

**Mateusz Rybak**

Katedra Agroekologii, Wydział Biologiczno-Rolniczy  
Uniwersytet Rzeszowski  
ul. Ćwiklińskiej 1A, 35-601 Rzeszów  
matrybak91@gmail.com

Received: 20.11.2017

Reviewed: 15.05.2018

**Anita Poradowska**

Zakład Architektury Krajobrazu, Wydział Biologiczno-Rolniczy  
Uniwersytet Rzeszowski  
ul. Ćwiklińskiej 1A, 35-601 Rzeszów  
anitap.@ur.edu.pl

**Natalia Kochman-Kędziora, Łukasz Peszek**

Podkarpackie Centrum Innowacyjno-Badawcze Środowiska  
Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski  
ul. Zelwerowicza 8B, 35-601 Rzeszów  
kochman\_natalia@wp.pl; lpeszek@ur.edu.pl

**Teresa Noga, Jadwiga Stanek-Tarkowska**

Katedra Gleboznawstwa Chemii Środowiska i Hydrologii  
Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski  
ul. Zelwerowicza 8B, 35-601 Rzeszów  
tnoga@ur.edu.pl; jstanek@ur.edu.pl

## OKRZEMKI (BACILLARIOPHYTA) TORFOWISKA WOŁOSATE (BIESZCZADZKI PARK NARODOWY)

### Diatoms (Bacillariophyta) of the Wołosate peat bog (Bieszczady National Park)

**Abstract:** The aim of research conducted in 2014–2015 at the Wołosate peat bog was to show a diversity of diatom assemblages. During three study seasons 65 taxa were identified. They developed in small holes filled with water. Three species from all of identified taxa were the most abundant and formed above 5% of share in assemblages: *Eunotia paludosa* Grunow, *Kobayasiella parasubtilissima* (Kobayasi & Nagumo) Lange-Bert. and *Pinnularia subcapitata* var. *elongata* Krammer. The seven endangered and rare diatom taxa from Polish red list of algae were stated also: *Achnantheidium subatomoides* (Hust.) Monnier, Lange-Bert. & Ector, *Chamaepinnularia mediocris* (Krasske) Lange-Bert. & Krammer, *Eunotia paludosa* Grunow, *Eunotia valida* Hust., *Fragilaria tenera* (W. Smith) Lange-Bert., *Pinnularia rupestris* Hantzsch and *Pinnularia subrupestris* Krammer.

**Key words:** peat bog, diatoms diversity, Bieszczady National Park, Western Bieszczady.

## Wstęp

Torfowiska, ze względu na charakterystyczny wilgotny mikroklimat, kształtują specyficzne warunki siedliskowe dla wielu organizmów związanych z podłożem torfowym i dlatego stanowią obszary cenne przyrodniczo. Polska leży w strefie rozwoju torfowisk wysokich, jednak ich rozmieszczenie jest nierówno-

mierne z przyczyn klimatycznych (Kowalski 1985). Najwięcej tego typu terenów znajduje się w północnej części kraju, a ich liczba maleje w kierunku południowym. Badania algologiczne na torfowiskach południowej Polski prowadzono m.in.: na Dolnym Śląsku (Matuła 1992, 1994, 1995; Matuła i Pietryka 2003), w Sudetach (Matuła 1980), w Tatrach (Szklarczyk-Gazdowa 1960, Siemińska 1964, 1967), w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej (Wasylik 1961, 1993; Matuła 1973; Wojtal i in. 1999) oraz na torfowisku pod Krakowem (Piątek 2007).

Obszar Bieszczadów Zachodnich jest dobrze poznany, zarówno pod względem faunistycznym, jak i botanicznym (Górecki, Zemanek 2016). Jednak badania algologiczne na tym terenie prowadzone są dopiero od niedawna (Kawecka, Sanecki 2003; Noga i in. 2013a, 2014a, 2016a,b; Rybak i in. 2017; Żelazna-Wieczorek 2012; Żelazna-Wieczorek, Knysak 2017). Wstępne badania nad glonami (głównie eugleninami) na torfowisku Wołosate prowadzone były przez Wołoskiego (2011), natomiast nie prowadzono w nich badań nad różnorodnością zbiorowisk okrzemek.

Celem pracy jest przedstawienie różnorodności gatunkowej zbiorowisk okrzemek rozwijających się na torfowisku Wołosate w niewielkich zagłębieniach wypełnionych wodą, na kopule torfowiska.

## Teren badań

Na terenie Bieszczadów Zachodnich znajdują się jedne z ważniejszych skupisk torfowisk wysokich w południowej Polsce, obok kotliny Podhala i niektórych części Sudetów (Skiba i in. 2006; Mróz 2010). Torfowiska wysokie na obszarze Bieszczadzkiego Parku Narodowego koncentrują się głównie w dolinie górnego Sanu, a także nad Wołosatką. Jednym z nich jest torfowisko Wołosate, powstałe na terasie potoku Wołosatka. Znajduje się ono bezpośrednio przy drodze Ustrzyki Górne – Wołosate (N: 49,07991°; E: 22,66049°). Torfowisko położone jest na wysokości około 680 m n.p.m., powierzchnia obejmuje kopułę i strefę okrajka i wynosi 2,91 ha. Podłoże skalne tego obszaru stanowi słabo przepuszczalny, łupkowy flisz karpacki (Ralska-Jasiewiczowa 1980; Skiba i in. 1998; Drewnik i in. 2012; Łajczak 2016).

Torfowisko Wołosate jest miejscem występowania wielu typowych dla torfowisk roślin, takich jak: bagno zwyczajne *Rhododendron tomentosum* Harmaja, rosiczka okrągłolistna *Drosera rotundifolia* L., żurawina błotna *Vaccinium oxycoccus* L., borówka bagienna *Vaccinium uliginosum* L., welnianka pochwowata *Eriophorum vaginatum* L. oraz mchy z rodzajów płonnik *Polytrichum* sp. i torfowiec *Sphagnum* sp. (Kucharzyk, Szary 2016). Wokół torfowiska w latach 70. XX w. wykopano systemy rowów i sączków odwadniających, a w latach 90., w ramach Planu Ochrony Bieszczadzkiego Parku Narodowego, zbudowano zastawki w celu zapewnienia renaturalizacji stosunków wodnych wokół torfowiska przez

podpiętrzanie wody gruntowej. Działania te spowodowały powstanie niewielkich zbiorników wodnych z dużą ilością osadów organicznych i nieorganicznych na dnie. Dodatkowo teren został zasiedlony przez bobry, które przyczyniły się do powstania rozlewisk wzdłuż północnej granicy torfowiska Wołosate (Prędko 1998; Łajczak 2010; Drewnik i in. 2012).

