

## SPIS TREŚCI

<b>2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe</b>	<b>2</b>
<b>3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych</b>	<b>2</b>
<b>4. Wskazanie osiągnięcia naukowego</b>	<b>3</b>
a) tytuł osiągnięcia naukowego	3
b) publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego	3
c) omówienie osiągnięcia naukowego	5
4.1 Wprowadzenie	5
4.2 Cel i zakres badań	8
4.3 Różnorodność i struktura dominacji zbiorowisk okrzemek w wodach Polski południowo-wschodniej	10
4.4 Taksony rzadkie i zagrożone w Polsce południowo-wschodniej	11
4.5 Taksony nowe dla Polski	14
4.6 Podsumowanie najważniejszych wyników prezentowanego osiągnięcia naukowego	18
<b>5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych</b>	<b>21</b>
5.1 Przed doktoratem	21
5.2 Po doktoracie	21
5.3 Podsumowanie osiągnięć naukowych, dydaktycznych i popularyzujących naukę	30
5.3.1 Osiągnięcia naukowe	30
Zestawienie liczbowe dotyczące publikacji naukowych	32
5.3.2 Osiągnięcia dydaktyczne	33
5.3.3 Inne osiągnięcia popularyzujące naukę	33
<b>Literatura</b>	<b>34</b>

## 1. IMIĘ I NAZWISKO

TERESA NOGA

## 2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE

### 2005 – doktor nauk biologicznych w zakresie biologii

Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Jagielloński

tytuł rozprawy doktorskiej: *„Różnorodność flory okrzemek w wodach płynących na terenie Działów Orawskich i Kotliny Orawskiej”*,

promotor: prof. dr hab. Barbara Kawecka

### 2001 – magister biologii

Wydział Biologii i Nauk o Ziemi, Uniwersytet Jagielloński

tytuł rozprawy magisterskiej: *„Zespoły okrzemek w Potoku Puchalskiego, (Wyspa Króla Jerzego, Szetlandy Południowe, Antarktyka)”*,

promotor: prof. dr hab. Maria A. Olech

## 3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH

### od 01.10.2018 – adiunkt w grupie badawczo-dydaktycznej,

Katedra Gleboznawstwa Chemii Środowiska i Hydrologii, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski

### 01.10.2016–30.09.2018 – asystent,

Katedra Gleboznawstwa Chemii Środowiska i Hydrologii, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski

### 01.11.2005–30.09.2016 – adiunkt,

Zakład Biologicznych Podstaw Rolnictwa i Edukacji Środowiskowej, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski

**4. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO** wynikającego z art. 16 ust. 2 z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. Dz. U. z 2016 r. poz. 1311).

a) tytuł osiągnięcia naukowego

**Rzadkie, zagrożone i nowe dla Polski taksony okrzemek w aspekcie różnorodności gatunkowej zbiorowisk ze szczególnym uwzględnieniem unikalnych i niezbadanych siedlisk obszarów chronionych (Polska południowo-wschodnia)**

b) cykl 10 oryginalnych publikacji naukowych, wchodzących w skład osiągnięcia naukowego opublikowanych w latach 2012–2019

[1.] **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. (ss. 109–128). Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Krakow.

punkty MNiSW=5

udział procentowy habilitanta w przygotowaniu pracy: 100%

[2.] **Noga T., Stanek-Tarkowska J., Pajączek A., Peszek Ł.** 2013a. New records of *Geissleria declivis* (Hust.) Lange-Bert. (Bacillariophyceae) in Europe, the first in Poland. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 42(4): 480–485.

IF=0,867

punkty MNiSW=15

udział procentowy habilitanta w przygotowaniu pracy: 90%

[3.] **Noga T., Peszek Ł., Stanek-Tarkowska J., Pajączek A.** 2014a. The *Pinnularia* genus in south-eastern Poland with consideration of rare and new taxa to Poland. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 43(1): 77–99.

IF=0,67

punkty MNiSW=15

udział procentowy habilitanta w przygotowaniu pracy: 85%

[4.] **\*Noga T., Kochman N., Peszek Ł., Stanek-Tarkowska J., Pajączek A.** 2014b. 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.

punkty MNiSW=7

udział procentowy habilitanta w przygotowaniu pracy: 80%

[5.] **Noga T., Stanek-Tarkowska, Peszek Ł., Pajączek A., Kochman N., Zubel R.** 2014f. 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.

IF=0,67

punkty MNiSW=15

udział procentowy habilitanta w przygotowaniu pracy: 85%

[6.] **Noga T.**, Stanek-Tarkowska J., Kochman-Kędziora N., Pajączek A., Peszek Ł. 2016a. The inside of a dam as an unusual habitat for two rare species of *Gomphosphenia* – *G. fontinalis* and *G. holmquistii*. *Diatom Research* 31(4): 379–387.

IF=1,677

punkty MNiSW=25

udział procentowy habilitanta w przygotowaniu pracy: 85%

[7.] **\*Noga T.**, Stanek-Tarkowska J., Rybak M., Kochman-Kędziora N. 2017b. Morphology of *Reimeria ovata* (Hust.) Levkov & Ector in comparison with similar *Reimeria* species. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 46(1): 123–131.

IF=0,461

punkty MNiSW=15

udział procentowy habilitanta w przygotowaniu pracy: 90%

[8.] **\*Noga T.**, Stanek-Tarkowska J., Kochman-Kędziora N., Rybak M., Peszek Ł., Pajączek A. 2017c. *Luticola frequentissima* Levkov, Metzeltin & Pavlov – morphological and ecological characteristic of population from Southern Poland. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 46(2): 237–243.

IF=0,461

punkty MNiSW=15

udział procentowy habilitanta w przygotowaniu pracy: 75%

[9.] **\*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.

IF=0,461

punkty MNiSW=15

udział procentowy habilitanta w przygotowaniu pracy: 85%

[10.] **\*Noga T.** 2019. Valuable habitats of protected areas in south Poland – a source of rare and poorly known diatom species. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 1(88): DOI: 10.5586/asbp.3595.

IF=0,876 (za 2017 rok)

punkty MNiSW=25

udział procentowy habilitanta w przygotowaniu pracy: 100%

\*autor korespondencyjny

**suma punktów IF = 6,143**

**suma punktów MNiSW (lista A+B) = 152; (lista A) = 140**

c) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

#### 4.1 WPROWADZENIE

Obserwowane w ostatnich latach zainteresowanie różnorodnością biologiczną, rozumianą jako zmienność wewnątrzgatunkowa (pula genowa), międzygatunkowa (skład gatunkowy) i ponadgatunkowa (ekosystemy i krajobrazy) wszystkich organizmów na Ziemi (Andrzejewski, Weigle 2003) spowodowane jest m.in. zmniejszaniem się naturalnej różnorodności pod wpływem działalności człowieka. Na stan różnorodności biologicznej wpływają zarówno warunki fizyczno-geograficzne, jak też rodzaje i stopień oddziaływania człowieka (w tym także podejmowane działania ochronne). Sama ochrona różnorodności biologicznej prowadzona jest w obszarach o różnej formie ochrony, w tym m.in. w parkach narodowych i krajobrazowych, rezerwach przyrody, obszarach chronionego krajobrazu czy obszarach Natura 2000, w których ochronie podlegają wszystkie typy ekosystemów (w tym rzadkie, ginące i zagrożone) wraz z bogactwem gatunkowym flory i fauny.

Na terenie Polski południowo-wschodniej w obrębie województwa podkarpackiego formy ochrony przyrody zajmują 44,5% powierzchni województwa, z tego względu jest to wyjątkowo cenny region pod względem wartości przyrodniczych. Oprócz dwóch parków narodowych – Bieszczadzkiego i Magurskiego, na wymienionym obszarze znajduje się 10 parków krajobrazowych, 94 rezerwaty przyrody, 13 obszarów chronionego krajobrazu oraz 63 obszary Natura 2000 (w tym 7 obszarów specjalnej ochrony ptaków, 55 specjalne obszary ochrony siedlisk i 1 obszar ptasi i siedliskowy o wspólnych granicach). Występują tu także liczne pomniki przyrody, użytki ekologiczne, stanowiska dokumentacyjne i zespoły przyrodniczo-krajobrazowe. Ponadto część obszarów chronionych została objęta ochroną w ramach światowych sieci obszarów chronionych. Unikatowe walory przyrodnicze Bieszczadów przyczyniły się do utworzenia na tym terenie w roku 1992 Międzynarodowego Rezerwatu Biosfery „Karpaty Wschodnie” (Rogała, Marcela 2012).

Rozpatrując różnorodność biologiczną pod kątem zachowania pierwotnie występujących gatunków oraz zbiorowisk, Polska na tle innych krajów europejskich, wyróżnia się relatywnie większą różnorodnością biologiczną, chociaż należy tylko do jednej (leśnej) prowincji biogeograficznej Europy Środkowej (zaledwie niewielka południowa część kraju wchodzi w skład prowincji górskiej). Podstawą bogactwa przyrodniczego jest zróżnicowanie krajobrazowe, które jest wynikiem działalności czynników naturalnych (m.in. położenie kraju pomiędzy górami a morzem, przejściowy typ klimatu, a także zróżnicowana

rzeźba terenu i bogata sieć hydrologiczna) oraz związanych z działalnością człowieka (w wielu krajach Europy krajobrazy naturalne lub zbliżone do naturalnych przetrwały niemal wyłącznie w wysokich górach, natomiast w Polsce występują także na obszarach nizinnych, zwłaszcza we wschodniej i północnej części kraju, często zachowane w dobrym stanie) (Matuszkiewicz 2008, Kożuchowski 2011, Symonides 2014).

W poszczególnych regionach kraju stan zachowania dziedzictwa przyrodniczego jest zróżnicowany. W Polsce północno-wschodniej występują jeszcze gatunki, które w innych regionach Europy zostały uznane za zagrożone wyginięciem lub wręcz wymarłe (Rakowska 2001, Andrzejewski, Weigle 2003, Symonides 2014).

Podobnie stopień zbadania glonów w Polsce jest nierównomierny, według Siemińskiej i in. (2006) oraz Wołowskiego (2003), najlepiej poznane są zbiorowiska glonów w południowej Polsce (rzeki, potoki i jeziora tatrzańskie, potoki i stawy krasowe na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej oraz stawy karpiove i zbiorniki zaporowe), obszar Pojezierza Mazurskiego, Niziny Mazowieckiej, Niziny Szczecińskiej i rozlewiska Odry oraz zachodniej części Bałtyku, jeziora Wielkopolski i Pojezierza Pomorskiego oraz teren Wyżyny Lubelskiej. Do niedawna brakowało danych na temat występowania glonów z terenów południowo-wschodniej Polski. W ostatnich latach pojawiły się opracowania monograficzne dotyczące zbiorowisk okrzemek rozwijających się w potokach tatrzańskich (Kawecka 2012) oraz w źródłach południowej Polski (Wojtal 2013). Natomiast w Polsce południowo-wschodniej jedyne badania, prowadzone w latach 90-tych w zlewni górnego Sanu, dotyczyły tylko masowego rozwoju okrzemki *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt w rzece San i wybranych dopływach (Kawecka, Sanecki 2003, Whitton i in. 2009).

