym elementem roślinności zarówno w Górach Stołowych, jak i w sąsiednich sudeckich pasmach górskich. W miejscach wilgotnych i zatofionych, charakteryzujących się niskim poziomem troficzności, wykształciły się również wilgotne murawy bliźniczkowe (tzw. wilgotne psiary) reprezentujące zespół *Juncetum squarrosi* (ryc. 6, tab. 5). Choć sam *Juncus squarrosus* jest tu stosunkowo nieliczny, zespół jest dobrze zdefiniowany poprzez udział innych gatunków charakterystycznych, m.in. *Nardus stricta*, *Potentilla erecta*, *Galium saxatile*, *Luzula campestris* i *Carex nigra*. Zbiorowiska wilgotnych psiar są rzadkie w Górach Stołowych (Pender 2008), nieczęste – w Sudetach Środkowych,



Rycina 4. Zespół *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae*
Figure 4. Association *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae*



Rycina 5. Wilgotna łąka z ostrożeniem warzywnym *Angelico sylvestris-Cirsietum oleracei*
Figure 5. Wet meadow with cabbage thistle (association *Angelico sylvestris-Cirsietum oleracei*)



Rycina 6. Wilgotne murawy bliźniczkowe reprezentujące zespół *Juncetum squarrosi*
Figure 6. Wet grasslands of *Juncus squarrosus* and *Nardus stricta* (association *Juncetum squarrosi*)

Tabela 5. Tabela fitosocjologiczna zespołów *Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens* (Gs-Tf) Knapp ex Oberdorfer 1957, *Angelico sylvestris-Cirsietum oleracei* (As-Co) Tüxen 1937 i *Juncetum squarrosi* (Js) Oberdorfer 1934. Kolorem jasnoszarym zaznaczono gatunki diagnostyczne w skali regionalnej.

Table 5. Phytosociological table presenting *Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens* (Gs-Tf) Knapp ex Oberdorfer 1957, *Angelico sylvestris-Cirsietum oleracei* (As-Co) Tüxen 1937 and *Juncetum squarrosi* (Js) Oberdorfer 1934 associations. Regionally diagnostic species are marked by light grey colour.

Numer kolejny Consecutive no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Numer zdjęcia Relevé no.	21	22	28	33	15	18	25	30	34	39	40	41				
Data zrobienia zdjęcia Date	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 30	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 30	2017 08 30	2017 08 30	Stalność / Constancy (Gs-Tf) (%)	Stalność / Constancy (As-Co) (%)	Stalność / Constancy (Js) (%)	
Powierzchnia zdjęcia [m ²] Plot area [m ²]	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25				
Zwarcie warstwy zielnej Cover of herb layer	90	90	95	90	95	100	100	100	85	90	80	90				
Zwarcie warstwy mszystej Cover of moss layer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1				
Liczba gatunków Number of species	31	33	31	26	32	28	18	33	19	13	20	19				
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>						<i>Calluno-Ulicetea</i>										
	<i>Geranio sylvatici- Trisetetum flavescens</i>				<i>Angelico sylvestris- Cirsietum oleracei</i>				<i>Juncetum squarrosi</i>							
<i>Alopecurus pratensis</i>	c	.	.	+	+	+	+	.	1	.	.	.	.	50	75	0
<i>Lathyrus pratensis</i>	c	.	.	+	+	.	+	1	1	.	.	.	.	50	75	0
<i>Rumex acetosa</i>	c	+	.	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	75	50	75
<i>Ranunculus acris</i>	c	+	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	50	25	25
<i>Dactylis glomerata</i>	c	+	3	2	1	2	2	2	2	+	.	.	.	100	100	25
<i>Achillea millefolium</i>	c	+	1	+	+	.	.	+	+	1	.	.	.	100	50	25
<i>Alchemilla</i> sp.	c	+	+	+	.	1	.	+	+	.	.	.	.	75	75	0
<i>Veronica chamaedrys</i>	c	+	.	+	1	1	+	+	+	1	.	.	.	75	100	25
<i>Phleum pratense</i>	c	1	.	.	+	1	1	.	+	.	.	.	.	50	75	0
<i>Agrostis capillaris</i>	c	3	2	3	3	2	+	.	+	2	1	+	.	100	75	75
<i>Hypericum maculatum</i>	c	2	2	2	2	.	.	.	.	2	.	.	.	100	0	25
<i>Vicia cracca</i>	c	+	+	1	+	.	.	.	+	+	.	.	.	100	25	25
<i>Campanula rotundifolia</i>	c	+	+	.	+	+	.	.	.	+	.	+	+	75	25	75
<i>Cardaminopsis halleri</i>	c	+	+	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	75	50	0
<i>Cirsium helenioides</i>	c	+	+	2	2	.	.	.	.	.	.	1	.	100	0	25
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	c	+	+	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	75	25	0
<i>Cirsium oleraceum</i>	c	.	+	.	.	3	3	2	3	.	.	.	.	25	100	0

<i>Angelica sylvestris</i>	c	+	1	1	.	1	+	r	1	.	.	.	.	75	100	0
<i>Filipendula ulmaria</i>	c	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	0	50	0
<i>Scirpus sylvaticus</i>	c	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2	.	1	0	25	50
<i>Phalaris arundinacea</i>	c	.	.	.	+	.	+	2	2	.	.	.	.	25	75	0
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	c	.	.	.	.	.	+	.	1	+	.	.	.	0	75	0
<i>Hypericum perforatum</i>	c	.	.	.	.	.	+	+	.	2	.	.	+	0	75	25
<i>Poa trivialis</i>	c	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	0	50	0
<i>Nardus stricta</i>	c	1	3	2	2	2	25	0	100
<i>Potentilla erecta</i>	c	+	+	1	1	1	1	50	0	100
<i>Deschampsia flexuosa</i>	c	1	.	2	2	0	0	75
<i>Galium saxatile</i>	c	2	4	4	0	0	75
<i>Carex nigra</i>	c	.	.	+	.	.	+	1	1	2	25	25	75
<i>Luzula campestris</i>	c	+	+	1	.	0	0	75
<i>Deschampsia caespitosa</i>	c	1	+	+	1	2	1	.	+	.	.	2	+	+	100	75	75
<i>Festuca rubra</i>	c	2	2	+	2	2	+	.	+	.	1	+	+	100	75	75	
<i>Stellaria graminea</i>	c	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+	+	+	100	75	75	
<i>Holcus mollis</i>	c	1	1	1	1	.	+	.	.	1	+	.	+	100	25	75	
<i>Polygonum bistorta</i>	c	2	1	.	+	+	2	.	1	+	.	.	+	75	75	50	
<i>Senecio nemorensis</i> s.l.	c	+	1	1	+	.	+	2	1	.	.	.	.	100	75	0
<i>Poa pratensis</i>	c	+	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	+	75	0	50
<i>Vicia sepium</i>	c	.	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	75	50	0
<i>Campanula patula</i>	c	.	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	75	25	0
<i>Galeopsis pubescens</i>	c	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	50	50	0
<i>Juncus conglomeratus</i>	c	.	.	.	.	.	2	.	.	.	1	+	+	0	25	75
<i>Knautia arvensis</i>	c	+	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	50	25	25	
<i>Ranunculus repens</i>	c	r	+	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	75	25	0
<i>Sanguisorba officinalis</i>	c	.	.	+	.	+	1	.	+	.	.	.	.	25	75	0
<i>Briza media</i>	c	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	50	0	25
<i>Heracleum sphondylium</i>	c	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	50	25	0
<i>Pimpinella major</i>	c	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	25	50	0
<i>Rumex obtusifolius</i>	c	.	.	r	.	.	+	+	.	.	.	.	.	25	50	0
<i>Aegopodium podagraria</i>	c	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	50	0	0
<i>Carex pallescens</i>	c	+	+	0	0	50
<i>Carex pilulifera</i>	c	r	+	0	0	50
<i>Geum rivale</i>	c	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	0	50	0

Tabela 6. Tabela fitosocjologiczna zespołu *Phalaridetum arundinaceae* (Pa) Libbert 1931 i zbiorowiska ze związku *Caricion canescenti-nigrae* (Cc-n). Kolorem jasnoszarym zaznaczono gatunki diagnostyczne w skali regionalnej.

Table 6. Phytosociological table presenting *Phalaridetum arundinaceae* (Pa) Libbert 1931 association and community of *Caricion canescenti-nigrae* (Cc-n) alliance. Regionally diagnostic species are marked by light grey colour.

Numer kolejny Consecutive no.	1	2	3	4	5	6	Stalność / Constancy (Pa) (%)	Stalność / Constancy (zbiorowiska ze związku / association and community of the alliance Cc-n) (%)	
Numer zdjęcia Relevé no.	23	24	31	8	9	10			
Data zrobienia zdjęcia Date	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 28	2017 08 28	2017 08 28			
Powierzchnia zdjęcia [m ²] Plot area [m ²]	25	25	25	25	25	25			
Pokrycie warstwy zielonej Cover of herb layer	100	100	100	40	55	55			
Pokrycie warstwy mszystej Cover of moss layer	0	0	0	75	80	80			
Liczba gatunków Number of species	5	9	5	22	15	13			
	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>			zbiorowiska ze związku / asso- ciation and community of the al- liance <i>Caricion canescenti-nigrae</i>					
<i>Phalaris arundinacea</i>	c	5	5	5	.	.	.	100,0	0,0
<i>Carex echinata</i>	c	.	.	.	+	+	+	0,0	100,0
<i>Carex nigra</i>	c	.	.	.	+	1	.	0,0	66,7
<i>Carex curta</i>	c	.	.	.	+	.	.	0,0	33,3
<i>Juncus filiformis</i>	c	.	.	.	1	1	2	0,0	100,0
<i>Urtica dioica</i>	c	2	2	2	.	.	.	100,0	0,0
<i>Filipendula ulmaria</i>	c	+	r	+	.	.	.	100,0	0,0
<i>Stellaria nemorum</i>	c	.	2	2	+	.	.	66,7	33,3
<i>Cirsium oleraceum</i>	c	+	.	.	.	.	.	33,3	0,0
<i>Deschampsia caespitosa</i>	c	+	.	.	.	.	.	33,3	0,0
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	c	.	2	.	.	.	.	33,3	0,0
<i>Lathyrus pratensis</i>	c	.	r	.	.	.	.	33,3	0,0
<i>Galeopsis</i> sp.	c	.	r	.	.	.	.	33,3	0,0
<i>Senecio nemorensis</i> s.l.	c	.	1	.	.	.	.	33,3	0,0
<i>Polygonum bistorta</i>	c	.	.	+	.	.	.	33,3	0,0
<i>Juncus effusus</i>	c	.	.	.	1	1	+	0,0	100,0
<i>Polytrichum commune</i>	d	.	.	.	4	4	3	0,0	100,0
<i>Sphagnum fallax</i>	d	.	.	.	+	2	3	0,0	100,0
<i>Equisetum palustre</i>	c	.	r	.	+	+	+	33,3	100,0
<i>Athyrium filix-femina</i>	c	.	.	.	+	r	.	0,0	66,7

<i>Calamagrostis epigeios</i>	c	.	.	.	2	+	.	0,0	66,7
<i>Carex ovalis</i>	c	.	.	.	+	+	.	0,0	66,7
<i>Dryopteris carthusiana</i>	c	.	.	.	+	.	+	0,0	66,7
<i>Galium palustre</i>	c	.	.	.	+	+	.	0,0	66,7
<i>Glyceria fluitans</i>	c	.	.	.	1	.	2	0,0	66,7
<i>Holcus mollis</i>	c	.	.	.	+	2	.	0,0	66,7
<i>Calamagrostis villosa</i>	c	.	.	.	.	2	2	0,0	66,7
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	d	.	.	.	.	2	3	0,0	66,7

Sporadycznie / rare species: c *Agrostis capillaris* 6.2, c *Carex remota* 4.+ , c *Epilobium palustre* 4.+ , c *Equisetum sylvaticum* 5.+ , c *Hypericum perforatum* 4.+ , c *Ranunculus repens* 4.+ , c *Rubus idaeus* 4.r, c *Sorbus aucuparia* 6.r, c *Vaccinium myrtillus* 6.+ , d *Sphagnum* sp. 4.1

glandulifera, *I. parviflora*, *Lupinus polyphyllus*), a ich populacje są bardzo nieliczne. Niecierpek gruczołowaty *Impatiens glandulifera* jest prawdopodobnie uciekinierem z dawnych hodowli w przydomowych ogródkach w rejonie Karłowa. Natomiast wnikanie niecierpka drobnokwiatowego *I. parviflora* do zbiorowisk leśnych prawdopodobnie ograniczane jest przez niską trofię siedlisk leśnych w dolinie Czerwonej Wody. Choć w obecnym stanie rośliny te nie wywierają istotnego negatywnego wpływu na ekosystemy nadrzeczne, ich populacje powinny być regularnie monitorowane. Jest to szczególnie istotne w obliczu ewentualnych prac związanych z renaturyzacją Czerwonej Wody, daje to również możliwość zaplanowania całkowitego wyeliminowania gatunków o największym potencjale inwazyjnym.