## Metody badań

Materiał do badań pobierano wiosną i jesienią 2014 roku oraz jesienią 2015 roku z kopuły torfowiska Wołosate, z niewielkich zagłębień pomiędzy kępami mchów, w których gromadziła się woda lub wyciskano bezpośrednio z mchów. Materiał umieszczano w plastikowych pojemnikach o pojemności około 100 ml. Bezpośrednio w terenie mierzono temperaturę wody, odczyn wody oraz przewodnictwo elektrolityczne. Jednorazowo, jesienią 2014 roku, pobrano także wodę do analiz chemicznych, które wykonano w Wydziałowym Laboratorium Analiz Zdrowotności Środowiska i Materiałów Pochodzenia Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego, korzystając z chromatografu jonowego Thermo scientific DIONEX ICS-5000+DC. Ze względu na niski poziom wód w pozostałych sezonach badawczych nie pobrano wody do analiz chemicznych, a materiał do badań okrzemek był tylko wyciskany z mchów.

Zebrany materiał poddano w laboratorium maceracji w chromiance (mieszanie kwasu siarkowego VI i dichromianu potasu) w celu usunięcia zanieczyszczeń organicznych oraz uzyskania czystych pancerzyków okrzemek. Prace laboratoryjne związane z preparatyką okrzemek wykonano zgodnie z metodami stosowanymi w badaniach diatomologicznych (Kawecka 1980; Noga i in. 2014c). Następnie z oczyszczonego materiału sporządzono trwałe preparaty mikroskopowe, które zamknięto w żywicy syntetycznej Pleurax. Okrzemki oznaczano wykorzystując mikroskop świetlny Carl Zeiss Axio Imager A2 na podstawie następujących kluczy ikonograficznych: Krammer (2000), Kulikovskiy i in. (2010), Hofmann i in. (2011), Lange-Bertalot i in. (2011), Bąk i in. (2012), Cantonati i in. (2017).

Strukturę dominacji okrzemek w zbiorowisku określono poprzez zliczanie okryw w losowo wybranych polach widzenia mikroskopu, aż do uzyskania łącznej liczby 400 okryw. Gatunki, które osiągnęły powyżej 5% udziału w zbiorowisku uznano za dominujące (Kawecka 2012).

Na podstawie czerwonej listy glonów Siemińskiej i in. (2006) wyróżniono taksony zagrożone i rzadkie, które przyporządkowano do odpowiednich kategorii zagrożenia: E – wymierające, V – narażone, R – rzadkie oraz I – o nieokreślonym zagrożeniu.

## Wyniki

Woda w niewielkich zagłębieniach na torfowisku Wołosate w każdym sezonie badawczym charakteryzowała się kwaśnym odczynem (3,8–4,2) oraz niskim lub średnim przewodnictwem elektrolitycznym. Najwyższe wartości przewodnictwa (168  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) zmierzono w październiku 2015 roku, kiedy wodę wyciskano z mchów. Pozostałe parametry chemiczne, zmierzone w październiku 2014 roku, były bardzo niskie, często poniżej granicy oznaczalności (Tab. 1).

Podczas badań prowadzonych w latach 2014–2015 oznaczono łącznie 65 taksonów okrzemek (Tab. 2). Najwięcej taksonów oznaczono w marcu 2014 roku (49), najmniej w październiku 2015 roku (17). Największą różnorodność gatunkową stwierdzono w rodzajach *Eunotia* (10 taksonów) i *Pinnularia* (7 taksonów).

**Tabela 1.** Wartości parametrów fizyko-chemicznych zmierzone na torfowisku Wołosate w latach 2014–2015.

**Table 1.** Physico-chemical values measured on Wołosate peat bog in 2014–2015.

| Data<br>Date | Temp.<br>[°C] | pH  | Przewodnictwo/<br>Conductivity<br>[ $\mu\text{S}/\text{cm}$ ] | $\text{Cl}^-$<br>[mg/l] | $\text{NO}_3^-$<br>[mg/l] | $\text{SO}_4^{2-}$<br>[mg/l] | $\text{PO}_4^{3-}$<br>[mg/l] | $\text{NH}_4^+$<br>[mg/l] | $\text{Mg}^{2+}$<br>[mg/l] | $\text{Ca}^{2+}$<br>[mg/l] |
|--------------|---------------|-----|---------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 03.2014      | 12,5          | 4,2 | 35                                                            | -                       | -                         | -                            | -                            | -                         | -                          | -                          |
| 10.2014      | 16,1          | 4,2 | 37                                                            | 3,76                    | <0,01                     | 0,87                         | <0,01                        | 0,74                      | 0,20                       | 0,97                       |
| 10.2015      | 11,5          | 3,8 | 168                                                           | -                       | -                         | -                            | -                            | -                         | -                          | -                          |

**Tabela 2.** Lista taksonów okrzemek oznaczonych na torfowisku Wołosate w latach 2014–2015 wraz z kategoriami zagrożeń (KZ): E – wymierające, V – narażone, I – o nieokreślonym zagrożeniu (wg Siemińska i in. 2006).

**Table 2.** List of diatom taxa identified on Wołosate peat bog in 2014–2015 with the red data list categories (KZ): E – endangered, V – vulnerable, I – indeterminate (according to Siemińska et al. 2006).