Wiele danych algologicznych pochodzi z historycznych źródeł lub niedostatecznie udokumentowanych (Siemińska i in. 2006), w związku z tym badania wymagają pogłębionych i krytycznych weryfikacji, także z zastosowaniem nowoczesnych narzędzi badawczych (w tym m.in. mikroskopii elektronowej). Poznanie bogactwa flory różnych grup systematycznych glonów oraz zmian zachodzących w ich składzie wymaga prowadzenia stałego monitoringu lub cyklicznych obserwacji na wybranych terenach. Nie ma kraju na świecie, który posiada pełną dokumentację zbiorowisk wszystkich grup glonów. Wciąż nie jest opracowana ochrona prawna przedstawicieli różnych grup glonów, które często można chronić tylko poprzez ochronę siedlisk, w których się rozwijają. Ochroną prawną w Polsce objęte są tylko pojedyncze gatunki krasnorostów i brunatnic oraz ramienice (Wołowski 2003, Kepel i in. 2013). Na podstawie aktualizacji list gatunków roślin objętych ochroną gatunkową

(Kepel i in. 2013, Dz.U. 2014 poz. 1409) postanowiono włączyć do ochrony ścisłej kilka gatunków glonów z rodzajów ramienica (*Chara*) i krynicznik (*Nitella*) oraz jedyne gatunku z rodzaju *Nitellopsis* – krynicznicę tępej (*N. obtusa* (N.A. Desvaux) J. Groves), m.in. ze względu na ochronę ginącego siedliska jezior ramienicowych. Nie zaproponowano uzupełnienia o gatunki z innych grup systematycznych, ponieważ uważa się, iż obecnie nadal brak jest wystarczających danych dotyczących stopnia rozpoznania występowania. Autorzy proponują wszystkie słodkowodne glony podlegające ochronie prawnej umieścić w ochronie „częściowej”, ze względu na ich częste współwystępowanie, niepełne rozpoznanie częstotliwości występowania oraz specyfikę siedlisk.

Okrzemki są mikroskopijnymi, jednokomórkowymi organizmami, żyjącymi pojedynczo lub w koloniach, których protoplast okrywa sztywny, krzemionkowy pancerzyk, zwany także skorupką (pektynowa ściana komórkowa wysycona uwodnioną krzemionką). Kształt, rozmiar oraz ornamentacja okryw są istotnymi cechami diagnostycznymi, umożliwiającymi identyfikację okrzemek do gatunku. Te mikroskopijne organizmy mają olbrzymi udział w produkcji pierwotnej. Wiele z nich posiada zasięg kosmopolityczny i podobną ekologię na całym świecie. Wrażliwość i stopień tolerancji na wiele czynników środowiskowych (tj. temperatura, światło, wilgotność, odczyn, zasolenie, zawartość tlenu, biogenów i in.) sprawia, że okrzemki uznano za jedno z najlepszych wskaźników stanu środowiska, reagujących na zmiany stopnia zakwaszenia, warunków troficznych czy saprobowości. Dzięki wytwarzaniu bardzo trwałych i dobrze zachowujących się w osadach dennych ścian komórkowych, stanowią ważny element we florze kopalnej (tzw. diatomit lub inaczej „ziemia okrzemkowa”) i wykorzystywane są w badaniach archeologicznych, geologicznych oraz paleolimnologicznych. Analiza okrzemkowa pozwala określić wiek osadów, jest jedną z metod badania historii zbiorników wodnych i służy do śledzenia zmian jakim podlegają ekosystemy (Bogaczewicz-Adamczak 1990, Rakowska 2001, Pliński, Witkowski 2009, Smol, Stoermer 2010).

Okrzemki klasyfikowane są w zależności od przyjętego systemu jako klasa Bacillariophyceae w gromadzie Heterokontophyta (Van den Hoek i in. 1995), lub jako oddzielna gromada Bacillariophyta (Round i in. 1990). W systemie Cavaliera-Smitha (2004) typ Bacillariophyta należy do podkrólestwa Heterokonta w królestwie Chromista. Mann w 1999 roku podał, iż na świecie opisano około 10 000 gatunków okrzemek, jednak liczba nowo opisywanych gatunków stale wzrasta. Obecnie liczbę okrzemek na świecie szacuje się pomiędzy 100 000 a 200 000 gatunków (Mann i in. 2016). Liczba taksonów okrzemek

morskich i słodkowodnych podawanych z terenu Polski wynosiła do niedawna około 3 100, z tego około 70 stanowiły taksony opisane jako nowe dla nauki (Wołowski 2003). Dane te są stale weryfikowane i uaktualniane w oparciu o nowe metody i techniki badawcze.

Współcześnie coraz częściej wykorzystywane są markery molekularne do identyfikacji organizmów żywych, czyli tzw. metoda metabarkodingu, która jest postrzegana jako wielka szansa na postęp w badaniach różnorodności biologicznej. Na świecie jednak niewiele ośrodków prowadzi tego typu badania, m.in. ze względu na duże nakłady finansowe i znaczne ilości danych do przeanalizowania (Witkowski i in. 2016, Vasselon i in. 2017).

#### 4.2 CEL I ZAKRES BADAŃ

Polska południowo-wschodnia wyróżnia się na tle całego kraju jako region dzikiej i bogatej przyrody z rozległymi i dobrze zachowanymi kompleksami leśnymi oraz rzekami płynącymi w naturalnych dolinach. Obszar jest słabo zaludniony, w większości są to ekosystemy naturalne bądź zmienione w niewielkim stopniu, niektóre fragmenty zachowały niemal pierwotny charakter.

Podstawową sieć rzeczną tworzy Wisła z dwoma dużymi dopływami: San i Wisłoka, które należą do zlewiska Bałtyku. Najzasobniejszą w wodę karpacką rzeką jest San (443,4 km długości), którego źródła znajdują się na terenie Ukrainy. Zlewnia Sanu posiada charakter górski (ponad 75% stanowią lasy) a znaczny procent zajmują tereny chronione. Najdłuższym dopływem Sanu jest Wisłok (228,5 km), który bierze początek w Beskidzie Niskim, podobnie jak rzeka Wisłoka (163,6 km). Wszystkie największe rzeki województwa mają w górnych biegach charakter górski, a ich dorzecza są niezwykle cenne pod względem przyrodniczym.

Polska południowo-wschodnia pozostawała do niedawna „białą plamą” pod względem badań algologicznych na tle pozostałych części kraju. Badania nad różnorodnością zbiorowisk okrzemek na tym terenie prowadziłam głównie w rzekach i potokach w dolinie Wisłoka, Wisłoki i Sanu oraz na obszarach objętych różną formą ochrony, tj. w parkach narodowych – Bieszczadzkim, Magurskim i Roztoczańskim, rezerwatach przyrody Zwierzło i Międzyrzeki, Wschodniobeskidzkim Obszarze Chronionego Krajobrazu oraz obszarach Natura 2000. Należy podkreślić, że każdy z wymienionych Parków posiada bogatą dokumentację naukową, przyrodniczą i historyczną, przedstawioną w obszernych opracowaniach monograficznych (Górecki, Zemanek 2009, 2016, Grabowski i in. 2015), jednak w każdym brak jest jakichkolwiek informacji na temat glonów, w tym także okrzemek.



Wszystko to razem sprawia, że badane tereny są niezwykle cenne i zasługują na szczególną uwagę, zwłaszcza że parki narodowe są w dzisiejszych czasach często jedynymi ostojami, w których negatywne oddziaływanie człowieka jest ograniczone, umożliwiając przetrwanie gatunkom wrażliwym o wąskich i specyficznych wymaganiach ekologicznych.

Powyższe przesłanki skłoniły mnie do podjęcia badań nad różnorodnością zbiorowisk okrzemek w różnych typach siedlisk. Przez ostatnie dziesięć lat kontynuowałam kompleksowe badania poruszające problematykę taksonomiczną, ekologiczną i bioindykacyjną w tej grupie mikroorganizmów.

Zakres badań obejmował różnorodność zbiorowisk okrzemek w siedliskach o dużym stopniu naturalności w obrębie różnych ekosystemów wodnych (wody płynące, naturalne jeziora osuwiskowe, torfowiska) (Noga 2012 [1], Noga i in. 2014b [4]) oraz problematykę związaną z taksonami nowymi dla Polski (Noga i in. 2013a [2], 2014a [3], 2014f [5], 2016a [6], 2017b [7], 2017c [8], 2018 [9], 2019 [10]), a także taksonami rzadkimi i zagrożonymi na obszarze południowo-wschodniej Polski (Noga i in. 2014a [3], 2018 [9], 2019 [10]). Badaniami objęto również obiekt hydrotechniczny – wewnątrz zapory wodnej w Solinie na rzece San, na terenie Wschodniobeskidzkiego Obszaru Chronionego Krajobrazu (Noga i in. 2016a [6]).

Celem podjętych badań i prezentowanego osiągnięcia naukowego jest:

- 1) przedstawienie różnorodności gatunkowej oraz struktury zbiorowisk okrzemek zasiedlających różne typy ekosystemów wodnych o różnym gradiencie warunków siedliskowych w Polsce południowo-wschodniej (Noga 2012 [1], Noga i in. 2014b [4]),
- 2) wyróżnienie taksonów rzadkich, szczególnie cennych ze względu na niewielką liczbę notowań na świecie oraz zagrożonych (głównie na terenach chronionych – w parkach narodowych i rezerwach przyrody), wraz z opisem morfologicznym i charakterystyką autekologiczną (Noga i in. 2014a [3], 2018 [9], 2019 [10]),
- 3) wyróżnienie taksonów nowych dla Polski z podaniem szczegółowej charakterystyki morfologicznej i autekologicznej (Noga i in. 2013a [2], 2014a [3], 2014f [5], 2016a [6], 2017b [7], 2017c [8], 2018 [9], 2019 [10]),
- 4) pełne opracowanie dokumentacji metryczno-morfologicznej z wykorzystaniem metod i technik mikroskopii świetlnej LM i skaningowej mikroskopii elektronowej SEM dla wielu nowych i rzadkich gatunków oraz uzupełnienie charakterystyki morfologicznej gatunków: *Geissleria declivis*, *Gomphosphenia holmquistii*, *Eunotia minutula*, *Fallacia sublucidula*

i wykonanie dla wymienionych gatunków po raz pierwszy opisów ultrastruktury okryw w SEM wraz z pełną dokumentacją fotograficzną (2013a [2], 2014f [5], 2016a [6], 2017b [7], 2017c [8], 2019 [10]),

5) podano również nowe, nieznane wcześniej aspekty ekologii gatunków *Geissleria declivis*, *Gomphosphenia holmquistii*, *Eunotia minutula* i *Fallacia sublucidula*, m.in. nowe siedliska występowania, zwłaszcza że wszystkie, z wyjątkiem *Fallacia sublucidula*, znane są z pojedynczych notowań na świecie (2013a [2], 2016a [6], 2019 [10]).

