

Teresa Noga

Zakład Biologicznych Podstaw Rolnictwa i Edukacji Środowiskowej
Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski
ul. Ćwiklińskiej 2, 35–601 Rzeszów
teresa.noga@interia.pl

Received: 10.11.2012

Reviewed: 6.06.2013

Jadwiga Stanek-Tarkowska, Anita Pajęczek

Katedra Gleboznawstwa Chemii Środowiska i Hydrologii
Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski
ul. Ćwiklińskiej 2, 35–601 Rzeszów
jagodastanek@wp.pl; chuanita66@poczta.fm

Łukasz Peszek

Międzynarodowe Studium Doktoranckie Nauk Przyrodniczych
Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski
ul. Ćwiklińskiej 2, 35–601 Rzeszów
lukaszeszek@gmail.com

Natalia Kochman, Edyta Kozak, Łukasz Kędziora, Piotr Wąsacz

Wydział Biologiczno-Rolniczy
Uniwersytet Rzeszowski
ul. Ćwiklińskiej 2, 35–601 Rzeszów

WSTĘPNE ROZPOZNANIE OKRZEMEK BACILLARIOPHYCEAE JEZIOREK DUSZATYŃSKICH (BIESZCZADY ZACHODNIE)

Preliminary recognition of diatoms Bacillariophyceae of the Duszatyńskie Lakes (Western Bieszczady Mts.)

Abstract: Duszatyńskie Lakes are characterized by high diatom richness – 217 taxa from 52 genera were identified there, from which the most numerous were *Achnathidium catenatum*, *A. minutissimum* var. *minutissimum*, *Fragilaria leptostauron* var. *leptostauron*, *F. pinnata* var. *pinnata* and *Geissleria declivis*. The majority of species occurred within wide range of pH, trophic and saprobic conditions. Diatoms from Polish Red List of Algae constituted over 11%, among which 6 taxa were distinguished as endangered (category E): *Diploneis parma*, *Neidium alpinum*, *Pinnularia nodosa*, *P. schoenfelderii*, *P. subrupestris* as well as *Sellaphora pseudopupula*.

Key words: diatoms Bacillariophyceae, diversity, ecology, Duszatyńskie Lakes.

Wstęp

Rezerwat przyrody „Zwierzło” utworzony został 22 stycznia 1957 roku zarządzeniem Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego. Posiada on status rezerwatu geologicznego ścisłego, w którym głównym celem ochrony są dwa jeziora, powstałe na skutek osunięcia się materiału skalnego na zachodnim zboczu Chryszczatej. Osuwisko w Duszatynie posiada wiele opracowań z dziedziny geomorfologii (Kardaszewska 1968; Harasimiuk, Henkiel 1973).

Osobliwością tego miejsca są zatopione w jeziorkach fragmenty lasu oraz występowanie w szacie roślinnej gatunków wodnych i szuwarowych, takich jak: rdestnica pływająca *Potamogeton natans* L., skrzyp bagienny *Equisetum fluviatile* L., pałka szerokolistna *Typha latifolia* L., czy wierzba uszata *Salix aurita* L.

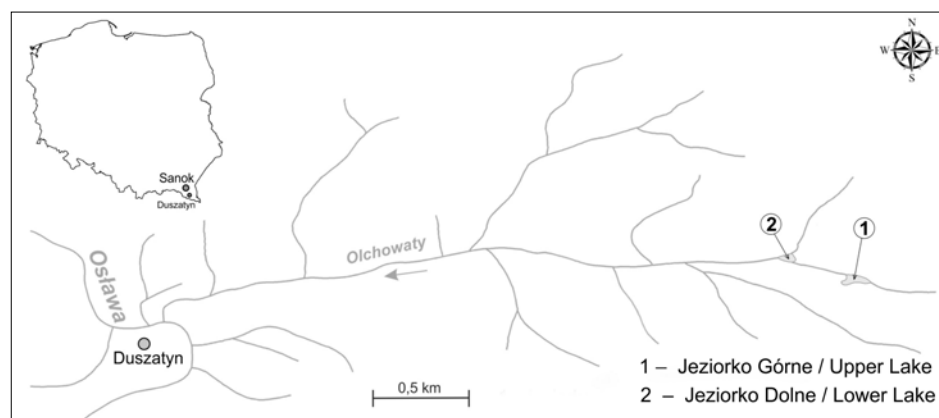
Na terenie rezerwatu nie prowadzono dotąd żadnych badań algologicznych, w tym także dotyczących zbiorowisk okrzemek. Podobnie cały obszar województwa podkarpackiego do niedawna nie był poznany pod względem algologicznym, za wyjątkiem górnego biegu Sanu, w którym prowadzono badania w związku z masowym rozwojem *Didymosphenia geminata* poniżej zbiorników zaporowych „Solina” i „Myczkowce” (Kawecka, Sanecki 2003). Od kilku lat na terenie Podkarpacia prowadzone są badania dotyczące różnorodności zbiorowisk glonów, w tym także okrzemek w wodach płynących (Noga, Siry 2010; Tambor, Noga 2011; Wołowski 2011, Noga 2012; Pajęczek i in. 2012, Żelazna-Wieczorek 2012) oraz na glebach uprawnych (Stanek-Tarkowska, Noga 2012a,b).

Celem badań było poznanie różnorodności gatunkowej zbiorowisk okrzemek rozwijających się w Jeziorkach Duszatyńskich.

Teren badań

Teren badań położony jest w obrębie mezoregionu Bieszczady Zachodnie (Kondracki 2001), na obszarze Ciśniańsko-Wetlińskiego Parku Krajobrazowego, w rezerwacie przyrody „Zwieszło” (Ryc. 1).

Powstanie Jeziorok Duszatyńskich datuje się na 1907 rok. Intensywne opady deszczu w tym okresie uruchomiły procesy sufozji, co spowodowało osunięcie się zbocza i zatamowanie odpływu potoku Olchowatego – prawobrzeżnego dopływu Osławy. Pierwotnie uformowały się w tym miejscu trzy jeziorka. Jeziorko Górne



Ryc. 1. Rozmieszczenie stanowisk badawczych.

Fig. 1. Distribution of the research stations.

położone jest na wysokości 708 m n.p.m., Jezioro Dolne – na wysokości 687 m n.p.m., natomiast trzecie jezioro, położone na wysokości 614 m n.p.m., zostało osuszone w celu odłowu ryb. Powierzchnia Jeziora Górnego wynosi 1,44 ha, głębokość do 5,8 m, natomiast Jezioro Dolnego 0,45 ha zaś głębokość do 6,2 m (Kardaszewska 1968; Gorczyca i in. 2011).

Materiały i metody

Materiał do badań zebrano w maju 2012 roku z wszystkich dostępnych siedlisk: z mułu i kamieni w Jeziorze Górnym (2 próby) oraz z osadów z fragmentami gałęzi i liści znajdujących się w strefie przybrzeżnej Jeziora Dolnego (1 próba).