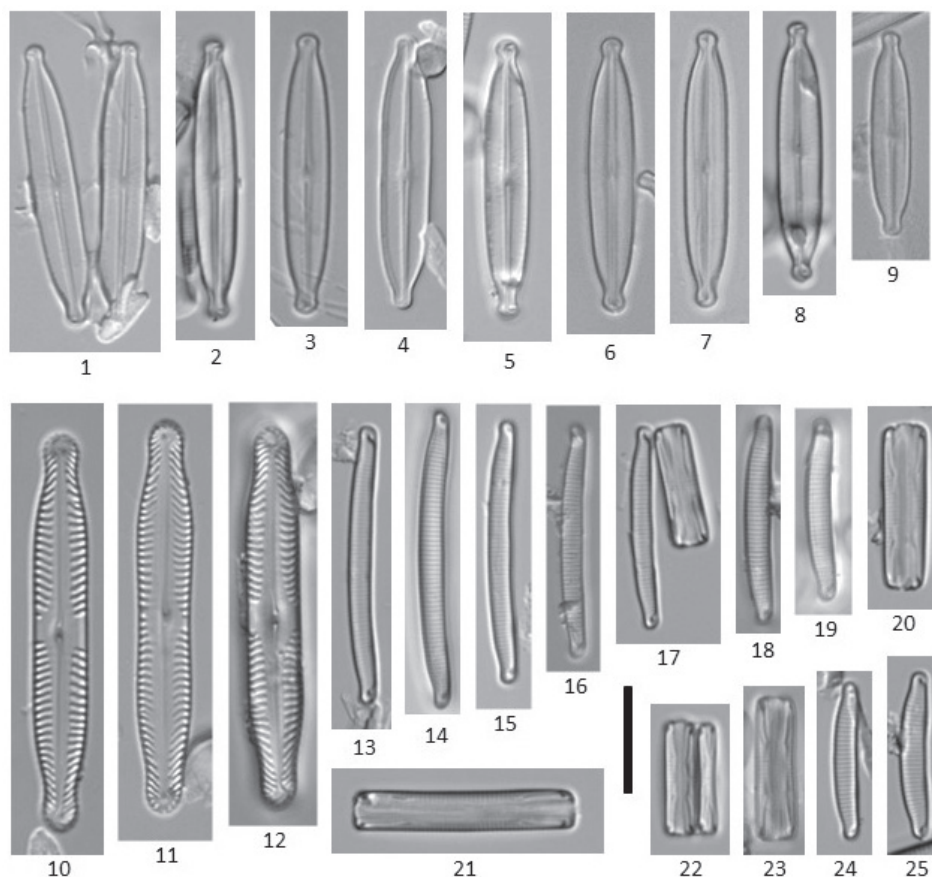
| Data/Date                                                               | 03.2014 | 10.2014 | 10.2015 | KZ |
|-------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|----|
| <i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarnecki                    | +       | +       |         |    |
| <i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hust.) Kobayasi                       | +       | +       | +       |    |
| <i>Achnantheidium subatomoides</i> (Hust.) Monnier, Lange-Bert. & Ector | +       |         |         | V  |
| <i>Amphora copulata</i> (Kütz.) Schoeman & Archibald                    | +       |         |         |    |
| <i>Amphora inariensis</i> Krammer                                       | +       |         |         |    |
| <i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenb.) Simonsen                         | +       | +       | +       |    |
| <i>Aulacoseira muzzanensis</i> (Meister) Krammer                        |         |         | +       |    |
| <i>Chamaepinnularia mediocris</i> (Krasske) Lange-Bert. & Krammer       | +       |         |         | V  |
| <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenb.) Grunow       | +       |         |         |    |

| Data/Date                                                                                            | 03.2014 | 10.2014 | 10.2015 | KZ |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|----|
| <i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenb.) Van Heurck                                 |         | +       |         |    |
| <i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geitler) Lange-Bert.                                                 | +       |         |         |    |
| <i>Cyclostephanos dubius</i> (Hust.) Round (Ryc. 2, 7)                                               | +       |         | +       |    |
| <i>Cymbella excisa</i> Kütz.                                                                         | +       |         |         |    |
| <i>Cymbella parva</i> (W. Smith) Kirchner                                                            |         | +       |         |    |
| <i>Denticula tenuis</i> Kütz.                                                                        | +       |         |         |    |
| <i>Diatoma ehrenbergii</i> f. <i>capitulata</i> (Grunow) Lange-Bert.                                 | +       |         |         |    |
| <i>Diatoma moniliformis</i> (Kütz.) D.M. Williams                                                    |         | +       |         |    |
| <i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann                                                      | +       | +       | +       |    |
| <i>Encyonema ventricosum</i> (C. Agardh) Grunow                                                      | +       |         | +       |    |
| <i>Encyonema vulgare</i> Krammer (Ryc. 2, 8)                                                         |         | +       |         |    |
| <i>Eunotia exigua</i> (Brébisson) Rabenh.                                                            | +       | +       |         |    |
| <i>Eunotia fallax</i> A. Cleve                                                                       | +       |         |         |    |
| <i>Eunotia glacialis</i> F. Meister                                                                  | +       |         |         |    |
| <i>Eunotia groenlandica</i> Nörpel-Schempp & Lange-Bert.                                             | +       |         |         |    |
| <i>Eunotia minor</i> (Kütz.) Grunow                                                                  |         | +       |         |    |
| <i>Eunotia neocompacta</i> Mayama var. <i>neocompacta</i>                                            | +       |         |         |    |
| <i>Eunotia nymanniana</i> Grunow (Ryc. 2, 11-16)                                                     | +       |         |         |    |
| <i>Eunotia paludosa</i> Grunow (Ryc. 1, 13-25)                                                       | +       | +       | +       | V  |
| <i>Eunotia valida</i> Hust. (Ryc. 2, 5-6)                                                            | +       |         |         | I  |
| <i>Eunotia</i> sp.                                                                                   |         | +       |         |    |
| <i>Fragilaria perminuta</i> (Grunow) Lange-Bert.                                                     |         | +       |         |    |
| <i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bert.                                                      | +       |         |         | V  |
| <i>Frustulia saxonica</i> Rabenh.                                                                    |         | +       |         |    |
| <i>Gomphonema micropus</i> Kütz.                                                                     | +       |         |         |    |
| <i>Gomphonema minutum</i> (C. Agardh) C. Agardh                                                      |         |         | +       |    |
| <i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson                                                    | +       |         |         |    |
| <i>Gomphonema productum</i> (Grunow) Lange-Bert. & Reichardt                                         | +       |         |         |    |
| <i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bert. (Ryc. 2, 9-10)                            | +       |         |         |    |
| <i>Hantzschia abundans</i> Lange-Bert.                                                               | +       |         |         |    |
| <i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenb.) Grunow                                                         | +       |         | +       |    |
| <i>Hantzschia calcifuga</i> Reichardt & Lange-Bert.                                                  |         |         | +       |    |
| <i>Humidophila contenta</i> (Grunow) Lowe, Kociolek, Johansen, Van de Vijver, Lange-Bert. & Kopalová | +       |         |         |    |