#### 4.3. RÓŻNORODNOŚĆ I STRUKTURA DOMINACJI ZBIOROWISK OKRZEMEK W WODACH POLSKI POŁUDNIOWO-WSCHODNIEJ

Badania prowadzone na terenie Polski południowo-wschodniej wykazały, że obszar ten wyróżnia się w skali kraju bardzo dużym bogactwem gatunkowym okrzemek (Noga 2012 [1], Noga i in. 2014b [4]). Opublikowana w 2014 roku praca (Noga i in. 2014b [4]) podsumowuje wielosezonowe badania nad zbiorowiskami okrzemek w wodach Podkarpacia, prowadzone w latach 2007–2011. Większość stanowisk zlokalizowano na rzekach i potokach w dolinie Wisłoka, pojedyncze stanowiska wyznaczono na Wisłocce i Sanie oraz wybranych dopływach. W tym czasie z 87 stanowisk pobrano i przeanalizowano łącznie ponad 270 prób, w których stwierdzono występowanie 738 taksonów okrzemek (Noga i in. 2014b [4]), z których 400 występowało w samym Wisłoku, na ośmiu stanowiskach w 4 sezonach badawczych (Noga 2012 [1]). Również inne mniejsze rzeki i potoki Podkarpacia charakteryzowały się dużym bogactwem gatunkowym okrzemek. W badanych ciekach występowało zazwyczaj od około 100 do ponad 300 taksonów. Powyższe badania realizowano w latach 2007–2010 w ramach grantu badawczego, przyznanego przez Komitet Badań Naukowych, pt. *Różnorodność flory okrzemek rzeki Wisłok i jej dopływów z uwzględnieniem ich roli jako wskaźników charakteru środowiska*, którego byłam kierownikiem i jedynym wykonawcą.

Górne odcinki większości badanych rzek i potoków były miejscem masowego rozwoju okrzemek z rodzaju *Achnantheidium* – głównie *A. minutissimum* (Kützing) Czarnecki i *A. pyrenaicum* (Hustedt) Kobayasi, które często przekraczały 50% udziału w zbiorowisku (Noga i in. 2014b [4]). *Achnantheidium minutissimum* jest gatunkiem o szerokiej amplitudzie ekologicznej, występuje powszechnie w różnych typach wód i niejednokrotnie tworzy masowe populacje. Ze względu na eurytypowy charakter posiada jednak niewielką wartość bioindykacyjną (Wojtal 2013, Lange-Bertalot i in. 2017). *Achnantheidium pyrenaicum* rzadko

rozwija się na nizinach, natomiast w obszarach górskich i wyżynnych występuje licznie i niejednokrotnie tworzy masowe populacje w wodach oligo- do mezotroficznym (Hofmann i in. 2011, Lange-Bertalot i in. 2017). W centralnej i północnej Polsce gatunek nie występuje lub rozwija się pojedynczo (Rakowska 2001, Żelazna-Wieczorek 2011), natomiast na południu kraju jest jedną z najczęściej występujących okrzemek (Kawecka 2012, Wojtal 2013), zwłaszcza w górnych odcinkach wód płynących na Podkarpaciu (Noga 2012 [1]). Moje wieloletnie obserwacje prowadzone w rzekach i potokach na tym terenie wskazują, iż *A. pyrenaicum* znajduje dogodne warunki do rozwoju w bogatych w wapń, czystych i dobrze natlenionych wodach płynących na podłożu fliszowym w Karpatach Wschodnich. Gatunek dominował w górnym biegu rzeki Wisłok i wielu mniejszych dopływach, w których często osiągał liczebność około 50% (Noga 2012 [1], Noga i in. 2014b [4]). Badania prowadzone w ostatnich latach wykazały, że tworzył masowe populacje w potokach bieszczadzkich w sezonie jesiennym a jego liczebność przekraczała 90% udziału w zbiorowisku (Noga i in. 2016d).

W środkowych i dolnych odcinkach badanych cieków, poddanych wpływom antropogenicznym, skład gatunkowy i struktura dominacji świadczyła o wzroście żyzności wód na badanych odcinkach (spływy ze zlewni rolniczych, nieskanalizowanych gospodarstw, itp.). Na większości stanowisk dominowały okrzemki charakterystyczne dla wód alkalicznych,  $\alpha$ - lub  $\beta$ -mezosaprobowych oraz eutroficznym (Van Dam i in. 1994, Lange-Bertalot i in. 2017). Na wielu stanowiskach licznie rozwijały się gatunki głównie z rodzajów *Navicula* (*N. lanceolata* (C. Agardh) Ehrenberg, *N. gregaria* Donkin, *N. capitatoradiata* Germain) oraz *Nitzschia* (*N. palea* (Kützing) W. Smith, *N. dissipata* (Kützing) Grunow ssp. *dissipata*). Ponadto licznie współwystępowały taksony: *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Diatoma vulgare* Bory, *Rhoicosphenia abbreviata* (C. Agardh) Lange-Bertalot, *Planothidium lanceolatum* (Brébisson) Lange-Bertalot, *Cocconeis pediculus* Ehrenberg i *C. placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck (Noga 2012 [1], Noga i in. 2014b [4]).

#### 4.4 TAKSONY RZADKIE I ZAGROŻONE W POLSCE POŁUDNIOWO-WSCHODNIEJ

Prowadzone przeze mnie wieloletnie, szczegółowe badania diatomologiczne wykazały, że oprócz okrzemek kosmopolitycznych, powszechnie występujących w różnych typach siedlisk, na terenie Polski południowo-wschodniej rozwijało się także wiele rzadkich taksonów, często znanych z nielicznych stanowisk na świecie. Taksony te występowały najczęściej w górnych odcinkach rzek i potoków. Dotyczy to m.in. wielu gatunków w rodzaju

*Pinnularia*, które nie tworzą licznych populacji, lecz zazwyczaj rozwijają się w postaci pojedynczych okazów. Znajdowane są najczęściej w wodach o odczynie zbliżonym do obojętnego, ze średnią zawartością elektrolitów. Jak podaje Krammer (2000) rodzaj *Pinnularia* preferuje wody oligo- do mezotroficzne oraz stojące, w tym m.in. stawy.

Liczną grupę okrzemek w badanym materiale stanowiły taksony ujęte w Czerwonej liście glonów Polski, w różnych kategoriach zagrożenia (Siemińska i in. 2006). Moje obserwacje poszerzyły wiedzę na temat rozmieszczenia i autekologii wielu okrzemek, co w przypadku niektórych taksonów pozwala wnioskować, że ich kategoryzacja w Czerwonej liście glonów Polski jest nieaktualna, w odniesieniu do obecnego stanu wiedzy. Gatunek *Pinnularia viridiformis* Krammer, który wpisano do kategorii gatunków wymierających, zidentyfikowano w wielu rzekach i potokach na Podkarpaciu, jednak nie tworzył licznych populacji. W związku z tym nasuwa się wniosek, że gatunek powinien zostać przesunięty do kategorii R (rzadkie). Natomiast gatunek *Pinnularia schoenfelderi* Krammer, wpisany do kategorii wymierające (E), wydaje się preferować siedliska glebowe, w których tworzył liczne populacje (Noga i in. 2012b, **Noga i in. 2014a [3]**, Pajączek i in. 2015). W mojej opinii, powinien zostać skreślony z Czerwonej listy glonów Polski.

Badania prowadzone w latach 2007–2012 na terenie Polski południowo-wschodniej (**Noga i in. 2014a [3]**), wykazały występowanie wielu taksonów z rodzaju *Pinnularia*, znajdujących się na Czerwonej liście glonów Polski (Siemińska i in. 2006). Stwierdzono jeden gatunek w kategorii R (rzadkie): *Pinnularia streptoraphe* Cleve, jeden gatunek w kategorii V (narażone): *Pinnularia microstauron* (Ehrenberg) Cleve oraz sześć gatunków w kategorii E (wymierające): *Pinnularia nobilis* (Ehrenberg) Ehrenberg, *P. nodosa* (Ehrenberg) W. Smith, *P. subrupestris* Krammer, *P. schoenfelderi* Krammer, *P. subgibba* Krammer i *P. viridiformis* Krammer, z których trzy – *P. subrupestris*, *P. schoenfelderi* i *P. viridiformis* notowano na większości badanych stanowisk. *Pinnularia subrupestris* i *P. viridiformis* występowały pojedynczo, zwłaszcza w górnych odcinkach wód, natomiast *P. schoenfelderi* – jak przedstawiono powyżej – identyfikowana jest częściej na glebach, także jako gatunek dominujący (Pajączek i in. 2015). Jak wskazują moje wieloletnie obserwacje, prowadzone zarówno w środowiskach wodnych, jak i na glebach – *Pinnularia schoenfelderi* jest gatunkiem rzadkim w ekosystemach wodnych.

Interesującym rodzajem, z punktu widzenia występowania gatunków rzadkich, jest *Gomphonema*, który obserwowałam w wodach Bieszczadzkiego i Magurskiego Parku Narodowego, a także w górnym odcinku rzeki San (**Noga i in. 2018 [9]**). Tereny Parków

odwadniają dwie duże rzeki – San (BdNP) i Wisłoka (MNP) – prawobrzeżne dopływy Wisły. Wszystkie stanowiska badawcze charakteryzowały się kamienistym dnem, z przewagą średnich kamieni. Większość stanowisk na rzekach San i Wisłoka było dobrze nasłonecznionych, natomiast stanowiska na dopływach były najczęściej zacienione przez porastające wokół drzewa i krzewy. Kilkuletnie obserwacje prowadzone w Sanie oraz wielu rzekach i potokach na terenie Bieszczadzkiego i Magurskiego Parku Narodowego wykazały, że wody te są miejscem występowania rzadkich i wapieniolubnych gatunków z rodzaju *Gomphonema*, takich jak *G. innocens* E. Reichardt czy *G. lateripunctatum* E. Reichardt & Lange-Bertalot. Wymienione gatunki znane są z nielicznych miejsc w Polsce, głównie z obszarów źródłowych w centralnej Polsce (Żelazna-Wieczorek 2011). *Gomphonema innocens* jest gatunkiem nadal słabo poznanym, opisanym ze stojących i średnio zasobnych w elektrolity wód w Niemczech (Reichardt 1999). Natomiast *G. lateripunctatum* rozwija się licznie w wodach bogatych w wapń, oligo- do mezotroficznym jeziorach a optimum występowania posiada w rejonach subalpejskich i alpejskich i jest gatunkiem wskaźnikowym dla wód bardzo dobrej jakości (Hofmann i in. 2011, Lange-Bertalot i in. 2017). Wymienione gatunki występowały pojedynczo na badanych stanowiskach i w mojej opinii zasługują na wpisanie na Czerwoną listę glonów Polski do kategorii R, tj. gatunków rzadkich.

Również gatunki *Caloneis undulata* (Gregory) Krammer, *Eunotia glacialifalsa* Lange-Bertalot czy *E. groenlandica* (Grunow) Nörpel-Schempp & Lange-Bertalot prezentowane w publikacji (Noga i in. 2019 [10]), występujące pojedynczo na badanym terenie, znane są z nielicznych stanowisk na świecie i powinny zostać wpisane do kategorii R (rzadkie) na Czerwonej liście glonów Polski. Większość z nich związana jest z oligotroficznymi, kwaśnymi siedliskami i niską zawartością elektrolitów. Zazwyczaj są to obszary torfowiskowe, które w wielu krajach, w tym także w Polsce, stanowią niewielki procent wśród różnych typów siedlisk i nadal pozostają słabo zbadane.