Poważnym problemem jest zniszczenie siedlisk hydrogenicznych. Poza samym znaczeniem dla zachowania różnorodności biologicznej, siedliska te odpowiadają w głównej mierze za ochronę zasobów wodnych (Malanson 1993; Richter et al. 2003; Naiman et al. 2005). W dolinie Czerwonej Wody znajdują się liczne ślady osuszania tego obszaru. Mimo iż częściowo zarosnięte, rowy te wciąż przyspieszają odpływ ogromnych ilości wody, która mogłaby być retencjonowana przez ekosystemy mokradłowe. Biorąc pod uwagę problemy z zaopatrzeniem w wodę pobliskich miejscowości (m.in. Batorów), działania zmierzające do powstrzymania odpływu wody i odtworzenie naturalnej retencji powinny być absolutnym priorytetem, jeśli rozważane są plany renaturyzacji doliny Czerwonej Wody.

W przypadku planowanej renaturyzacji należy wziąć pod uwagę uwarunkowania środowiskowe zaprezentowane w niniejszym opracowaniu. Dotychczasowe próby poprawy ekologicznego stanu ekosystemów, np. zastosowane sposoby przebudowy drzewostanów świerkowych, wydają się mało skuteczne. W trakcie badań terenowych zaobserwowano np. młode pokolenie buka, posadzone w borze bagiennym pod okapem świerka, rokujące małe nadzieje na wzrost i rozwój w takich warunkach. Wydaje się, że sporządzone w ramach tego opracowania kompleksowe rozpoznanie siedlisk, a także wykonana mapa roślinności potencjalnej, pozwoli na precyzyjne dostosowanie ewentualnych przedsięwzięć do warunków środowiska przyrodniczego.

Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów.

Podziękowania i źródła finansowania

Badania sfinansowano ze środków Funduszu Leśnego (Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych w Warszawie) w ramach pracy badawczej pt. „Rozpoznanie i ocena aktualnego stanu siedlisk przyrodniczych w otoczeniu rzeki Czerwona Woda” wykonanej na podstawie umowy pomiędzy Parkiem Narodowym Gór Stołowych a Instytutem Dendrologii Polskiej Akademii Nauk oraz częściowo z dotacji przyznanej przez MNiSW na działalność statutową Wydziału Leśnego Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie (DS 3421/ZBL).

Literatura

- Adynkiewicz-Piragas M., Bogusz A., Chudzik B., Garncarz-Wilk B., Lejcuś I., Malicka J., Mordalska H., Pasiecznik A., Tokarczyk T. 2011. Warunki hydrologiczne Gór Stołowych, w: Chodak T., Kabała C., Kaszubkiewicz J., Migoń P., Wojewoda J. (red.), Geoekologiczne warunki środowiska przyrodniczego Parku Narodowego Gór Stołowych (monografia). WIND, Wrocław, 169–182.
- Allan J. D. 2004. Landscapes and Riverscapes: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 35(1): 257–284. DOI 10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122.
- Barzdajn W., Ceitel J., Danielewicz W., Zientarski J. 1999. Leśnictwo proekologiczne. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań, 106 s. ISBN 83-7160-182-4.
- Catford J.A., Downes B.J., Gippel C.J., Veski P.A. 2011. Flow regulation reduces native plant cover and facilitates exotic invasion in riparian wetlands. *Journal of Applied Ecology* 48(2): 432–442. DOI 10.1111/j.1365-2664.2010.01945.x.
- Chytrý M. 2007. Grassland and Heathland Vegetation. Vegetation of the Czech Republic. 1. Academia, Praha. ISBN 978-80-200-1462-7.
- Chytrý M. 2009. Ruderal, Weed, Rock and Scree Vegetation. Vegetation of the Czech Republic. 2. Academia, Praha. ISBN 978-80-200-1769-7.









- Chytrý M. 2011. Aquatic and Wetland Vegetation. Vegetation of the Czech Republic. 3. Academia, Praha. ISBN 978-80-200-1918-9.
- Chytrý M. 2015. Forest and Scrub Vegetation. Vegetation of the Czech Republic. 4. Academia, Praha. ISBN 978-80-200-2299-8.
- Dyderski M.K., Gdula A.K., Jagodziński A.M. 2015. “The rich get richer” concept in riparian woody species – A case study of the Warta River Valley (Poznań, Poland). *Urban Forestry & Urban Greening* 14(1): 107–114. DOI 10.1016/j.ufug.2014.12.003.
- Dzwonko Z. 2007. Przewodnik do badań fitosocjologicznych. Vademecum Geobotanicum. Sorus, Instytut Botaniki UJ, Poznań-Kraków. ISBN 978-83-899-23-3.
- Fiek E. 1881. Flora von Schlesien preussischen und österreichischen Antheils, enthaltend die wildwachsenden, verwilderten und angebauten Phanerogamen und Gefäss-Cryptogamen. J. U. Kern's Verlag, Breslau.
- Foster S.G., Rood S.B. 2017. River regulation and riparian woodlands: Cottonwood conservation with an environmental flow regime along the Waterton River, Alberta. *River Research and Applications* 33(7): 1088–1097. DOI 10.1002/rra.3156.
- González E., Felipe-Lucia M.R., Bourgeois B., Boz B., Nilsson C., Palmer G., Sher A.A. 2017. Integrative conservation of riparian zones. *Biological Conservation* 211(Part B): 20–29. DOI 10.1016/j.biocon.2016.10.035.
- Greet J., Cousens R., Webb J.A. 2013. Seasonal timing of inundation affects riparian plant growth and flowering: implications for riparian vegetation composition. *Plant Ecology* 214(1): 87–101. DOI 10.1007/s11258-012-0148-8.
- Gundersen P., Laurén A., Finér L., Ring E., Koivusalo H., Sætersdal M., Weslien J.-O., Sigurdsson B., Högbom L., Laine J., Hansen K. 2010. Environmental Services Provided from Riparian Forests in the Nordic Countries. *Ambio* 39(8): 555–566. DOI 10.1007/s13280-010-0073-9.
- Johansen K., Phinn S., Lowry J., Douglas M. 2008. Quantifying indicators of riparian condition in Australian tropical savannas: integrating high spatial resolution imagery and field survey data. *International Journal of Remote Sensing* 29(23): 7003–7028. DOI 10.1080/01431160802220201.
- Kabała C., Szerszeń L., Wicik B. 2002a. Geneza, właściwości i systematyka gleb Parku Narodowego Gór Stołowych. *Szczeliniec* 6: 21–94.
- Kabała C., Szerszeń L., Wicik B. 2002b. Mapa gleb Parku Narodowego Gór Stołowych. *Szczeliniec* 6 (wkładka).
- Kaźmierczakowa R., Bloch-Orłowska J., Celka Z., Cwener A., Dajdok Z., Michalska-Hejduk D., Pawlikowski P., Szczęśniak E., Ziarnik K. 2016. Polska czerwona lista paprotników i roślin kwiatowych. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków. ISBN 978-83-61191-88-9.
- KRNAP 2012. Historia lasu - dziewięć stuleci puszczy karkonoskich. Správa Krkonošského národního parku, Vrchlabí. ISBN 978-80-86418-96-4.
- Macfarlane W. W., Gilbert J. T., Jensen M. L., Gilbert J. D., Hough-Snee N., Mchugh P. A., Wheaton J. M., Bennett S. N. 2017. Riparian vegetation as an indicator of riparian condition: Detecting departures from historic condition across the North American West. *Journal of Environmental Management* 202(Part 2): 447–460. DOI 10.1016/j.jenvman.2016.10.054.
- Malanson G. P. 1993. Riparian landscapes. Cambridge University Press, Cambridge, 296 s. ISBN 9780521566834.
- Matuszkiewicz J. M. 2001. Zespoły leśne Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 357 s. ISBN 9788301134013.
- Migoń P., Latocha A., Parzóch K., Kasprzak M., Owczarek P., Witek M., Pawlik Ł. 2011. Współczesny system morfogenetyczny Gór Stołowych, w: Chodak T., Kabała C., Kaszubkiewicz J., Migoń P., Wojewoda J. (red.), Geokologiczne warunki środowiska przyrodniczego Parku Narodowego Gór Stołowych (monografia). WIND, Wrocław, 1–52. ISBN 9788392233046.
- Mortenson S.G., Weisberg P.J. 2010. Does river regulation increase the dominance of invasive woody species in riparian landscapes? *Global Ecology and Biogeography* 19(4): 562–574. DOI 10.1111/j.1466-8238.2010.00533.x.
- Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., García R.G., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniëls F.J.A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H.J., Lysenko T., Didukh Y.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S. M., Tichý L. 2016. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science* 19: 3–264. DOI 10.1111/avsc.12257.
- Naiman R.J., Décamps H., McClain M.E. 2005. Riparia: Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities. Elsevier, Burlington. ISBN 9781493301980.
- Nilsson C., Berggren K. 2000. Alterations of Riparian Ecosystems Caused by River Regulation. *BioScience* 50(9): 783–792.
- Nilsson C., Reidy C.A., Dynesius M., Revenga C. 2005. Fragmentation and Flow Regulation of the World's Large River Systems. *Science* 308(5720): 405–408. DOI 10.1126/science.1107887.
- Ochyra R., Żarnowiec J., Bednarek-Ochyra H. 2003. Census catalogue of Polish Mosses. Biodiversity of Poland. 3. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków. ISBN 83-85444-84-X.
- Otypková Z., Chytrý M. 2006. Effects of plot size on the ordination of vegetation samples. *Journal of Vegetation Science* 17(4): 465–472. DOI 10.1111/j.1654-1103.2006.tb02467.x.
- Pax F. 1915. Schlesiens Pflanzenwelt. Eine pflanzengeographische Schilderung der Provinz. Verlag von Gustav Fischer, Jena.
- Pender K. 2008. Zbiorowiska roślinne, w: Witkowski A., Pokryszko B., Ciężkowski W. (red.), Przyroda Parku Narodowego Gór Stołowych. Park Narodowy Gór Stołowych, Kudowa-Zdrój, 182–193.
- PGL LP 2012. Instrukcja zarządzania lasu. Część II. Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Pielech R. 2015. Formalised classification and environmental controls of riparian forest communities in the Sudetes (SW Poland). *Tuexenia: Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft* 35: 155–176. DOI 10.14471/2015.35.003.
- Pielech R., Kisiel P. 2010. Prace utrzymaniowe jako zagrożenie dla osiągnięcia środowiskowych celów Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz dla funkcjonowania sieci ekologicznej Natura 2000 w Polsce. WWF Polska, Wrocław-Warszawa, 71 s.
- Pielech R., Bodziarczyk J., Gazda A., Malicki M., Szwagrzyk J. 2017. Łęgi w źródłiskach i przy drobnych ciekach wodnych; jak identyfikować, kartować i chronić te zbiorowiska? *Studia i Materiały CEPL* 19(51): 93–102.
- Pielech R., Baran J., Bodziarczyk J., Kucharzyk S., Malicki M., Smoczyk M., Wilczek Z., Zarzycki W., Zięba A. 2018. Forest Database of Southern Poland. *Phytocoenologia*: (in press). DOI 10.1127/phyto/2018/0237.
- Planty-Tabacchi A.-M., Tabacchi E., Naiman R.J., Deferrari C., Décamps H. 1996. Invasibility of Species-Rich Communities