Pobrany materiał konserwowano w 4% roztworze formaliny. W laboratorium część każdej próby poddawano maceracji w mieszaninie kwasu siarkowego i dwuchromianu potasu (w stosunku 3:1) w celu uzyskania czystych pancerzyków okrzemek, a następnie materiał przepłukiwano w wirówce przy 2500 obr./min. Trwale preparaty okrzemkowe zatapiano w sztucznej żywicy Pleurax. Materiał zebrano i opracowano według metod stosowanych przez Kawecką (2012).

Okrzemki oznaczano pod mikroskopem świetlnym Nikon ECLIPSE 80i, przy użyciu kluczy: Krammer, Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a,b), Lange-Bertalot (2001), Krammer (2000), Hofmann i in. (2011).

Zdjęcia wykonywano w mikroskopie świetlnym Nikon ECLIPSE 80i oraz materiał analizowano i dokumentację wykonano przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego w Laboratorium Mikroskopii Elektronowej Skaningowej z Emisją Polową i Mikroanalizy w Instytucie Nauk Geologicznych UJ.

Analizę chemiczną wody wykonano w Wydziałowym Laboratorium Analiz Zdrowotności Środowiska i Materiałów Pochodzenia Roślinnego UR, używając chromatografu cieczonego PeakNet Dionex 2001–2006 (wersja 6.80).

Liczebność danego gatunku określono poprzez liczenie okazów w losowo wybranych polach widzenia mikroskopu, aż do uzyskania łącznej liczby 400 okryw. Gatunki, które uzyskały 5% liczebności w zbiorowisku lub więcej, uznano za dominujące.

Wyniki

Odczyn wody w badanych jeziorach był obojętny lub zbliżony do obojętnego, niższe wartości pH odnotowano w jeziorze dolnym (pH=6,6). Wartości azotanów nieznacznie odbiegały od norm odpowiadających pierwszej klasie czystości i wskazywały dobrą jakość wód (Tabela 1).

Tabela 1. Wartości parametrów fizyko-chemicznych wraz z opisem stanowisk zmierzone w Jeziorkach Duszatyńskich w maju 2012 roku.

Table 1. Physico-chemical characteristics and description of research stations in the Duszatyńskie Lakes, May 2012.

	Jeziorko Górne <i>Upper Lake</i>	Jeziorko Dolne <i>Lower Lake</i>
Opis stanowiska <i>Research station description</i>	zacienione przez <i>Fagus sylvatica</i> , dno jeziora zamulone z niewielkimi kamieniami przy brzegu <i>shaded by Fagus sylvatica, bottom with sediments, small stones near the shore</i>	zacienione przez <i>Fagus sylvatica</i> , na dnie zalegają liście, butwiejące gałęzie i konary <i>shaded by Fagus sylvatica, leaves and rotting branches in the bottom</i>
Temperatura [°C] <i>Temperature</i>	17,5	19,5
pH	7,1	6,6
Przewodnictwo <i>Conductivity</i> [$\mu\text{S cm}^{-1}$]	128	129
Cl [mg L^{-1}]	1,47	0,75
F [mg L^{-1}]	0,04	0,04
$\text{N}_{\text{NO}_3-\text{N}}$ [mg L^{-1}]	4,68	4,10
SO_4-S [mg L^{-1}]	12,86	13,26

W badanym materiale oznaczono łącznie 217 taksonów okrzemek (Tabela 2). Obydwa jeziora charakteryzowały się podobnym bogactwem gatunkowym. W Jeziorku Dolnym oznaczono łącznie 163 taksony, natomiast w Jeziorku Górnym – 161 taksonów okrzemek. Zdjęcia wybranych taksonów okrzemek oznaczonych w wodach Jeziorek Duszatyńskich prezentują tablice zamieszczone w pracy (Ryc. 2–4).

Wśród oznaczonych okrzemek wyróżniono pięć taksonów dominujących: *Achnanthydium catenatum*, *A. minutissimum* var. *minutissimum*, *Fragilaria leptostauron* var. *leptostauron*, *F. pinnata* var. *pinnata* i *Geissleria declivis*. W Jeziorku Dolnym dominował *Achnanthydium minutissimum* var. *minutissimum*, osiągając ponad 67% liczebności w zbiorowisku. Również w Jeziorku Górnym takson ten rozwijał się najliczniej (osiągając 20% udziału), a wraz z nim liczne występowanie odnotowano dla *Fragilaria leptostauron* var. *leptostauron*, *F. pinnata* var. *pinnata* i *Geissleria declivis* (ok. 10%).

Tabela 2. Lista taksonów okrzemek stwierdzonych w Jeziorkach Duszatyńskich w maju 2012 roku wraz z kategoriami zagrożeń dla poszczególnych taksonów: E – Wymierające, V – Narażone, R – Rzadkie, I – O nieokreślonym zagrożeniu (wg Siemińska i in. 2006). [1] – takson występował w Jeziorku Górnym, [2] – takson występował w Jeziorku Dolnym.

Table 2. List of diatoms taxa indicated in the Duszatyńskie Lakes in May 2012 and category of threat: E – Endangered, V – Vulnerable, R – Rare, I – Indeterminate (according to Siemińska et al. 2006). [1] taxa occurring in the Upper Lake, [2] taxa occurring in the Lower Lake.