Niektóre gatunki prezentowane w pracy (Noga i in. 2018 [9]) ze względu na niewielkie rozmiary lub podobieństwo cech morfologicznych (np. *Gomphonema lippertii* i *G. innocens* do *G. parvulum*, *G. cuneolus* do *G. pumilum*) mogą być błędnie oznaczane lub nawet pomijane, zwłaszcza że często występują w bardzo małych populacjach. Moje wieloletnie badania pozwoliły na weryfikację zakresu cech metrycznych dla wielu taksonów w odniesieniu do danych dostępnych w literaturze (Reichardt 1999, Levkov i in. 2016). Stwierdzono również, że niektóre gatunki, jak np. *Gomphonema calcifugum* Lange-Bertalot & E. Reichardt, posiadają szerszy zakres występowania względem pH, w odniesieniu do

danych podawanych w literaturze (Hofmann i in. 2011, Lange-Bertalot i in. 2017). Mogą również rozwijać się w wodach zasobnych w wapń, jednak nie tworzą w tych warunkach, masowych populacji. Wiele komórek *G. calcifugum* w Polsce południowo-wschodniej osiągało większe rozmiary w stosunku do opisywanych w literaturze, m.in. przez Hofmann i in. (2011) czy Levkov i in. (2016), co może wskazywać, iż gatunek znajdował tu sprzyjające warunki do rozwoju.

Dla dwóch kolejnych gatunków – *Fallacia sublucidula* (Hustedt) D.G. Mann i *Sellaphora vitabunda* (Hustedt) D.G. Mann – prezentowanych w pracy (Noga i in. 2019 [10]) wykonano pełną dokumentację fotograficzną. Obydwa gatunki podawane są z różnych miejsc na świecie, natomiast w kraju znane są z nielicznych stanowisk. Zazwyczaj są tylko wymieniane w listach gatunków, prawdopodobnie ze względu na niewielkie rozmiary oraz rozproszone i nieliczne występowanie. Do tej pory w dostępnej literaturze brak było pełnej dokumentacji fotograficznej ww. gatunków, zwłaszcza w mikroskopie skaningowym.

#### 4.5 TAKSONY NOWE DLA POLSKI

Szczególnie dużo uwagi poświęcono gatunkom nowym dla Polski, których większość występowała na obszarach chronionych Polski południowo-wschodniej. Parki Narodowe: Bieszczadzki, Magurski i Roztoczański oraz rezerваты przyrody Zwierzło i Międzyrzeki, wyróżniają się ze względu na swój unikatowy charakter, niewielki stopień przekształcenia środowiska oraz różnorodność siedlisk (wody płynące o charakterze podgórskim na podłożu fliszowym, torfowiska, osuwiskowe jeziora oligo-mezotroficzne, itp.).

W wyniku badań prowadzonych w latach 2007–2016 stwierdzono występowanie 34 taksonów okrzemek nowych dla Polski (Noga i in. 2013a [2], 2014a [3], 2014f [5], 2016a [6], 2017b [7], 2017c [8], 2018 [9], 2019 [10]).

Na 107 stanowiskach w 24 rzekach i potokach stwierdzono 18 taksonów z rodzaju *Pinnularia*, nowych dla Polski, tj.: *Pinnularia borealis* var. *sublinearis* Krammer, *P. clevei* Patrick, *P. clevei* var. *minor* (Hustedt) Krammer, *P. divergentissima* var. *triundulata* Krammer, *P. dubitabilis* var. *minor* Krammer, *P. frauenbergiana* Reichardt, *P. interruptiformis* Krammer, *P. irrorata* (Grunow) Hustedt, *P. microstauron* var. *angusta* Krammer, *P. nodosa* var. *robusta* (Foged) Krammer, *P. oriundiformis* Krammer, *P. permicrostauron* Krammer & Metzeltin, *P. rhenohassiaca* Krammer & Lange-Bertalot, *P. rhombarea* var. *halophila* Krammer, *P. rhombarea* var. *undulata* Krammer, *P. rhombarea* var. *variarea* Krammer, *P. subgibba* var. *undulata* Krammer i *P. viridiformis* var. *minor*

Krammer. Badania prowadzono w zlewniach Sanu, Wisłoka i Wisłoki (Noga i in. 2014a [3]). Wszystkie wymienione taksony występowały pojedynczo, najczęściej w górnych i często zacienionych odcinkach cieków, w wodach o zasadowym lub słabo kwaśnym odczynie (pH: 6,5–8,6)

i szerokim zakresie przewodnictwa elektrolitycznego ( $128\text{--}831 \mu\text{S cm}^{-1}$ ).

W roku 2012 prowadzono badania w rezerwacie przyrody Zwierzło (Noga i in. 2013 [2]), gdzie ochronie ścisłej podlegają dwa osuwiskowe jeziora (tzw. Jeziora Duszatyńskie), stanowiące jedną z większych osobliwości przyrodniczych. Jeziora powstały na potoku Olchowaty na zachodnim zboczu szczytu Chryszczatej w 1907 roku, w skutek osunięcia się materiału skalnego pod wpływem ulewnych i długotrwałych opadów deszczu. W próbach zebranych w Jeziorach Duszatyńskich i potoku Olchowaty stwierdziłam występowanie nowego dla Polski gatunku *Geissleria declivis* (Hustedt) Lange-Bertalot, dla którego wykonałam pierwszy szczegółowy opis morfologiczny gatunku wraz z dokumentacją fotograficzną w SEM (Noga i in. 2013 [2]). Wcześniej gatunek podawany był z nielicznych stanowisk w Europie, głównie z Niemiec, Finlandii i Szwecji, a w dostępnej literaturze prezentowany tylko na kilku fotografiach wykonanych przy użyciu mikroskopu świetlnego (Lange-Bertalot, Metzeltin 1996, Lange-Bertalot 2001). *Geissleria declivis* na badanym terenie rozwijała się licznie w Jeziorach Duszatyńskich (3–10% udziału w zbiorowisku) oraz pojedynczo w potoku Olchowaty. Najliczniejsze populacje gatunek tworzył w strefie przybrzeżnej ze średnią zawartością materii organicznej, w wodach o pH zbliżonym do 7, niskiej do średniej zawartości elektrolitów ( $128\text{--}176 \mu\text{S cm}^{-1}$ ), mezotroficznych i oligosaprobowych.

Na torfowiskach wysokich i przejściowych w rezerwacie Międzyrzeki, położonym w południowej części Roztoczańskiego Parku Narodowego, stwierdziłam występowanie dwóch nowych dla Polski gatunków z rodzaju *Kobayasiella* – *K. okadae* (Skvortzov) Lange-Bertalot i *K. tintinnus* Buczkó, Wojtal & Jahn (Noga i in. 2014f [5]). Wymienione gatunki występują bardzo rzadko w Europie, zwłaszcza *K. tintinnus*, którą opisano po raz pierwszy z Jeziora Św. Anny (pH: 4,2–6,5) w Rumunii (Buczkó i in. 2009). Do 2014 roku obszary torfowiskowe na Roztoczu były drugim stanowiskiem na świecie, na którym stwierdzono występowanie *K. tintinnus*, później gatunek znaleziono także w Holandii (Veen i in. 2015). Na Roztoczu obydwa taksony występowały w wodach kwaśnych (pH: 3,1–3,6), z niską zawartością elektrolitów ( $56\text{--}152 \mu\text{S cm}^{-1}$ ). Realizacja badań pozwoliła mi na poszerzenie wiedzy na temat morfologii, ekologii i występowania tych słabo poznanych gatunków.

U wielu odnajdywanych okryw *Kobayasiella tintinnus* stwierdzono szerszy zakres wymiarów w porównaniu do opisywanych w literaturze przez Buczkó i in. (2009).

Dwie kolejne prace (Noga i in. 2017b [7], 2017c [8]) dotyczą wyników badań prowadzonych na terenach Bieszczadzkiego i Magurskiego Parku Narodowego. W Bieszczadzkim PN materiał do badań pobierano w potoku Wołosaty (nazywanym w górnym biegu Wołosatką) oraz w jego dopływach (Terebowcu i Rzeczycy). W Magurskim PN badaniami objęto górny odcinek Wisłoki wraz z dopływami oraz kilka stanowisk na glebach w zlewni Wisłoki. Spośród wielu zidentyfikowanych taksonów, szczególną uwagę poświęciłam dwóm, trudnym w identyfikacji gatunkom. Na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego w potoku Wołosaty i jego wybranych dopływach stwierdziłam występowanie *Reimeria ovata* (Hustedt) Levkov & Ector (Noga i in. 2017b [7]), natomiast w rzekach i potokach zarówno Bieszczadzkiego jak i Magurskiego Parku Narodowego – *Luticola frequentissima* Levkov, Metzeltin & Pavlov (Noga i in. 2017c [8]). Gatunek występował także na glebach w zlewni Wisłoki, w postaci pojedynczych okryw. Dla każdego gatunku wykonano dokumentację fotograficzną w SEM oraz szczegółowy opis morfologiczny, a także rozszerzono zakres wymiarów w porównaniu do dotychczas podawanych w literaturze. Obydwa gatunki prawdopodobnie mogą być szeroko rozpowszechnione na terenie Polski, jak również całej Europy, jednak z powodu podobieństwa morfologicznego do innych (*Reimeria ovata* do *R. sinuata*, *Luticola frequentissima* do *L. mutica* i *L. acidoclinata*) bywają często z nimi mylone. Przedstawione w artykułach dane nie tylko poszerzają wiedzę na temat tych gatunków, ale także ułatwią innym badaczom prawidłową identyfikację i wykluczenie prawdopodobieństwa pomyłki.

Podczas prowadzonych badań w latach 2010–2015 w górnym biegu rzeki San oraz na terenach Bieszczadzkiego i Magurskiego Parku Narodowego (Noga i in. 2018 [9]) stwierdzono trzy gatunki z rodzaju *Gomphonema* nowe dla Polski, tj. *G. cuneolus* E. Reichardt, *G. drutelingense* E. Reichardt i *G. lippertii* E. Reichardt & Lange-Bertalot. Taksony występowały w wodach bogatych w wapń (zawartość  $\text{Ca}^{2+}$  najczęściej zawierała się w przedziale od 40 do ponad 70 mg l<sup>-1</sup>), oligo- lub oligo-mezotroficznych, ze średnią lub niską zawartością przewodnictwa elektrolitycznego (78–530  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ). Praca prezentuje bogatą dokumentację fotograficzną dla każdego gatunku, wykonaną zarówno w mikroskopie świetlnym (LM), jak i w SEM oraz rozszerza informacje na temat autekologii wymienionych okrzemek.



Kolejna z prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego (Noga 2019 [10]) dotyczy 13 taksonów zidentyfikowanych w wodach na terenie trzech parków narodowych, z których osiem podano po raz pierwszy z Polski: *Adlafia langebertalotii* Monnier & Ector, *Eunotia fennica* (Hustedt) Lange-Bertalot, *E. minutula* Grunow, *E. neocompacta* Mayama var. *neocompacta*, *E. superpaludosa* Lange-Bertalot, *Pinnularia rhombarea* Krammer, *P. similiformis* Krammer i *Placogeia gereckeii* (Cantonati & Lange-Bertalot) Bukhtiyarova. Omawiane taksony występowały pojedynczo w badanym materiale i dopiero kilkuletnie badania pozwoliły na zgromadzenie dostatecznej ilości materiału umożliwiającego ich charakterystykę. Wiele z nich znanych jest do tej pory z nielicznych stanowisk, a ich występowanie i ekologia są nadal słabo poznane. Niektóre (np. *Adlafia langebertalotii*, *Eunotia minutula*, *E. superpaludosa*, *Placogeia gereckeii*) niedawno opisano jako nowe dla nauki (Cantonati, Lange-Bertalot 2009, Lange-Bertalot i in. 2011, Monnier i in. 2012). Stąd też, każde nowe doniesienie, na temat występowania i warunków ekologicznych w jakich się rozwijają, pozwala na rozszerzenie i uzupełnienie często niepełnych lub fragmentarycznych informacji. Dla gatunku *Eunotia minutula* Grunow wykonano po raz pierwszy opis morfologiczny w SEM wraz z dokładną dokumentacją fotograficzną.