- in Riparian Zones. *Conservation Biology* 10(2): 598–607. DOI 10.1046/j.1523-1739.1996.10020598.x.
- Potocka J. 1999. Współczesna szata roślinna Wielkiego Torfowiska Batorowskiego. *Szczeliniec* 3: 49–99.
- Pypker T.G., Unsworth M.H., Lamb B., Allwine E., Edburg S., Sulzman E., Mix A.C., Bond B.J. 2007. Cold air drainage in a forested valley: Investigating the feasibility of monitoring ecosystem metabolism. *Agricultural and Forest Meteorology* 145(3): 149–166. DOI 10.1016/j.agrformet.2007.04.016.
- Richardson D.M., Holmes P.M., Esler K.J., Galatowitsch S.M., Stromberg J.C., Kirkman S.P., Pyšek P., Hobbs R. J. 2007. Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions* 13(1): 126–139. DOI 10.1111/j.1366-9516.2006.00314.x.
- Richter B.D., Mathews R., Harrison D.L., Wigington R. 2003. Ecologically sustainable water management: Managing river flows for ecological integrity. *Ecological Applications* 13(1): 206–224. DOI 10.1890/1051-0761(2003)013[0206:ESWMMR]2.0.CO;2.
- Schube T. 1903. Die Verbreitung der Gefäßpflanzen in Schlesien preussischen und österreichischen Antheils. Druck von R. Nischowsky, Breslau.
- Schube T. 1906. Waldbuch von Schlesien: Nachweis der beachtenswerten und zu schützenden Bäume und Sträucher Schlesiens nebst einer Charakteristik seiner wichtigsten Holzgewächse. G.T. Korn, Breslau.
- Sweeney B.W., Bott T.L., Jackson J.K., Kaplan L.A., Newbold J.D., Standley L.J., Hession W.C., Horwitz R.J. 2004. Riparian deforestation, stream narrowing, and loss of stream ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101(39): 14132–14137. DOI 10.1073/pnas.0405895101.
- Szweykowski J. 2006. An annotated checklist of Polish liverworts and hornworts. Biodiversity of Poland. vol. 4. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków. ISBN 8389648334
- Świerkosz K. 1998. Analiza geobotaniczna Gór Stołowych. Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Wrocławski. Praca doktorska. Wydział Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Wrocławskiego, tom 1: 225 s., tom 2: 408 s.
- Świerkosz K., Smoczyk M., Gołąb Z. 2008. Flora naczyniowa Gór Stołowych, w: Witkowski A., Pokryszko M.B., Ciężkowski W. (red.) *Przyroda Parku Narodowego Gór Stołowych*. PNGS, Kudowa-Zdrój, 174–181.
- Van Looy K., Tormos T., Souchon Y., Gilvear D. 2017. Analyzing riparian zone ecosystem services bundles to instruct river management. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 13(1): 330–341. DOI 10.1080/21513732.2017.1365773.
- Wagner V., Chytrý M., Jiménez-Alfaro B., Pergl J., Hennekens S., Biurrun I., Knollová I., Berg C., Vassilev K., Rodwell J. S., Škvorc Ž., Jandt U., Ewald J., Jansen F., Tsiripidis I., Botta-Dukát Z., Casella L., Attorre F., Rašomavičius V., Čušterevska R., Schaminée J. H. J., Brunet J., Lenoir J., Svenning J.-C., Kącki Z., Petrášová-Šibíková M., Šilc U., García-Mijangos I., Campos J. A., Fernández-González F., Wohlgemuth T., Onyshchenko V., Pyšek P. 2017. Alien plant invasions in European woodlands. *Diversity and Distributions* 23(9): 969–981. DOI 10.1111/ddi.12592.
- Wang X., Wang C., Li Q. 2015. Wind Regimes above and below a Temperate Deciduous Forest Canopy in Complex Terrain: Interactions between Slope and Valley Winds. *Atmosphere* 6(1): 60. DOI 10.3390/atmos6010060.
- Wierzcholska S., Dyderski M.K., Pielech R., Gazda A., Smoczyk M., Malicki M., Horodecki P., Kamczyc J., Skorupski M., Hachułka M., Kałużka I., Jagodziński A. M. 2018. Natural forest remnants as refugia for bryophyte diversity in a transformed mountain river valley landscape. *Science of the Total Environment* 640-641: 954-964. DOI 10.1016/j.scitotenv.2018.05.340
- Wilczkiewicz M. 1982. Rys historyczny gospodarki w lasach sudeckich. *Sylwan* 126(6): 49–54.
- Witek M. 2013. Morfologia doliny Czerwonej Wody w Górach Stołowych. *Przyroda Sudetów* 16: 147–179.
- Wójcik G. 2017. Powtórne odnalezienie gnidosza rozesłanego *Pedicularis sylvatica* L. (Orobanchaceae) w Górach Stołowych. *Przyroda Sudetów* 20: 49–60.

Wkład autorów

A.M.J., A.G., R.P., M.K.D. – koncepcja badań oraz opracowanie metodyki; R.P., M.M., M.Sm., M.K.D., A.G. – zbieranie danych; A.M.J., A.G., R.P., M.M., M.Sm., M.K.D., P.H., S.W., M.Sk., J.K., I.K., M.H. – autorzy tekstu.

Plant communities of the Czerwona Woda River Valley (Stołowe Mountains National Park)

Remigiusz Pielech¹ , Marek Malicki², Michał Smoczyk³ , Andrzej M. Jagodziński⁴ 
Marcin K. Dyderski⁴ , Paweł Horodecki⁴ , Sylwia Wierzcholska⁵ , Maciej Skorupski⁶
Jacek Kamezczyk⁶ , Izabela Kalucka^{7,8}, Mariusz Hachułka⁷, Anna Gazda^{1*} 

¹University of Agriculture in Kraków, Faculty of Forestry, Institute of Forest Ecology and Silviculture, Department of Forest Biodiversity, al. 29-Listopada 46, 31–425 Kraków, Poland; ²University of Wrocław, Faculty of Biological Sciences, Institute of Environmental Biology, Department of Botany, ul. Kanonia 6/8, 50–328 Wrocław, Poland; ³ul. Wojska Polskiego 30/5, 69–110 Rzepin, Poland; ⁴The Institute of Dendrology, Polish Academy of Sciences, ul. Parkowa 5, 62–035 Kórnik, Poland; ⁵University of Opole, Faculty of Natural Sciences and Technology, Chair of Biosystematics, ul. Oleska 22, 45–052 Opole, Poland; ⁶Poznań University of Life Sciences, Faculty of Forestry, Department of Game Management and Forest Protection, ul. Wojska Polskiego 71c, 60–625 Poznań, Poland; ⁷University of Łódź, Faculty of Biology and Environmental Protection, Laboratory of Algology and Mycology, ul. Banacha 12/16, 90–237 Łódź, Poland; ⁸University of Łódź, Institute of Forest Sciences, Branch in Tomaszów Mazowiecki, ul. Konstytucji 3 Maja 65/67, 97–200 Tomaszów Mazowiecki, Poland

*Tel. +48 12 6625117, e-mail: rlgazda@cyf-kr.edu.pl

Abstract. The Czerwona Woda River is the main watercourse in the Stołowe Mountains National Park and drains the major part of the Stołowe Mts. It was regulated in the past, but its channel has been spontaneously naturalised. Now, managed spruce forests grow along almost the entire length of this small mountain stream. The aims of the present study were to investigate diversity of plant communities connected with the Czerwona Woda stream and to prepare detailed vegetation maps. The results obtained can potentially be a reference for future restoration projects implemented in the Stołowe Mountains National Park.

As a result of vegetation mapping, there were distinguished 20 plant communities representative of the current vegetation and 3 communities representative of the potential vegetation. Phytosociological data on the vegetation was documented by making 62 phytosociological relevés. Based on these, 9 forest communities were distinguished, of which 3 were classified into associations, 1 – into alliance, 5 – into secondary forest communities. Furthermore, there were distinguished 14 non-forest communities, of which 10 were classified into associations. Several of the phytosociological classes distinguished have been reported for the first time in the Stołowe Mountains National Park.

Keywords: river valley, riparian vegetation, plant communities, Stołowe Mountains, Central Sudetes

1. Introduction

The vegetation along watercourses is a key element of riverine ecosystems, used as an indicator of their condition (Johansen et al. 2008; Macfarlane et al. 2017). River valley ecosystems are extremely valuable due to the numerous ecosystem services they provide (Sweeney et al. 2004; Gundersen et al. 2010; Van Looy et al. 2017). Unfortunately, they are also among the most transformed ecosystems (González et al. 2017), mainly through the regulation of rivers (Nilsson, Berggren 2000; Nilsson et al. 2005; Greet et

al. 2013; Foster, Rood 2017), various forms of use (Allan 2004; González et al. 2017) and invasions of alien species (Richardson et al. 2007; Catford et al. 2011; Dyderski et al. 2015; Wagner et al. 2017).

The situation is similar in the area of the Sudetes Mountains. Riverside forests, especially those associated with the upper sections of mountain rivers, are characterised by higher than average floristic richness (Pielech 2015). However, the intensive use of the forest, lasting until the 18th century, led to an almost total deforestation of the Sudetes (Wilczkiewicz 1982). This also occurred in river valleys, which, already transformed

Received: 14.02.2018, reviewed: 21.05.2018 accepted: 4.06.2018.

as a result of the development of settlements, were used to raft wood (KRNAP 2012). The development of “modern” forestry in the beginning of the 19th century, however, was associated with the elimination of deciduous species and the mass introduction of spruce in the region under discussion (Barzdajn et al. 1999). This led to further, far-reaching changes in vegetation, the effects of which are observed to this day. Many river valleys in the Sudetes are deprived of the natural riparian forest communities that had occurred here in the past, with artificially introduced spruce monocultures taking their place. Riparian forests have been preserved only in the form of small fragments. Despite their invaluable role in the environment, these forests are still subject to the negative impact of anachronistic concepts of flood protection, further building development in river valleys or use that is incompatible with the requirements of protecting the resources of the natural environment (Pielech, Kisiel 2010; Pielech et al. 2017).

Czerwona Woda in the Stołowe Mountains is an example of a river that perfectly matches the above description. The small mountain stream is now surrounded along almost its entire length by managed spruce forests. The hydromorphological features of the Czerwona Woda stream are typical of unregulated rivers (Witek 2013), however, a more accurate inspection of the area reveals traces of modification of hydrological regimes, including drainage meliorations, regulation and sectional bedding, dams that cross the river and modify water flow and others. Such a high degree of transformation of the riverside ecosystems has affected both water resources and the biodiversity of this area. Due to problems relating to a very low water level in recent years, the Stołowe Mountains National Park is considering plans to restore the Czerwona Woda River. However, this requires very detailed knowledge of the current vegetation.

This paper presents the results of the research aimed at obtaining a detailed identification and mapping of plant communities associated with the Czerwona Woda River in the Stołowe Mountains, in particular: (1) to determine the diversity of the plant communities, (2) to map the currently existing vegetation and (3) to develop a map of the potential vegetation.

2. Materials and methods

2.1. Characteristics of the study site

Czerwona Woda is the longest watercourse in the Stołowe Mountains National Park (13.45 km) and drains the greater part of the Stołowe Mountains massif (Adynkiewicz-Piragas et al. 2011). Sources of the stream are located on the slopes of Skalniak, at an altitude of about 798 m a.s.l. It initially flows in a poorly delineated valley in the area of the spring (Witek 2013), but below Karlów, it forms a well-developed

valley over ten meters deep within a narrow tectonic ditch – the Czerwona Woda Depression (Migoń et al. 2011). The geological substrate is made up of Turonian marls and sandstones, which is reflected in the morphology of the valley in the form of sections of gorges typical of Stołowe Mountain streams (Migoń et al. 2011), for example, the Cygański Gorge above Batorów. A very characteristic feature is the brown-red color of the water in the stream (hence the name¹), which is the result of the draining of peatlands located nearby, such as the Great Batorowski Peatbog, Niknącej Łąki and Zmrozowisko. In its upper and middle reaches, the stream’s channel and the processes shaping it are more varied (lateral erosion and accumulation, bottom erosion). A different situation applies to the entire valley of the Czerwona Woda, where as a result of long-term transformations, mainly relating to draining in order to intensify forestry activities and road construction, the water conditions are permanently anthropogenically disturbed. Most of the area of the Czerwona Woda valley is covered with forests (afforestation of the basin reaches 90%). Most of the forests are spruce plantations; larger non-forest enclaves are occupied by the villages of Karlów and Batorów. Peaty-gleysols and alluvial soils dominate in the immediate vicinity of the stream bed, cambisols and luvisols at the foot of the slopes within floodplains, as well as podzolic soils in places (Kabała et al. 2002b).