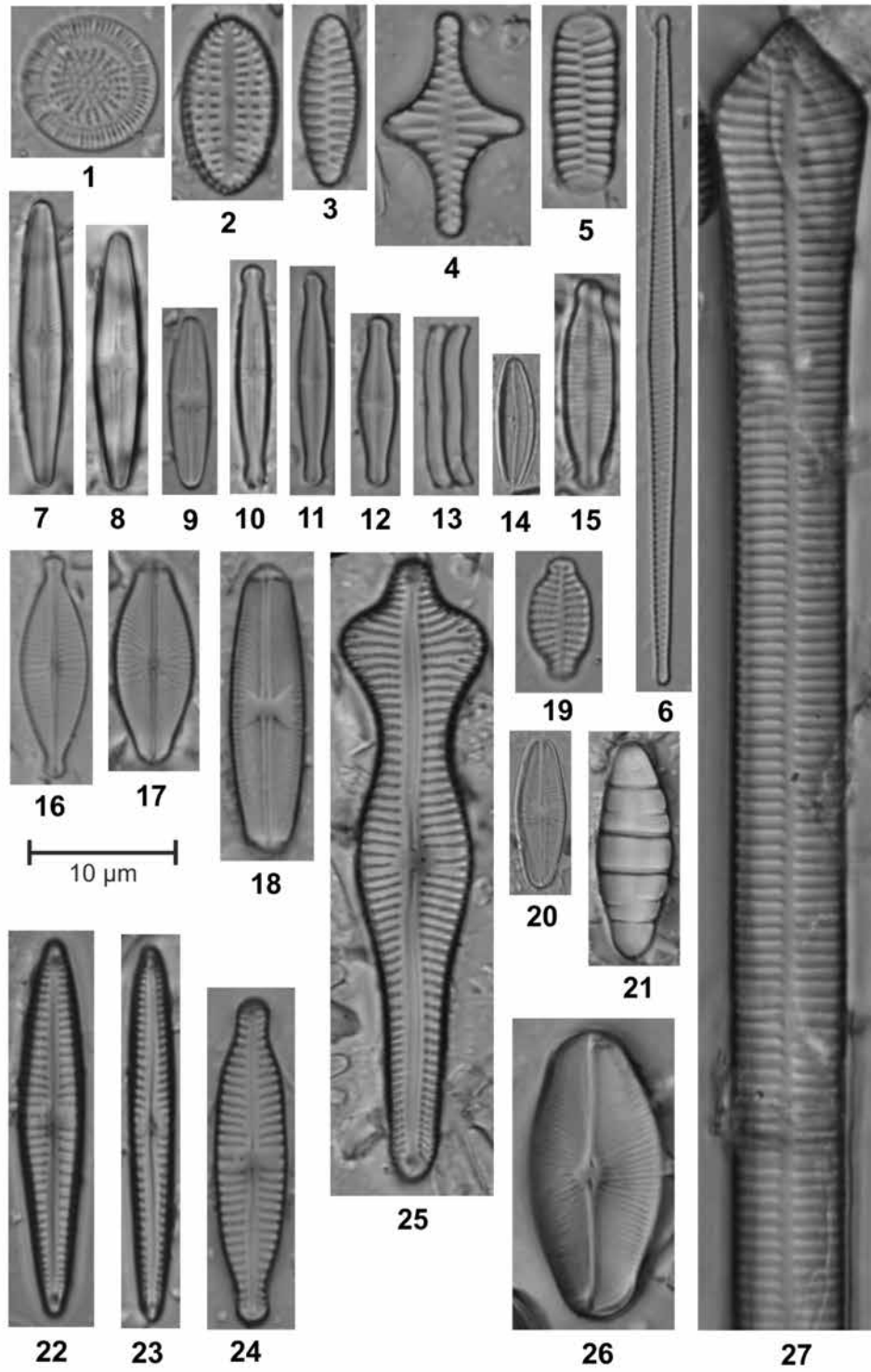
- Achnanthes biasolettiana* var. *thienemannii* (Hust.) Lange-Bert. [2]
Achnanthidium affine (Grunow) Czarn. [1,2]
A. caledonicum (Lange-Bert.) Lange-Bert. [1,2]
A. catenatum (Bily & Marvan) Lange-Bert. [1,2]
A. exile (Kütz.) Round & Bukht. [1]
A. minutissimum (Kütz.) Czarn. var. *minutissimum* [1,2]
A. pyrenaicum (Hust.) Kobayasi [1,2]
Achnanthidium sp. 1 [2]
Achnanthidium sp. 2 [2]
Amphipleura pellucida (Kütz.) Kütz. [1,2] R
Amphora alpestris Levkov [1]
A. copulata Ehrenb. [1,2]
A. inariensis Krammer [1,2]
A. pediculus (Kütz.) Grunow [1,2]
Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen [1]
Brachysira neoexilis Lange-Bert. [1,2]
Caloneis bacillum (Grunow) Cleve [2]
C. fontinalis (Grunow) Lange-Bert. & Reichardt [2] R
C. lancettula (Schulz) Lange-Bert. & Witkowski [2] R
C. molaris (Grunow) Krammer [1] R
C. silicula (Grunow) Cleve [1]
C. tenuis (Greg.) Krammer [1,2]
Cocconeis disculus (Schumann) Cleve [2] R
C. neodiminuta Krammer [1,2]
C. placentula var. *euglypta* (Ehrenb.) Grunow [1,2]
C. placentula var. *lineata* (Ehrenb.) Van Heurck [2]
C. pseudolineata (Geitler) Lange-Bert. [1,2]
Craticula buderii (Hust.) Lange-Bert. [2]
C. minusculoides (Hust.) Lange-Bert. [1]
Cyclotella planctonica Brunnthaler [1,2]
Cymbella affinis Kütz. [1,2]
C. compacta Østrup [2]
C. cymbiformis Ag. [1,2]
C. excisa Kütz. [1,2]
C. hustedtii Krasske var. *hustedtii* [2]
C. lanceolata (Ehrenb.) Van Heurck [1,2] R
C. neoleptoceros Krammer [1]
C. proxima Reimer [1] V

- Cymbopleura amphicephala* Naegeli [1]
C. naviculiformis (Auerswald) Krammer [2]
C. peranglica (?) Krammer [1]
C. cuspidata Kütz. [1]
Denticula tenuis Ag. [1,2]
Diademsis perpusilla (Grunow) D.G. Mann [2]
Diatoma mesodon (Ehrenb.) Kütz. [1,2]
Diploneis fontanella Lange-Bert. [2]
D. oculata (Bréb.) Cleve [1,2]
D. ovalis (Hilse) Cleve [1]
D. parma Cleve [1,2] E
D. separanda Lange-Bert. [2]
Discostella pseudostelligera (Hust.) Houk & Klee [1,2]
Encyonema caespitosum (Kütz.) D.G. Mann [1]
E. minutum (Hilse) D.G. Mann [1,2]
E. prostratum (Berkeley) Kütz. [2]
E. reichardtii (Krammer) D.G. Mann [1,2]
E. silesiacum (Bleisch.) D.G. Mann [1,2]
E. ventricosum (Ag.) Grunow [1,2]
E. cf. silesiacum (Bleisch.) D.G. Mann [1]
Encyonopsis cesatii (Rabenh.) Krammer [1,2]
E. microcephala (Grunow) Krammer [1,2]
E. minuta Krammer & Reichardt [1,2]
E. subminuta Krammer & Reichardt [1,2]
Eolimna minima Lange-Bert. [1,2]
E. subminuscula (Manguin) Moser, Lange-Bert. & Metzeltin [1]
Eucocconeis flexella (Kütz.) Meister [1,2]
E. laevis (Østrup) Lange-Bert. [1,2]
Eunotia ambivalens Lange-Bert. & Tagliaventi [1]
E. arcubus Nörpel & Lange-Bert. [2]
E. bilunaris (Ehrenb.) Schaarschmidt [1,2]
E. exigua (Bréb.) Rabenh. [2]
E. minor (Kütz.) Grunow [1,2]
Fragilaria acus (Kütz.) Lange-Bert. [1,2]
F. biceps (Kütz.) Lange-Bert. [1,2]
F. construens f. *venter* (Ehrenb.) Hust. [1]
F. dilatata (Bréb.) Lange-Bert. [1,2] V
F. gracilis Østrup [1,2]
F. leptostauron var. *dubia* (Grunow) Hust. [1]
F. leptostauron (Ehrenb.) Hust. var. *leptostauron* [1,2]
F. nanana Lange-Bert. [2] V
F. pararumpens Lange-Bert., Hofmann, Mann & Werum [2]
F. parasitica (W. Smith) Grunow var. *parasitica* [2]
F. parasitica var. *subconstricta* Grunow [1,2]
F. perminuta (Grunow) Lange-Bert. [1]
F. pinnata Ehrenb. var. *pinnata* [1,2]
F. tenera (W. Smith) Lange-Bert. [1,2] V
F. vaucheriae (Kütz.) Petersen [2]