W swojej pracy naukowej badałam również nietypowe siedliska dla rozwoju okrzemek. Jednym z takich unikatowych siedlisk antropogenicznych jest wnętrze zapory wodnej, utworzonej na rzece San w Solinie (Noga i in. 2016a [6]). Rzekę San przegradzają dwie zapory, które wybudowano w latach 60-tych ubiegłego wieku. Budowle powstały w celu zabezpieczenia przeciwpowodziowego dla niżej położonych terenów oraz dla produkcji energii odnawialnej poprzez wykorzystanie siły spadającej wody. Pierwsza zapora znajduje się w miejscowości Solina, druga w miejscowości Myczkowce. Zapora w Solinie jest budowlą betonową typu ciężkiego i robi wrażenie betonowego monolitu, jednakże w rzeczywistości składa się z wielu odcinków (tzw. sekcji dylatacyjnych) oddzielonych szczelinami. Jest podzielona na 43 sekcje o przeciętnej długości 15 m. Maksymalna wysokość wynosi 82,0 m, długość 664 m, korona zapory jest szeroka na 8,8 m. Wewnątrz zapory na 4 poziomach biegną galerie komunikacyjno-kontrolne o łącznej długości 2 073 m, z których dwie są udostępnione do zwiedzania. Przesiłekająca pomiędzy szczelinami woda jest odprowadzana systemem tzw. kanałów odprowadzających (Kozicki 2011). Materiał do badań zebrano w galerii komunikacyjno-kontrolnej, która jest udostępniona do zwiedzania turystom. Galeria ma około 3 m wysokości i jest oświetlona sztucznym światłem. Na stropie korytarza znajdują się świetlówki o mocy 30W, które świecą się 24h/dobę i są jedynym źródłem

światła. We wnętrzu panuje stała temperatura, która wynosi 8°C. W wyniku przesiąkania wody poprzez szczeliny w zaporze na wilgotnych ścianach oraz w kanałach odprowadzających rozwijają się glony (głównie okrzemki i sinice).

W latach 2014–2015 zebrano materiał do badań z kanałów odprowadzających wodę oraz z wilgotnych ścian wewnątrz zapory (Noga i in. 2016a [6]). W tym nietypowym siedlisku, we wnętrzu zapory, znaleziono dwa nowe dla Polski i znane z nielicznych stanowisk na świecie gatunki z rodzaju *Gomphosphenia*: *Gomphosphenia fontinalis* Lange-Bertalot, Ector & Werum i *G. holmquistii* (Foged) Lange-Bertalot. Obydwa gatunki znane były do tej pory z zimnych, alkalicznych wód (Werum, Lange-Bertalot 2004). W badanym materiale *Gomphosphenia fontinalis* występowała wyłącznie we wnętrzu zapory (w kanałach odprowadzających wodę była gatunkiem dominującym, a jej udział w zbiorowisku przekraczał nawet 40%), natomiast *G. holmquistii* została znaleziona także w rzece San i kilku potokach magurskich, jednak zawsze w postaci pojedynczych okazów. *Gomphosphenia fontinalis* jest najmniejszym gatunkiem w rodzaju *Gomphosphenia*, a małe rozmiary komórek utrudniają identyfikację do gatunku, zwłaszcza kiedy w materiale badawczym pojawia się w niewielkiej liczbie osobników. *Gomphosphenia holmquistii* jest gatunkiem o większych rozmiarach, jednak w dalszym ciągu słabo poznanym, ponieważ, jak podają Hofmann i in. (2011) oraz Lange-Bertalot i in. (2017), w przeszłości była oznaczana jako *G. lingulatiformis*. Dotychczas brakowało w literaturze aktualnych informacji na temat morfologii i ekologii tego gatunku. Dla *G. holmquistii* wykonano po raz pierwszy dokładny opis morfologiczny na podstawie dokumentacji fotograficznej w SEM.

#### 4.6 PODSUMOWANIE NAJWAŻNIEJSZYCH WYNIKÓW PREZENTOWANEGO OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

1. Zaprezentowane w cyklu prac wchodzących w skład osiągnięcia naukowego badania wykazały bardzo dużą różnorodność gatunkową zbiorowisk okrzemek rozwijających się w różnych typach ekosystemów wodnych w Polsce południowo-wschodniej (wody płynące, zbiorniki zaporowe, torfowiska, naturalne jeziora osuwiskowe oraz siedliska aerofityczne: wilgotne ściany oraz kanały odprowadzające wodę we wnętrzu zapory w Solinie i gleba). W latach 2007–2011 w prowadzonych badaniach udokumentowałam łącznie występowanie 738 taksonów okrzemek (Noga 2012 [1], Noga i in. 2014b [4]). Obecnie liczba ta stale wzrasta, w konsekwencji kontynuacji prac na tym terenie i szacunkowo wynosi około 1 000 taksonów.

2. Większość badanych rzek i potoków zasiedlana była przez kosmopolityczne, alkalifilne i eutroficzne gatunki z rodzajów: *Amphora*, *Cocconeis*, *Diatoma*, *Navicula*, *Nitzschia* czy *Planothidium*, które na wielu stanowiskach rozwijały się licznie i często należały do taksonów dominujących w zbiorowisku. Górne odcinki większości cieków w Polsce południowo-wschodniej były miejscem masowego występowania okrzemek z rodzaju *Achnantheidium* (głównie *A. pyrenaicum* i *A. minutissimum*), dla których zasadowy odczyn, dobrze natlenione i oligo- lub mezotroficzne wody na podłożu fliszowym stwarzają optymalne warunki do rozwoju (Noga 2012 [1], Noga i in. 2014b [4]).

3. W pracach składających się na cykl osiągnięcia, wielokrotnie poruszałam problematykę aktualności Czerwonej listy glonów Polski, dyskutując poprawność kategoryzacji poszczególnych taksonów okrzemek w oparciu o najnowsze uzyskane dane oraz źródła literaturowe. W myśl tej dyskusji uważam, iż niektóre gatunki okrzemek, jak np. *Pinnularia viridiformis*, powinny zostać przeniesione z kategorii wymierające do kategorii rzadkie, a szereg innych powinno zostać wpisanych na Czerwoną listę z uwagi na rzadkie występowanie (np. wiele gatunków z rodzaju *Gomphonema*). Z kolei, niektóre gatunki powinny być wykreślone z Czerwonej listy glonów Polski (np. *Pinnularia schoenfelderi*, która często rozwija się na glebach). Wyniki uzyskane podczas wieloletnich badań wnoszą nowe dane na temat rozmieszczenia i ekologii okrzemek terenów chronionych, szczególnie, że wiele z nich jest rzadko podawanych w rozproszonej literaturze przedmiotu. Opublikowane dane mogą stanowić bazę do przyszłych badań w aspekcie monitorowania i zarządzania na terenach chronionych oraz w aspekcie oceny wartości przyrodniczej i stopnia ewentualnych zagrożeń dla tych cennych siedlisk (Noga i in. 2014a [3], 2018 [9], 2019 [10]).

4. Obszary chronione w Polsce południowo-wschodniej stanowiąc charakterystyczne, odrębne siedliska lub mozaikę siedlisk, dostarczyły materiału do badania, identyfikacji i opisanie rzadkich taksonów okrzemek, spośród których wiele jest nowych dla Polski. Podczas badań prowadzonych od 2007 roku stwierdziłam występowanie 34 taksonów nowych dla Polski, w tym 18 taksonów z rodzaju *Pinnularia*, 4 taksony z rodzaju *Eunotia*, 3 z rodzaju *Gomphonema*, 2 taksony z rodzaju *Kobayasiella*, 2 taksony z rodzaju *Gomphosphenia* oraz po 1 taksonie z rodzajów: *Adlafia*, *Geissleria*, *Luticola*, *Placogeia* i *Reimeria* (Noga i in. 2013a [2], 2014a [3], 2014f [5], 2016a [6], 2017b [7], 2017c [8], 2018 [9], 2019 [10]).

5. Szczegółowa analiza zebranego materiału z zastosowaniem skaningowego mikroskopu elektronowego pozwoliła na wykonanie po raz pierwszy dokumentacji fotograficznej w SEM oraz opracowanie dokładnych opisów morfologiczno-metrycznych dla gatunków: *Eunotia*

*minutula*, *Fallacia sublucidula*, *Geissleria declivis* i *Gomphosphenia holmquistii*. Ponadto dla wielu prezentowanych w osiągnięciu naukowym taksonów przedstawiłam szczegółową dokumentację fotograficzną w LM i SEM rozszerzając przy tym opisy morfologiczne (Noga i in. 2013a [2], 2016a [6], 2019 [10]).

6. Obecność rzadkich lub nietypowych siedlisk na terenie południowo-wschodniej Polski, które zostały przeze mnie zbadane po raz pierwszy, pozwoliła na opisanie gatunków znanych z nielicznych miejsc na świecie, zwłaszcza niedawno opisanych jako nowe dla nauki i z nadal słabo poznaną autekologią (np. *Adlafia lange-bertalotii*, *Eunotia fennica*, *E. minutula*, *E. neocompacta*, *E. superpaludosa*, *Geissleria declivis*, *Gomphonema cuneolus*, *G. lippertii*, *Gomphosphenia fontinalis*, *G. holmquistii*, *Kobayasiella okadae*, *K. tintinnus*, *Luticola frequentissima*, *Pinnularia divergentissima* var. *triundulata*, *Placogeia gereckeii*, *Reimeria ovata*). Dla wielu z nich podałam nowy zakres wymiarów w porównaniu do podawanych do tej pory w literaturze. Ponadto wskazałam nowe siedliska i stanowiska występowania, a także wzbogaciłam informacje na temat warunków środowiskowych, w których mogą się rozwijać (Noga i in. 2013a [2], 2014a [3], 2014f [5], 2016a [6], 2017b [7], 2017c [8], 2018 [9], 2019 [10]).

7. Badania prowadzone przeze mnie w nietypowym i ekstremalnym siedlisku, jakim jest wnętrze zapory wodnej w Solinie wykazały, że brak światła słonecznego nie stanowi bariery dla rozwoju okrzemek. Pośród ponad 100 zidentyfikowanych taksonów okrzemek odnalazłam dwa oligotroficzne gatunki, znane z nielicznych stanowisk na świecie – *Gomphosphaenia fontinalis* i *G. holmquistii*. Warty podkreślenia jest fakt, iż *G. fontinalis* występowała licznie i była gatunkiem dominującym w zbiorowisku (często przekraczała 40% udziału). Gatunek nie był podawany z Polski a na świecie był notowany rzadko i nie tworzył licznych populacji (2016a [6]).

