

Mateusz Rybak

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

Teresa Noga

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

Lukasz Peszek

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

Received: 31.01.2019

Reviewed: 25.06.2019

ZBIOROWISKA OKRZEMEK (BACILLARIOPHYTA) POTOKU RZECZYCA I JEGO DOPŁYWU (BIESZCZADZKI PARK NARODOWY)

Diatom assemblages (Bacillariophyta) in the Rzeczyca stream
and its tributary (Bieszczady National Park)

Abstract: Studies were carried out in 2013–2015 in the Rzeczyca stream and its unnamed tributary (Western Bieszczady, Eastern Carpathians, Poland). The aim of research was to show a diversity of diatom assemblages. Altogether, 194 taxa occurring on stones and on submerged mosses were identified in the spring and autumn seasons. Twelve of them were very abundant (>5% share in assemblage), including six forming the most numerous populations: *Achnanthes minutissimum* (Kütz.) Czarnecki (<5–50%), *A. pyrenaicum* (Hust.) Kobayasi (5.6–71.9%), *A. thienemannii* (Hust.) Lange-Bert. (<5–12.4%), *Amphora inariensis* Krammer (<5–52.8%), *Cymbella parva* (W. Smith) Kirchner (<5–38.9%), *Odonitium mesodon* (Kütz.) Kütz. (<5–45.5%). The examined material was dominated by alkaliphilous and neutral, mesotrophic and oligo-eutrophic, and beta-mesosaprobic and oligosaprobic species. Among the identified taxa, 28 (14.4%) can be found in the Red List of Polish Algae.

Key words: diatom diversity, streams, protected areas, Eastern Carpathians.

Wstęp

Obszar Bieszczadów Zachodnich, w obrębie których znajduje się Bieszczadzki Park Narodowy, jest dobrze poznany, zarówno pod względem faunistycznym, jak również botanicznym (Górecki, Zemanek 2016), jednak zbiorowiska glonów pozostają nadal słabo zbadane. Dopiero od niedawna prowadzone są na tym obszarze badania algologiczne, koncentrujące się głównie na okrzemkach (Bacillariophyta).

Pierwsze badania nad glonami przeprowadzono w latach 90. XX wieku, w związku z masowym rozwojem okrzemki *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt w górnych odcinkach rzeki San i jej wybranych dopływach (Kaweczka, Sanecki 2003). Badania glonów (ze szczególnym uwzględnieniem euglenin) na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego prowadził Wołoski (2011) na torfowisku Wołosate. Późniejsze badania algologiczne koncentrowały się głównie na zbiorowiskach okrzemek rozwijających się w różnych typach ekosystemów wodnych, tj. w wodach płynących (Żelazna-Wieczorek 2012; Noga i in. 2014b, 2016a,b; Rybak i in. 2017), źródłach (Żelazna-Wieczorek 2012; Żelazna-Wieczorek, Knysak 2017) i torfowisku Wołosate (Rybak i in. 2018).

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie różnorodności gatunkowej zbiorowisk okrzemek rozwijających się w potoku Rzeczyca i jego prawobrzeżnym, bezimiennym dopływie w Bieszczadzkim Parku Narodowym, wraz z określeniem preferencji siedliskowych poszczególnych taksonów oraz wyróżnieniem gatunków rzadkich i zagrożonych.

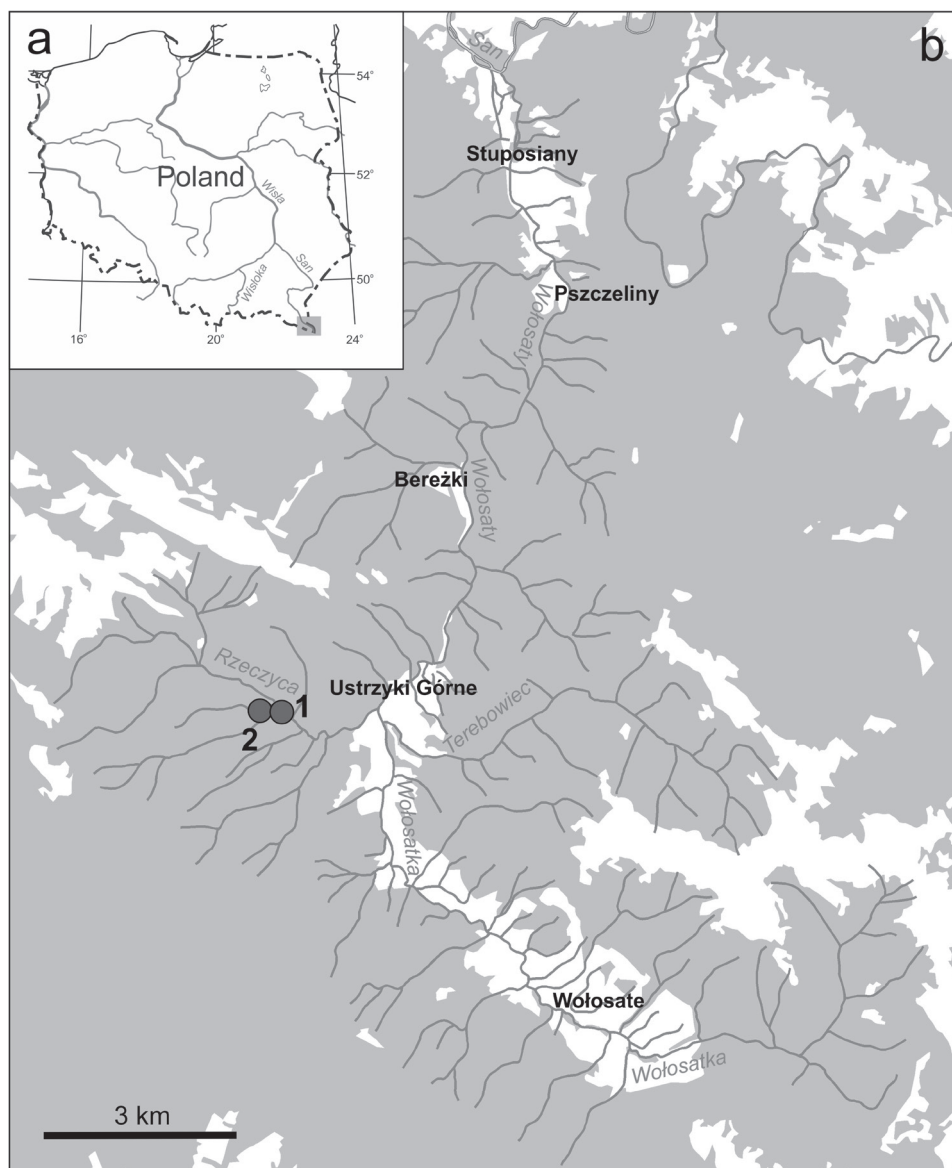
Teren badań

Teren badań należy do Zewnętrznych Karpat Wschodnich (Kondracki 2001), zbudowanych z fliszu karpackiego, a skały osadowe budujące te formacje to głównie: piaskowce, mułowce i margle. Teren parku i otuliny zakwalifikowano do Regionu Klimatu Górskiego, w którym wysokość nad poziomem morza jest czynnikiem decydującym o zróżnicowaniu klimatu tego obszaru. Średnia roczna temperatura powietrza jest niższa niż 7°C, natomiast wysokość opadów wynosi od 1000 do 1140 mm w ciągu roku (Niedźwiedz, Obrębska-Starkłowa 1991; Winnicki, Zemanek 2009; Górecki, Zemanek 2016).

Badania prowadzono na stanowiskach wyznaczonych w środkowym biegu potoku Rzeczyca (stanowisko 1, GPS: N 49,10813°; E 22,62605°; 681 m n.p.m.), w pobliżu szlaku na Wielką i Małą Rawkę, oraz w bezimiennym, prawobrzeżnym dopływie Rzeczyca (stanowisko 2, GPS: N 49,10710°; E 22,62569°; 688 m n.p.m.) (Ryc. 1). Obydwa potoki były zacienione (zwłaszcza dopływ Rzeczyca) przez porastające brzegi drzewa liściaste (głównie buki *Fagus sylvatica* L.) i charakteryzowały się kamienistym dnem, z przewagą średnich i dużych kamieni (co jest typową cechą potoków górskich).