Frustulia crassinervia (Bréb.) Ross [1]
F. vulgaris (Thwaites) De Toni [1,2]
Geissleria deccusis (Østrup) Lange-B. & Metz. [1,2] R
G. declivis (Hust.) Lange-Bert. & Metzeltin [1]
G. paludosa Morphotyp I
(Hust.) Lange-Bert. & Metzeltin [1,2]
Gomphonema acuminatum Ehrenb. [1,2]
G. auritum Braun [1,2]
G. calcifugum Lange-Bert. & Reichardt [2]
G. capitatum Ehrenb. [1,2]
G. clavatum Reichardt [2]
G. elegantissimum Reichardt & Lange-Bert. [2]
G. exilissimum (Grunow) Lange-Bert. & Reichardt [1,2]
G. hebridense Gregory [1,2] R
G. micropus Kütz. [1,2]
G. olivaceum (Hornemann) Bréb. var. *olivaceum* [1,2]
G. parvulus (Lange-Bert. & Reichardt) Lange-Bert. & Reichardt [2]
G. parvulum (Kütz.) Rabenh. var. *parvulum* [2]
G. productum (Grunow) Lange-Bert. & Reichardt [1,2]
G. pumilum (Grunow) Reichardt & Lange-Bert. [1,2]
G. sarcophagus Gregory [1,2] V
G. subclavatum (Grunow) Grunow [1,2]
G. tergestinum (Grunow) Fricke [2] I
G. cf. bavaricum Reichardt & Lange-Bert. [1,2]
Gomphonema sp. [2]
Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rabenh. [1,2]
G. attenuatum (Kütz.) Rabenh. [1,2]
G. kuetzingii (Grunow) Cleve [1]
Halamphora veneta (Kütz.) Levkov [1]
Hantzschia abundans Lange-Bert. [1,2]
Hippodonta capitata (Ehrenb.) Lange-Bert., Metzeltin & Witkowski [1,2]
Karayevia clevei (Grunow) Bukht. var. *clevei* [1]
K. laterostrata (Hust.) Bukht. [1,2]
Lemnicola hungarica (Grunow) Round & Bassed [1,2]
Luticola goeppertiana (Bleisch.) D.G. Mann [1]
Mayamaea atomus var. *permitis* (Hust.) Lange-Bert. [1]
Meridion circulare Ag. var. *circulare* [1,2]
Navicula antonii Lange-Bert. [1,2]
N. cryptocephala Kütz. [1,2]
N. cryptotenella Lange-Bert. [1,2]
N. gregaria Donkin [1,2]
N. radiosa Kütz. [1,2]
N. splendicula V. Land [2] V
N. tenelloides Hust. [1,2]
N. tripunctata (O.F. Müller) Bory [2]
N. trophicatrix Lange-Bert. [2]
N. viridula (Kütz.) Ehrenb. [1,2]
N. cf. detenta Hust. [1]

Neidium affine (Ehrenb.) Pfitz. [1,2]
N. alpinum Hust. [2] E
N. binodeforme Krammer [1]
N. hercynicum A. Mayer [1,2]
N. longiceps (Greg.) Cleve [1,2]
Nitzschia acicularis (Kütz.) W. Smith [1]
N. acidoclinata Lange-Bert. [2]
N. alpinobacillum Lange-Bert. [1]
N. amphibia Grunow [1]
N. angustata Lange-Bert. [1]
N. capitellata Hust. [2]
N. denticula Grunow [1,2]
N. dissipata ssp. *dissipata* (Kütz.) Grunow [1,2]
N. draveliensis Coste & Ricard [1,2]
N. fonticola Grunow [1,2]
N. frustulum (Kütz.) Grunow var. *frustulum* [2]
N. heufferiana Grunow [1,2]
N. hamburugiensis Lange-Bert. [1]
N. linearis (Ag.) Smith [1,2]
N. palea (Kütz.) W. Smith [1,2]
N. perminuta Grunow [1]
N. pura Hust. [1,2]
N. recta Hantzsch [2]
N. sigma (Kütz.) W. Smith [1]
N. sublinearis Hust. [1,2]
N. subtilis Grunow [2]
N. supralitorea Lange-Bert. [1]
N. tenuis W. Smith [2]
N. cf. *subacicularis* Hust. [1]
Pinnularia borealis Ehrenb. [2]
P. brebissonii (Kütz.) Rabenh. [1,2]
P. gibba Ehrenb. [2]
P. grunowii Krammer [1,2]
P. iselana Krammer [2]
P. marchica Schönfelder [1,2]
P. nodosa (Ehrenb.) W. Smith [2] E
P. obscura Krasske [1]
P. obscuriformis Krammer [1]
P. perirrorata Krammer [1,2]
P. permicrostauron Krammer & Metzeltin [1]
P. schoenfelderii Krammer [2] E
P. sinistra Krammer [2]
P. subgibba var. *undulata* Krammer [1,2]
P. subrupertris Krammer [1,2] E
Placoneis anglica (Ralfs) Cox [2]
P. clementis (Grunow) Cox [1]
P. paraelginensis Lange-Bert. [2]
Platessa conspicua (Mayer) Lange-Bert. [1,2]

- Planothidium dubium* (Grunow) Round & Bukht. [1]
P. frequentissimum (Lange-Bert.) Round & Bukht. [1,2]
P. lanceolatum (Bréb.) Round & Bukht. [1,2]
P. rostratum (Østrup) Lange-Bert. [1]
Psammothidium bioretii (Germain) Bukht. & Round [1,2]
P. daonense (Lange-Bert.) Lange-Bert. [1,2]
P. grischunum (Wuthrich) Bukht. & Round [2]
P. subatomoides (Hust.) Bukht. & Round [1] V
Pseudostaurosira elliptica (Schumann) Edlund, Morales & Spaulding [1]
Puncticulata radiosa (Lemmermann) Håkansson [1,2]
Reimeria sinuata (Greg.) Kociolek & Stoermer [1,2]
R. uniseriata Sala, Guerrero & Ferrario [1]
Rhoicosphenia abbreviata (Ag.) Lange-Bert. [2]
Sellaphora hustedtii (Krasske) Lange-Bert. & Werum [2] V
S. mutata (Krasske) Lange-Bert. [1]
S. pseudopupula (Krasske) Lange-Bert. [1,2] E
S. pupula (Kütz.) Mereschkowsky [2]
S. seminulum (Grunow) D.G. Mann [2]
S. stroemii (Hust.) D.G. Mann [1]
Sellaphora sp. [2]
Stauroneis anceps Ehrenb. [1]
S. gracilior (Ehrenb.) Reichard [2]
S. gracilis Ehrenb. [2] V
S. kriegerii Patrick [1,2]
S. laenburgiana Hust. [1]
S. parathermicola Lange-Bert. [1]
S. separanda Lange-Bert. & Werum [1]
S. smithii Grunow [1,2]
S. thermicola (Petersen) Lund [1,2] R
Stauroneis sp. [2]
Surirella angusta Kütz. [1,2]
S. minuta (Bréb.) Kütz. [1]
S. terricola Lange-Bert. & Alles [1,2]
Tabellaria fenestrata (Lyngbe) Kütz. [1,2] V
T. flocculosa (Roth) Kütz. [1,2]
Ulnaria ulna var. *aequalis* (Kütz.) Aboal [1]



Preferencje ekologiczne okrzemek tworzących zbiorowiska w Jeziorkach Duszatyńskich wskazały, w oparciu o system klasyfikacji wg Van Dama i in. (1994), na warunki środowiskowe charakteryzujące obydwie ekosystemy (Ryc. 5). Przeprowadzona klasyfikacja ze względu na odczyn wody (pH) wykazała wysoki udział gatunków neutralnych, rozwijających się przy pH zbliżonym do 7 (Jeziorko Górne – około 40%, Jeziorko Dolne – 68% taksonów neutralnych). Kolejną grupę stanowiły taksony alkalifilne, preferujące wody o pH > 7 (od 15,5% w Jeziorku Górnym do 27% w Jeziorku Dolnym).