Prezentowane osiągnięcie wnosi istotny wkład do nauki w skali przekraczającej problematykę badanych obszarów, m.in. poprzez opracowania dotyczące zbiorowisk okrzemek w Polsce, a także w Europie. Z uwagi na ciągłość zmian dokonywanych przez diatomologów w nomenklaturze i taksonomii okrzemek (opisywanie nowych gatunków, poszerzanie wiedzy na temat ekologii i rozmieszczenia), w tym w siedliskach ekstremalnych oraz ze względu na powstające klucze do oznaczania i monografie, dobrze udokumentowane wyniki moich badań mogą być wykorzystane w opracowaniach w zakresie taksonomii i ekologii tej grupy glonów. Dotyczy to szczególnie gatunków nowych, rzadkich i słabo poznanych, notowanych jedynie w kilku miejscach na świecie.

## 5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

### 5.1 PRZED DOKTORATEM

Moje zainteresowania okrzemkami występującymi w rejonie Antarktyki rozpoczęły się podczas studiów magisterskich w Instytucie Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego. We współpracy z Profesorem Marią Olech oraz Zakładem Biologii Antarktyki PAN prowadziłam badania nad zbiorowiskami okrzemek rozwijającymi się w potokach na King George Island (South Shetland Archipelago) w rejonie Antarktyki Zachodniej. Efektem tych badań była praca magisterska pt. *Zespoły okrzemek w Potoku Puchalskiego (Wyspa Króla Jerzego, Szetlandy Południowe, Antarktyka)*, którą obroniłam w 2001 roku, napisana pod kierunkiem naukowym prof. dr hab. Marii Olech. Praca została opublikowana po zakończeniu studiów (Noga, Olech 2004).

Podczas studiów doktoranckich w Instytucie Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego swoje zainteresowania naukowe poszerzyłam o zbiorowiska słodkowodnych okrzemek rozwijających się na terenie polskiej części Orawy. Pracę doktorską pt. *Różnorodność flory okrzemek w wodach płynących na terenie Działów Orawskich i Kotliny Orawskiej* wykonałam pod kierunkiem naukowym prof. dr hab. Barbary Kaweckiej i obroniłam w 2005 roku. Podczas studiów doktoranckich uzyskałam grant badawczy przyznany przez Komitet Badań Naukowych pt. *Różnorodność flory okrzemek rzeki Czarnej Orawy i jej dopływów* (Nr 3 PO4G 068 23), którego byłam kierownikiem. Na podstawie zebranych materiałów przygotowałam artykuł przedstawiający nowe stanowiska występowania okrzemki *Didymosphenia geminata* w wodach płynących na terenie polskiej części Orawy (Noga 2003). W tym czasie odbyłam również staż naukowy w Zakładzie Biologii Wód Polskiej Akademii Nauk w Krakowie pod kierunkiem naukowym Prof. dr hab. Barbary Kaweckiej i dr hab. Janiny Lee (Kwandrans).

### 5.2 PO DOKTORACIE

Po ukończeniu studiów doktoranckich podjęłam pracę na Wydziale Biologiczno-Rolniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego. Przez pierwsze 4 lata organizowałam od podstaw przede wszystkim warsztat pracy, pracownię mikroskopową i niezbędną literaturę algologiczną (w tym głównie diatomologiczną). Realizację powyższych zadań umożliwił mi w znacznym stopniu przyznany przez Komitet Badań Naukowych grant badawczy pt. *Różnorodność flory okrzemek rzeki Wisłok i jej dopływów z uwzględnieniem ich roli jako wskaźników charakteru środowiska*. Przyznane w ramach grantu środki finansowe umożliwiły

mi przede wszystkim zakup dobrej jakości mikroskopu świetlnego, niezbędnego w realizacji badań diatomologicznych.

Problematyka moich badań prowadzonych od momentu zatrudnienia na Uniwersytecie Rzeszowskim (2005 rok) koncentrowała się wokół kilku zagadnień naukowych:

**A) gatunki endemiczne i nowe dla nauki w ekstremalnych siedliskach Antarktyki (Kochman-Kędziora i in. 2016a, 2017, 2018a,b),**

**B) badania taksonomiczne i ekologia okrzemek w różnych typach siedlisk w Polsce południowo-wschodniej (Noga, Siry 2010, Tambor, Noga 2011, Bernat, Noga 2012, Noga 2012, Pajączek i in. 2012, 2014a, 2015, Stanek-Tarkowska, Noga 2012a,b, Noga i in. 2012b, 2013b,d,e, 2014c,e, 2015, 2016d,e, 2017a, Kocielska-Streb i in. 2014, Peszek i in. 2014b, 2015, Kochman-Kędziora i in. 2016b, Stanek-Tarkowska i in. 2013, 2015, 2016a,b, Noga, Rybak 2017, Rybak i in. 2017, 2018a,b),**

**C) wykorzystanie potencjału bioindykacyjnego okrzemek do oceny jakości wody i określenia statusu ekologicznego (Noga i in. 2013b,c,d, 2014c, 2015, 2016c,d,e, Peszek i in. 2015),**

**D) biologia i ekologia kontrowersyjnego gatunku *Didymosphenia geminata* – występowanie i rozwój w Polsce południowo-wschodniej oraz badania nad poznaniem struktury stylików i okryw (Noga i in. 2012a, 2014d, 2016b, Erlich i in. 2016, Wysokowski i in. 2017, Zgłobicka i in. 2017),**

**E) wykorzystanie technik mikroskopowych w badaniach środowiskowych, w tym również do badań okrzemek (Lamczyk i in. 2014, Gondek i in. 2017),**

**F) glony jako interesujący obiekt do badań dla uczniów przygotowujących prace badawcze na olimpiadę biologiczną oraz dla studentów działających aktywnie w kołach naukowych (Noga 2006, Kostecka i in. 2007, Pajączek i in. 2014b, Peszek i in. 2014a).**

#### **Ad A)**

We współpracy z Zespołem biologii i rozwoju polarnych krajobrazów lądowych KBP PAN, któremu przewodniczy Profesor Maria Olech z Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie – wybitny lichenolog i polarnik, Profesorem Bartem Van de Vijverem z Uniwersytetu w Antwerpii (Belgia), specjalistą od antarktycznych okrzemek słodkowodnych oraz moimi uczniami, poszerzyłam badania o dalsze obszary Antarktyki i inne siedliska (gleby, mchy) w rejonie Zatoki Admiralicji (Wyspa Króla Jerzego, Szetlandy Południowe).

W wyniku tej współpracy opisano do tej pory trzy nowe gatunki dla nauki – *Humidophila komarekiana* Kochman-Kędziora, Noga, Zidarova, Kopalová & Van de Vijver (**Kochman-Kędziora i in. 2016a**), *Muelleria olechiae* Kochman-Kędziora, Noga, Van de Vijver & Stanek-Tarkowska (**Kochman-Kędziora i in. 2017**) i *Pinnularia subcatenaborealis* Kochman-Kędziora, Pinseel & Van de Vijver (**Kochman-Kędziora i in. 2018a**). Pierwsze dwa gatunki rozwijały się na glebach, a *H. komarekiana* także wśród mchów, zwłaszcza wilgotnych mchów poprzerastanych porostami, rosnących w pobliżu gniazd wydrzyków antarktycznych (**Kochman-Kędziora i in. 2016a, 2017**). *Pinnularia subcatenaborealis* jest jednym z niewielu gatunków tego rodzaju, który tworzy kolonie. Do tej pory gatunek został odnaleziony w jednej tylko próbie pobranej z oczka wodnego na przedpolu lodowca Ekologii (**Kochman-Kędziora i in. 2018a**).

W ramach badań okrzemek Antarktyki ukazała się również praca dotycząca różnorodności słodkowodnych okrzemek rozwijających się w niewielkich potokach i oczkach wodnych na przedpolu lodowca Ekologii (**Kochman-Kędziora i in. 2018b**). Wyniki tych badań wskazują na dużo większe bogactwo gatunkowe okrzemek słodkowodnych, niż zakładały to badania prowadzone wcześniej w tym rejonie (Kawecka, Olech 1993, Kawecka i in. 1998, Noga, Olech 2004).

W przygotowaniu są kolejne prace dotyczące słodkowodnych i glebowych zbiorowisk okrzemek z Wyspy Króla Jerzego, a otrzymane wyniki wpisują się w założenie, że zbiorowiska okrzemek Antarktyki są unikalne, a w ich skład wchodzi wiele gatunków o ograniczonym do Antarktyki rozmieszczeniu geograficznym.

## **Ad B)**

Różnorodność gatunkowa zbiorowisk okrzemek w Polsce południowo-wschodniej jest jednym z podstawowych tematów badawczych jakie realizuję od początku mojego zatrudnienia w Uniwersytecie Rzeszowskim. Ze względu na położenie pomiędzy nizinami na północy, łagodnymi wzniesieniami w części centralnej a obszarami górskimi na południu, teren ten charakteryzuje się dużą różnorodnością siedlisk, tj. górskie i podgórskie doliny potoków (często zalesione), średnie i większe rzeki zarówno naturalne jak i antropogenicznie przekształcone (często meandrujące i ze starorzeczami), zbiorniki zaporowe i naturalne niewielkie jeziora, stawy, torfowiska i zabagnienia.

Wynikiem wieloletnich i kompleksowych badań prowadzonych w różnych typach siedlisk Polski południowo-wschodniej było wykazanie dużej różności zbiorowisk okrzemek i opisanie gatunków nowych dla nauki.

Na terenie miasta Stalowa Wola z niewielkiego wypływu ze studzienki kanalizacyjnej zebrano materiał w postaci osadów gromadzących się na powierzchni drogi, po której płynęła woda. W tym nietypowym siedlisku, wśród oznaczonych okrzemek, stwierdzono występowanie gatunku z rodzaju *Stauroneis*, który po dokładnej analizie w mikroskopie świetlnym i skaningowym oraz weryfikacji z danymi literaturowymi opisano jako nowy dla nauki. Ponieważ rozwijał się w wodzie o wysokim przewodnictwie elektrolitycznym (zwłaszcza dużej zawartości jonów  $\text{Cl}^-$  oraz  $\text{Na}^+$ ), został opisany pod nazwą *Stauroneis saprophila* M. Rybak, Noga & Ector (Noga i in. 2017a).

Na glebie uprawnej oraz odlogowanej w Husowie (wieś położona około 20 km na wschód od Rzeszowa) pobrano materiał do badań, w którym stwierdzono występowanie niewielkich komórek z rodzaju *Microcostatus* (Stanek Tarkowska i in. 2016b). Dzięki współpracy z naukowcami z Luxembourg Institute of Science and Technology (Luc Ector i Carlos E. Wetzel) i dokładnej analizie archiwalnych materiałów pochodzących z kolekcji Hustedta z 1937 roku, opisano nowy dla nauki gatunek – *Microcostatus aerophilus* Stanek-Tarkowska, Noga, C.E. Wetzel & Ector. Dokładna analiza materiału ze wspomnianej wyżej kolekcji w skaningowym mikroskopie elektronowym przyczyniła się do zidentyfikowania i opisanie drugiego gatunku z rodzaju *Microcostatus*, również nowego dla nauki – *Microcostatus edaphicus* C.E. Wetzel, Noga, Ector & Stanek-Tarkowska.