| Data/Date                                                                                              | 03.2014 | 10.2014 | 10.2015 | KZ |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|----|
| <i>Humidophila perpusilla</i> (Grunow) Lowe, Kociolek, Johansen, Van de Vijver, Lange-Bert. & Kopalová | +       |         |         |    |
| <i>Kobayasiella parasubtilissima</i> (Kobayasi & Nagumo) Lange-Bert. (Ryc. 1, 1-9)                     | +       | +       | +       |    |
| <i>Luticola frequentissima</i> Levkov, Metzeltin & Pavlov                                              | +       | +       | +       |    |
| <i>Meridion circulare</i> (Greville) C. Agardh                                                         | +       |         |         |    |
| <i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bert.                                                              | +       | +       | +       |    |
| <i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory                                                         |         |         | +       |    |
| <i>Nitzschia amphibia</i> Grunow                                                                       | +       |         |         |    |
| <i>Odontidium mesodon</i> (Kütz.) Kütz.                                                                | +       |         |         |    |
| <i>Orthoseira dendroteres</i> (Ehrenb.) Genkal & Kulikovskiy                                           | +       |         |         |    |
| <i>Pinnularia borealis</i> Ehrenb.                                                                     |         |         | +       |    |
| <i>Pinnularia rhombarea</i> Krammer (Ryc. 2, 3-4)                                                      | +       |         |         |    |
| <i>Pinnularia rupestris</i> Hantzsch (Ryc. 2, 1-2)                                                     | +       |         |         | E  |
| <i>Pinnularia subcapitata</i> Gregory                                                                  | +       | +       | +       |    |
| <i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>elongata</i> Krammer (Ryc. 1, 10-12)                             | +       | +       | +       |    |
| <i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>subrostrata</i> Krammer                                          | +       |         |         |    |
| <i>Pinnularia subrupestris</i> Krammer                                                                 | +       |         |         | E  |
| <i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bert.) Lange-Bert.                                          | +       |         |         |    |
| <i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson) Lange-Bert.                                                | +       |         |         |    |
| <i>Psammothidium grischunum</i> (Wuthrich) Bukhtiyarova & Round                                        | +       |         |         |    |
| <i>Sellaphora</i> sp.                                                                                  |         | +       |         |    |
| <i>Stauroneis kriegeri</i> R.M. Patrick (Ryc. 2, 17)                                                   |         | +       |         |    |
| <i>Staurosira venter</i> (Ehrenb.) Cleve & J.D. Möller                                                 |         | +       |         |    |
| <i>Ulnaria acus</i> (Kütz.) Aboal                                                                      | +       |         |         |    |

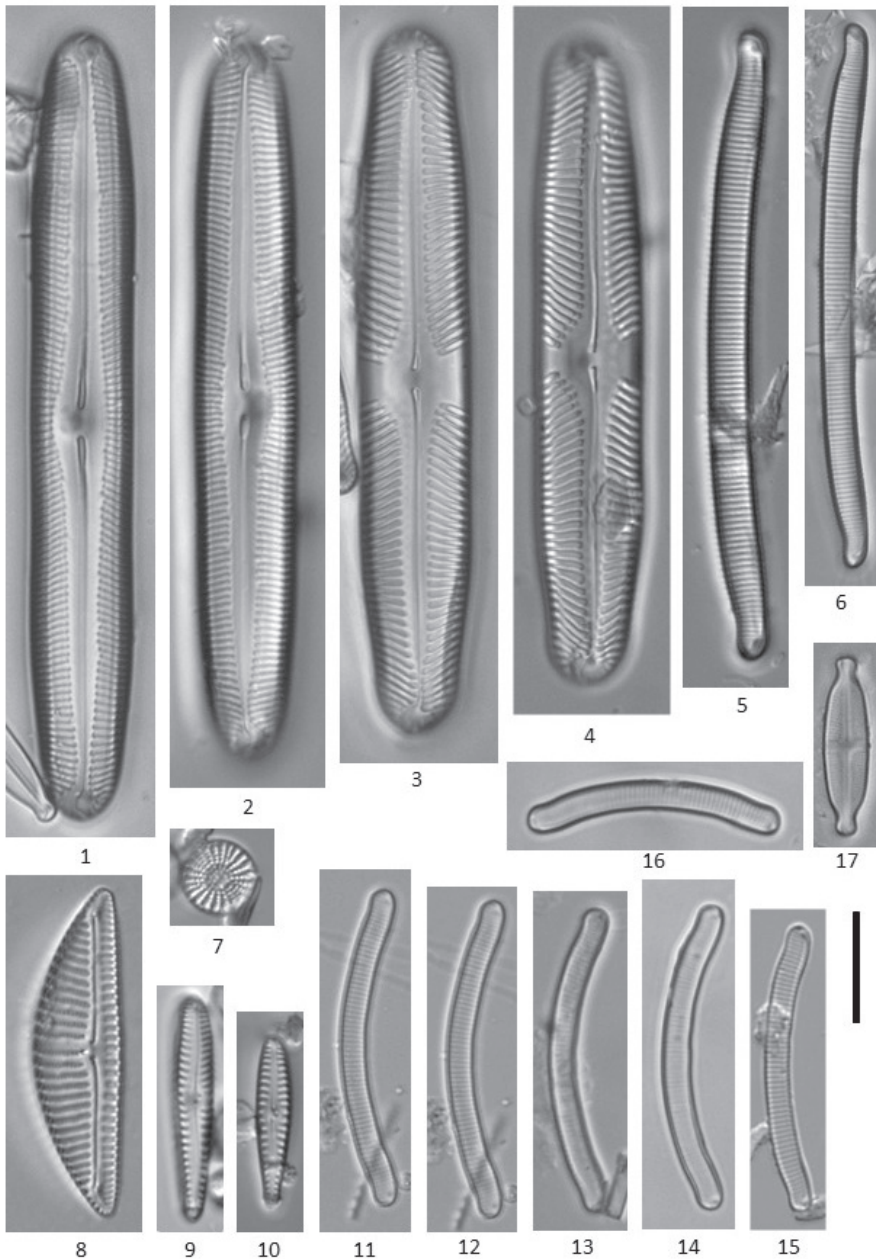
Najliczniejsze populacje w zbiorowisku okrzemek tworzyły trzy gatunki, które przekroczyły 5% liczebności i zostały uznane za dominanty: *Eunotia paludosa* Grunow (8,7–95%) (Ryc. 1), *Kobayasiella parasubtilissima* (Kobayasi & Nagumo) Lange-Bert. (30–85%) (Ryc. 1, 1–9) i *Pinnularia subcapitata* var. *elongata* Krammer (5–7,7%) (Ryc. 1, 10–12). Jesienią 2015 roku, przy bardzo niskim stanie wody zbiorowisko okrzemek zdominowała całkowicie *Eunotia paludosa* Grunow (Ryc. 1, 13–25), osiągając ponad 95% liczebności – pozostałe gatunki okrzemek znajdowano tylko w postaci pojedynczych okryw.