Na każdym stanowisku zdecydowanie przeważały okrzemki wskazujące na warunki od oligo- do eutroficznych (Jeziorko Górne – ponad 30%, Jeziorko Dolne – 54%).

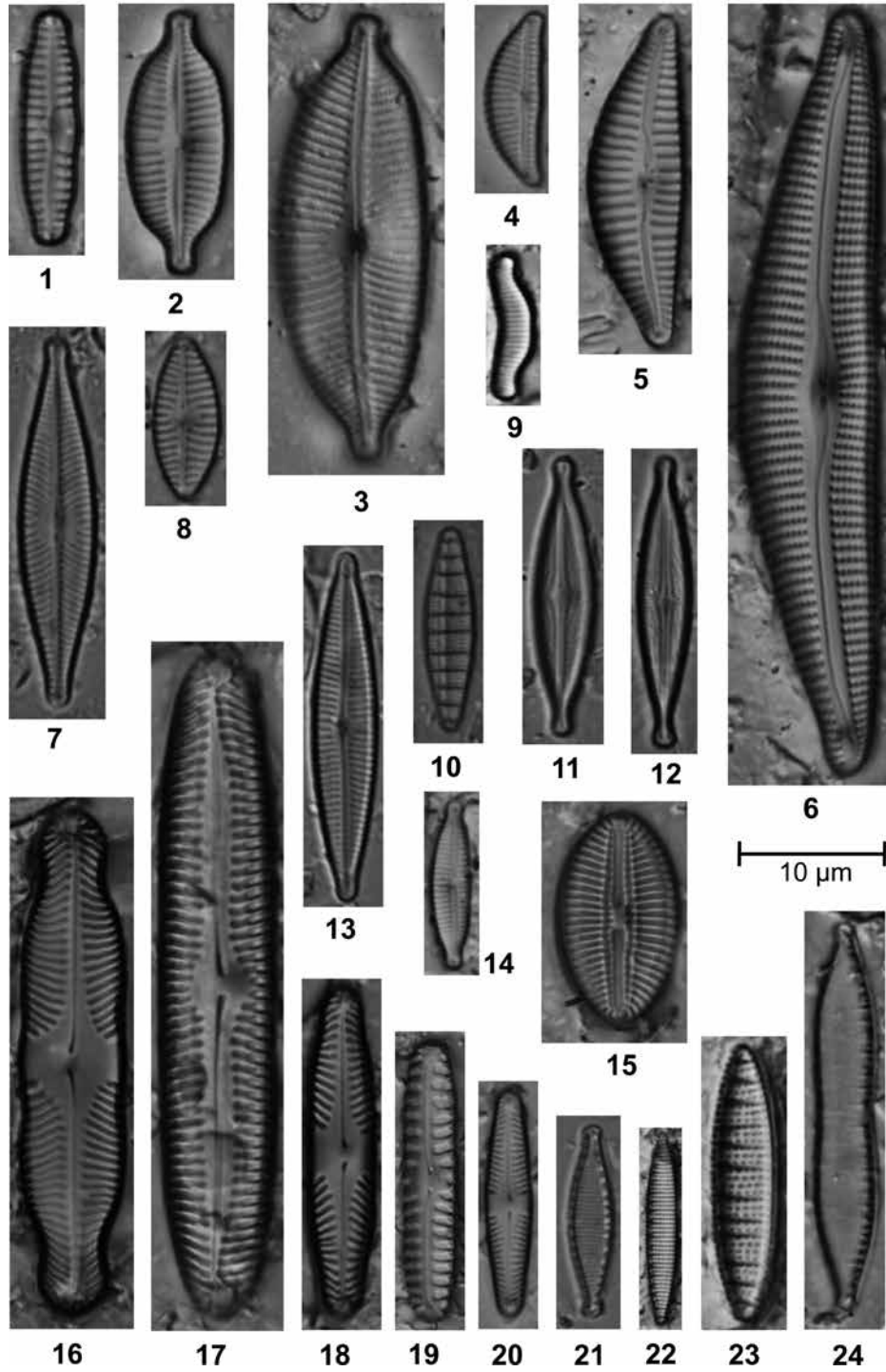
Obydwie jeziora charakteryzowały się bardzo licznym występowaniem taksonów preferujących warunki β-mezosaprobowe (od 38% w Jeziorku Górnym do blisko 62% w Jeziorku Dolnym). Liczną grupę stanowiły także okrzemki oligosaprobowe, które w Jeziorku Górnym osiągnęły ponad 28% liczebności w zbiorowisku.

Podczas badań oznaczono 25 taksonów okrzemek znajdujących się na Polskiej Czerwonej Liście Glonów, co stanowiło 11,5% wszystkich oznaczonych okrzemek. Wyróżniono 6 taksonów zaliczanych do kategorii wymierających (E): *Diploneis parma*, *Neidium alpinum*, *Pinnularia nodosa*, *P. schoenfelderii*, *P. subrupestris* oraz *Sellaphora pseudopupula*. Stwierdzono po 9 taksonów klasyfikowanych do kategorii narażone (V) oraz rzadkie (R) (Tab. 2).

Ryc. 2. Wybrane taksony okrzemek w Jeziorkach Duszatyńskich.

Fig. 2. Selected diatom taxa in the Duszatyńskie Lakes.

1 – *Cyclotella planctonica* Brunthaler, 2 – *Cocconeis neodiminuta* Krammer, 3 – *Fragilaria pinnata* Ehrenb. var. *pinnata*, 4 – *F. leptostauron* (Ehrenb.) Hust. var. *leptostauron*, 5 – *F. leptostauron* var. *dubia* (Grunow) Hust., 6 – *F. tenera* (W. Smith) Lange-Bert., 7-9 – *Achnantheidium affine* (Grunow) Czarn., 10 – *A. caledonicum* (Lange-Bert.) Lange-Bert., 11 – *A. minutissimum* (Kütz.) Czarn. var. *minutissimum*, 12-13 – *A. catenatum* (Bily & Marvan) Lange-Bert., 14 – *A. pyrenaicum* (Hust.) Kobayasi, 15 – *Achnanthes biasoletiana* var. *thienemannii* (Hust.) Lange-Bert., 16 – *Geissleria declivis* (Hust.) Lange-Bert. & Metzeltin, 17 – *Sellaphora mutata* (Krasske) Lange-Bert., 18 – *S. pseudopupula* (Krasske) Lange-Bert., 19 – *Karayevia laterostrata* (Hust.) Bukht., 20 – *Psammothidium grischunum* (Wuthrich) Bukht. & Round, 21 – *Diatoma mesodon* (Ehrenb.) Kütz., 22 – *Gomphonema auritum* Braun, 23 – *G. elegantissimum* Reichardt & Lange-Bert., 24 – *G. productum* (Grunow) Lange-Bert. & Reichardt, 25 – *G. acuminatum* Ehrenb., 26 – *Eucocconeis flexella* (Kütz.) Meister, 27 – *Fragilaria dilatata* (Bréb.) Lange-Bert.