The boundaries of the study area were precisely determined based on a model of the terrain. In places where the valley expands considerably, the research area was limited to a 100 m zone in each direction from the axis of the Czerwona Woda water channel (Figure 1). Defined in this way, the study site covered an area of 91.2 ha.

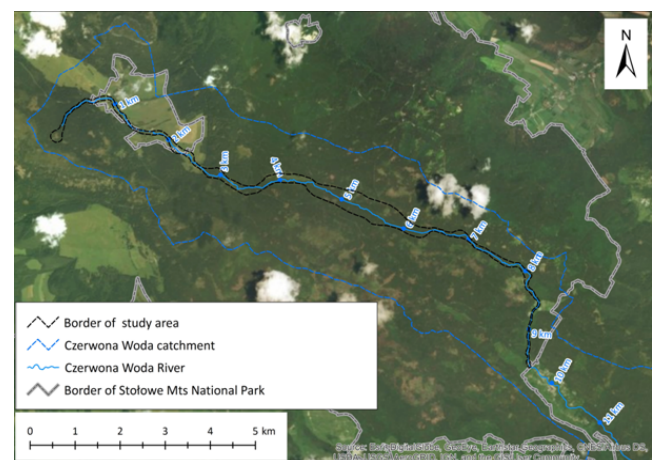


Figure 1. Study area overlaid by Czerwona Woda river catchment; river kilometrage is given for reference

2.2. Geobotanical reconnaissance of the study area

The vegetation of the Czerwona Woda valley has not yet been studied in detail. There is no accurate information on the vascular plant species found there, nor on the diversity of its plant communities. However, the area of the Stołowe Mountains was often the subject of geobotanical research. The first reliable data is found in the work of the pre-war botanists (e.g., Fiek 1881; Schube 1903, 1906; Pax 1915). Unfortunately, the sites of individual plants noted in the aforementioned works can only be identified to more generally defined areas due to the lack of accurate information about their locations. Similarly, after the Second World War, the Stołowe Mountains enjoyed the attention of botanists and phytosociologists. In addition to many botanical notes and remarks on the diversity of vegetation, a detailed list of these works can be found in the study of Świerksz et al. (2008); the comprehensive geobotanical analysis of the Stołowe Mountains (Świerksz 1998; Wierzcholska et al. 2018)) deserves attention. Unfortunately, due to the large area covered by the research in question, the data included in the afore-mentioned botanical-phytosociological reports as well as in the detailed geobotanical study do not allow us to precisely assign the enumerated plant sites to the Czerwona Woda valley. In turn, the most recent reports (after 2008) containing the precise locations describe only sites located outside the area covered by this study (e.g., Wójcik 2017).

2.3. Field work

Field studies were conducted in August and September 2017. The basic unit of actual vegetation distinguished during mapping was a plant association. In exceptional cases, where there were no characteristic species or the community had transitional character, the given patch of vegetation was assigned to the level of alliance. The current hierarchical system of syntaxonomic units developed for Europe (Mucina et al. 2016) was adopted to analyze the diversity of the vegetation. However, plant associations were distinguished according to the approach used in the Czech Republic (Chytrý 2007, 2009, 2011, 2015) as the one best characterizing the diversity of vegetation in the Sudetes. The research included both forest vegetation and non-forest plant communities. In addition to the natural and semi-natural communities, secondary forest communities were also distinguished. The guidelines of distinguishing and naming secondary forest communities were adopted from the Instructions for Forest Management (PGL LP 2012). The boundaries of the distinguished vegetation patches of communities were determined in the field by means of a precise GIS class GPS receiver (the average estimated accuracy under a tree stand canopy is $\pm 5\text{--}10$ m). It was assumed that the minimum area of a distinguished vegetation patches on the map is 0.1 ha. In the case of wetland habitats (springs, seeps, reed beds, riparian forests,

coniferous bogs), when possible, smaller patches were also charted. The actual vegetation map was made in the field with the Collector for ArcGIS application, and the result of the work is a polygon layer containing the assigned phytosociological diagnoses as one of the attributes.

The map of potential vegetation was produced on the basis of the previously made map of actual vegetation, using knowledge about the dynamics of the communities and the vegetation diversity of the Sudetes, as well as with a scanned and geographically referenced soil map of Stołowe Mountains National Park (Kabała et al. 2002a, b). Then, for each of the polygons representing a map of actual vegetation, another phytosociological diagnosis was made of the potential vegetation, but the potential vegetation was determined only to the level of an alliance.

Most of the distinguished natural and semi-natural vegetation patches were documented by making a phytosociological relevé. The size of the relevés was adopted in accordance with the recommendations of Otypkova and Chytrý (2006). In most cases, the relevés were square-shaped and oriented according to the earth's directions. The share of particular species of vascular plants was estimated using the Braun-Blanquet scale of abundance (Dzwonko 2007). The relevés also include the most common species of bryophytes having a diagnostic value for the distinguished unit. The names of bryophytes are consistent with the works of Ochyra et al. (2003) and Szweykowski (2006). The phytosociological relevés of the forest communities made as part of this research are stored in the Forest Database of Southern Poland (Pielech et al. 2018). In order to present the differences among the distinguished syntaxa, phytosociological tables of the communities were made, which were documented by at least three phytosociological relevés. Diagnostic species of individual associations were distinguished in the relevés in accordance with the studies by Chytrý et al. (2007, 2009, 2011, 2015). Diagnostic regional species were distinguished on the basis of juxtaposed tables and knowledge about the diversity of the vegetation in the Sudetes. Providing the diagnostic species of higher-ranking units was abandoned. In addition, a detailed description of the distinguished communities was made that included information on their structure, conservation status and distribution in the study area.

3. Results

3.1. Maps of actual and potential vegetation

The actual vegetation map includes/presents 20 types of communities (Table 1), while the potential vegetation map distinguishes three types of communities (Table 2). A total of 62 phytosociological relevés were made during the field work. In ordering the phytosociological relevés, nine forest

Table 1. List of plant communities distinguished on the map of current vegetation

No.	Plant community	Area (ha)
1	community <i>Picea abies-Deschampsia flexuosa</i>	51.8
2	<i>Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis</i>	14.8
3	<i>Angelico sylvestris-Cirsietum oleracei</i>	2.3
4	<i>Juncetum squarrosi</i>	1.7
5	community within the association <i>Calthion palustris</i>	1.3
6	<i>Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens</i>	1.0
7	mosaic of the communities <i>Magno-Caricion gracilis/Alnion incanae</i>	0.9
8	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>	0.8
9	the pool of water	0.7
10	coniferous forest	0.6
11	<i>Equiseto sylvatici-Piceetum abietis</i>	0.4
12	community from the class <i>Artemisietea vulgaris</i>	0.3
13	community within the association <i>Alnion incanae</i>	0.2
14	community with <i>Alnus incana</i>	0.1
15	community with <i>Carex brizoides</i>	0.1
16	<i>Stellario nemorum-Alnetum glutinosae</i>	< 0.1
17	mosaic of the communities <i>Magno-Caricion gracilis</i>	< 0.1
18	community within the association <i>Caricion canescenti-nigrae</i>	< 0.1
19	<i>Scirpetum sylvatici</i>	< 0.1
20	community <i>Acer pseudoplatanus-Rubus</i> sp.	< 0.1

communities were distinguished, three of which were assigned to associations, one to an alliance, and the remaining five are secondary forest communities. In addition, 14 types of non-forest communities were identified, 10 of which were described to the level of association. Below is a list of all the distinguished units in the hierarchical systemic order.

Forest communities:

Class: *Alno glutinosae-Populetea albae* P. Fukarek et Fabijanić 1968

Order: *Alno-Fraxinetalia excelsioris* Passarge 1968

Alliance: *Alnion incanae* Pawłowski et al. 1928

1. *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae*

Lohmeyer 1957

2. Community within the *Alnion incanae* association

Class: *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939

Order: *Piceetalia excelsae* Pawłowski et al. 1928

Alliance: *Piceion excelsae* Pawłowski et al. 1928

3. *Equiseto sylvatici-Piceetum abietis* Šmarda 1950

Order: *Vaccinio uliginosi-Pinetalia sylvestris* Passarge 1968

Table 2. List of plant communities distinguished on the map of potential vegetation

No.	Plant community	Area (ha)
1	<i>Luzulo-Fagion sylvaticae</i>	36.2
2	<i>Alnion incanae</i>	27.1
3	<i>Eriophoro-Piceion abietis</i>	17.1

Alliance: *Eriophoro-Piceion abietis* Passarge 1968

4. *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis* Schubert 1972

Secondary forest communities:

5. *Picea abies-Deschampsia flexuosa* community

6. *Picea abies-Molinia caerulea* community

7. *Picea abies-Carex brizoides* community

8. *Acer pseudoplatanus-Rubus* sp. community

9. Community with *Alnus incana*

Non-forest communities:

Class: *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937

Order: *Poo alpinae-Trisetetalia* Ellmauer et Mucina 1993

Alliance: *Trisetum flavescens-Polygonion bistortae*

Br.-Bl. et Tx. ex Marschall 1947

1. *Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens*

Knapp ex Oberdorfer 1957

Order: *Molinietalia caeruleae* Koch 1926

Alliance: *Calthion palustris* Tx. 1937

2. *Angelico sylvestris-Cirsietum oleracei* Tüxen 1937

3. *Cirsietum rivularis* Nowiński 1927

4. *Scirpetum sylvatici* Ralski 1931

5. Community within the *Calthion palustris* association

6. Community with *Carex brizoides*

Class: *Nardetea strictae* Rivas Goday et Borja Carbonell in Rivas Goday et Mayor López 1966

Order: *Nardetalia strictae* Preising 1950

Alliance: *Nardo-Juncion squarrosi* (Oberd. 1957)

Passarge 1964

7. *Juncetum squarrosi* Oberdorfer 1934

Class: *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. in Tx. ex von Rochow 1951

8. Community within the *Artemisietea vulgaris* class

Class: *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941

Order: *Phragmitetalia* Koch 1926

Alliance: *Phragmiton communis* Koch 1926

9. *Typhetum angustifoliae* Pignatti 1953

10. *Typhetum latifoliae* Nowiński 1930

11. *Phragmitetum australis* Savič 1926

Order: *Magnocaricetalia* Pignatti 1953

Alliance: *Magnocaricion elatae* Koch 1926

12. *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae* Zumpfe 1929

Alliance: *Magnocaricion gracilis* Géhu 1961

13. *Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931

Class: *Scheuchzerio palustris-Caricetea fuscae* Tx. 1937

Order: *Caricetalia fuscae* Koch 1926

Alliance: *Caricion fuscae* Koch 1926

14. Community within the *Caricion fuscae* association

3.2. Detailed characteristics of the distinguished communities

Equiseto sylvatici-Piceetum abietis Šmarda 1950 (Table 3)

Spruce forest growing in the vicinity of local springs and seeps. Norway spruce dominates in the forest stand. The shrub layer is usually poorly developed. The forest floor, in addition to species typical of coniferous forests, contains large group of species associated with springs, including *Crepis paludo-*

sa, *Equisetum sylvaticum*, *Glyceria fluitans*, *Carex remota*, *Dactylorhiza fuchsii* and *Viola palustris*. In addition, the moss layer is very well developed, reaching up to 80% of coverage, consisting mainly of *Polytrichastrum formosum*, *Polytrichum commune*, *Sphagnum girgensohnii* and *S. squarrosum*. The *Equiseto sylvatici-Piceetum abietis* association was reported at several seeps in the upper reaches of Czerwona Woda. This community has not been reported from the Stołowe Mountains, its few occurrences in the Central Sudetes are known, among others, from the Bystrzyckie and Orlické Mountains, as well as from the Śnieżnik Massif in the Eastern Sudetes.

Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis Schubert 1972 (Table 3, Fig. 2)

The *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis* association occurs most frequently in the middle course of Czerwona Woda (mainly in the area where the Great Batorowski Peatbog is located), in places where the valley expands significantly and has a flat bottom. This part of the valley has alluvial soils at the very edge of the river, which is a potential riparian habitat; while a little further from the riverbed, large areas of spruce swamp forests of the *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis* association developed on the peat-silt soils. Numerous trenches suggest that in the past, it was a much more extensively boggy area. Currently, a poorer form of the association is observed here, lacking, as a result of past drainage activities, in several peat bog species typical of this type of community; for example, *Eriophorum vaginatum*, *Oxycoccus palustris* or *Vaccinium uliginosum*. Given the current overgrowth occurring in the former ditches and the renewed in view of the overgrowth occurring in the old ditches and the renewed formation of bogs, the spruce swamp forest is slowly regenerating. The stand consists only of spruce, and the shrub layer, where it has developed, is made up of spruce saplings. The herbaceous layer is dominated by coniferous forest species (*Calamagrostis villosa*, *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa*). A characteristic feature is the strongly developed moss layer with a high proportion of sphagnum (*Sphagnum girgensohnii*, *S. russowii* and *S. capillifolium*) and other acidophilic bryophytes (*Bazzania trilobata*, *Leucobryum glaucum* and *Dicranodontium denudatum*). Spruce swamp forests occur locally and are scattered in the Stołowe Mountains, their largest areas are located in the vicinity of the Great Batorowski Peatbog (Potocka 1999; Pender 2008). This community is also known for its neighboring Sudetes ranges: Bystrzyckie Mountains, Kamienne Mountains and the Śnieżnik Massif (M. Smoczyk – own observations).

Picea abies-Deschampsia flexuosa community (Table 4, Fig. 3)

The secondary community of spruce stands is mainly found in the poor habitat of acidic beech forests. It also occurs at the riverbed itself, occupying part of potential riparian habitat. This community was established as a managed forest when spruce

Table 3. Phytosociological table presenting *Equiseto sylvatici-Piceetum abietis* (Es-Pa) Šmarda 1950 and *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis* (Vu-Pa) Schubert 1972 associations. Regionally diagnostic species are marked by light grey colour.

Consecutive no.	1	2	3	4	5	6	7	8			
Relevé no.	7	11	12	38	43	45	49	59			
Date	2017 08 28	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 30	2017 08 30	2017 08 30	2017 08 31	2017 09 07			
Plot area [m ²]	200	200	200	200	200	200	200	200			
Cover of tree layer	70	40	25	60	60	20	40	70	Constancy Es-Pa (%)	Constancy Vu-Pa (%)	
Cover of shrub layer	1	1	30	35	5	1	5	10			
Cover of herb layer	40	40	40	40	35	50	60	40			
Cover of moss layer	40	80	80	80	70	50	60	50			
Number of species	26	30	36	17	14	16	12	19			
	<i>Equiseto sylvatici-Piceetum abietis</i>				<i>Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis</i>						
<i>Picea abies</i>	a	4	3	2	4	4	.	3	4		
<i>Picea abies</i>	b	+	+	3	.	1	+	1	2	100	100
<i>Picea abies</i>	c	1	+	+	+	1	2	2	1		
<i>Calamagrostis villosa</i>	c	2	2	1	2	2	2	2	3	100	100
<i>Polytrichastrum formosum</i>	d	2	2	+	1	1	2	1	2	100	100
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	d	2	2	2	4	4	3	3	3	100	100
<i>Vaccinium myrtillus</i>	c	2	2	1	.	+	1	3	+	100	80
<i>Cardamine amara</i>	c	.	.	+	.	.	.	.	.	33	0
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	c	.	1	1	.	.	.	.	.	67	0
<i>Circaea alpina</i>	c	+	.	+	.	.	.	.	.	67	0
<i>Crepis paludosa</i>	c	1	1	+	.	.	.	.	.	100	0
<i>Dryopteris dilatata</i>	c	.	.	+	.	.	.	.	.	33	0
<i>Equisetum sylvaticum</i>	c	+	+	+	.	.	.	.	+	100	20
<i>Stellaria nemorum</i>	c	.	.	+	.	.	.	.	.	33	0
<i>Dicranodontium denudatum</i>	d	+	.	.	.	.	.	+	.	33	20
<i>Polytrichum commune</i>	d	.	2	2	+	.	.	.	.	67	20
<i>Sphagnum palustre</i>	d	.	+	.	.	.	.	.	.	33	0
<i>Sphagnum squarrosum</i>	d	.	.	2	.	.	.	.	.	33	0
<i>Ranunculus repens</i>	c	+	+	+	.	.	.	.	.	100	0
<i>Athyrium filix-femina</i>	c	+	+	1	.	.	.	.	.	100	0
<i>Glyceria fluitans</i>	c	+	2	2	.	.	.	.	.	100	0
<i>Juncus effusus</i>	c	.	+	+	.	.	+	.	.	67	20
<i>Lysimachia nemorum</i>	c	r	+	1	.	.	.	.	.	100	0
<i>Carex remota</i>	c	.	+	+	.	.	.	.	.	67	0
<i>Dactylorhiza fuchsii</i>	c	.	r	+	.	.	.	.	.	67	0

<i>Deschampsia caespitosa</i>	c	r	.	+	.	.	.	.	.	67	0
<i>Viola palustris</i>	c	.	+	+	.	.	.	.	.	67	0
<i>Senecio ovatus</i>	c	+	.	+	.	.	.	.	.	67	0
<i>Sphagnum russowii</i>	d	.	.	1	.	.	1	+	.	33	40
<i>Hypnum cupressiforme</i>	d	.	.	.	+	+	.	.	1	0	60
<i>Pleurozium schreberi</i>	d	.	.	.	.	.	1	1	1	0	60
<i>Galium saxatile</i>	c	.	.	.	+	+	.	.	.	0	40
<i>Deschampsia flexuosa</i>	c	1	1	.	1	2	1	2	2	67	100
<i>Dryopteris carthusiana</i>	c	+	+	+	+	1	+	.	+	100	80
<i>Oxalis acetosella</i>	c	2	+	+	2	+	+	.	2	100	80
<i>Dicranum scoparium</i>	d	1	1	.	1	+	.	2	.	67	60
<i>Maianthemum bifolium</i>	c	+	+	.	+	+	.	.	+	67	60
<i>Sorbus aucuparia</i>	c	+	+	.	+	+	.	.	.	67	40
<i>Betula pendula</i>	b	.	.	r	2	.	.	.	r	33	40
<i>Fagus sylvatica</i>	c	1	+	.	1	.	.	.	.	67	20
<i>Trientalis europaea</i>	c	.	+	.	.	+	.	.	+	33	40
<i>Betula pendula</i>	c	.	.	.	.	.	+	2	.	0	40
<i>Carex echinata</i>	c	.	.	+	.	.	+	.	.	33	20
<i>Fagus sylvatica</i>	b	+	.	.	2	.	.	.	.	33	20
<i>Leucobryum glaucum</i>	d	.	.	.	r	.	.	+	.	0	40
<i>Sphagnum fallax</i>	d	1	.	.	.	.	2	.	.	33	20
<i>Sphagnum</i> sp.	d	.	2	2	.	.	.	.	.	67	0

Rare species: b *Rubus idaeus* 3.+, c *Carex brizoides* 8.1, c *C. nigra* 6.2, c *C. sylvatica* 1.+, c *Epilobium palustre* 3.+, c *Equisetum palustre* 3.+, c *Galium palustre* 3.1, c *Gymnocarpium dryopteris* 1.1, c *Homogyne alpina* 2.+, c *Hypericum perforatum* 2.+, c *Lysimachia vulgaris* 8.+, c *Melampyrum pratense* 1.+, c *Molinia caerulea* 6.+, c *Myosotis palustris* 3.+, c *Polygonatum verticillatum* 8.+, c *Potentilla erecta* 2.r, c *Rubus idaeus* 3.+, c *Tussilago farfara* 3.+, c *Veratrum lobelianum* 8.+, d *Mnium hornum* 8.2, d *Plagiommium undulatum* 4.+

plantations were introduced in the deciduous and mixed forest habitats. The forest floor has species of acidophilic plants, among others: *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis villosa*, *Deschampsia flexuosa*, *Maianthemum bifolium* or *Oxalis acetosella*. The moss layer reaches 40% of coverage and mainly consists of *Polytrichastrum formosum*, *Dicranum scoparium* and *Pleurozium schreberii*. In slightly wetter places, *Sphagnum girgensohnii* also appears. The *Picea abies-Deschampsia flexuosa* community definitely dominates the landscape of the Czerwona Woda valley, being its most widespread plant community. It also occurs both in the Stołowe Mountains and in the adjacent mountain ranges of the Sudetes.

The remaining forest communities

In the lower reaches of Czerwona Woda, a patch of riparian forest represented by the *Stellario nemorum-Alnetum*

glutinosa association was identified in the village of Batorów near the border of the National Park. The stand is made up of sycamore and Norway maples with an admixture of spruce. The shrub layer is not very dense, but it consists of as many as five species: *Acer pseudoplatanus*, *Lonicera nigra*, *Ribes rubrum*, *Ribes uva-crispa* and *Sambucus nigra*. The lush forest floor is dominated by typical riparian species, including *Impatiens noli-tangere*, *Cirsium oleraceum*, *Petasites albus*, *Phalaris arundinacea*, *Rubus idaeus*, *Stellaria nemorum*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Urtica dioica* and *Senecio ovatus* (Fig. 4). In addition, several plots of riparian forest communities were identified that did not have a set of characteristic species allowing us to determine their more precise syntaxonomic affiliation other than to the *Alnion incanae* alliance. There are several places of the Czerwona Woda valley where communities are formed by the grey alder, in which there are no riparian species on the for-

est floor, but mainly species from the neighboring forest communities or previous succession stages (e.g., meadows). Such phytocoenoses were referred to as a community with *Alnus incana*. In turn, on the outskirts of Batorów, an intermediate phytocoenosis was identified, in between the type of coniferous forest found on slopes from the *Acerion pseudoplatani* alliance and the riparian forest from the *Alnion incanae* alliance. The number of species of herbaceous plants was limited due to the expansion of brambles, making it more difficult to determine the phytosociological affiliation, which is why the phytocoenosis was defined as *Acer pseudoplatanus-Rubus* sp.

In addition to those mentioned above, two more communities were found that are forms of a degenerated spruce

swamp forest. The *Picea abies-Molinia caerulea* community is a spruce forest on desiccated peat, clearly dominated by *Molinia caerulea* in the ground cover. In turn, the *Picea abies-Carex brizoides* community is a spruce forest with a massive share of the expansive sedge *Carex brizoides*. Both communities occur in very small areas in the middle part of the Czerwona Woda valley and were documented by single phytosociological relevés.