Metodyka

Materiał do badań pobierano w latach 2013–2015, w czterech terminach badawczych (wrzesień 2013, marzec i październik 2014 oraz październik 2015) w potoku Rzeczyca (stanowisko 1) oraz jego dopływie (stanowisko 2). Materiał zeskrobywano z kamieni zanurzonych w wodzie oraz zbierano kępy mchów



Ryc. 1. Lokalizacja terenu badań (a) i rozmieszczenie stanowisk badawczych (b) na potoku Rzeczyca (stanowisko 1) i dopływie Rzeczycy (stanowisko 2).

Fig. 1. Location of study area (a) and sampling sites (b) at Rzeczyca stream – site 1 and tributary – site 2.

zanurzonych w wodzie lub znajdujących się w strefie oprysku (jeśli były dostępne na stanowiskach). Bezpośrednio w terenie mierzono temperaturę wody, odczyn wody oraz przewodnictwo elektrolityczne za pomocą następujących urzą-

dzeń: MARTINI pH56 i MARTINI EC59. Dodatkowo pobrano wodę do analiz chemicznych, które wykonano w Katedrze Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii Uniwersytetu Rzeszowskiego, korzystając z chromatografu jonowego Thermo scientific DIONEX ICS–5000+DC.

Zebrany materiał poddano w laboratorium trawieniu w mieszaninie kwasu siarkowego VI i dichromianu potasu, celem usunięcia zanieczyszczeń organicznych oraz uzyskania czystych pancerzyków okrzemek. Zastosowano standardowe metody używane w tego typu badaniach (Kawecka 1980; Noga i in. 2014a). Następnie oczyszczony materiał wykorzystano do sporządzenia trwałych preparatów mikroskopowych, które zaklejono w żywicy syntetycznej Pleurax (współczynnik załamania światła 1,75).

Okrzemki oznaczano pod mikroskopem świetlnym Carl Zeiss Axio Imager A2 na podstawie następujących prac ikonograficznych: Krammer, Lange-Bertalot (1986, 1988, 1991a,b), Reichardt (1999), Krammer (2002), Werum, Lange-Bertalot (2004), Hofmann i in. (2011), Bąk i in. (2012), Lange-Bertalot i in. (2017).

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

Preferencje ekologiczne okrzemek względem odczynu wody, trofii i saprobii określono w oparciu o klasyfikację Van Dama i in. (1994).

Na podstawie „Czerwonej listy glonów Polski” opracowanej przez Siemińską i in. (2006) wyróżniono taksony zagrożone i rzadkie, na podstawie przyporządkowania oznaczonych okrzemek do odpowiednich kategorii: E – wymierające, V – narażone, R – rzadkie, I – o nieokreślonym stopniu zagrożenia.

Wyniki

Wody badanych potoków charakteryzowały się odczynem zasadowym lub zbliżonym do obojętnego, zawierającym się w przedziale od 6,2 do 8,4. Najniższe pH (6,2 i 6,4) zarówno w Rzeczy, jak i dopływie, zanotowano we wrześniu 2013 roku. Przewodnictwo elektrolityczne badanych wód wynosiło od 66 $\mu\text{S cm}^{-1}$ do 284 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Najniższe wartości stwierdzono w październiku 2014 roku na obydwu stanowiskach (66 i 97 $\mu\text{S cm}^{-1}$) oraz w marcu 2014 roku w dopływie Rzeczy (88 $\mu\text{S cm}^{-1}$). Potok Rzeczy i jego dopływ charakteryzowały się wysoką zawartością tlenu (zawsze powyżej 10 mg l^{-1}), natomiast temperatura wody wahała się od 5,7°C do 10,0°C. Spośród badanych biogenów tylko azotany wykazywały podwyższone wartości, zwłaszcza we wrześniu 2013 roku (7,60 i 8,53 mg l^{-1}). Wartości pozostałych biogenów (NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-}) były niskie, często nawet (jak w przypadku fosforanów) poniżej granicy oznaczalności. Wartości wapnia zmierzone jesienią 2014 i 2015 roku zawierały się w przedziale od 27,52 mg l^{-1} do 39,72 mg l^{-1} (Tab. 1).

Tabela 1. Wartości parametrów fizycznych i chemicznych wód na badanych stanowiskach (1 – Rzeczyca, 2 – dopływ Rzeczycy).

Table 1. The values of physical and chemical parameters of water at sampling sites (1 – Rzeczyca, 2 – Rzeczyca tributary).

Cond. – przewodnictwo elektrolityczne/conductivity

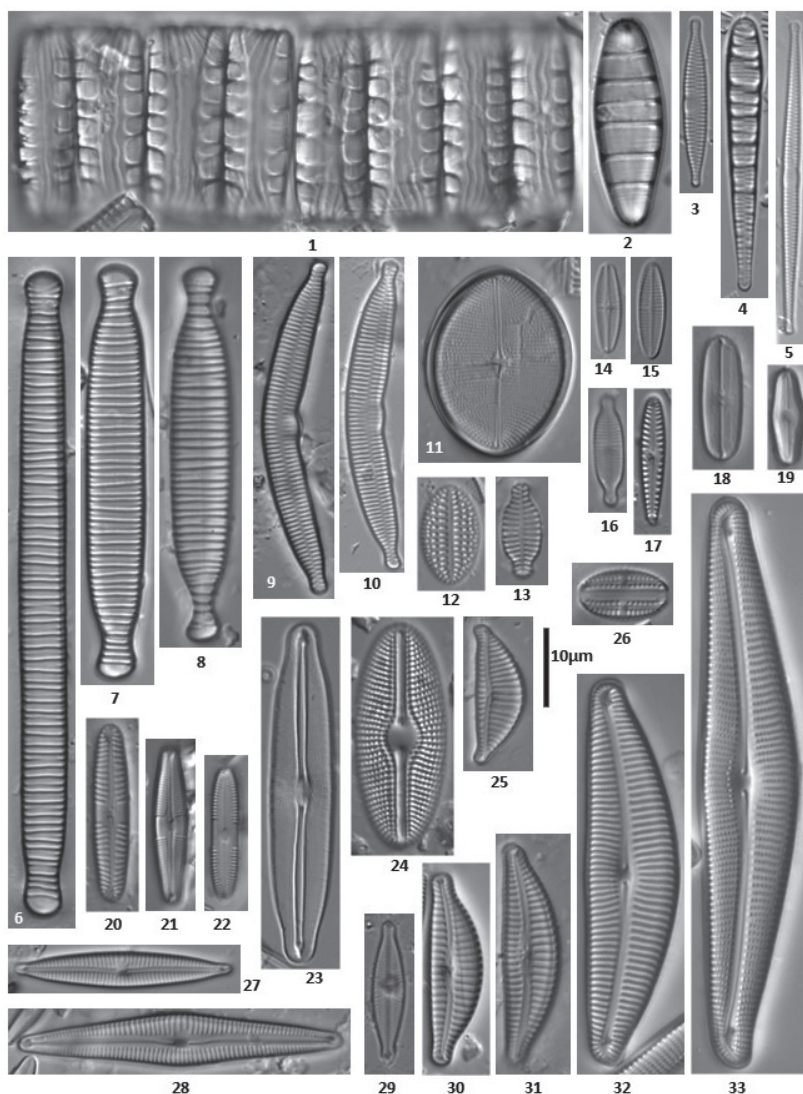
	Wrzesień 2013 <i>September 2013</i>		Marzec 2014 <i>March 2014</i>		Październik 2014 <i>October 2014</i>		Październik 2015 <i>October 2015</i>	
	1	2	1	2	1	2	1	2
T [°C]	9,2	9,0	7,4	5,7	10,0	9,0	7,8	7,8
pH	6,4	6,2	8,4	8,2	8,1	7,6	6,7	7,5
Cond. [μS cm ⁻¹]	284	230	157	88	97	66	277	248
O ₂ [mg l ⁻¹]	–	–	10,60	10,15	10,24	10,52	10,50	10,38
Cl ⁻ [mg l ⁻¹]	5,32	5,09	0,68	0,80	0,60	0,42	1,35	1,04
SO ₄ ²⁻ [mg l ⁻¹]	32,35	23,25	16,61	10,50	16,33	11,58	31,65	26,10
NO ₃ ⁻ [mg l ⁻¹]	7,60	8,53	2,32	3,03	1,78	2,04	3,19	4,67
NH ₄ ⁺ [mg l ⁻¹]	–	–	–	–	0,06	0,06	0,04	0,06
PO ₄ ³⁻ [mg l ⁻¹]	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mg ²⁺ [mg l ⁻¹]	–	–	–	–	5,33	2,93	9,33	7,28
Ca ²⁺ [mg l ⁻¹]	–	–	–	–	39,72	27,52	38,74	34,74

Podczas badań prowadzonych w latach 2013–2015 stwierdzono łącznie 194 taksony okrzemek. Najwięcej taksonów występowało w rodzajach *Navicula* spp. (20), *Nitzschia* spp. (19) i *Gomphonema* spp. (16) (Tab. 2; Ryc. 2, 3).