Dyskusja

Badane jeziora charakteryzowały się dużą różnorodnością gatunkową okrzemek – oznaczono łącznie 217 taksonów z 52 rodzajów (Tab. 2). Najliczniejsze populacje tworzyły *Achnantheidium minutissimum* var. *minutissimum*, *A. catenatum*, *Fragilaria leptostauron* var. *leptostauron*, *F. pinnata* var. *pinnata* i *Geissleria declivis*.

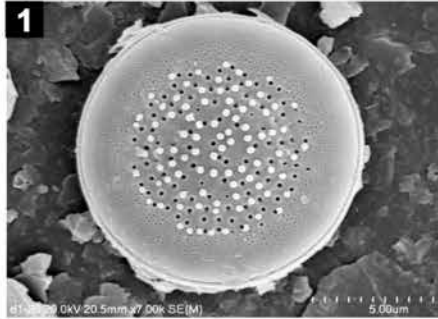
Achnantheidium minutissimum var. *minutissimum* rozwijał się w dużych ilościach na obydwu stanowiskach, zwłaszcza w Jeziorku Dolnym (ponad 67% udziału w próbie). Posiada on szerokie spektrum ekologiczne i jest jednym z najczęściej notowanych taksonów na terenie Europy. Występuje we wszystkich typach zbiorników wodnych, o warunkach od oligo- do eutroficznych oraz w szerokim zakresie pH (od 4,3 do 9,2). Liczne populacje tworzy na roślinności w litoralu jezior oraz w ubogich w elektrolity potokach. Jest wskaźnikiem wód bogatych w tlen (Krammer, Lange-Bertalot 1991b; Van Dam i in. 1994; Hofmann i in. 2011). Rozwija się często w potokach wysokogórskich, tworząc obfite skupienia w reglowej strefie potoków Tatr Wysokich (Kawecka 1971, 1980, 2012). *Achnantheidium minutissimum* var. *minutissimum* występuje licznie w większości rzek i potoków na terenie Podkarpacia, zwłaszcza w górnych odcinkach (Noga, Siry 2010; Tambor, Noga 2011; Noga 2012; Pajączek i in. 2012).

W Jeziorku Górnym najliczniej rozwijały się okrzemki z rodzaju *Fragilaria*, zwłaszcza *F. leptostauron* var. *leptostauron* i *F. pinnata* var. *pinnata*. Gatunki te występują w wodach od oligo- do eutroficznych i są wrażliwe na zanieczyszczenia – *F. pinnata* var. *pinnata* już w warunkach β -mezosaprobowych reaguje obniżeniem żywotności. Takson ten często występuje masowo, zwłaszcza w strumieniach o dnie piaszczystym lub żwirowym oraz w ubogich w elektrolity potokach i jeziorach. *Fragilaria leptostauron* var. *leptostauron*, posiada optimum występowania w wodach wapiennych, płynących i stojących, w regionach alpejskich i na nizinach północnych Niemiec (Hofmann i in. 2011). Występowanie

Ryc. 3. Wybrane taksony okrzemek w Jeziorkach Duszatyńskich.

Fig. 3. Selected diatom taxa in the Duszatyńskie Lakes.

1 – *Reimeria sinuata* (Gregory) Kociolek & Stoermer, 2 – *Cymbopleura amphicephala* Naegeli, 3 – *C. peranglica* (?) Krammer, 4 – *Encyonema minutum* (Hilse) D.G. Mann, 5 – *Cymbella affinis* Kütz., 6 – *C. cymbiformis* Ag., 7 – *Navicula cryptocephala* Kütz., 8 – *N. antonii* Lange-Bert., 9 – *Eunotia exigua* (Bréb.) Rabenh., 10 – *Denticula tenuis* Ag., 11-12 – *Brachysira neoexilis* Lange-Bert., 13 – *Encyonopsis cesatii* (Rabenh.) Krammer, 14 – *E. microcephala* (Grunow) Krammer, 15 – *Diploneis parva* Cleve, 16 – *Pinnularia grunowii* Krammer, 17 – *P. subrupertris* Krammer, 18 – *P. marchica* Schönfelder, 19 – *P. borealis* Ehrenb., 20 – *P. perirrorata* Krammer, 21 – *Nitzschia alpinobacillum* Lange-Bert., 22 – *N. amphibia* Grunow 23 – *N. denticula* Grunow, 24 – *N. hamburgiensis* Lange-Bert.



tych taksonów zostało odnotowane na wielu stanowiskach w Polsce (Siemińska, Wołowski 2003).

Achnantheidium catenatum także preferuje wody bogate w wapń, płynące i stojące, rozwija się głównie w warunkach od mezo- do eutroficznych (Hofmann i in. 2011).

Geissleria declivis była jednym z dominantów w Jeziorku Górnym, osiągając około 10% udziału w zbiorowisku. Gatunek ten jak dotąd nie był podawany z terenu Polski. Na terenie Europy znany jest z nielicznych stanowisk, między innymi z torfowisk w północno-zachodnich Niemczech oraz ze Szwecji (Lange-Bertalot 2001).

Preferencje ekologiczne oznaczonych taksonów okrzemek wskazują na dobrą jakość wód w Jeziorkach Duszatyńskich. W Jeziorku Górnym licznie rozwijały się taksony preferujące warunki oligosaprobowe i β -mezosaprobowe – charakteryzujące wody I oraz I i II klasy jakości, a także od oligo- do eutroficznych, występujące w szerokim zakresie trofii (Van Dam i in. 1994). Mniejszy udział taksonów oligotroficznych w Jeziorku Dolnym może być spowodowany nagromadzeniem substancji organicznej w postaci martwych pni drzew zatopionych w wodzie oraz dużą ilością gałęzi i liści, zwłaszcza w strefie przybrzeżnej, które mogą przyczyniać się do wzrostu saprobii i trofii wód.

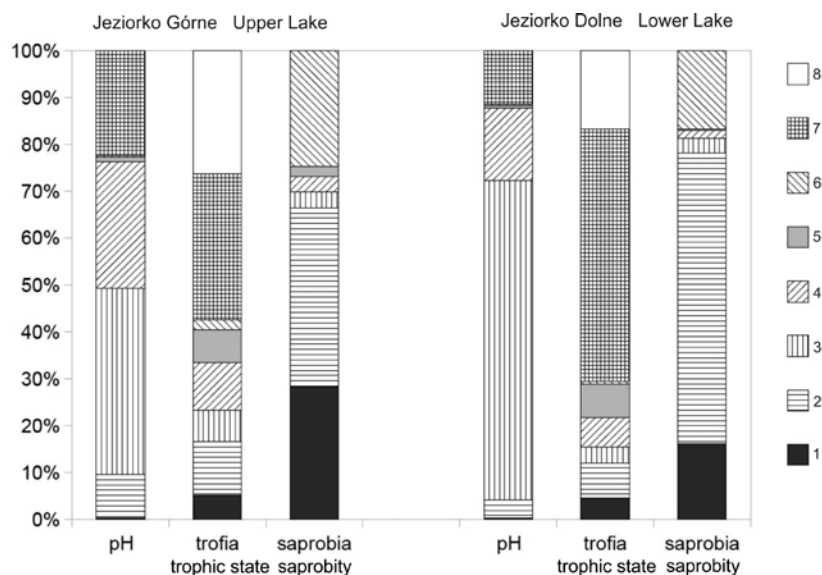
Wyróżniono taksony znajdujące się na Polskiej Czerwonej Liście Glonów (Siemińska i in. 2006), w tym 6 z kategorii wymierających: *Diploneis parma*, *Neidium alpinum*, *Pinnularia nodosa*, *P. schoenfelderii*, *P. subrupestris* oraz *Sellaphora pseudopupula*.