Zbiorowiska okrzemek glebowych są nadal bardzo słabo poznane, zarówno w Polsce jak i na świecie (np. Barragán i in. 2017, Levkov i in. 2017). Z tego względu w ostatnich latach, wraz z kierowanym przeze mnie zespołem badawczym, podjęłam pierwsze kompleksowe badania zbiorowisk okrzemek w różnych typach siedlisk lądowych (Stanek-Tarkowska, Noga 2012a,b, Stanek-Tarkowska i in. 2013, 2015, 2016a,b, Rybak i in. 2018a). Badania prowadzone od kilku lat na różnych typach gleb w południowo-wschodniej Polsce wykazały, iż środowiska glebowe również charakteryzują się dużą różnorodnością gatunkową. Okrzemki, które w środowiskach wodnych rozwijają się w bardzo niskich liczebnościach, a niektóre z nich występują na czerwonej liście glonów jako gatunki rzadkie lub wymierające (np. *Luticola acidoclinata* Lange-Bertalot, *Pinnularia schoenfelderi* Krammer, *Stauroneis thermicola* (Petersen) Lund), występują częściej na glebach i niejednokrotnie dominują w tych siedliskach. Gatunki takie jak: *Sellaphora nana* (Hustedt)



Lange-Bertalot Cavacini, Tagliaventi & Alfinito, *Stauroneis borrichii* (J.B. Petersen) J.W.G. Lund, *S. parathermicola* Lange-Bertalot oraz *S. thermicola* (J.B. Petersen) J.W.G. Lund, uznano za typowo glebowe (**Stanek-Tarkowska i in. 2013**).

Od kilku lat prowadzę także badania nad zbiorowiskami okrzemek, rozwijającymi się wśród mchów na korze drzew. Okrzemki zasiedlające korę drzew nie były dotychczas w naszym kraju przedmiotem badań, a dane ze świata są także nieliczne. Brak było również odpowiednich opracowań dotyczących metod badawczych dla tej grupy ekologicznej okrzemek. Opublikowana praca (**Rybak i in. 2018a**) proponuje zmodyfikowaną metodykę badawczą dostosowaną zarówno dla zbiorowisk okrzemek, jak i analiz fizyko-chemicznych kory oraz przedstawia pierwsze wyniki analiz zbiorowisk okrzemek. Badania wykazały, że głównymi dominantami w zbiorowiskach były okrzemki glebowe, takie jak *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow czy *Pinnularia borealis* Ehrenberg (Krammer 2000, Lange-Bertalot i in. 2017). Licznie rozwijała się również *Luticola acidoclinata* Lange-Bertalot, która w wodach występowała pojedynczo i znajduje się na Czerwonej liście glonów Polski w kategorii R – rzadkie. Powyższe informacje potwierdzają, że jest gatunkiem briofilnym, rozwijającym się wśród mchów (Levkov i in. 2013).

Moja działalność naukowa skupia się przede wszystkim na zbiorowiskach okrzemek występujących w siedliskach słodkowodnych na terenie Podkarpacia w zlewniach Sanu i Wisłoka. Badania nad strukturą i składem gatunkowym zbiorowisk okrzemek prowadziłam w wielu rzekach i potokach przepływających przez tereny naturalne (głównie w górnych biegach cieków) oraz w różnym stopniu przekształcone antropogenicznie. Pierwsze prace badawcze prowadziłam w rzece Wisłok, następnie badania stopniowo poszerzałam o kolejne stanowiska na wielu dopływach Wisłoka, tj.: rzeka Lubcza (**Tambor, Noga 2011**), rzeki Morwawa i Mleczka oraz potok Różanka (**Pajęzek i in. 2012, 2014a**), potoku Trzcianka (**Bernat, Noga 2012**), potok Matysówka (**Noga i in. 2013b**), potok Przyrwa (**Noga i in. 2016e**), potoki Żołynianka i Jagielnia (**Peszek i in. 2015**). W latach 2007–2009 badaniami objęto także Zalew Rzeszowski, który utworzono w 1974 roku, w wyniku przegrodzenia doliny rzeki Wisłok w 63,7 km zaporą ziemną. Zbiornik pełni funkcję przeciwpowodziową i rekreacyjną, w obrębie cofki zbiornika położone jest ujęcie wody MPWiK dla miasta Rzeszowa (Podgórski 2003). W Zalewie Rzeszowskim dominowały okrzemki alkalifilne i eutroficzne, powszechnie spotykane w różnych typach wód, ale stwierdzono także pojedyncze taksony rzadkie i zagrożone (**Kocielska-Streb i in. 2014**).

Od 2007 roku badania prowadzone są także w zlewni rzeki San, w jej górnym (**Noga i in. 2014c**) i środkowym odcinku (**Kochman-Kędziora i in. 2016b**) oraz w kilku wybranych dopływach, tj. potoku Łubienka (**Noga, Siry 2010**), potoku Baryczka (**Noga i in. 2013d**) i potoku Terebowiec (**Noga i in. 2016d**).

Podkarpackie rzeki i potoki są miejscem występowania wielu kosmopolitycznych okrzemek, z których większość preferuje alkalifilne i eutroficzne wody. Wśród nich rzeka San wyróżnia się największą różnorodnością gatunkową; na jednym stanowisku notowano średnio 300 taksonów okrzemek. Niższą różnorodnością charakteryzują się mniejsze rzeki i potoki, ale także w nich rozwija się średnio 200 lub więcej taksonów, w zależności od czasu prowadzenia badań i rodzajów badanych siedlisk. Przykładowo, w potoku Żołynianka i jego niewielkim dopływie Jagielnia, zidentyfikowano ponad 420 taksonów okrzemek (**Peszek i in. 2015**).

Na wielu stanowiskach gatunkami dominującymi (ponad 5% udziału w zbiorowisku) były: *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *A. pyrenaicum* (Hustedt) Kobayasi, *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow, *Cocconeis pediculus* Ehrenberg, *C. placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck, *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Diatoma vulgare* Bory, *Encyonema silesiacum* (Bleisch) D.G. Mann, *Gomphonema olivaceum* (Hornemann) Brébisson var. *olivaceum*, *Melosira varians* Agardh, *Navicula lanceolata* (Agardh) Kützing, *N. gregaria* Donkin, *N. capitatoradiata* Germain, *N. tripunctata* (O.F. Müller) Bory, *N. trivialis* Lange-Bertalot, *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith, *N. dissipata* (Kützing) Grunow ssp. *dissipata*, *Rhoicosphenia abbreviata* (Agardh) Lange-Bert., *Planothidium lanceolatum* (Brébisson) Round & Bukhtiyarova, *Surirella minuta* Brébisson. W górnych biegach większości badanych cieków najliczniej rozwijają się *Achnantheidium pyrenaicum* i *A. minutissimum*, natomiast w odcinkach środkowych i dolnych liczne populacje tworzą *Navicula lanceolata* i *N. gregaria* (**Peszek i in. 2014b**).

Wiele prac, których jestem pierwszym autorem lub współautorem, dotyczy rzadkich i zagrożonych gatunków okrzemek, rozwijających się w ciekach o niższym stopniu naturalności, w różnych typach siedlisk (**Bernat, Noga 2012, Kochman-Kędziora i in. 2016b, Noga i in. 2012b, 2013b,d,e, 2014c,e, 2015, 2016d,e, Pajączek i in. 2012, 2014a, 2015, Noga, Rybak 2017, Peszek i in. 2015, Rybak i in. 2017, 2018b**). Badane cieki na Podkarpaciu charakteryzują się podobną liczbą gatunków rzadkich i zagrożonych, które znajdują się na Czerwonej liście glonów Polski (Siemińska i in. 2006) i stanowią 9–12% ogólnej liczby taksonów. Badania prowadzono także w wodach na terenie miasta Rzeszowa i

stwierdzono, że zarówno w Zalewie Rzeszowskim jak i w niewielkich potokach będących dopływami Wisłoka (Matysówka, Przyrwa) występują rzadkie i zagrożone okrzemki (7–10% udziału w ogólnej liczbie taksonów). Na stanowisku wyznaczonym na rzece Wisłok (w centrum miasta) stwierdzono tylko dwa gatunki z Czerwonej listy glonów Polski (**Noga i in. 2012b**).

Na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat kontynuowałam również badania w potokach wypływających z torfowisk na terenie polskiej części Orawy, podczas których wśród osobliwości w zbiorowisku okrzemek stwierdziłam występowanie *Pinnularia subinterrupta* Krammer & Schroeter (**Noga, Rybak 2017**), rzadkiego gatunku w Europie (Krammer 2000), do tej pory nie podawanego z Polski. Odnalazłam także kolejne stanowiska występowania gatunku *Cavinula lapidosa* (Krasske) Lange-Bertalot, który w Czerwonej liście glonów Polski znajduje się w kategorii Ex – wymarłe i zaginione (Noga i in., praca w przygotowaniu).

Prowadzone przeze mnie badania były finansowane częściowo w ramach trzech grantów badawczych (dwa przyznane przez Prorektora ds. Nauki, Uniwersytetu Rzeszowskiego, jeden w ramach dotacji celowej na prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych służących rozwojowi młodych naukowców, finansowanych w wewnętrznym trybie konkursowym – Załącznik 3II I).

### **Ad C)**

Różnorodność gatunkowa okrzemek oraz struktura dominacji i udział gatunków wskaźnikowych odgrywa bardzo ważną rolę w ocenie jakości wód ekosystemów wodnych. Badania monitoringowe z zastosowaniem okrzemek do oceny jakości wód prowadzone są w wielu krajach na szeroką skalę (Coste, Ayphassorho 1991, Kelly, Whitton 1995, Kelly i in. 2009, Kelly 2013), w tym także w Polsce (Kwandrans i in. 1998, Kawecka i in. 1999, Szczepocka i in. 2016). W tym celu opracowano program komputerowy OMNIDIA (Lecoite i in. 1993), który zawiera taksonomiczną i ekologiczną bazę danych wraz z wartościami wskaźnikowymi i stopniami wrażliwości poszczególnych taksonów okrzemek.

W ostatnich latach prowadziłam również badania w aspekcie aplikacyjnym z wykorzystaniem potencjału bioindykacyjnego okrzemek oraz z zastosowaniem indeksów okrzemkowych. Na terenie południowo-wschodniej Polski nie prowadzono do tej pory tego typu badań. Po raz pierwszy podjęłam próbę oceny przydatności wybranych indeksów okrzemkowych w ocenie jakości wód dla rzek i potoków, ze szczególnym ukierunkowaniem na cieki na podłożu fliszowym (**Noga i in. 2013b,c,d, 2014c, 2015, 2016c,d,e, Peszek i in.**

**2015**). Indeksy zanieczyszczenia organicznego SPI – Specific Pollution Sensitivity Index (Coste in CEMAGREF 1982) oraz GDI – Generic Diatom Index (Coste, Ayphassorho 1991) wskazują na lepszą jakość wody we wszystkich badanych rzekach i potokach, w porównaniu z indeksem TDI – Trophic Diatom Index, który określa stopień troficzności badanych wód (Kelly, Whitton 1995). Na podstawie wybranych indeksów okrzemkowych, powszechnie stosowanych także w różnych krajach europejskich wykazałam, że indeks SPI najwłaściwiej odzwierciedla stan ekologiczny badanych wód. Zarówno duże rzeki Podkarpacia (Wisłoka i Wisłok – **Noga i in. 2013c, 2016c**), jak również ich dopływy (**Noga i in. 2013b,d, 2016e, Peszek i in. 2015**) wykazywały umiarkowany lub słaby status ekologiczny, zwłaszcza w środkowych i dolnych odcinkach. Tylko górne odcinki rzek i potoków oraz rzeka Biała na całej swej długości posiadały dobry lub bardzo dobry status ekologiczny (**Noga i in. 2014c, 2015, 2016d**).