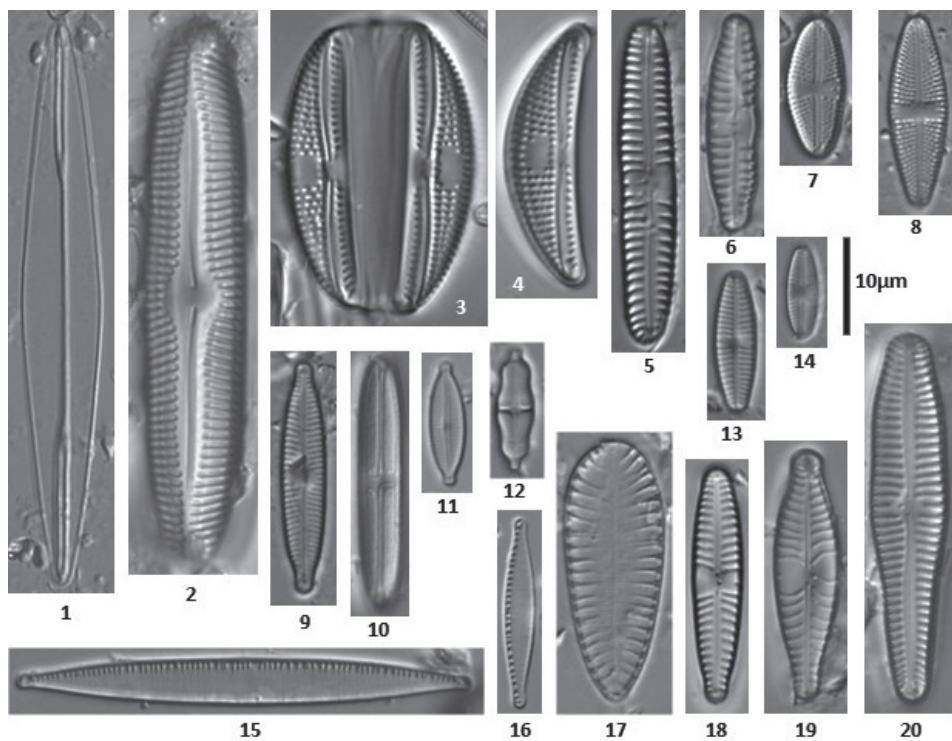
Większe bogactwo taksonomiczne okrzemek w każdym sezonie badawczym występowało w dopływie Rzeczycy, w którym zidentyfikowano łącznie 163 taksony (w Rzeczycy – 137 taksonów). Najwięcej taksonów okrzemek odnotowano w potoku Rzeczyca we wrześniu 2013 roku (94), natomiast najmniej – w marcu 2014 roku (73). W dopływie Rzeczycy najwięcej taksonów oznaczono we wrześniu 2013 roku (102) i październiku 2014 roku (104), najmniej w marcu 2014 roku (82) – Tabela 2.

Rangę gatunku dominującego osiągnęło 12 taksonów okrzemek, z których w potoku Rzeczyca najliczniejsze populacje tworzyły: *Achnantheidium pyrenaicum* (42,7–71,9%), *A. thienemannii* (5,3–12,4%) i *Cymbella parva* (<5–38,9%), natomiast w dopływie – *Amphora inariensis* (<5–52,8%), *Achnantheidium minutissimum* (<5–49,7%) i *Odontidium mesodon* (<5–45,5%).

Na podstawie listy Van Dama i in. (1994) stwierdzono, że w zbiorowisku okrzemek dominowały taksony alkalifilne (od 20,8% w dopływie Rzeczycy we wrześniu 2013 roku do 72,6% w potoku Rzeczyca w październiku 2014 roku)

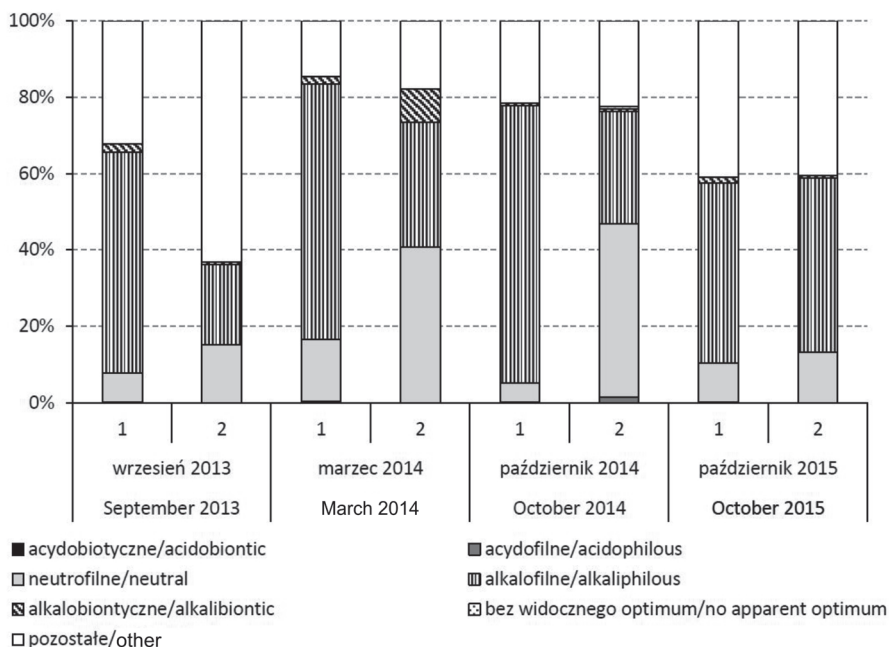


Ryc. 2./Fig. 2. Wybrane gatunki okrzemek stwierdzone w potoku Rzeczyca i jego dopływie / Selected diatom taxa noted in Rzeczyca stream and his tributarity: 1–2 – *Odontidium mesodon*, 3 – *Fragilaria perminuta*, 4 – *Meridion circulare*, 5 – *Fragilaria tenera*, 6–8 – *Diatoma ehrenbergii*, 9–10 – *Hannea arcus*, 11 – *Cocconeis pediculus*, 12 – *C. pseudolin-eata*, 13 – *Karayevia laterostrata*, 14–15 *Achnanthidium pyrenaicum*, 16 – *A. thienemannii*, 17 – *Gomphonema pumilum*, 18 – *Fallacia subhamulata*, 19 – *Humidophila perpusilla*, 20 – *Pinnularia* sp., 21 – *Caloneis lancettula*, 22 – *C. fontinalis*, 23 – *Frustulia vulgaris*, 24 – *Diploneis krammeri*, 25 – *Encyonema ventricosum*, 26 – *Amphora inariensis*, 27 – *Encyonopsis cesatii*, 28 – *Delicata delicatula*, 29 – *Sellaphora hustedtii*, 30 – *Cymbella excisa*, 31 – *C. perparva*, 32 – *C. compacta*, 33 – *C. helvetica*.