Stwierdzono 7 taksonów okrzemek znajdujących się na czerwonej liście glonów Polski (Siemińska i in. 2006). Dwa gatunki z rodzaju *Pinnularia* należały do kategorii wymierające (E): *P. rupestris* Hantzsch (Ryc. 2, 1–2) i *P. subrupestris*



**Ryc. 1./Fig. 1.** Dominujące taksony okrzemek stwierdzone na torfowisku Wołosate/  
Dominant diatom taxa noted on Wołosate peat bog: 1-9 – *Kobayasiella parasubtilissima*,  
10-12 – *Pinnularia subcapitata* var. *elongata*, 13-25 – *Eunotia paludosa*; (skala/scale bar  
= 10  $\mu$ m).

Krammer. W kategorii narażone (V) znalazły się 4 taksony: *Achnantheidium subatomoides* (Hust.) Monnier, Lange-Bert. & Ector, *Chamaepinnularia mediocris* (Krasske) Lange-Bert. & Krammer, *Eunotia paludosa* Grunow (Ryc. 1, 13–25) i *Fragilaria tenera* (W. Smith) Lange-Bert., natomiast w kategorii o nieokreślonym zagrożeniu (I) znalazła się *Eunotia valida* Hust. (Ryc. 2, 5–6). Tylko *Eunotia paludosa* była gatunkiem dominującym w każdym sezonie badawczym, pozostałe taksony z czerwonej listy glonów Polski występowały zawsze pojedynczo.



**Ryc. 2./Fig. 2.** Wybrane gatunki okrzemek stwierdzone na torfowisku Wołosate/Selected diatom taxa noted on Wołosate peat bog: 1-2 – *Pinnularia rupestris*, 3-4 – *P. rhombarea*, 5-6 – *Eunotia valida*, 7 – *Cyclostephanos dubius*, 8 – *Encyonema vulgare*, 9-10 – *Gomphonema pumilum*, 11-16 – *Eunotia nymanniana*, 17 – *Stauroneis kriegerii*; (skala/ scale bar = 10  $\mu$ m).

## Dyskusja

Formowanie się torfowisk wysokich jest uzależnione od oligotroficznych wód opadowych, będących dla nich jedynym źródłem zasilania w wodę. Przeprowadzone badania odczynu w stropowej części masy torfu na torfowisku Wołosate wykazały podobne wartości na różnych badanych głębokościach. Wartości minimalne zawierały się w przedziale od 2,2 do 3,1, zaś wartości maksymalne w zakresie od 3,1 do 4,4 (Drewnik i in. 2012). Podobne wartości pH zmierzono podczas prowadzonych badań w latach 2014–2015 w zagłębieniach z wodą. Odczyn mierzony w wodzie zalegającej w obniżeniach pomiędzy kępami mchów oraz w wodzie wyciskanej z mchów zawsze zawierał się w przedziale od 3,8 do 4,2. Pozostałe wartości parametrów chemicznych były bardzo niskie. Drewnik i in. (2012) przeprowadzili analizę składu chemicznego wody pobranej ze zbiorników wokół torfowiska Wołosate i stwierdzili, że jest uboga w substancje biogenne.

Pierwsze badania nad glonami torfowiska Wołosate przeprowadził Wołoski (2011), który oznaczył 52 taksony z różnych grup systematycznych. Materiał do badań był pobierany ze zbiorników przylegających do torfowiska. Najliczniej reprezentowane były Euglenophyceae (23 taksony), natomiast z klasy okrzemek (Bacillariophyceae) podano tylko 10 taksonów. Wołoski (2011) stwierdził inny skład taksonomiczny okrzemek, co wynikało prawdopodobnie z faktu, iż próby pobierano z obrzeża torfowiska.

Materiały do niniejszych badań pobierane były w dolinkach pomiędzy kępami mchów, bezpośrednio na kopule torfowiska i badane tylko pod kątem występowania okrzemek. Podczas trzech sezonów badawczych oznaczono łącznie 65 taksonów okrzemek. Najwięcej taksonów oznaczono w marcu 2014 roku, natomiast sezony jesienne (zarówno w 2014 jak i 2015 roku) charakteryzowały się o wiele niższą różnorodnością gatunkową. Okres jesienny wydaje się być mniej sprzyjający do rozwoju okrzemek, prawdopodobnie ze względu na częste wysychanie torfowiska w okresie letnim. Wprawdzie w październiku 2014 roku woda zalegała w zagłębieniach w kopule torfowiska, jednak było to związane z intensywnymi opadami poprzedzającymi pobór materiałów – lato jednak było suche. Potwierdza to także drugi pobór jesienny (10.2015), kiedy na torfowisku było bardzo sucho i zidentyfikowano najmniej taksonów – tylko 17.

Najliczniejsze populacje we wszystkich sezonach tworzyły *Eunotia paludosa*, *Kobayasiella parasubtilissima* i *Pinnularia subcapitata* var. *elongata* – okrzemki charakterystyczne dla obszarów torfowiskowych, zwłaszcza ombrotroficznych torfowisk wysokich, zasilanych wodą opadową (Hofmann i in. 2011; Bąk i in. 2012; Cantonati i in. 2017).

*Eunotia paludosa* na obszarach torfowiskowych w Europie środkowej często rozwija się masowo. Optimum występowania posiada w górskich strumieniach (Hofmann i in. 2011; Bąk i in. 2012; Cantonati i in. 2017). Została uznana za ga-

tunek narażony (kategoria V) i umieszczona w polskiej czerwonej liście glonów (Siemińska i in. 2006). Również w tej samej kategorii znajduje się na czerwonych listach glonów w Niemczech (Lange-Bertalot 1996) i w Bułgarii (Stoyneva-Gärtner 2016). Gatunek był oznaczany z terenu Polski, m.in. z Tatr (Kawecka 2012), w źródłach Polski Środkowej (Żelazna-Wieczorek 2011) i południowej (Wojtal 2013; Żelazna-Wieczorek, Knysak 2017) oraz w rezerwacie „Bór na Czerwonym” w Kotlinie Nowotarskiej (Wojtal i in. 1999). Bardzo licznie *E. paludosa* rozwijała się na torfowiskach w rezerwacie Międzyrzeki na terenie Roztoczańskiego Parku Narodowego (Noga i in. 2014b), gdzie często osiągała ponad 50% udziału w zbiorowisku. Była tam obserwowana w podobnych warunkach siedliskowych jak na torfowisku Wołosate, w niewielkich zagłębieniach wypełnionych wodą i często intensywnie poprzerastanych mchami z rodzaju *Sphagnum*.