Non-forest communities

Six types of meadow communities were found in the study area. The most common were wet meadows of the *Calthion palustris* alliance, represented mainly by *Angelico sylves-*



Figure 2. Association *Vaccinio uliginosi-Piceetum abietis* with well-developed moss layer



Figure 3. Community *Picea abies-Deschampsia flexuosa*

Table 4. Phytosociological table presenting community *Picea abies-Deschampsia flexuosa*

Consecutive no.	1	2	3	4	5	Constancy (%)
Relevé no.	35	37	42	55	56	
Date	2017 08 30	2017 08 30	2017 08 30	2017 09 07	2017 09 07	
Plot area [m ²]	200	200	200	200	200	
Cover of tree layer	40	60	60	75	80	
Cover of shrub layer	10	30	10	1	0	
Cover of herb layer	60	60	40	2	1	
Cover of moss layer	40	20	20	30	20	
Number of species	15	23	16	13	13	
<i>Picea abies</i> a	3	4	4	3	5	
<i>Picea abies</i> b	2	2	.	.	.	100
<i>Picea abies</i> c	1	1	+	.	+	

<i>Fagus sylvatica</i>	b	.	2	2	+	.	60
<i>Fagus sylvatica</i>	c	.	1	1	.	.	
<i>Calamagrostis villosa</i>	c	1	1	2	+	+	100
<i>Deschampsia flexuosa</i>	c	2	3	2	r	+	100
<i>Dryopteris carthusiana</i>	c	+	+	+	r	r	100
<i>Vaccinium myrtillus</i>	c	2	1	1	+	+	100
<i>Polytrichastrum formosum</i>	d	1	1	2	1	1	100
<i>Dicranum scoparium</i>	d	2	.	+	+	+	80
<i>Maianthemum bifolium</i>	c	+	+	+	.	.	60
<i>Oxalis acetosella</i>	c	+	1	2	.	.	60
<i>Sorbus aucuparia</i>	c	+	+	+	.	.	60
<i>Pleurozium schreberi</i>	d	+	1	.	2	.	60
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	d	2	1	1	.	.	60
<i>Luzula pilosa</i>	c	.	r	+	.	.	40
<i>Bazzania trilobata</i>	d	+	.	.	.	+	40
<i>Dicranodontium denudatum</i>	d	+	.	.	.	+	40
<i>Hypnum cupressiforme</i>	d	.	.	.	+	+	40
<i>Abies alba</i>	a	.	.	.	2	.	20
<i>Larix decidua</i>	a	.	.	.	2	.	20
<i>Athyrium filix-femina</i>	c	.	+	.	.	.	20
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	c	.	.	r	.	.	20
<i>Dryopteris dilatata</i>	c	.	r	.	.	.	20
<i>Galium saxatile</i>	c	.	+	.	.	.	20
<i>Homogyne alpina</i>	c	.	+	.	.	.	20
<i>Lysimachia nemorum</i>	c	.	+	.	.	.	20
<i>Polygonatum verticillatum</i>	c	.	.	+	.	.	20
<i>Prenanthes purpurea</i>	c	.	.	.	.	+	20
<i>Rubus idaeus</i>	c	.	r	.	.	.	20
<i>Senecio ovatus</i>	c	.	r	.	.	.	20
<i>Stellaria nemorum</i>	c	.	+	.	.	.	20
<i>Thelypteris phegopteris</i>	c	.	.	+	.	.	20
<i>Dicranella heteromalla</i>	d	.	.	.	.	+	20
<i>Dicranum polysetum</i>	d	.	.	.	2	.	20
<i>Leucobryum glaucum</i>	d	.	.	.	.	+	20
<i>Mnium hornum</i>	d	.	1	.	.	.	20
<i>Polytrichum commune</i>	d	1	.	.	.	.	20
<i>Sphagnum fallax</i>	d	.	+	.	.	.	20

tris-Cirsietum oleracei thistle meadows with cabbage thistle (Table 5, Fig. 5). Communities representing the *Scirpetum sylvatici* association of forest rushes are found in their complexes in small and dispersed areas. Small patch of thistle meadows were also identified, with *Cirsium rivulare*. The Czerwona Woda valley also has a characteristic community dominated by the sedge *Carex brizoides*. It is a typical community associated with peat bogs decaying because of desiccation. A similar community is sometimes distinguished within the *Calthion palustris* alliance, characterised, in addition to *Carex brizoides*, by the presence of meadow species of the *Scirpo sylvatici-Caricetum brizoidis* association Kučera et al. 1994. For this reason, the *Carex brizoides* community occurring in the Czerwona Woda valley was included in the group of meadow communities. Trisetum grass meadows representing the *Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens* association are found on moderately moist soils in areas slightly above groundwater level (Table 5). They are characterised by the presence of poor grassland species (e.g., *Agrostis capillaris*, *Nardus stricta*, *Campanula rotundifolia*, *Potentilla erecta*) and mountain herbaceous species (including *Cirsium helenioides*, *Chaerophyllum aromaticum*, *Angelica sylvestris*, *Polygonum bistorta*, *Senecio nemorensis* s.l.) adjacent to each other. All these meadow communities are a frequent element of the vegetation occurring both in the Stołowe Mountains and the neighboring Sudetes mountain ranges. In moist and peat-boggy areas, characterised by a low trophic level, wet *Nardus* grasslands representing the *Juncetum squarrosi* association also developed (Fig. 6, Table 5). Although there is relatively little *Juncus squarrosus* here, the association is well defined by the presence of other characteristic species, including *Nardus stricta*, *Potentilla erecta*, *Galium saxatile*, *Luzula campestris* and *Carex nigra*. Wet mat-grass sward communities are rare in the Stołowe Mountains (Pender 2008), uncommon in the Central Sudetes, and also rarely occur in the other mountain ranges of the Kłodzko region: Bystrzyckie Mountains and the Śnieżnik Massif (M. Smoczyk – own observations).

The high water level and the presence of several water reservoirs fosters a large diversity of rush communities. The most common of them is the reed canary grass *Phalaridetum arundinaceae* association (Table 6). Patches of this association formed in the wettest areas of the Czerwona Woda channel, and sometimes also occur in a mosaic with wet meadows and willow shrubs. Next to the communities dominated by reed canary grass, the rush communities representing four additional associations were also recognised: narrowleaf cattail *Typhetum angustifoliae*, bulrush *Typhetum latifoliae*, common reed *Phragmitetum australis* and bottle sedge *Equiseto fluviatilis-Caricetum rostratae* associations. Rush communities in mountain areas are rarely recorded and de-



Figure 4. Association *Stellario nemorum-Alnetum glutinosae*



Figure 5. Wet meadow with cabbage thistle (association *Angelico sylvestris-Cirsietum oleracei*)



Figure 6. Wet grasslands of *Juncus squarrosus* and *Nardus stricta* (association *Juncetum squarrosi*)

Table 5. Phytosociological table presenting *Geranio sylvatici-Trisetetum flavescens* (Gs-Tt) Knapp ex Oberdorfer 1957, *Angelico sylvestris-Cirsietum oleracei* (As-Co) Tüxen 1937 and *Juncetum squarrosi* (Js) Oberdorfer 1934 associations. Regionally diagnostic species are marked by light grey colour.

Consecutive no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Relevé no.	21	22	28	33	15	18	25	30	34	39	40	41				
Date	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 30	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 30	2017 08 30	2017 08 30				
Plot area [m ²]	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25		Constancy (Gs-Tt) (%)	Constancy (As-Co) (%)	Constancy (Js) (%)
Cover of herb layer	90	90	95	90	95	100	100	100	85	90	80	90				
Cover of moss layer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1				
Number of species	31	33	31	26	32	28	18	33	19	13	20	19				
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>								<i>Calluno-Ulicetea</i>								
	<i>Geranio sylvatici- Trisetetum flavescens</i>				<i>Angelico sylvestris- Cirsietum oleracei</i>				<i>Juncetum squarrosi</i>							
<i>Alopecurus pratensis</i>	c	.	.	+	+	+	+	.	1	.	.	.	.	50	75	0
<i>Lathyrus pratensis</i>	c	.	.	+	+	.	+	1	1	.	.	.	.	50	75	0
<i>Rumex acetosa</i>	c	+	.	+	+	+	.	.	+	+	+	.	.	75	50	75
<i>Ranunculus acris</i>	c	+	.	+	.	+	.	.	.	+	.	.	.	50	25	25
<i>Dactylis glomerata</i>	c	+	3	2	1	2	2	2	2	+	.	.	.	100	100	25
<i>Achillea millefolium</i>	c	+	1	+	+	.	.	+	+	1	.	.	.	100	50	25
<i>Alchemilla</i> sp.	c	+	+	+	.	1	.	+	+	.	.	.	.	75	75	0
<i>Veronica chamaedrys</i>	c	+	.	+	1	1	+	+	+	1	.	.	.	75	100	25
<i>Phleum pratense</i>	c	1	.	.	+	1	1	.	+	.	.	.	.	50	75	0
<i>Agrostis capillaris</i>	c	3	2	3	3	2	+	.	+	2	1	+	.	100	75	75
<i>Hypericum maculatum</i>	c	2	2	2	2	.	.	.	.	2	.	.	.	100	0	25
<i>Vicia cracca</i>	c	+	+	1	+	.	.	.	+	+	.	.	.	100	25	25
<i>Campanula rotundifolia</i>	c	+	+	.	+	+	.	.	.	+	.	+	+	75	25	75
<i>Cardaminopsis halleri</i>	c	+	+	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	75	50	0
<i>Cirsium helenioides</i>	c	+	+	2	2	.	.	.	.	.	.	1	.	100	0	25
<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	c	+	+	+	.	.	.	1	.	.	.	.	.	75	25	0
<i>Cirsium oleraceum</i>	c	.	+	.	.	3	3	2	3	.	.	.	.	25	100	0
<i>Angelica sylvestris</i>	c	+	1	1	.	1	+	r	1	.	.	.	.	75	100	0
<i>Filipendula ulmaria</i>	c	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	0	50	0
<i>Scirpus sylvaticus</i>	c	.	.	.	.	.	+	.	.	.	2	.	1	0	25	50

<i>Phalaris arundinacea</i>	c	.	.	.	+	.	+	2	2	.	.	.	.	25	75	0
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	c	.	.	.	.	+	.	1	+	.	.	.	.	0	75	0
<i>Hypericum perforatum</i>	c	.	.	.	.	+	+	.	2	.	.	+	.	0	75	25
<i>Poa trivialis</i>	c	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	0	50	0
<i>Nardus stricta</i>	c	1	.	.	.	.	.	.	.	3	2	2	2	25	0	100
<i>Potentilla erecta</i>	c	+	+	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	50	0	100
<i>Deschampsia flexuosa</i>	c	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	2	2	0	0	75
<i>Galium saxatile</i>	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	4	4	0	0	75
<i>Carex nigra</i>	c	.	.	+	.	.	+	.	.	.	1	1	2	25	25	75
<i>Luzula campestris</i>	c	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	1	.	0	0	75
<i>Deschampsia caespitosa</i>	c	1	+	+	1	2	1	.	+	.	2	+	+	100	75	75
<i>Festuca rubra</i>	c	2	2	+	2	2	+	.	+	.	1	+	+	100	75	75
<i>Stellaria graminea</i>	c	+	+	+	+	+	+	.	+	.	+	+	+	100	75	75
<i>Holcus mollis</i>	c	1	1	1	1	.	+	.	.	1	+	.	+	100	25	75
<i>Polygonum bistorta</i>	c	2	1	.	+	+	2	.	1	+	.	.	+	75	75	50
<i>Senecio nemorensis</i> s.l.	c	+	1	1	+	.	+	2	1	.	.	.	.	100	75	0
<i>Poa pratensis</i>	c	+	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	+	75	0	50
<i>Vicia sepium</i>	c	.	+	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	75	50	0
<i>Campanula patula</i>	c	.	+	+	+	.	.	.	+	.	.	.	.	75	25	0
<i>Galeopsis pubescens</i>	c	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	50	50	0
<i>Juncus conglomeratus</i>	c	.	.	.	.	.	2	.	.	.	1	+	+	0	25	75
<i>Knautia arvensis</i>	c	+	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	50	25	25
<i>Ranunculus repens</i>	c	r	+	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	75	25	0
<i>Sanguisorba officinalis</i>	c	.	.	+	.	+	1	.	+	.	.	.	.	25	75	0
<i>Briza media</i>	c	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	50	0	25
<i>Heracleum sphondylium</i>	c	.	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	50	25	0
<i>Pimpinella major</i>	c	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	25	50	0
<i>Rumex obtusifolius</i>	c	.	.	r	.	.	+	+	.	.	.	.	.	25	50	0
<i>Aegopodium podagraria</i>	c	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	50	0	0
<i>Carex pallescens</i>	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	0	0	50
<i>Carex pilulifera</i>	c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+	0	0	50
<i>Geum rivale</i>	c	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	0	50	0
<i>Pleurozium schreberi</i>	d	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	0	0	50

<i>Polytrichastrum formosum</i>	d	1	+	0	0	50		
<i>Stellaria nemorum</i>	c	0	50	0	
<i>Urtica dioica</i>	c	1	+	.	.	0	50	0

Rare species: c *Acer pseudoplatanus* 1.r, c *Agrostis canina* 6.1, c *Carex ovalis* 6.+, c *Cerastium holosteoides* 4.+, c *Cirsium palustre* 3.+, c *C. rivulare* 6.1, c *Crepis paludosa* 5.+, c *Elymus caninus* 6.+, c *Epilobium palustre* 6.+, c *Epilobium* sp. 2.+, c *Equisetum arvense* 9.r, c *E. palustre* 8.r, c *Festuca gigantea* 5.+, c *Galeopsis tetrahit* 5.+, c *Galium aparine* 7.+, c *G. mollugo* 1.+, c *G. palustre* 8.+, c *G. uliginosum* 2.r, c *Holcus lanatus* 5.+, c *Hypochaeris radicata* 2.r, c *Juncus effusus* 6.+, c *Leontodon hispidus* 2.+, c *Lupinus polyphyllus* 1.r, c *Lysimachia nemorum* 8.+, c *Plantago lanceolata* 2.+, c *Rubus idaeus* 7.2, c *Rumex hydrolapathum* 8.r, c *Rumex* sp. 5.+, c *Stachys sylvatica* 2.+, c *Trifolium hybridum* 3.+, c *T. repens* 3.+, c *Veronica officinalis* 11.+, c *Vicia sativa* 3.r, d *Rhytidadelphus squarrosus* 12.+

velop mainly as the result of anthropogenic transformations of river valleys, such as the construction of artificial water reservoirs. This also applies to the Czerwona Woda valley – these communities were found near a retention reservoir in the forest. In the upper reaches of Czerwona Woda, communities characteristic of acidic seeps have formed. Their syntaxonomic affiliation was only determined to the *Caricion canescenti-nigrae* alliance (Table 6).