Ryc. 3./Fig. 3. Wybrane gatunki okrzemek stwierdzone w potoku Rzeczycy i jego dopływie / Selected diatom taxa noted in Rzeczycia stream and his tributary: 1 – *Amphipleura pellucida*, 2 – *Pinnulara subrupestris*, 3–4 – *Amphora copulata*, 5 – *Reimeria fontinalis*, 6 – *R. sinuata*, 7 – *Luticola frequentissima*, 8 – *L. acidoclinata*, 9 – *Encyonopsis falaisensis*, 10 – *Neidium alpinum*, 11 – *Encyonopsis subminuta*, 12 – *Stauroneis separanda*, 13 – *Geissleria paludosa*, 14 – *Sellaphora atomoides*, 15 – *Nitzschia sublinearis*, 16 – *N. fonticola*, 17 – *Surirella minuta*, 18 – *Gomphonema tergestinum*, 19 – *G. sarcophagus*, 20 – *G. subclavatum*.

i neutrofilne (od 5% w potoku Rzeczycy w październiku 2014 roku do 45,3% w dopływie Rzeczycy w październiku 2014 roku) (Ryc. 4). Pod względem saprobii wody dominowały okrzemki β -mezosaprobowe (od 6,6% w potoku Rzeczycy w marcu 2014 roku do 47,7% w dopływie Rzeczycy w październiku 2014 roku) oraz oligosaprobowe, które najliczniej rozwinęły się w dopływie Rzeczycy w marcu 2014 roku (33,3%) (Ryc. 5). W większości prób zaznaczył się duży udział okrzemek o nieznanych preferencjach ekologicznych, zwłaszcza względem saprobii, głównie w związku z bardzo licznyim rozwojem *Achnanthes pyrenaeicum*, który nie posiada określonych preferencji ekologicznych względem zawartości materii organicznej w wodzie (Ryc. 5). Rozpatrując trofę badanych wód wykazano, że w większości prób dominowały okrzemki mezo-eutroficzne (od

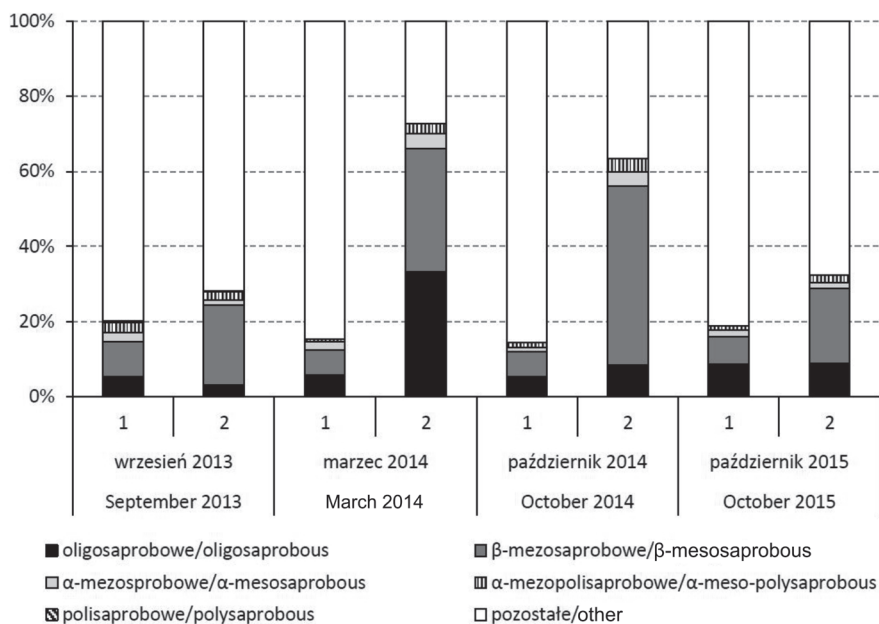


Ryc. 4. Udział taksonów okrzemek [%] na badanych stanowiskach (1 – Rzeczycza, 2 – dopływ Rzeczyczy) pod względem zakresu tolerancji w stosunku do odczynu wody, według klasyfikacji Van Dama i in. (1994).

Fig. 4. Participation of diatom taxa [%] at studied sites (1 – Rzeczycza, 2 – Rzeczycza tributary), with reference to water pH, according to Van Dam et al. (1994) classification.

5,7% w dopływie Rzeczyczy we wrześniu 2013 roku do 64,2% w potoku Rzeczycza w październiku 2014 roku). Ponadto w dopływie Rzeczyczy licznie rozwijały się taksony oligo-eutroficzne (od 14,4% w październiku 2015 roku do 42,1% w październiku 2014 roku) oraz oligotroficzne, których najwięcej występowało we wrześniu 2013 roku (49,5%) i w październiku 2015 roku (32,4%) (Ryc. 6).

Spośród wszystkich oznaczonych okrzemek 28 (tj. 14,4%) stanowiły taksony wpisane na „Czerwoną listę glonów Polski” (Siemińska i in. 2006) (Tab. 2). Najwięcej okrzemek (10 taksonów) odnotowano w kategorii R (rzadkie). W kategorii wymierające (E) stwierdzono 6 taksonów, natomiast w kategorii narażone (V) – 10 taksonów. Tylko dwa taksony przypisano do kategorii I, tj. o nieokreślonym stopniu zagrożenia. Większość okrzemek z „Czerwonej listy glonów Polski” rozwijała się sporadycznie na badanych stanowiskach. *Amphipleura pellucida*, *Cymbella lanceolata*, *Fallacia subhamulata*, *Gomphonema tergestinum* i *Navicula splendicula* identyfikowano w każdej badanej próbce z obu stanowisk, jednak gatunki te występowały nielicznie.

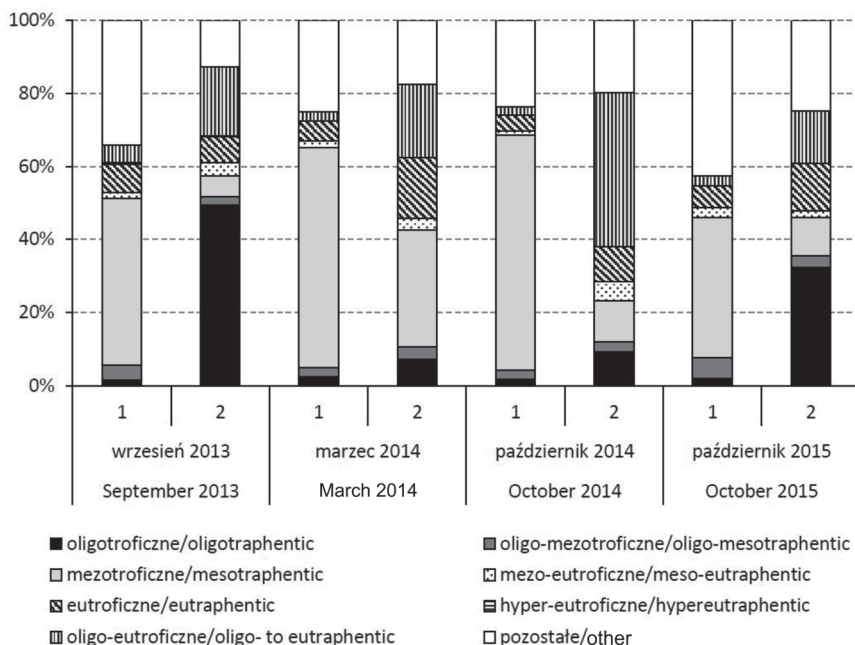


Ryc. 5. Udział taksonów okrzemek [%] na badanych stanowiskach (1 – Rzeczycza, 2 – dopływ Rzeczycy) pod względem zakresu tolerancji w stosunku do saprobii wody, według klasyfikacji Van Dama i in. (1994).

Fig. 5. Participation of diatom taxa [%] at studied sites (1 – Rzeczycza, 2 – Rzeczycza tributary), with reference to saprobity, according to Van Dam et al. (1994) classification.

Dyskusja

Wody powierzchniowe na obszarze Bieszczadzkiego Parku Narodowego charakteryzują się składem kształtowanym przez procesy naturalne, związane z cechami geochemicznymi środowiska i warunkami hydrometeorologicznymi. Wody zaliczane są do typu wodorowęglanowo-wapniowego. Rzeki wykazują niskie stężenia mineralnych form azotu i fosforu, ale w czasie wiosennych wzbrań stężenia jonów azotanowych mogą wzrastać powyżej 4 mg dm^{-3} (Siwek i in. 2011; Rzonca, Siwek 2016). Niniejsze badania wykazały, iż większość badanych parametrów chemicznych odznaczała się niskimi wartościami, z wyjątkiem jonów azotanowych. Najwyższe stężenia jonów azotanowych występowały jednak w okresach jesiennych, zwłaszcza we wrześniu 2013 roku. Sytuacja taka, obserwowana zwłaszcza przy niskich stanach wód, może być związana z ruchem turystycznym, który przekłada się na nasilone zrzuty oczyszczonych ścieków bytowych do rzek i potoków (Rzonca, Siwek 2016).