*Kobayasiella parasubtilissima* może rozwijać się masowo na torfowiskach, w Europie środkowej obserwowana jest rzadko, w wodach ubogich w elektrolity (Hofmann i in. 2011; Bąk i in. 2012; Cantonati i in. 2017). Gatunek podawany jest m.in. z kwaśnych i oligotroficzných siedlisk w Rumunii i na Węgrzech (Buczkó i in. 2009) oraz z torfowisk na Litwie (Sterlyagova, Shabalina 2017). Występuje także w Azji, podawana była m.in. z Rosji (Potapova 2014) oraz z torfowisk w Mongolii (Kulikovskiy i in. 2010). W Bułgarii gatunek znajduje się na czerwonej liście glonów w kategorii narażone na wyginięcie, podobnie jak *Eunotia paludosa* (Stoyneva-Gärtner 2016). Po raz pierwszy z terenu Polski *K. parasubtilissima* była podawana z torfowiska „Bór na Czerwonym” w Kotlinie Nowotarskiej (Wojtal i in. 1999). Na torfowisku Wołosate gatunek rozwijał się bardzo licznie, zwłaszcza wiosną 2014 roku, kiedy był głównym dominantem w zbiorowisku okrzemek (85%). Liczne populacje *K. parasubtilissima*, często przekraczające 50% udziału w zbiorowisku, były obserwowane także w dołach potorfowych, wśród mchów z rodzaju *Sphagnum* na terenie Kotliny Orawskiej (Noga, dane niepubl.).

Trzeci dominant – *Pinnularia subcapitata* var. *elongata* – nie tworzył masowych populacji w żadnym sezonie badawczym, a jego liczebność wahała się od 5 do 7,7% w 2014 roku. Jesienią 2015 roku występował tylko w postaci pojedynczych komórek. Gatunek rozwija się często na torfowiskach w Niemczech, zwłaszcza wśród mchów z rodzaju *Sphagnum* (Krammer 2000). Z terenu Polski po raz pierwszy gatunek opisano z torfowiska „Bór na Czerwonym” (Wojtal i in. 1999), następnie był podawany z jezior o niskim pH, z północnej Polski (Witkowski i in. 2011). Na terenie Podkarpacia *P. subcapitata* var. *elongata* oznaczana jest pojedynczo, głównie w górnych odcinkach rzek i potoków (Noga 2012; Noga i in. 2013b, 2014c,d).

Pozostałe gatunki okrzemek rozwijały się najczęściej pojedynczo lub w niewielkiej liczbie okazów. Stwierdzono siedem taksonów, które zostały wpisane do polskiej czerwonej listy glonów (Siemińska i in. 2006), w tym dwa gatunki

z rodzaju *Pinnularia* – *P. rupestris* i *P. subrupestris* – znajdujące się w kategorii E (wymierające). *Pinnularia subrupestris* na terenie Podkarpacia oznaczana jest w wielu rzekach i potokach, ale zawsze w postaci pojedynczych komórek (Noga i in. 2014d). Została stwierdzona także w źródle na Przełęczy Goprowskiej w Bieszczadach (Żelazna-Wieczorek, Knysak 2017). *Pinnularia rupestris* podawana jest rzadko z terenu Polski, m.in. z torfowisk w Kotlinie Nowotarskiej (Wojtal i in. 1999) oraz ze źródeł w Polsce środkowej (Żelazna-Wieczorek 2011). Gatunek ten preferuje wody dobrze natlenione, z niską zawartością elektrolitów, głównie występuje na bagnach i na torfowiskach (Krammer 2000).

Podczas badań prowadzonych na torfowisku Wołosate w latach 2014–2015 stwierdzono także występowanie pojedynczych okrzemek z rodzaju *Aulacoseira*, w tym *Aulacoseira granulata* i *A. muzzanensis*, które rozwijają się głównie w siedliskach eutroficznych (Houk 2003) oraz *Achnanthes pyrenaicum*, gatunku preferującego wody płynące o zasadowym odczynie (Hofmann i in. 2011; Bąk i in. 2012; Cantonati i in. 2017). W otoczeniu torfowiska Wołosate występują bobry, których aktywność powoduje powstawanie rozlewisk wokół torfowiska. Z tego względu pojedyncze okrywy, zarówno okrzemek centrycznych oraz *A. pyrenaicum* (głównego dominanta w potoku Wołosatka), mogą przedostawać się do niewielkich zagłębień z wodą na kopule torfowiska, przenoszone przez zwierzęta lub z wiatrem.

Torfowiskom przypisuje się szczególne znaczenie siedliskowe w ochronie rzadkich taksonów *in situ* – głównie roślin naczyniowych i ptactwa wodno-błotnego. Pomimo, iż badania fitosocjologiczne torfowisk na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego były prowadzone m.in. w ramach planu ochrony BdPN i prowadzone są nadal obejmując różne grupy roślinności torfowiskowej (Kucharczyk, Szary 2016), glony pozostają w dalszym ciągu jedną z najsłabiej zbadanych grup organizmów fotosyntetyzujących. Niniejsze badania poszerzają stan poznania różnorodności gatunkowej rzadkich ekosystemów torfowiskowych na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego, do których należy torfowisko Wołosate.

## Literatura

- Bąk M., Witkowski A., Żelazna-Wieczorek J., Wojtal A.Z., Szczepocka E., Szulc A., Szulc B. 2012. Klucz do oznaczania okrzemek w fitobentosie na potrzeby oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych w Polsce. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa, 452 ss.
- Buczkó K., Wojtal A.Z., Jahn R. 2009. *Kobayasiella* species of the Carpathian Region: morphology, taxonomy and description of *K. tintinnus* spec. nov. *Diatom Research* 24(1): 1–21.
- Cantonati M., Kelly M.G., Lange-Bertalot H. (ed.) 2017. Freshwater benthic diatoms of Central Europe: over 800 common species used in ecological assessments. English edition with updated taxonomy and added species. Schmittner-Oberreifenberg, Koeltz Botanical Books, ss. 1–942.