4. Discussion

Despite its very strong transformation, there are a large number of natural and semi-natural plant communities in the natural environment of the Czerwona Woda valley. Some of the identified associations have never been reported from the Stołowe Mountain region, for example, the *Equiseto sylvatici-Piceetum abietis* association of spruce swamp forests growing by springs and seeps.

The ecosystems of the Czerwona Woda valley are places where rare species occur, including plants in danger of extinction in the region and in Poland. The meadows near Karlów contain the globeflower *Trollius europaeus* and melancholy thistle *Cirsium helenioides*. In the neighboring grasslands near Karlów, the common lousewort *Pedicularis sylvatica* (Wójcik 2017) was recently found, a species in danger of extinction in Poland in the VU category (Kaźmierczakowa et al. 2016). The locations of this species are several hundred meters away from the study area and it is very likely that it will be found in the Czerwona Woda valley in the future, where there are well-preserved habitats suitable for this species – wet seeps. The locations mentioned above emphasize the importance of open areas for the preservation of local biodiversity. Unfortunately, a large part of the valuable meadows near Karlów are located outside the National Park and may be threatened by changes in their use or by abandonment. During field work, we observed rush species; among them was the reed canary grass *Phalaris arundinacea*, encroaching in parts of the local wet meadows that are no longer being used. In the

spruce swamp forests, stag's-horn clubmoss *Lycopodium clavatum* was found – a species near threatened in Poland. In addition, the presence of many taxa deserve attention, such as wavy cotton moss *Bukiella undulata* or alpine coltsfoot *Homogyne alpina*. These species are considered to be characteristic of high-mountain spruce forests (Matuszkiewicz 2001; Chytrý 2015). In the study area, they were recorded both in spruce swamp forests and secondary forest communities with spruce stands, even at an altitude of less than 700 m a.s.l. This may indicate the specific climatic conditions that prevail in the Czerwona Woda valley. Masses of cool air flow from higher mountainous locations down the mountain valleys (Pypker et al. 2007; Wang et al. 2015), which in turn increase altitudinal range of mountain plants by downward shifts of the lower range limits.

The small proportion of alien species in the plant communities of the Czerwona Woda valley is somewhat surprising. The vegetation of river valleys is susceptible to invasions of alien plants (Planty-Tabacchi et al. 1996; Richardson et al. 2007; Wagner et al. 2017), which are additionally positively correlated with the intensity of human pressure (Nilsson, Berggren 2000; Mortenson, Weisberg 2010; Dyderski et al. 2015). Meanwhile, there are only three species of invasive plants in the Czerwona Woda valley (*Impatiens glandulifera*, *I. parviflora*, *Lupinus polyphyllus*), and their populations are very small. *Impatiens glandulifera* probably escaped from home gardens in the area of Karlów. On the other hand, the spread of *I. parviflora* in the forest communities is probably restrained by the low trophism of forest habitats in the Czerwona Woda valley. Although these plants do not have a significant negative impact on the riverside ecosystems, their populations should be regularly monitored. This is particularly important in the face of potential work to re-naturalize the Czerwona Woda; it also provides an opportunity to plan the total elimination of species with the greatest invasive potential.

The destruction of wetland habitats is a serious problem. In addition to the importance of preserving biodiversity, these habitats are primarily responsible for the protection

Table 6. Phytosociological table presenting *Phalaridetum arundinaceae* (Pa) Libbert 1931 association and community of *Caricion canescenti-nigrae* (Cc-n) alliance. Regionally diagnostic species are marked by light grey colour.

Consecutive no.	1	2	3	4	5	6	Constancy (Pa) (%)	Constancy and community of the alliance Cc-n (%)	
Relevé no.	23	24	31	8	9	10			
Date	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 29	2017 08 28	2017 08 28	2017 08 28			
Plot area [m ²]	25	25	25	25	25	25			
Cover of herb layer	100	100	100	40	55	55			
Cover of moss layer	0	0	0	75	80	80			
Number of species	5	9	5	22	15	13			
	<i>Phalaridetum arundinaceae</i>			association and communi- ty of the alliance <i>Caricion</i> <i>canescenti-nigrae</i>					
<i>Phalaris arundinacea</i>	c	5	5	5	.	.	.	100.0	0.0
<i>Carex echinata</i>	c	.	.	.	+	+	+	0.0	100.0
<i>Carex nigra</i>	c	.	.	.	+	1	.	0.0	66.7
<i>Carex curta</i>	c	.	.	.	+	.	.	0.0	33.3
<i>Juncus filiformis</i>	c	.	.	.	1	1	2	0.0	100.0
<i>Urtica dioica</i>	c	2	2	2	.	.	.	100.0	0.0
<i>Filipendula ulmaria</i>	c	+	r	+	.	.	.	100.0	0.0
<i>Stellaria nemorum</i>	c	.	2	2	+	.	.	66.7	33.3
<i>Cirsium oleraceum</i>	c	+	.	.	.	.	.	33.3	0.0
<i>Deschampsia caespitosa</i>	c	+	.	.	.	.	.	33.3	0.0
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	c	.	2	.	.	.	.	33.3	0.0
<i>Lathyrus pratensis</i>	c	.	r	.	.	.	.	33.3	0.0
<i>Galeopsis</i> sp.	c	.	r	.	.	.	.	33.3	0.0
<i>Senecio nemorensis</i> s.l.	c	.	1	.	.	.	.	33.3	0.0
<i>Polygonum bistorta</i>	c	.	.	+	.	.	.	33.3	0.0
<i>Juncus effusus</i>	c	.	.	.	1	1	+	0.0	100.0
<i>Polytrichum commune</i>	d	.	.	.	4	4	3	0.0	100.0
<i>Sphagnum fallax</i>	d	.	.	.	+	2	3	0.0	100.0
<i>Equisetum palustre</i>	c	.	r	.	+	+	+	33.3	100.0
<i>Athyrium filix-femina</i>	c	.	.	.	+	r	.	0.0	66.7
<i>Calamagrostis epigeios</i>	c	.	.	.	2	+	.	0.0	66.7
<i>Carex ovalis</i>	c	.	.	.	+	+	.	0.0	66.7

<i>Dryopteris carthusiana</i>	c	.	.	.	+	.	+	0.0	66.7
<i>Galium palustre</i>	c	.	.	.	+	+	.	0.0	66.7
<i>Glyceria fluitans</i>	c	.	.	.	1	.	2	0.0	66.7
<i>Holcus mollis</i>	c	.	.	.	+	2	.	0.0	66.7
<i>Calamagrostis villosa</i>	c	.	.	.	.	2	2	0.0	66.7
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	d	.	.	.	.	2	3	0.0	66.7

Rare species: c *Agrostis capillaris* 6.2, c *Carex remota* 4.+, c *Epilobium palustre* 4.+, c *Equisetum sylvaticum* 5.+, c *Hypericum perforatum* 4.+, c *Ranunculus repens* 4.+, c *Rubus idaeus* 4.r, c *Sorbus aucuparia* 6.r, c *Vaccinium myrtillus* 6.+, d *Sphagnum* sp. 4.1

of water resources (Malanson 1993; Richter et al. 2003; Naiman et al. 2005). There are numerous evidence of drainage activities in the Czerwona Woda valley. Although partially overgrown, these ditches still accelerate the outflow of huge amounts of water that could be retained by wetland ecosystems. Considering the problems with the water supply of nearby towns (including Batorów), activities aimed at stopping the outflow of water and restoring natural retention capabilities should be an absolute priority if plans to re-naturalize the Czerwona Woda valley are being considered.

In the case of planned restoration, the habitat conditions presented in this study should be taken into account. Attempts to improve the ecological condition of the ecosystems undertaken to date, for example, the methods used to reconstruct the spruce stands, do not seem to be very effective. In the course of the field work, for example, we observed beech saplings planted in a swamp forest under a canopy of spruce, with not the slightest hope of growth and development in such conditions. It seems that the comprehensive habitat reconnaissance prepared within the framework of this study, as well as the map of potential vegetation, will enable possible projects to be more precisely adjusted to the conditions of the natural environment.

Conflict of interest

The authors declare no potential conflicts of interest.

Acknowledgment and source of funding

The research was financed from the Forest Fund (General Directorate of State Forests in Warsaw) as part of a research project entitled "Recognition and assessment of the current status of natural habitats in the area adjacent to the Czerwona Woda River", implemented on the basis of an agreement between Stołowe Mountains National Park and the Institute of Dendrology of the Polish Academy of Sciences, and par-

tly from a grant from the Ministry of Science and Higher Education for the statutory activities of the Forestry Faculty of the H. Kołłątaj University of Agriculture in Kraków (DS 3421/ZBL).

References

- Adynkiewicz-Piragas M., Bogusz A., Chudzik B., Garnarcz-Wilk B., Lejcuś I., Malicka J., Mordalska H., Pasiecznik A., Tokarczyk T. 2011. Warunki hydrologiczne Gór Stołowych, w: Chodak T., Kabała C., Kaszubkiewicz J., Migoń P., Wojewoda J. (red.), Geoekologiczne warunki środowiska przyrodniczego Parku Narodowego Gór Stołowych (monografia). WIND, Wrocław, 169–182.
- Allan J. D. 2004. Landscapes and Riverscapes: The Influence of Land Use on Stream Ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics* 35(1): 257–284. DOI 10.1146/annurev.ecolsys.35.120202.110122.
- Barzdajn W., Ceitel J., Danielewicz W., Zientarski J. 1999. Leśnictwo proekologiczne. Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Poznań, 106 s. ISBN 83-7160-182-4.
- Catford J.A., Downes B.J., Gippel C.J., Vesk P.A. 2011. Flow regulation reduces native plant cover and facilitates exotic invasion in riparian wetlands. *Journal of Applied Ecology* 48(2): 432–442. DOI 10.1111/j.1365-2664.2010.01945.x.
- Chytrý M. 2007. Grassland and Heathland Vegetation. Vegetation of the Czech Republic. 1. Academia, Praha. ISBN 978-80-200-1462-7.
- Chytrý M. 2009. Ruderal, Weed, Rock and Scree Vegetation. Vegetation of the Czech Republic. 2. Academia, Praha. ISBN 978-80-200-1769-7.
- Chytrý M. 2011. Aquatic and Wetland Vegetation. Vegetation of the Czech Republic. 3. Academia, Praha. ISBN 978-80-200-1918-9.
- Chytrý M. 2015. Forest and Scrub Vegetation. Vegetation of the Czech Republic. 4. Academia, Praha. ISBN 978-80-200-2299-8.
- Dyderski M.K., Gdula A.K., Jagodziński A.M. 2015. "The rich get richer" concept in riparian woody species – A case study of the Warta River Valley (Poznań, Poland). *Urban Forestry & Urban Greening* 14(1): 107–114. DOI 10.1016/j.ufug.2014.12.003.