Pinnularia nodosa, *P. schoenfelderii* oraz *P. subrupestris* rozwijają się w warunkach oligotroficznych lub od oligo- do dystroficznych, z niską do średniej zawartością elektrolitów. Występują często na terenach torfowiskowych lub w obszarach źródłowych. *Pinnularia nodosa* i *P. subrupestris* występują w środowiskach o odczynie kwaśnym (pH: 5,5–6,0) (Krammer 2000, Hofmann i in. 2011). Na terenie Podkarpacia występują rzadko, głównie w odcinkach źródłowych rzek i potoków, w postaci pojedynczych okazów (Pajączek i in. 2012, Noga i in. 2012). *Pinnularia nodosa* jest podawana z różnych ekosystemów na terenie Polski (Siemińska, Wołowski 2003). *Pinnularia schoenfelderii* jest prawdopodobnie gatunkiem kosmopolitycznym często notowanym w rejonach

Ryc. 4. Wybrane taksony okrzemek w Jeziorkach Duszatyńskich.

Fig. 4. Selected diatom taxa in the Duszatyńskie Lakes.

1 – *Cyclotella planctonica* Brunnthaler, 2 – *Encyonopsis microcephala* (Grunow) Krammer, 3 – *Achnantheidium affine* (Grunow) Czarn., 4 – *Gomphonema calcifugum* Lange-Bert. & Reichardt, 5 – *Achnantheidium pyrenaicum* (Hust.) Kobayasi, 6 – *Achnanthes biasolettiana* var. *thienemannii* (Hust.) Lange-Bert., 7 – *Psammothidium grischunum* (Wuthrich) Bukht. & Round, 8 – *Cymbella affinis* Kütz.



Ryc. 5. Procentowy udział okrzemek w Jeziorokach Duszatyńskich w oparciu o system klasyfikacji według Van Dam i in. (1994):

pH (1 – acydobiontyczne, 2 – acydofilne, 3 – neutralne, 4 – alkalifilne, 5 – alkalibiontyczne, 6 – nie posiadające określonego optimum, 7 – o nieokreślonych wymaganiach); trofii (1 – oligotroficzne, 2 – oligo-mezotroficzne, 3 – mezotroficzne, 4 – mezo-eutroficzne, 5 – eutroficzne, 6 – hypereutroficzne, 7 – oligo-eutroficzne, 8 – o nieokreślonych wymaganiach); saprobii (1 – oligosaprobowe, 2 – β -mezosaprobowe, 3 – α -mezosaprobowe, 4 – α -mezo-polisaprobowe, 5 – polisaprobowe, 6 – o nieokreślonych wymaganiach).

Fig. 5. Percentage participation of diatoms in the Dusztyńskie Lakes on the basis of classification system by Van Dam et al. (1994):

pH (1 – acidobiontic, 2 – acidophilous, 3 – neutral, 4 – alkaliphilous, 5 – alkalibiontic, 6 – indifferent, no apparent optimum, 7 – unknown); trophic state (1 – oligotraphentic, 2 – oligo-mesotraphentic, 3 – mesotraphentic, 4 – meso-eutraphentic, 5 – eutraphentic, 6 – hypereutraphentic, 7 – oligo- to eutraphentic, 8 – unknown); saprobity (1 – oligosaprobous, 2 – β -mesosaprobous, 3 – α -mesosaprobous, 4 – α -meso-polysaprobous, 5 – polysaprobous, 6 – unknown).

podgórskich i górskich Europy (Krammer 2000), występuje w wodach o odczynie obojętnym, m.in. w źródłach Polski środkowej (Żelazna-Wieczorek 2011). Na terenie Podkarpacia w ekosystemach wodnych oznaczana jest rzadko, natomiast badania prowadzone na glebach w okolicach Tarnowa wykazały, iż lepiej rozwija się w środowisku glebowym osiągając rangę dominanta (Stanek-Tarkowska i in. 2012).

Pozostałe gatunki wymierające występują rzadko na północy Europy oraz w terenach górskich, zwłaszcza w obszarze alpejskim. *Neidium alpinum* i *Sellaphora*

pseudopupula preferują środowiska lekko kwaśne (Karmmer, Lange-Bertalot 1986, Hofmann i in. 2011). *S. pseudopupula* jest gatunkiem kosmopolitycznym, spotykanym w różnych ekosystemach (Piątek 2007). Na terenie Polski oznaczana rzadko, najczęściej w postaci pojedynczych okazów (Piątek 2007, Kawecka 2012, Noga 2012, Noga i in. 2012).

Diploneis parma występował pojedynczo w obydwu Jeziorkach Duszatyńskich. Jest gatunkiem rzadkim na terenie Europy, nordycko-alpejskim, występującym w wodach wapiennych, oligosaprobowych (Hofmann i in. 2011).

Jeziorka Duszatyńskie, to ekosystemy, które powstały w nietypowy sposób, zjawisko sufozji spowodowało osunięcie się materiału skalnego i glebowego, które zatrasowało odpływ wód z potoku Olchowatego. W jęzorzce tego osuwiska utworzyły się dwa, pierwotnie trzy, zbiorniki wodne. Przeprowadzone badania algologiczne wykazały znaczną różnorodność gatunkową okrzemek. Oznaczono gatunki eurytypowe, o szerokim spektrum ekologicznym, ale także preferujące środowiska oligotroficzne i oligosaprobowe. Wyróżniono taksony rzadkie, zagrożone i jak dotąd słabo poznane lub dotychczas nie podawane z Polski. Potwierdza to unikalność ścisłego rezerwatu przyrody „Zwieszło” nie tylko pod względem geomorfologicznym, ale również diatomologicznym.