Ryc. 6. Udział taksonów okrzemek [%] na badanych stanowiskach (1 – Rzeczycza, 2 – dopływ Rzeczyczy) pod względem zakresu tolerancji w stosunku do trofy wody, według klasyfikacji Van Dama i in. (1994).

Fig. 6. Participation of diatom taxa [%] at studied sites (1 – Rzeczycza, 2 – Rzeczycza tributary), with reference to trophy, according to Van Dam et al. (1994) classification.

Potoki, Rzeczycza i jego dopływ, charakteryzowały się dużym bogactwem gatunkowym okrzemek, podobnie jak większość rzek i potoków w Polsce południowo-wschodniej (Noga 2012; Pajęczek i in. 2012; Noga i in. 2013b,c, 2014a; Peszek i in. 2015; Żelazna-Wieczorek, Knysak 2017). Więcej taksonów stwierdzono w potoku Terebowiec – prawobrzeżnym dopływie Wołosatego (260 taksonów), jednak tam prowadzono badania na dwóch stanowiskach (Noga i in. 2016b). Większym bogactwem gatunkowym charakteryzowały się również rzeka San (353 taksony) na obszarze Parku Krajobrazowego Doliny Sanu (Noga i in. 2014b) oraz źródła i źródłowe odcinki dopływów górnego Sanu, w których stwierdzono występowanie około 350 taksonów okrzemek (Żelazna-Wieczorek 2012).

Wody płynące południowej Polski są miejscem liczego występowania *Achnanthes pyrenaicum*, który często jest gatunkiem dominującym (Wojtał 2009, 2013; Kawecka 2012). Również na terenie Podkarpacia takson rozwija się na wielu stanowiskach i tworzy niejednokrotnie masowe populacje (>50%), zwłaszcza w górnych odcinkach cieków (Noga 2012; Pajęczek i in. 2012; Noga i in.

2013b, 2014a,b, 2016b). Takson ten posiada optimum występowania w wodach płynących na terenach górskich i wyżynnych, licznie rozwija się w wodach oligo- do mezotroficznych i bogatych w wapń (Krammer, Lange-Bertalot 1991b; Hofmann i in. 2011; Bąk i in. 2012; Lange-Bertalot i in. 2017). Według Hofmann (1994) jest gatunkiem tolerancyjnym, preferującym wody alkaliczne. Podobnie Van Dam i in. (1994) uważają, iż jest gatunkiem alkalofilnym oraz mezotroficznym. Gatunek ten dominował w obydwu badanych potokach. W potoku Rzeczyca rozwijał się masowo, zwłaszcza w 2014 roku (63,5–71,9%), z kolei w dopływie Rzeczyca jego udział w zbiorowisku był mniejszy (5,6–10,9%). Z większym udziałem w próbie (>90%) był obserwowany tylko w potoku Terebowiec, w okresie jesiennym (Noga i in. 2016b).

Wraz z *Achnantheidium pyrenaicum* w potoku Rzeczyca licznie rozwinął się *Achnantheidium thienemannii*, który osiągał rangę dominanta w każdym sezonie badawczym (5,3–12,4%), z kolei w dopływie Rzeczyca występował zawsze pojedynczo. Gatunek ten ma podobne wymagania siedliskowe do *A. pyrenaicum*, jednak występuje zazwyczaj mniej licznie (Krammer, Lange-Bertalot 1991b). Potoki Rzeczyca wraz z dopływem pod względem parametrów fizyko-chemicznych były do siebie podobne. Stanowisko w potoku Rzeczyca było jednak słabiej zacienione, co mogło sprzyjać liczniejszemu rozwojowi *A. thienemannii*. *Achnantheidium thienemannii* występował w wodach południowej Polski, zwłaszcza w potokach bieszczadzkich (Noga i in. 2016b) i magurskich (Noga i in. 2018), w których często był dominantem. Został stwierdzony także w Jeziorkach Duszatyńskich (Noga i in. 2013a) oraz w kilku potokach tatrzańskich (Kawecka 2012), ale tylko w postaci pojedynczych okryw. Przeprowadzone badania wraz z danymi z literatury wykazują, iż optimum ekologiczne tego gatunku przypada na dobrze natlenione, zasadowe wody, ze średnią do podwyższonej zawartością elektrolitów oraz średnią do podwyższonej zawartością wapnia. Obydwa gatunki *Achnantheidium* tworzą liczne populacje także w rzekach i potokach w północno-zachodniej Rosji. Dane literaturowe wskazują, że *Achnantheidium thienemannii* rozwijał się mniej licznie (14–22% udziału w próbie) w porównaniu do *A. pyrenaicum*, w wodach o odczynie zasadowym (pH: 7,4–7,7), średnim lub podwyższonym przewodnictwie (137–412 $\mu\text{S cm}^{-1}$) oraz relatywnie niskich stężeniach fosforanów i azotanów (Potapova 2006).

Trzecim liczny dominantem w potoku Rzeczyca (sporadycznie występującym w dopływie) była *Cymbella parva*. Gatunek ten preferuje wody oligotroficzne z niską do średniej zawartością elektrolitów, zwłaszcza w obszarze nordycko-alpejskim (Krammer 2002; Lange-Bertalot i in. 2017). *Cymbella parva* osiąga rangę dominanta także w innych potokach na obszarze Bieszczadzkiego Parku Narodowego (Noga i in. 2016b).

Dopływ potoku Rzeczyca charakteryzował się odmienną strukturą dominacji w stosunku do potoku Rzeczyca. Jesienią licznie rozwijała się w nim *Amphora*

inariensis. Jest to gatunek zasiedlający głównie oligotroficzne wody stojące, z niską do średniej zawartością elektrolitów, jednak mogący występować także w innych środowiskach (Krammer, Lange-Bertalot 1986; Hofmann i in. 2011; Bąk i in. 2012; Lange-Bertalot i in. 2017). *Amphora inariensis* znana jest z wielu rzek i potoków Polski południowej (Wojtał 2009, 2013; Kawecka 2012; Noga i in. 2014b) oraz ze źródeł (Żelazna-Wieczorek, Knysak 2017), w których zazwyczaj rozwija się pojedynczo. Bardziej liczne populacje (>10%) tworzyła tylko w niewielkich, zacienionych ciekach, na stanowiskach o niższej temperaturze (Noga i in. 2013c; Peszek 2018). Była głównym dominantem (z udziałem ponad 60%) w potoku Zimna Woda w Beskidzie Niskim (Peszek 2018). Dominowała również w źródle Łagiewniki (>6%) w centralnej Polsce (Żelazna-Wieczorek 2011). Powyższe informacje wskazują, iż *Amphora inariensis* preferuje wody o niższej temperaturze (często była obserwowana w większej liczebności jesienią lub w zimnowodnych źródłach) w miejscach zacienionych (masowy rozwój obserwowano głównie w małych, mocno ocienionych ciekach).

W dopływie Rzeczycy liczne populacje tworzyły także *Achnantheidium minutissimum* (głównie jesienią) oraz *Odontidium mesodon* (wiosną 2014 roku). *Achnantheidium minutissimum* jest jednym z najczęściej notowanych gatunków okrzemek w Europie środkowej, rozwijającym się w różnych typach wód, w których często występuje masowo (Krammer, Lange-Bertalot 1991b; Hofmann i in. 2011; Bąk i in. 2012; Lange-Bertalot i in. 2017). *Odontidium mesodon* jest gatunkiem kosmopolitycznym, preferującym wody oligo- do mezotroficznych, ubogie w elektrolity, neutralne do słabo kwaśnych (Krammer, Lange-Bertalot 1988; Hofmann i in. 2011; Bąk i in. 2012; Lange-Bertalot i in. 2017). Jest gatunkiem powszechnie spotykanym w wodach na południu Polski (Wojtał 2009, 2013; Kawecka 2012; Noga i in. 2014a), znany jest także z wód w centralnej Polsce (Rakowska 2001; Żelazna-Wieczorek 2011). W niewielkich, górskich potokach często jest gatunkiem dominującym (Kawecka 2012). *Odontidium mesodon* może rozwijać się masowo wiosną, zazwyczaj w górnych odcinkach niewielkich potoków i jest wtedy dominantem z najwyższym udziałem w zbiorowisku (Noga, Siry 2010; Noga – dane niepubl.).