- Drewnik M., Stolarczyk M., Jelonkiewicz Ł. 2012. Odczyn masy torfowej w stropowej części torfowiska Wołosate i w jego otoczeniu (Bieszczadzki Park Narodowy). *Roczniki Bieszczadzkie* 20: 296–308.
- Górecki A., Zemanek B. (red.) 2016. Bieszczadzki Park Narodowy – 40 lat ochrony. Bieszczadzki Park Narodowy, Ustrzyki Górne, 414 ss.
- Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H. 2011. Diatomeen im Süßwasser – Benthos von Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. W: H. Lange-Bertalot, (red.), A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 908 ss.
- Houk V. 2003. Atlas of freshwater centric diatoms with a brief key and descriptions. Part I. Czech Phycology Supplement 1.
- Kawecka B. 1980. Sessile algae in european mountains streams. 1. The ecological characteristics of communities. *Acta Hydrobiologica* 22: 361–420.
- Kawecka B. 2012. Diatom diversity in streams of the Tatra National Park (Poland) as indicator of environmental conditions. *Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków*, 213 ss.
- Kawecka B., Sanecki J. 2003. *Didymosphenia geminata* in running waters of S Poland – Symptom of change in water quality. *Hydrobiologia* 495: 193–201.
- Kowalski W. 1985. Stan rozpoznania fykoflory torfowisk wysokich Polski. *Wiadomości Botaniczne* 29(1): 43–48.
- Krammer K. 2000. The genus *Pinnularia*. In: H. Lange-Bertalot. (red.), *Diatoms of Europe* 1: 1–703, A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell.
- Kucharzyk S., Szary A. 2016. Roślinność torfowisk w Bieszczadzkim Parku Narodowym. W: A. Górecki, B. Zemanek (red.) *Bieszczadzki Park Narodowy – 40 lat ochrony*. Bieszczadzki Park Narodowy, Ustrzyki Górne, ss. 161–172.
- Kulikovskiy M.S., Lange-Bertalot H., Witkowski A., Dorofeyuk N.I., Genkal S.I. 2010. Diatom assemblages from *Sphagnum* bogs of the world. I. Nur bog in northern Mongolia. In: H. Lange-Bertalot, P. Kociolek (red), *Bibliotheca Diatomologica* 55: 1–326.
- Lange-Bertalot H. 1996. Rote liste der limnischen Kieselalgen (Bacillariophyceae) Deutschlands. *Schriftenreihe für Vegetationskunde* 28: 633–677.
- Lange-Bertalot H., Bąk M., Witkowski A. 2011. *Eunotia* and some related genera. In: H. Lange-Bertalot (ed.), *Diatoms of the European inland water and comparable habitats*. *Diatoms of Europe* 6: 1–747, Ruggell, A.R.G. Gantner Verlag K.G.
- Łajczak A. 2010. Operat ochrony ekosystemów torfowiskowych i bagiennych (warunki wodne). Kramek osp. Z o.o., Kraków, maszynopis.
- Łajczak A. 2016. Torfowiska – morfologia i stosunki wodne. W: A. Górecki, B. Zemanek (red.) *Bieszczadzki Park Narodowy – 40 lat ochrony*. Bieszczadzki Park Narodowy, Ustrzyki Górne, ss. 79–90.
- Matuła J. 1973. Dwa nowe dla Polski gatunki glonów: *Saturnella saturnus* (Stein.) Fott i *Chloropters tetragona* Pasch. (*Chlorophycoccales*). *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 19(4): 475–479.
- Matuła J. 1980. Nowe lub rzadkie dla flory Polski glony stwierdzone na torfowiskach wysokich w Sudetach. *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 26(1): 121–136.

- Matuła J. 1992. Dicranochaete species (*Chlorophyceae, Gloeodendrales*) in peat bog of Lower Silesia (South-western Poland). *Algological Studies* 65: 63–72.
- Matuła J. 1994. *Chrysosphaera sieminskae* species nov., a new *Chrysosphaera* species from Poland. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 63(1): 97–99.
- Matuła J. 1995. Warunki troficzne glonów torfowiskowych na obszarze Dolnego Śląska. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu* 265(135): 1–132.
- Matuła J., Pietryka M. 2003. Algae as indicators of the degree of peat-bog degradation. In: *Algae and Biological State of Water*. *Acta Biol. Warmiae et Masuriae* 3: 113–122.
- Mról W. (red.) 2010. Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny. Część I. GIOŚ, Warszawa, 311 ss.
- Noga T. 2012. Diversity of diatom communities in the Wisłok River (SE Poland). In: K. Wołowski, I. Kaczmarska, J.M. Ehrman, A.Z. Wojtal (red.), *Phycological Reports: Current advances in algal taxonomy and its applications: phylogenetic, ecological and applied perspective*. Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Krakow, ss. 109–128.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Pajęczek A., Peszek Ł., Kochman N., Kozak E., Kędziora Ł., Wąsacz P. 2013a. Wstępne rozpoznanie okrzemek Bacillariophyceae Jeziorok Duszatyńskich (Bieszczady Zachodnie). *Roczniki Bieszczadzkie* 21: 127–146.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Kochman N., Peszek Ł., Pajęczek A., Woźniak K. 2013b. Application of diatoms to assess the quality of the waters of the Baryczka stream, left-side tributary of the river San. *Journal of Ecological Engineering* 14(4): 8–23.
- Noga T., Stanek-Tarkowska, Pajęczek A., Kochman N., Peszek Ł. 2014a. Ecological assessment of the San River water quality on the area of the San Valley Landscape Park. *Journal of Ecological Engineering* 15(4): 12–22.
- Noga T., Stanek-Tarkowska, Peszek Ł., Pajęczek A., Kochman N., Zubel R. 2014b. New localities of rare species *Kobayasiella okadae* (Skvortzov) Lange-Bert. and *K. tintinnus* Buczkó, Wojtal & Jahn in Europe – morphological and ecological characteristics. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 43(4): 374–379.
- Noga T., Kochman N., Peszek Ł., Stanek-Tarkowska J., Pajęczek A. 2014c. Diatoms (Bacillariophyceae) in rivers and streams and on cultivated soils of the Podkarpacie Region in the years 2007–2011. *Journal of Ecological Engineering* 15(1): 6–25.
- Noga T., Peszek Ł., Stanek-Tarkowska J., Pajęczek A. 2014d. The *Pinnularia* genus in south-eastern Poland with consideration of rare and new taxa to Poland. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 43(1): 77–99.
- Noga T., Rybak M., Stanek-Tarkowska J., Pajęczek A., Koman-Kędziora N., Peszek Ł. 2016a. Ekspansja okrzemki *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt w potokach bieszczadzkich. *Roczniki Bieszczadzkie* 24: 305–311.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Rybak M., Kochman-Kędziora N., Peszek Ł., Pajęczek A. 2016b. Diversity of diatoms in the natural, mid-forest Terebowiec stream – Bieszczady National Park. *Journal of Ecological Engineering* 17: 232–247.
- Piątek J. 2007. Algae of the peat bog in Modlniczka near Kraków (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska upland, S Poland). *Polish Botanical Studies* 24: 1–74.
- Potapova M. 2014. Diatoms of Bering Island, Kamchatka, Russia. *Nova Hedwigia, Beiheft* 143: 63–102.
- Prędko R. 1998. Monitoring stanu uwilgocenia wybranych obszarów młak i torfowisk w dolinie Wołosatego. *Roczniki Bieszczadzkie* 6: 329–332.