Literatura

- Gorczyca E., Izmailow B., Krzemień K., Wrońska-Wałach D. 2011. Stan badań geomorfologicznych w Bieszczadach. Roczniki Bieszczadzkie 19: 299–317.
- Harasimiuk M., Henkiel A. 1973. Grawitacyjne struktury pseudotektoniczne w niszy osuwiska w Duszatynie. Ann. UMCS sec. B. 28, 5: 93–106.
- Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H. 2011. Diatomeen im Süßwasser – Benthos vom Mitteleuropa. Bestimmungsflora Kieselalgen für die ökologische Praxis. Über 700 der häufigsten Arten und ihre Ökologie. In: H. Lange-Bertalot (ed.). A.R.G. Gantner Verlag K.G., 908 ss.
- Kardaszewska E. 1968. Osuwisko w Duszatynie. Ann. UMCS sec. B, 23, 1: 1–27.
- Kawecka B. 1971. Zonal distribution of algae communities in streams of the Polish High Tatra Mts. Acta Hydrobiol. 13: 393–414.
- Kawecka B. 1980. Sessile algae in european mountains streams. 1. The ecological characteristics of communities. Acta Hydrobiol. 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 pp.
- Kawecka B., Sanecki J. 2003. *Didymosphenia geminata* in running waters of S Poland – Symptom of change in water quality? Hydrobiol. 495: 193–201.
- Kondracki J. 2001. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa, 463 ss.
- Krammer K. 2000. The genus *Pinnularia*. In: H. Lange-Bertalot (ed.), Diatoms of Europe 1. A.R.G. Ganter Verlag K.G., Vaduz, 703 pp.

- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Naviculaceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning D. Mollenhauer (ed.). Süßwasserflora von Mitteleuropa 2(1) G. Fischer Verlag, Stuttgart – New York, 876 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988. Bacillariophyceae. 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning, D. Mollenhauer (ed.). Süßwasserflora von Mitteleuropa 2(2) G. Fischer Verlag, Stuttgart – New York, 596 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991a. Bacillariophyceae. 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning, D. Mollenhauer (ed.). Süßwasserflora von Mitteleuropa 2(3) G. Fischer Verlag, Stuttgart – Jena, 576 pp.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991b. Bacillariophyceae. 4. Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolate) und *Gomphonema*, Gesamtliteraturverzeichnis. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning, D. Mollenhauer (ed.). Süßwasserflora von Mitteleuropa 2(4) G. Fischer Verlag, Stuttgart – Jena, 437 pp.
- Lange-Bertalot H. 2001. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. *Navicula* sensu stricto, 10 Genera Separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia*. In: H. Lange-Bertalot (ed.). Diatoms of Europe 2 A.R.G. Gartner Verlag. K.G., Vaduz, 526 pp.
- Noga T. 2012. Diversity of diatom communities in the Wisłok River (SE Poland). In: K. Wołowski, I. Kaczmarska, J.M. Ehrman, A.Z. Wojtal (ed.). Phycological Reports: Current advances in algal taxonomy and its applications: phylogenetic, ecological and applied perspective Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Krakow, pp.: 109–128.
- Noga T., Siry K. 2010. Różnorodność flory okrzemek w potoku Łubienka (Pogórze Dynowskie, Polska SE). Zeszyty naukowe PTIE i PTG 12: 75–86.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Kocielska-Streb M., Kowalska S., Ligęzka R., Kloc U., Peszek Ł. 2012. Endangered and rare species of diatoms in running and standing waters on the territory of Rzeszów and the surrounding area. In: J. Kostecka, J. Kaniuczak (ed.), Practical Applications of Environmental Research. Nauka dla Gospodarki nr 3: 331–340.
- Pajączek A., Musiałek M., Pelczar J., Noga T. 2012. Diversity of diatoms in the Mlecza River, Morwawa River and Różanka Stream (tributaries of the Wisłok River, SE Poland), with particular reference to threatened species. In: K. Wołowski, I. Kaczmarska, J.M. Ehrman, A.Z. Wojtal (ed.). Phycological Reports: Current advances in algal taxonomy and its applications: phylogenetic, ecological and applied perspective Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Krakow, pp.: 129–152.
- Piątek J. 2007. Algae of the peat bog in Modliniczka near Kraków (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska Upland, S. Poland). Polish Bot. Stud. 24: 1–74.
- Siemińska J., Wołowski K. 2003. Catalogue of Polish prokaryotic and eucaryotic algae. W. Szafer Intitute of Botany, Polish Academy of Sciences. Kraków, pp. 251.
- Siemińska J., Bąk M., Dziedzic J., Gąbka M., Gregorowicz P., Mrozińska T., Pelechaty M., Owsiany P. M., Pliński M. & Witkowski A. 2006. Red list of the algae in Poland. – In: Z. Mirek, K. Zarzycki, W. Wojewoda, Z. Szeląg (ed.). Red list of plants and

- fungi in Poland W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, pp.: 37–52.
- Stanek-Tarkowska J., Noga T. 2012a. Zbiorowiska okrzemek rozwijające się na glebach pyłowych pod uprawą kukurydzy w rejonie Podkarpacia. *Fragm. Flor. Geobot. Polonica* 19(2): 525–536.
- Stanek-Tarkowska J., Noga T. 2012b. Diversity of diatoms (Bacillariophyceae) in the soil under traditional tillage and reduced tillage. *Inżynieria Ekologiczna* 30: 287–296.
- Stanek-Tarkowska J., Noga T., Kozak E., Peszek Ł. 2012. Communities of diatoms developing on soils of southern Poland. In: A. Hutorowicz, A. Napiórkowska-Krzebietkie (ed.). *Algae in human's environment. Taxonomy, ecology and role in ecological status assessment XXXI International Conference of the Polish Phycological Society*, Olsztyn, 92–93.
- Tambor A., Noga T. 2011. Różnorodność flory okrzemek w rzece Lubcza i potoku Lubenia (Podgórze Rzeszowskie, Polska SE). *Rocznik Przemyski*, T. 47 (3): 105–118.
- Van Dam H., Martens A., Sinkeldam J. 1994. A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from the Netherlands. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* 28(1): 117–133.
- Wołoski K. 2011. Badania wstępne nad eugleninami i innymi glonami torfowiska Wołosate w Bieszczadzkim Parku Narodowym. *Fragm. Flor. Geobot. 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.

Summary

„Zwierzło” nature reserve has status of strict geological reserve, where the main objective of protection are two small lakes, so called Duszatyńskie Lakes, which arose as result of erosional landslide on western slope of Mt Chryszczata.

The objective of this study was to determine the diatom diversity in the Duszatyńskie Lakes. The material was collected in May, 2012 from every available habitats: mud and stones in the Upper Lake, sediments with parts of branches and leafs located near shore in the Lower Lake. In researched material 217 diatom taxa were found altogether, 163 taxa in the Lower Lake, and 161 taxa in the Upper Lake. Five taxa were considered as dominant in the Upper Lake: *Achnantheidium catenatum*, *A. minutissimum* var. *minutissimum*, *Fragilaria leptostauron* var. *leptostauron*, *F. pinnata* var. *pinnata* and *Geissleria declivis*, and only one as dominant taxon in the Lower Lake – *Achnantheidium minutissimum* var. *minutissimum* (over 67% in community).

The majority of species occurred within wide range of pH reaction, trophic state and saproby. Neutral, oligo-eutrphentic and β -mesosaprobous diatoms predominated.

During researches 25 diatoms taxa from Polish Red List of Algae were identified, which constitute 11.5% of total number. Six taxa were considered as endangered (E): *Diploneis parma*, *Neidium alpinum*, *Pinnularia nodosa*, *P. schoenfelderii*, *P. subrupestris* and *Sellaphora pseudopupula*.