Badane potoki charakteryzowały się licznym udziałem okrzemek alkalofilnych (pH>7) lub neutrofilnych (pH zbliżone do 7), mezotroficznych lub mezo-eutroficznych oraz β -mezosaprobowych i oligosaprobowych, wskazujących na wody dobrej jakości, tj. I i II klasy według wskaźnika saprobowości Van Dam i in. (1994). Udział okrzemek z pozostałych grup ekologicznych był niewielki. Podobny udział taksonów w poszczególnych grupach ekologicznych obserwowano w górnym odcinku Sanu (Noga i in. 2014b), w wielu potokach w Beskidzie Niskim (Peszek 2018), a także w Jeziorkach Duszatyńskich (Noga i in. 2013a).

Również udział taksonów rzadkich i zagrożonych, znajdujących się na „Czerwonej liście glonów Polski”, jest podobny do innych bieszczadzskich rzek i

potoków. Klasyfikacja niektórych taksonów (np. *C. lanceolata* i *F. lenzii*) jako rzadkie lub zagrożone w dużej mierze wynikała ze słabego stopnia zbadania siedlisk, zwłaszcza w przypadku stenobiontów. Niektóre gatunki nigdy nie tworzą licznych populacji. Niekiedy taksony rzadko występujące w wodach mogą licznie rozwijać się w innych typach siedlisk np. na glebach – *P. schoenfelderi*, *E. botuliformis* (Siemińska i in. 2006, Noga i in. 2014b, 2016b; Lange-Bertalot i in. 2017).

Przeprowadzone badania wykazały, że potoki Rzeczyca wraz z dopływem charakteryzują się dużym bogactwem gatunkowym i są siedliskiem wielu rzadko notowanych i zagrożonych taksonów okrzemek (ok. 14%). Obszar Bieszczadzkiego Parku Narodowego wraz z terenami otaczającymi składa się głównie z naturalnych zlewni leśnych i jest słabo zaludniony. Brak jest przemysłu i dużych skupisk ludności, natomiast wpływ antropopresji na wody płynące widoczny jest głównie ze strony ruchu turystycznego, w trakcie sezonu letniego. Najważniejsze zagrożenia jakości wód powierzchniowych wynikają z problemów związanych z gospodarką ściekową (Rzonca, Siwek 2016).

Tabela 2. Taksony okrzemek stwierdzone w potoku Rzeczyca (stanowisko 1) i jego dopływie (stanowisko 2) w latach 2013–2015.

Table 2. Diatom taxa recorded in Rzeczyca stream (site 1) and Rzeczyca tributary (site 2) in 2013–2015.

Gatunki dominujące (>5% udziału) wyróżniono na szaro wraz z podaniem liczebności [%] / *Dominant taxa (>5% frequency) are marked in grey, with their abundance [%]*;

Kolumna **Z** zawiera kategorie zagrożeń / *Z column contains endangered category*: E – wymierające / *endangered*, V – narażone / *vulnerable*, R – rzadkie / *rare*, I – o nieokreślonym zagrożeniu / *indeterminate* (wg/acc. Siemińska i in. 2006);

+ oznacza, że dany takson stwierdzono na stanowisku / *+ means that taxa was recorded at sampling site*;

Data / Date	09.2013		03.2014		10.2014		10.2015		Z
Nr stanowiska / Site number	1	2	1	2	1	2	1	2	
<i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarnecki	+	+				+	+		
<i>Achnantheidium atomoides</i> Monnier, Lange-Bert. & Ector	+	+	+			+		+	
<i>Achnantheidium bioretii</i> (Germain) Monnier, Lange-Bert. & Ector				+					
<i>Achnantheidium caledonicum</i> (Lange-Bert.) Lange-Bert.							+		
<i>Achnantheidium daonense</i> (Lange-Bert.) Lange-Bert., Monnier & Ector		+	+	+	+	+	+	+	
<i>Achnantheidium eutrophilum</i> (Lange-Bert.) Lange-Bert.								+	
<i>Achnantheidium lauenburgianum</i> (Hust.) Monnier, Lange-Bert. & Ector	+							+	V

Data / Date	09.2013		03.2014		10.2014		10.2015		Z
Nr stanowiska / Site number	1	2	1	2	1	2	1	2	
<i>Achnanthidium lineare</i> W. Smith		+	+	+	+	+	+	+	
<i>Achnanthidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarnecki	+	11,9	8,1	+	+	49,7	+	+	
<i>Achnanthidium pyrenaicum</i> (Hust.) Kobayasi	49,6	5,6	63,5	6,6	71,9	10,9	42,7	9,6	
<i>Achnanthidium straubianum</i> (Lange-Bert.) Lange-Bert.			+			+			
<i>Achnanthidium subatomus</i> (Hust.) Lange-Bert.			+	+	+		+		
<i>Achnanthidium thienemannii</i> (Hust.) Lange-Bert.	12,4	+	11,8	+	10,7	+	5,3	+	
<i>Amphipleura pellucida</i> (Kütz.) Kütz.	+	+	+	+	+	+	+	+	R
<i>Amphora cimbrica</i> Østrup						+			R
<i>Amphora copulata</i> (Kütz.) Schoeman & Archibald	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Amphora inariensis</i> Krammer	+	52,8	+	+		9,5	+	37,9	
<i>Amphora lange-bertalotii</i> Levkov & Metzeltin		+	+					+	
<i>Amphora pediculus</i> (Kütz.) Grunow		+		+	+		+	+	
<i>Amphora</i> sp.	+	+		+		+		+	
<i>Caloneis alpestris</i> (Grunow) Cleve	+	+			+		+		
<i>Caloneis fontinalis</i> (Grunow) Lange-Bert. & Reichardt	+	+				+		+	R
<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bert. & Witkowski	+	+	+	+		+	+	+	R
<i>Caloneis silicula</i> (Grunow) Cleve							+	+	
<i>Cocconeis neodiminuta</i> Krammer		+							
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	+		+		+		+	+	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb. var. <i>placentula</i>					+				
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehrenb.) Grunow	+	+	+	+	+	+		+	
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i> (Ehrenb.) Van Heurck	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cocconeis pseudolineata</i> (Geitler) Lange-Bert.	+	+		+	+	6,1	+	24,2	
<i>Cyclostephanos dubius</i> (Hustedt) Round		+							
<i>Cyclotella atomus</i> Hust.						+			
<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenb.) Cleve			+						V
<i>Cymbella compacta</i> Østrup	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Cymbella excisa</i> Kütz.					+		+		

[illegible]

Data / Date	09.2013		03.2014		10.2014		10.2015		Z
Nr stanowiska / Site number	1	2	1	2	1	2	1	2	
<i>Eunotia arcus</i> Ehrenb.	+								V
<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenb.) Schaarschmidt		+				+		+	
<i>Eunotia botuliformis</i> Wild, Nörpel & Lange-Bertalot		+				+			E
<i>Eunotia fallax</i> Cleve		+							
<i>Eunotia minor</i> (Kütz.) Grunow		+				+		+	
<i>Eunotia nymanniana</i> Grunow						+			
<i>Eunotia valida</i> Hust.		+							I
<i>Fallacia lenzii</i> (Hust.) Lange-Bert.	+								E
<i>Fallacia subhamulata</i> (Grunow) D.G. Mann	+	+	+	+	+	+	+	+	R
<i>Fragilaria austriaca</i> (Grunow) Lange-Bert.	5		+	+	+	+	+		
<i>Fragilaria delicatissima</i> (W. Smith) Lange-Bert.			+						V
<i>Fragilaria gracilis</i> Østrup	+		+		+	+	5	+	
<i>Fragilaria pararumpens</i> Lange-Bert., Hofmann & Werum	+	+							
<i>Fragilaria perminuta</i> (Grunow) Lange-Bert.		+	+	+	+				
<i>Fragilaria radians</i> (Kütz.) Lange-Bert.			+						
<i>Fragilaria tenera</i> (W. Smith) Lange-Bert.					+	+			V
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kütz.) Petersen	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	+	+		+		+	+	+	
<i>Geissleria acceptata</i> (Hust.) Lange-Bert. & Metzeltin	+	+		+		+	+	+	R
<i>Geissleria paludosa</i> (Hust.) Lange-Bert. & Metzeltin				+					
<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenb.	+						+		
<i>Gomphonema calcifugum</i> Lange-Bert. & Reichardt	+	+	+	+	+	+		+	
<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenb.		+						+	
<i>Gomphonema drutelingeense</i> Reichardt	+			+					
<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenb.							+		
<i>Gomphonema lippertii</i> Reichardt & Lange-Bert.							+		
<i>Gomphonema micropus</i> Kütz.	+		+	+		+	+	+	
<i>Gomphonema minutum</i> (Agardh) Agardh			+	+	+	+			
<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	+	+	+	9,1	+	+	+	+	