- Ralska-Jasiewiczowa M. 1980. Late-glacial and holocene vegetation of the Bieszczady Mts. (Polish Eastern Carpathians). PWN, Warszawa – Kraków, 202 ss.
- Rybak M., Noga T., Stanek-Tarkowska J. 2017. Występowanie okrzemek z rodzaju *Psammothidium* Bukhtiyarova & Round i wybranych gatunków z rodzaju *Achnanthydium* Kütz. w potokach bieszczadzkich. Roczniki Bieszczadzkie 25: 339–354.
- Siemińska J. 1964. *Rhizochloris tatrica* nov. sp. (*Xanthophyceae*). Acta Hydrobiologica 6(4): 323–325.
- Siemińska J. 1967. Glony z Toporowego Stawu Wyżniego w Tatrach. Acta Hydrobiologica 9(1/2): 169–185.
- Siemińska J., Bąk M., Dziedzic J., Gąbka M., Gregorowicz P., Mrozińska T., Pełechaty M., Owsiany P.M., Pliński M., Witkowski A. 2006. Red list of the algae in Poland – Czerwona lista glonów w Polsce. In: Z. Mirek i in. (red.) Red list of plants and fungi in Poland – Czerwona lista roślin i grzybów Polski. Polish Academy of Sciences, Kraków, ss. 35–52.
- Skiba S., Drewnik M., Prędko R., Szmuc R. 1998. Gleby Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Monografie Bieszczadzkie 2: 88.
- Skiba S., Żyła M., Klimek M., Prędko R. 2006. Gleby doliny górnego Sanu w Bieszczadzkim Parku Narodowym. Roczniki Bieszczadzkie 14: 215–220.
- Sterlyagova I., Shabalina J. 2017. Algae in *Sphagnum* epiphyton from the mires of the Subpolar Urals. Botanica Lithuanica 23(1): 3–16.
- Stoyneva-Gärtner M.P., Isheva T., Ivanov P., Uzunov B., Dimitrova P. 2016. Red List of Bulgarian algae. II. Microalgae. – Annual of Sofia University, Faculty of Biology, Book 2 – Botany, 100. ISSN 0204-9910 (Print), ISSN 2367-9190 (Online), Early view, On-line since 31st March 2016, [https://www.uni-sofia.bg/index.php/bul/universitet\\_t/fakulteti/biologicheski\\_fakultet2/oficialni\\_izdaniya](https://www.uni-sofia.bg/index.php/bul/universitet_t/fakulteti/biologicheski_fakultet2/oficialni_izdaniya).
- Szklarczyk-Gazdowa C. 1960. Plankton roślinny niektórych stawów tatrzańskich. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 29(4): 594–624.
- Wasylik K. 1961. Glony torfowisk wysokich Kotliny Nowotarskiej, ze szczególnym uwzględnieniem desmidiów. Fragmenta Floristica et Geobotanica 7(1): 215–285.
- Wasylik K. 1993. The algae of the raised peat bogs of the Orawa-Nowy Targ Basin with special references to the peat bog “Na Czerwonym”. Polish Bot. Stud. Guideb. Ser. 10: 63–77.
- Witkowski A., Radziejewska T., Wawrzyniak-Wydrowska B., Lange-Bertalot H., Bąk M., Gelbrecht J. 2011. Living on the pH edge: diatom assemblages of low pH lakes in Western Pomerania (NW Poland). In: P. Kociolek, J. Seckbach (red.), The Diatom World Springer-Verlag 19: 369–384.
- Wojtal A.Z. 2013. Species composition and distribution of diatom assemblages in spring waters from various geological formations in southern Poland. J. Cramer, Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. Bibliotheca Diatomologica 59: 1–436.
- Wojtal A., Witkowski A., Metzeltin D. 1999. The diatom flora of the „Bór na Czerwonym” raised peat bog in the Nowy Targ Basin (Southern Poland). Fragmenta Floristica et Geobotanica 44(1): 167–192.
- Wołoski K. 2011. Badania wstępne nad eugleninami i innymi glonami torfowiska Wołosate w Bieszczadzkim Parku Narodowym. Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica 18(1): 131–146.

- Żelazna-Wieczorek J. 2011. Diatom flora in springs of Łódź Hills (Central Poland). Biodiversity, taxonomy and temporal changes of epipsammic diatom assemblages in springs affected by human impact. Diatom Monographs 13: 1–420, A.R.G. Gantner Verlag K.G.
- Żelazna-Wieczorek J. 2012. Okrzemki Bacillariophyta źródeł i odcinków źródłowych potoków w górnym odcinku rzeki San. Roczniki Bieszczadzkie 20: 220–229.
- Żelazna-Wieczorek J., Knysak P. 2017. Okrzemki (Bacillariophyta) źródła na Przełęczy Goprowskiej (Bieszczadzki Park Narodowy) w ocenie wpływu ruchu turystycznego. Roczniki Bieszczadzkie 25: 321–338.

## Summary

The Wołosate peat bog is ombrotrophic, rised bog, which was formed on fluvial terrace of Wołosatka stream. During the research conducted in 2014–2015 the materials from peat dome were collected, from small hollows filled with water or were squeezed directly from mosses. The aim of study was to show diversity of diatom assemblages in Wołosate peat bog. The water taken from small holes on peat bog had an acidic pH (3.8–4.2) and low or medium electrolyte content. The parameters of other chemical properties were very low (Table 1). In investigated material 65 of diatom taxa were identified (Table 2). The most numerous genera were: *Eunotia* (10 taxa) and *Pinnularia* (7 taxa), but only three taxa exceeded 5% share in assemblage and were considered as dominants: *Eunotia paludosa* Grunow (8.7–95%), *Kobayasiella parasubtilissima* (Kobayasi & Nagumo) Lange-Bert. (30–85%) and *Pinnularia subcapitata* var. *elongata* Krammer (5–7.7%). The massive population formed *Eunotia paludosa* in Autumn 2015, when water level was very low. The species exceeded 95% share in assemblage. During the research 7 taxa from Polish red list of algae (Siemińska et al. 2006) were stated. Two of them were considered to category endangered (E): *Pinnularia rupestris* Hantzsch and *Pinnularia subrupestris* Krammer.