- Dzwonko Z. 2007. Przewodnik do badań fitosocjologicznych. *Vademecum Geobotanicum*. Sorus, Instytut Botaniki UJ, Poznań-Kraków. ISBN 978-83-899-23-3.
- Fiek E. 1881. Flora von Schlesien preussischen und österreichischen Antheils, enthaltend die wildwachsenden, verwilderten und angebauten Phanerogamen und Gefäss-Cryptogamen. J. U. Kern's Verlag, Breslau.
- Foster S.G., Rood S.B. 2017. River regulation and riparian woodlands: Cottonwood conservation with an environmental flow regime along the Waterton River, Alberta. *River Research and Applications* 33(7): 1088–1097. DOI 10.1002/rra.3156.
- González E., Felipe-Lucia M.R., Bourgeois B., Boz B., Nilsson C., Palmer G., Sher A.A. 2017. Integrative conservation of riparian zones. *Biological Conservation* 211(Part B): 20–29. DOI 10.1016/j.biocon.2016.10.035.
- Greet J., Cousens R., Webb J.A. 2013. Seasonal timing of inundation affects riparian plant growth and flowering: implications for riparian vegetation composition. *Plant Ecology* 214(1): 87–101. DOI 10.1007/s11258-012-0148-8.
- Gundersen P., Laurén A., Finér L., Ring E., Koivusalo H., Sæterdal M., Weslien J.-O., Sigurdsson B., Högbom L., Laine J., Hansen K. 2010. Environmental Services Provided from Riparian Forests in the Nordic Countries. *Ambio* 39(8): 555–566. DOI 10.1007/s13280-010-0073-9.
- Johansen K., Phinn S., Lowry J., Douglas M. 2008. Quantifying indicators of riparian condition in Australian tropical savannas: integrating high spatial resolution imagery and field survey data. *International Journal of Remote Sensing* 29(23): 7003–7028. DOI 10.1080/01431160802220201.
- Kabała C., Szerszeń L., Wicik B. 2002a. Geneza, właściwości i systematyka gleb Parku Narodowego Gór Stołowych. *Szczeliniec* 6: 21–94.
- Kabała C., Szerszeń L., Wicik B. 2002b. Mapa gleb Parku Narodowego Gór Stołowych. *Szczeliniec* 6.
- Kaźmierczakowa R., Bloch-Orłowska J., Celka Z., Cwener A., Dajdok Z., Michalska-Hejduk D., Pawlikowski P., Szczęśniak E., Ziarnik K. 2016. Polska czerwona lista paprotników i roślin kwiatowych. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków. ISBN 978-83-61191-88-9.
- KRNAP 2012. Historia lasu - dziewięć stuleci puszczy karkonoskich. Správa Krkonošského národného parku, Vrchlabí. ISBN 978-80-86418-96-4.
- Macfarlane W. W., Gilbert J. T., Jensen M. L., Gilbert J. D., Hough-Snee N., Mchugh P. A., Wheaton J. M., Bennett S. N. 2017. Riparian vegetation as an indicator of riparian condition: Detecting departures from historic condition across the North American West. *Journal of Environmental Management* 202(Part 2): 447–460. DOI 10.1016/j.jenvman.2016.10.054.
- Malanson G. P. 1993. Riparian landscapes. Cambridge University Press, Cambridge, 296 s. ISBN 9780521566834.
- Matuszkiewicz J. M. 2001. Zespoły leśne Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 357 s. ISBN 9788301134013.
- Migoń P., Latocha A., Parzóch K., Kasprzak M., Owczarek P., Witek M., Pawlik Ł. 2011. Współczesny system morfogenetyczny Gór Stołowych, w: Chodak T., Kabała C., Kaszubkiewicz J., Migoń P., Wojewoda J. (red.), Geoeologiczne warunki środowiska przyrodniczego Parku Narodowego Gór Stołowych (monografia). WIND, Wrocław, 1–52. ISBN 9788392233046.
- Mortenson S.G., Weisberg P.J. 2010. Does river regulation increase the dominance of invasive woody species in riparian landscapes? *Global Ecology and Biogeography* 19(4): 562–574. DOI 10.1111/j.1466-8238.2010.00533.x.
- Mucina L., Bültmann H., Dierßen K., Theurillat J.-P., Raus T., Čarni A., Šumberová K., Willner W., Dengler J., García R.G., Chytrý M., Hájek M., Di Pietro R., Iakushenko D., Pallas J., Daniěls F.J.A., Bergmeier E., Santos Guerra A., Ermakov N., Valachovič M., Schaminée J.H.J., Lysenko T., Didukh Y.P., Pignatti S., Rodwell J.S., Capelo J., Weber H.E., Solomeshch A., Dimopoulos P., Aguiar C., Hennekens S. M., Tichý L. 2016. Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science* 19: 3–264. DOI 10.1111/avsc.12257.
- Naiman R.J., Décamps H., McClain M.E. 2005. Riparia: Ecology, Conservation and Management of Streamside Communities. Elsevier, Burlington. ISBN 9781493301980.
- Nilsson C., Berggren K. 2000. Alterations of Riparian Ecosystems Caused by River Regulation. *BioScience* 50(9): 783–792.
- Nilsson C., Reidy C.A., Dynesius M., Revenga C. 2005. Fragmentation and Flow Regulation of the World's Large River Systems. *Science* 308(5720): 405–408. DOI 10.1126/science.1107887.
- Ochyra R., Żarnowiec J., Bednarek-Ochyra H. 2003. Census catalogue of Polish Moses. Biodiversity of Poland. 3. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków. ISBN 83-85444-84-X.
- Otypková Z., Chytrý M. 2006. Effects of plot size on the ordination of vegetation samples. *Journal of Vegetation Science* 17(4): 465–472. DOI 10.1111/j.1654-1103.2006.tb02467.x.
- Pax F. 1915. Schlesiens Pflanzenwelt. Eine pflanzengeographische Schilderung der Provinz. Verlag von Gustav Fischer, Jena.
- Pender K. 2008. Zbiorowiska roślinne, w: Witkowski A., Pokryszko B.M., Ciężkowski W. (red.), Przyroda Parku Narodowego Gór Stołowych. Park Narodowy Gór Stołowych, Kudowa-Zdrój, 182–193.
- PGL LP 2012. Instrukcja urządzania lasu. Część II. Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Pielech R. 2015. Formalised classification and environmental controls of riparian forest communities in the Sudetes (SW Poland). *Tuexenia: Mitteilungen der Floristisch-Soziologischen Arbeitsgemeinschaft* 35: 155–176. DOI 10.14471/2015.35.003.
- Pielech R., Kisiel P. 2010. Prace utrzymaniowe jako zagrożenie dla osiągnięcia środowiskowych celów Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz dla funkcjonowania sieci ekologicznej Natura 2000 w Polsce. WWF Polska, Wrocław-Warszawa, 71 s.
- Pielech R., Bodziarczyk J., Gazda A., Malicki M., Szwagrzyk J. 2017. Łęgi w źródłkach i przy drobnych ciekach wodnych; jak identyfikować, kartować i chronić te zbiorowiska? *Studia i Materiały CEPL* 19(51): 93–102.
- Pielech R., Baran J., Bodziarczyk J., Kucharzyk S., Malicki M., Smoczyk M., Wilczek Z., Zarzycki W., Zięba A. 2018. Forest Database of Southern Poland. *Phytocoenologia*: (in press). DOI 10.1127/phyto/2018/0237.

- Planty-Tabacchi A.-M., Tabacchi E., Naiman R.J., Deferrari C., Décamps H. 1996. Invasibility of Species-Rich Communities in Riparian Zones. *Conservation Biology* 10(2): 598–607. DOI 10.1046/j.1523-1739.1996.10020598.x.
- Potocka J. 1999. Współczesna szata roślinna Wielkiego Torfowiska Batorowskiego. *Szczeliniec* 3: 49–99.
- Pypker T.G., Unsworth M.H., Lamb B., Allwine E., Edburg S., Sulzman E., Mix A.C., Bond B.J. 2007. Cold air drainage in a forested valley: Investigating the feasibility of monitoring ecosystem metabolism. *Agricultural and Forest Meteorology* 145(3): 149–166. DOI 10.1016/j.agrformet.2007.04.016.
- Richardson D.M., Holmes P.M., Esler K.J., Galatowitsch S.M., Stromberg J.C., Kirkman S.P., Pyšek P., Hobbs R. J. 2007. Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions* 13(1): 126–139. DOI 10.1111/j.1366-9516.2006.00314.x.
- Richter B.D., Mathews R., Harrison D.L., Wigington R. 2003. Ecologically sustainable water management: Managing river flows for ecological integrity. *Ecological Applications* 13(1): 206–224. DOI 10.1890/1051-0761(2003)013[0206:ESWMMR]2.0.CO;2.
- Schube T. 1903. Die Verbreitung der Gefäßpflanzen in Schlesien preussischen und österreichischen Antheils. Druck von R. Nischowsky, Breslau.
- Schube T. 1906. Waldbuch von Schlesien: Nachweis der beachtenswerten und zu schützenden Bäume und Sträucher Schlesiens nebst einer Charakteristik seiner wichtigsten Holzgewächse. G.T. Korn, Breslau.
- Sweeney B.W., Bott T.L., Jackson J.K., Kaplan L.A., Newbold J.D., Standley L.J., Hession W.C., Horwitz R.J. 2004. Riparian deforestation, stream narrowing, and loss of stream ecosystem services. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 101(39): 14132–14137. DOI 10.1073/pnas.0405895101.
- Szwejkowski J. 2006. An annotated checklist of Polish liverworts and hornworts. Biodiversity of Poland. vol. 4. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków. ISBN 8389648334
- Świerkosz K. 1998. Analiza geobotaniczna Gór Stołowych. Wydział Nauk Przyrodniczych, Uniwersytet Wrocławski. Praca doktorska. Wydział Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Wrocławskiego, tom 1: 225 s., tom 2: 408 s.
- Świerkosz K., Smoczyk M., Gołąb Z. 2008. Flora naczyniowa Gór Stołowych, w: Witkowski A., Pokryszko M.B., Ciężkowski W. (red.) Przyroda Parku Narodowego Gór Stołowych. PNGS, Kudowa-Zdrój, 174–181.
- Van Looy K., Tormos T., Souchon Y., Gilvear D. 2017. Analyzing riparian zone ecosystem services bundles to instruct river management. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 13(1): 330–341. DOI 10.1080/21513732.2017.1365773.
- Wagner V., Chytrý M., Jiménez-Alfaro B., Pergl J., Hennekens S., Biurrun I., Knollová I., Berg C., Vassilev K., Rodwell J. S., Škvorc Ž., Jandt U., Ewald J., Jansen F., Tsiripidis I., Botta-Dukát Z., Casella L., Attorre F., Rašomavičius V., Čušterevska R., Schaminée J. H. J., Brunet J., Lenoir J., Svenning J.-C., Kącki Z., Petrášová-Šibíková M., Šilc U., Garcia-Mijangos I., Campos J. A., Fernández-González F., Wohlgenuth T., Onyshchenko V., Pyšek P. 2017. Alien plant invasions in European woodlands. *Diversity and Distributions* 23(9): 969–981. DOI 10.1111/ddi.12592.
- Wang X., Wang C., Li Q. 2015. Wind Regimes above and below a Temperate Deciduous Forest Canopy in Complex Terrain: Interactions between Slope and Valley Winds. *Atmosphere* 6(1): 60. DOI 10.3390/atmos6010060.
- Wierzcholska S., Dyderski M.K., Pielech R., Gazda A., Smoczyk M., Malicki M., Horodecki P., Kameczyc J., Skorupski M., Hachułka M., Kałucka I., Jagodziński A. M. 2018. Natural forest remnants as refugia for bryophyte diversity in a transformed mountain river valley landscape. *Science of the Total Environment* 640-641: 954–964. DOI 10.1016/j.scitotenv.2018.05.340
- Wilczkiewicz M. 1982. Rys historyczny gospodarki w lasach sudeckich. *Sylwan* 126(6): 49–54.
- Witek M. 2013. Morfologia doliny Czerwonej Wody w Górach Stołowych. *Przyroda Sudetów* 16: 147–179.
- Wójcik G. 2017. Powtórne odnalezienie gnidosza rozesłanego *Pedicularis sylvatica* L. (Orobanchaceae) w Górach Stołowych. *Przyroda Sudetów* 20: 49–60.

Authors' contribution

A.M.J., A.G., R.P., M.K.D. – concept of the study and developing the methods; R.P., M.M., M.Sm., M.K.D., A.G. – data set; A.M.J., A.G., R.P., M.M., M.Sm., M.K.D., P.H., S.W., M.Sk., J.K., I.K., M.H. – writing the text.