Data / Date	09.2013		03.2014		10.2014		10.2015		Z
Nr stanowiska / Site number	1	2	1	2	1	2	1	2	
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	+	+		+	+	+		+	
<i>Gomphonema productum</i> (Grunow) Lange-Bert. & Reichardt		+				+			
<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bert.	+	+	+	5,8	+	7,5	+	5,6	
<i>Gomphonema sarcophagus</i> Gregory		+	+	+	+	+			V
<i>Gomphonema tergestinum</i> (Grunow) Fricke	+	+	+	+	+	+	+	+	I
<i>Gomphonema subclavatum</i> (Grunow) Grunow	+	+		+			+		
<i>Gomphonema</i> sp.		+							
<i>Gyrosigma sciotonense</i> (Sulivant) Cleve					+		+		
<i>Halamphora normanii</i> (Rabenh.) Levkov					+	+			
<i>Halamphora normanii</i> var. <i>undulata</i> (Krasske) Levkov	+	+							
<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenb.) Patrick	+	+	+	+	+	+		+	
<i>Hantzschia abundans</i> Lange-Bert.							+		
<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenb.) Lange-Bert., Metzeltin & Witkowski				+					
<i>Humidophila brekkaensis</i> (Petersen) Lowe, Kociolek, Johansen, Van de Vijver, Lange-Bert. & Kopalová						+			
<i>Humidophila contenta</i> (Grunow) Lowe, Kociolek, Johansen, Van de Vijver, Lange-Bert. & Kopalová		+				+		+	
<i>Humidophila perpusilla</i> (Grunow) Lowe, Kociolek, Johansen, Van de Vijver, Lange-Bert. & Kopalová	+	+	+	+	+	+		+	
<i>Humidophila</i> sp.				+					
<i>Karayevia laterostrata</i> (Hust.) Bukht.			+	+		+		+	
<i>Luticola acidoclinata</i> Lange-Bert.	+	+				+		+	R
<i>Luticola frequentissima</i> Levkov, Metzeltin & Pavlov	+		+	+	+	+	+	+	
<i>Luticola ventricosa</i> (Kütz.) D.G. Mann Morphotype 1							+		
<i>Meridion circulare</i> (Greville) Agardh	+	+	+	11,6	+	+	+	+	
<i>Meridion constrictum</i> Ralfs			+	+		+			
<i>Navicula antonii</i> Lange-Bert.	+			+		+	+		
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain						+			

Data / Date	09.2013		03.2014		10.2014		10.2015		Z
Nr stanowiska / Site number	1	2	1	2	1	2	1	2	
<i>Navicula cincta</i> (Ehrenb.) Ralfs	+								
<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	+	+			+		+		
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bert.	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bert.	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Navicula gregaria</i> Donkin		+	+						
<i>Navicula lundii</i> Reichardt				+				+	
<i>Navicula novaesiberica</i> Lange-Bert.	+				+		+		
<i>Navicula oppugnata</i> Hust.			+	+	+		+	+	R
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	+	+				+	+		
<i>Navicula radiosafallax</i> Lange-Bert.							+		
<i>Navicula recens</i> (Lange-Bert.) Lange-Bert.	+	+	+			+			
<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bert.	+								
<i>Navicula splendicula</i> Van Landingham	+	+	+	+	+	+	+	+	V
<i>Navicula tenelloides</i> Hust.		+						+	
<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bert.						+			
<i>Navicula veneta</i> Kütz.		+							
<i>Neidiomorpha binodiformis</i> (Krammer) Cantonati, Lange-Bert. & Angeli		+							
<i>Neidium alpinum</i> Hust.		+	+						E
<i>Neidium longiceps</i> (Gregory) Ross	+								
<i>Nitzschia acicularis</i> (Kütz.) W. Smith	+								
<i>Nitzschia acidoclinata</i> Lange-Bert.		+	+	+	+	+			
<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bert.		+							
<i>Nitzschia debilis</i> (Arnott) Grunow							+		
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Grunow ssp. <i>dissipata</i>		+	+	+	+	+	+	+	
<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i> (Hantzsch) Grunow	+	+							
<i>Nitzschia draveillensis</i> Coste & Ricard	+						+		
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Nitzschia frustulum</i> (Kütz.) Grunow		+				+	+	+	
<i>Nitzschia hantzschiana</i> Rabenh.		+		+		+			
<i>Nitzschia heufleriana</i> Grunow	+	+		+	+	+	+		
<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W. Smith	+	+		+	+	+	+	+	

Data / Date	09.2013		03.2014		10.2014		10.2015		Z
Nr stanowiska / Site number	1	2	1	2	1	2	1	2	
<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>tenuis</i> (W. Smith) Grunow	+						+		
<i>Nitzschia oligotraphenta</i> (Lange-Bert.) Lange-Bert.		+							
<i>Nitzschia palea</i> (Kütz.) W. Smith		+							
<i>Nitzschia pura</i> Hust.		+							
<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch	+	+			+	+	+	+	
<i>Nitzschia sublinearis</i> Hust.	+		+	+					
<i>Odontidium mesodon</i> (Kütz.) Kütz.	+	+	+	45,5	+	+	+	+	
<i>Pantocsekiella delicatula</i> (Hust.) Kiss & Ács						+			
<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenb.								+	
<i>Pinnularia isselana</i> Krammer		+							
<i>Pinnularia obscura</i> Krasske						+			
<i>Pinnularia schoenfelderi</i> Krammer				+		+		+	E
<i>Pinnularia sinistra</i> Krammer				+					
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenb.) Cleve								+	V
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>angusta</i> Krammer		+							
<i>Pinnularia subrupestris</i> Krammer						+			E
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenb.	+								
<i>Placoneis paraelginensis</i> Lange-Bert.								+	
<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bert.) Round & Bukht.	+	+	+	+		+	+	+	
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson) Round & Bukht.	+	+	+			+		+	
<i>Planothidium biporomum</i> (Hohn & Hellerman) Lange-Bert.				+				+	
<i>Psammothidium grischunum</i> (Wuthrich) Bukht. & Round	+	+		+	+	+	+	+	
<i>Psammothidium montanum</i> (Krasske) Mayama						+			
<i>Reimeria fontinalis</i> Levkov & Ector						+			
<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Reimeria uniseriata</i> Sala, Guerrero & Ferrario	+						+		
<i>Reimeria ovata</i> (Hust.) Levkov & Ector	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (Agardh) Lange-Bert.	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Sellaphora hustedtii</i> (Krasske) Lange-Bert. & Werum						+			V

Data / Date	09.2013		03.2014		10.2014		10.2015		Z
Nr stanowiska / Site number	1	2	1	2	1	2	1	2	
<i>Sellaphora pseudopupula</i> (Krasske) Lange-Bert.		+				+			E
<i>Sellaphora stroemii</i> (Hust.) D.G. Mann	+		+		+	+	+	+	
<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenb.) D.G. Mann					+				V
<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G. Mann	+					+		+	
<i>Stauroneis intricans</i> Van de Vijver & Lange-Bert.				+					
<i>Stauroneis parathermicola</i> Lange-Bert.				+		+		+	
<i>Stauroneis pseudoagrestis</i> Lange-Bert. & Werum		+							
<i>Stauroneis thermicola</i> (Petersen) Lund		+				+			R
<i>Surirella angusta</i> Kütz.	+	+					+		
<i>Surirella minuta</i> Brébisson	+	+	+	+		+			
<i>Ulnaria acus</i> (Kütz.) Lange-Bert.	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	+	+	+	+	+	+	+	+	
Suma taksonów / Total number of taxa	94	102	76	82	73	104	78	91	

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.
- Górecki A., Zemanek B. (red.) 2016. Bieszczadzki Park Narodowy – 40 lat ochrony. Bieszczadzki Park Narodowy, Ustrzyki Górne, 414 ss.
- Hofmann G. 1994. Aufwuchs-Diatomeen in Seen und ihre Eignung als Indikatoren der Trophie. Bibliotheca Diatomologica 30: 1–241.
- 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.
- 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.

- Kondracki J. 2001. Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa, 463 ss.
- Krammer K. 2002. *Cymbella*. W: H. Lange-Bertalot (red.), Diatoms of Europe 3. A.R.G., Gantner Verlag K.G., Rugell, 584 ss.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. Bacillariophyceae. 1. Naviculaceae. W: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning, D. Mollenhauer (red.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2(1), G. Fischer Verlag, Stuttgart – New York, 876 ss.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988. Bacillariophyceae. 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. W: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning, D. Mollenhauer (red.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2(2), G. Fischer Verlag, Stuttgart – New York, 596 ss.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991a. Bacillariophyceae. 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. In: H. Ettl, J. Gerloff, H. Heyning, D. Mollenhauer (red.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2(3), G. Fischer Verlag, Stuttgart – Jena, 576 ss.
- 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 (red.), Süßwasserflora von Mitteleuropa 2(4), G. Fischer Verlag, Stuttgart – Jena, 437 ss.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. 2017. Freshwater benthic diatoms of Central Europe: over 800 common species used in ecological assessments. English edition with updated taxonomy and added species. In: M. Cantonati i in. (red.), Koeltz Botanical Books, Schmitt-Oberreifenberg, 942 ss.
- Niedzwiedz T., Obrębska-Starkłowa B. 1991. Klimat. W: I. Dynowska, M. Maciejewski (red.), Dorzecze Górnej Wisły, część 1. PWN, Warszawa – Kraków, s. 68–84.
- Noga T. 2012. Diversity of diatom communities in the Wisłok River (SE Poland). W: 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, s. 109–128.
- Noga T., Siry K. 2010. Różnorodność flory okrzemek w rzece Lubcza i potoku Lubenia (Podgórze Rzeszowskie, Polska południowo-wschodnia). Zeszyty naukowe PTIE i PTG 12: 75–86.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Pajączek 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., Pajączek A., Peszek Ł., Kochman N., 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(2): 8–23.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Peszek Ł., Pajączek A., Kowalska S. 2013c. Use of diatoms to assess water quality of anthropogenically modified Matysówka stream. Journal of Ecological Engineering 14(2): 1–11.
- Noga T., Kochman N., Peszek Ł., Stanek-Tarkowska J., Pajączek A. 2014a. Diatoms (Bacillariophyceae) in rivers and streams and on cultivated soils of the Podkarpackie Region in the years 2007–2011. Journal of Ecological Engineering 15(1): 6–25.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Pajączek A., Kochman N., Peszek Ł. 2014b. 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., Rybak M., Stanek-Tarkowska J., Pajączek A., Kochman-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., Pajączek A. 2016b. Diversity of diatoms in the natural, mid-forest Terebowiec stream – Bieszczady National Park. Journal of Ecological Engineering 17: 232–247.
- Noga T., Poradowska A., Peszek Ł., Rybak M. 2018. Rare calciphilous diatoms from the genus *Gomphonema* (Bacillariophyta) in lotic waters of SE Poland. Oceanological and Hydrobiological Studies 47(1): 27–40.
- Pajączek A., Musiałek M., Pelczar J., Noga T. 2012. Diversity of diatoms in the Mleczka River, Morwawa River and Różanka Stream (tributaries of the Wisłok River, SE Poland), with particular reference to threatened species. W: K. Wołowski, I. Kaczmarek, 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 s. 129–152.
- Peszek Ł. 2018. Różnorodność zbiorowisk okrzemek i ich wykorzystanie w ocenie jakości wód górnej Wisłoki i wybranych dopływów (Beskid Niski, Magurski Park Narodowy). Praca doktorska, Rzeszów, manuskrypt.
- Peszek Ł., Noga T., Stanek-Tarkowska J., Pajączek A., Kochman-Kędziora N., Pieniążek M. 2015. The effect of anthropogenic change in the structure of diatoms and water quality of the Żołynianka and Jagielnia streams. Journal of Ecological Engineering 16(2): 33–51.
- Potapova M. 2006. *Achnantheidium zhakovschikovii* sp. nov. (Bacillariophyta) and related species from rivers of Northwestern Russia. Nova Hedwigia 82(3–4): 399–408.
- Rakowska B. 2001. Studium różnorodności okrzemek ekosystemów wodnych Polski niżowej. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, 77 ss.
- Reichardt E. 1999. Zur Revision der Gattung *Gomphonema*. Die Arten um *G. affine/insigne*, *G. angustatum/micropus*, *G. acuminatum* sowie gomphonemoide Diatomeen aus dem Oberoligozän in Böhmen. Iconographia Diatomologica 8: 1–203.
- Rybak M., Noga T., Stanek-Tarkowska J. 2017. Występowanie okrzemek z rodzaju *Psammothidium* Bukhtiyarova & Round i wybranych gatunków z rodzaju *Achnantheidium* Kütz. w potokach bieszczadzkich. Roczniki Bieszczadzkie 25: 339–354.
- Rybak M., Poradowska A., Kochman-Kędziora N., Peszek Ł., Noga T., Stanek-Tarkowska J. 2018. Okrzemki (Bacillariophyta) torfowiska Wołosate (Bieszczadzki Park Narodowy). Roczniki Bieszczadzkie 26: 169–183.
- Rzonca B., Siwek J. 2016. Wody – warunki hydrologiczne Bieszczadzkiego Parku Narodowego. W: A. Górecki, B. Zemanek (red.), Bieszczadzki Park Narodowy – 40 lat ochrony. Bieszczadzki Park Narodowy, Ustrzyki Górne, s. 69–78.
- Siemińska J., Bąk M., Dziedzic J., Gąbka M., Gregorowicz P., Mrozińska T., Pełchaty M., Owsiany P.M., Pliński M., Witkowski A. 2006. Red list of the algae in Poland – Czerwona lista glonów w Polsce. W: 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.
- Siwek J., Rzonca B., Płaczowska E., Plenzler J., Jaśkowiec R. 2011. Aktualne kierunki badań hydrologicznych w Bieszczadach Wysokich. Roczniki Bieszczadzkie 19: 285–298.

- 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.
- Werum M., Lange-Bertalot H. 2004. Diatoms in springs from Central Europe and elsewhere under the influence of hydrogeology and anthropogenic impacts. *Iconographia Diatomologica* 13: 3–417.
- Winnicki T., Zemanek B. 2009. Nature in the Bieszczady National Park. Bieszczady National Park, Ustrzyki Dolne, 178 pp.
- Wojtal A.Z. 2009. Diatom flora of the Kobylanka stream near Kraków (Wyżyna Krakowsko-Częstochowska Upland, S Poland). *Polish Bot. Journal* 54(2): 129–330.
- 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.
- 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 material for study was collected from the Rzeczyca stream and its unnamed tributary in the years 2013–2015, in four research seasons (spring and autumn). The aim of study was to present species diversity of diatom assemblages together with the distinction of rare and endangered species.

The chemical parameters of waters of the Rzeczyca and its tributary were characterized by alkaline or circumneutral pH (6.2–8.4), low or average electrolytic conductivity values 66–284 $\mu\text{S cm}^{-1}$, and low concentration of ions, except nitrate ions (1.78–8.53 mg l^{-1}). Increased concentrations of nitrate ions occurred in autumn periods often at low water levels. It can be associated with tourism, which may be a reason of an increased discharges of treated municipal sewage to rivers and streams.

Altogether, 194 diatom taxa were found, from which 12 were dominants (>5% share in the assemblage). In the Rzeczyca, the most numerous populations were formed by: *Achnantheidium pyrenaicum* (42.7–71.9%), *A. thienemannii* (5.3–12.4%) and *Cymbella parva* (<5–38.9%), while in the tributary – *Amphora inariensis* (<5–52.8%), *Achnantheidium minutissimum* (<5–49.7%) and *Odon-*

tidium mesodon (<5–45.5%). The studied streams were characterized by a large proportion of alkaliphilous (pH>7) or neutral (pH close to 7) diatoms. Diatom indicates of good water quality, mesotrophic or mesoeutrophic and β -mezosaprobic and oligosaprobic were dominated. The 28 (i.e. 14.4%) taxa of diatoms from the Red List of Polish Algae were found in the examined material.