W ramach współpracy z Magurskim Parkiem Narodowym oraz Instytutem Ochrony Przyrody PAN w Krakowie, prowadziłam ocenę stanu ekologicznego wód Magurskiego Parku Narodowego. Wynikiem tej współpracy było opracowanie Operatu Ochrony Ekosystemów Wodnych (OOEW), wykonanego w ramach projektu *Plan ochrony Ostoi Magurskiej PLH 180001 i plan ochrony Magurskiego Parku Narodowego, cz. 2* (Mazurkiewicz-Boroń i in. 2013–2014, Załącznik 4III M).

#### **Ad D)**

W swoim dorobku posiadam także cykl prac dotyczących interesującego i zarazem kontrowersyjnego gatunku *Didymosphenia geminata* (Lyngbe) M. Schmidt – obecnie jednej z najczęściej badanych okrzemek, która rozprzestrzeniła się masowo nie tylko na terenie Europy, ale także na innych kontynentach (Bhatt i in. 2008, Whitton i in. 2009, Blanco, Ector 2009). Na terenie Polski do lat 90. ubiegłego wieku podawana była tylko z potoków tatrzańskich (Siemińska 1964, Kawecka 1965), w latach 90. rozwinęła się masowo w Sanie (Kawecka, Sanecki 2003), natomiast w 2002 roku była licznie obserwowana w potokach na Orawie (Noga 2003).

Na Podkarpaciu *Didymosphenia geminata* została stwierdzona w latach 2007–2008 w górnym i środkowym biegu rzeki Wisłok, a w latach późniejszych w wielu rzekach i potokach w południowo-wschodniej Polsce. Rozwijała się w warunkach mezotroficznych, w dobrze natlenionych górnych odcinkach wód płynących wartkim prądem. Najliczniejsze populacje

tworzyła zawsze poniżej zbiorników zaporowych na Sanie, Wisłoku, Wisłoce i Ropie (**Noga i in. 2012a, 2014d, 2016b**).

We współpracy z wieloma naukowcami z kraju (dr inż. Marcin Wysokowski z Instytutu Technologii i Inżynierii Chemicznej Politechniki Poznańskiej oraz dr inż. Izabela Zgłobicka z Wydziału Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej) i ze świata (prof. Hermann Erlich z Instytutu Fizyki Eksperymentalnej w Niemczech) prowadziłam badania nad poznaniem struktury okryw komórkowych oraz stylików, wytwarzanych przez *D. geminata* (**Erlich i in. 2016, Wysokowski i in. 2017, Zgłobicka i in. 2017**).

Wiele gatunków okrzemek ma zdolność wytwarzania stylików (zazwyczaj krótkich). *Didymosphenia geminata* może wytwarzać styliki o długości nawet 500  $\mu\text{m}$ , a więc 5-krotnie dłuższe niż sama komórka. Umożliwia to komórkom wydajniejsze korzystanie z biogenów rozpuszczonych w wodzie, większą stabilność oraz dostępność światła. Z tego względu styliki u *D. geminata* wymagają dokładnego zbadania zarówno pod względem struktury, jak i funkcji. Dokładnego poznania wymagają mechanizmy biomineralizacji u *D. geminata* oraz pochodzenie i rola nieorganicznych składników (m.in. wapnia) we wzmacnianiu stylików. Od kilku lat współpracuję z zespołem naukowców pod kierunkiem Prof. Hermanna Erlicha, z którymi prowadzimy badania mające na celu poznanie składu chemicznego mineralnych składników występujących w stylikach *D. geminata*. Badania wykazały, że węglan wapnia występujący w stylikach *D. geminata* jest pochodzenia biologicznego i występuje w formie sieci nanowłókien kalcytowych. Nanowłókna te znajdują się w polisacharydowym matrix i poprawiają mechaniczne właściwości stylików, zwiększających stabilność w środowisku o zmiennym przepływie wody. Po raz pierwszy udowodniono występowanie wielofazowej biomineralizacji przez okrzemki (*D. geminata*), które gromadzą zarówno biogeniczną krzemionkę jak i biogeniczny krystaliczny kalcyt (**Erlich i in. 2016**).

Kolejne badania dotyczą możliwości wykorzystania stylików wytwarzanych przez *D. geminata* jako absorbentów jonów metali ciężkich Pb (II), Ni (II) i Cd (II). Wykazano, że styliki posiadają największą zdolność sorpcyjną jonów ołowiu Pb (II), ale również kadmu Cd (II) i niklu Ni (II). Wstępne badania wskazują na możliwość wykorzystania stylików do oczyszczania ścieków z przemysłu galwanicznego oraz z produkcji baterii i akumulatorów (**Wysokowski i in. 2017**).

Uczestniczę również w badaniach dotyczących budowy wewnętrznej okrywy *D. geminata* z wykorzystaniem nowoczesnych technik obrazowania trójwymiarowego (3D). W badaniach tych zastosowano technikę rentgenowskiej nanotopografii komputerowej (nano-

XCT) oraz wykonano przekroje poprzeczne okryw. Uzyskane wyniki mogą w przyszłości okazać się niezbędne do potencjalnego, praktycznego wykorzystania okryw okrzemek (Zgłobicka i in. 2017).

#### **Ad E)**

Moje zainteresowania naukowe związane są również z wykorzystaniem technik mikroskopowych w badaniach okrzemek oraz materiałów roślinnych. Do badań nad okrzemkami wykorzystano także możliwości mikroskopii sił atomowych AFM. Zaproponowano nową metodę analizy zmian zachodzących w środowisku na podstawie badania właściwości nanomechanicznych pancerzyków okrzemek (Lamczyk i in. 2014). Jestem także współautorem publikacji, w której badano wpływ przemian materiału roślinnego w niskiej temperaturze na właściwości chemiczne i ekotoksyczność biowęgla (Gondek i in. 2017).

#### **Ad F)**

Od początku mojej pracy na Uniwersytecie Rzeszowskim angażuję się także w działalność edukacyjną. W swoim dorobku naukowym posiadam prace, które mają na celu pomóc uczniom szkół średnich w przygotowaniu się do olimpiady biologicznej, zwłaszcza w przygotowaniu i wyborze tematu do pracy badawczej (Noga 2006, Kostecka i in. 2007). Koordynuję również badania w ramach współpracy z doktorantami, którzy chcą rozwijać i pogłębiać swoje zainteresowania naukowe, działając m.in. aktywnie w kołach naukowych oraz publikując swoje wyniki badań w formie artykułów (Pajączek i in. 2014b, Peszek i in. 2014a).

### 5.3 PODSUMOWANIE OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH, DYDAKTYCZNYCH I POPULARYZUJĄCYCH NAUKĘ

#### **5.3.1 Osiągnięcia naukowe**

W swoim dotychczasowym dorobku naukowym posiadam 63 prace naukowe o łącznej liczbie punktów MNiSW 684 (dwie wydane przed uzyskaniem stopnia doktora). Opublikowałam 21 artykułów naukowych w czasopismach znajdujących się w wykazie czasopism naukowych posiadających współczynnik wpływu Impact Factor (IF), znajdujących się w bazie JCR (lista A) o łącznej sumie punktów 465 (sumaryczny IF = 35, 598) oraz 25 artykułów naukowych w czasopismach znajdujących się w wykazie czasopism naukowych nieposiadających współczynnika wpływu Impact Factor (lista B) o łącznej sumie punktów 204

(w tym 2 artykuły przed uzyskaniem stopnia doktora). Dokładne zestawienie wszystkich opublikowanych artykułów wraz z punktacją MNiSW oraz współczynnikiem IF prezentuje Tabela 1.

Należy podkreślić, że w opublikowanych pracach naukowych opisałam 5 gatunków okrzemek nowych dla nauki: *Stauroneis saprophila* M. Rybak, Noga & Ector, *Microcostatus aerophilus* Stanek-Tarkowska, Noga, C.E. Wetzel & Ector, *Microcostatus edaphicus* C.E. Wetzel, Noga, Ector & Stanek-Tarkowska, *Humidophila komarekiana* Kochman-Kędziora, Noga, Zidarova, Kopalová & Van de Vijver, *Muelleria olechiae* Kochman-Kędziora, Noga, Van de Vijver & Stanek-Tarkowska (2 gatunki z Polski południowo-wschodniej, 2 gatunki z rejonu Antarktyki i 1 gatunek z Niemiec, z materiałów pochodzących z kolekcji Hustedta).

Brałam udział i byłam kierownikiem w 6 projektach badawczych, w tym dwóch przyznanych i finansowanych przez Komitet Badań Naukowych (jeden realizowany przed uzyskaniem stopnia doktora), dwóch przyznanych i finansowanych przez Prorektora ds. Nauki Uniwersytetu Rzeszowskiego oraz dwóch przyznanych i realizowanych w ramach dotacji celowej na prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych służących rozwojowi młodych naukowców, finansowanych w wewnętrznym trybie konkursowym (Załącznik 4III I).

Byłam także kierownikiem projektu realizowanego we współpracy z Uniwersytetem Gdańskim i GIOŚ dotyczącego aktualizacji metodyk monitoringu i oceny stanu ekologicznego śródlądowych wód powierzchniowych na podstawie fitobentosu, które obejmowały również szkolenia dla pracowników WIOŚ (Załącznik 4III F).

Brałam aktywny udział w międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych (Tab. 1), podczas których prezentowałam swoje wyniki badań w formie referatów i posterów (33 wystąpienia na konferencjach międzynarodowych i 8 wystąpień na konferencjach krajowych). Szczegółowe informacje i tematy wystąpień przedstawiono w załącznikach 3II K oraz 4III B). Byłam głównym organizatorem, przewodniczącą komitetu organizacyjnego i współredaktorem materiałów konferencyjnych XXXIV Międzynarodowej Konferencji Polskiego Towarzystwa Fykologicznego w 2015 roku w Rzeszowie – Polańczyku oraz brałam aktywny udział w komitetach organizacyjnych dwóch międzynarodowych konferencji naukowych: XXIX Międzynarodowego Sympozjum Polarnego w Krakowie w 2003 roku oraz VI Międzynarodowej Konferencji Naukowej *Przyczyny i skutki degradacji środowiska glebowego* w 2018 roku w Rzeszowie (Załącznik 4III C).

Byłam członkiem komitetu naukowego International Symposium on Fisheries and Aquatic Sciences (FABA) w Ankarze (Turcja), które odbyło się w dniach 21–23.11.2018.

**Tab. 1.** Zestawienie liczbowe dotyczące publikacji naukowych.

#### ORYGINALNE PRACE NAUKOWE

	<u>Przed doktoratem</u>			<u>Po doktoracie</u>			<u>ŁĄCZNIE</u>		
	Liczba (n)	IF	Punkty MNiSW	Liczba (n)	IF	Punkty MNiSW	Liczba (n)	IF	Punkty MNiSW
Lista A, baza JCR	-	-	-	21	35,598	465	21	35,598	465
Lista B	2	-	13	25	-	191	27	-	204
Niepunktowane, recenzowane	-	-	-	12	-	-	12	-	-
Rozdział w monografii	-	-	-	3	-	15	3	-	15
<b>RAZEM</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>61</b>	<b>35,598</b>	<b>671</b>	<b>63</b>	<b>35,598</b>	<b>684</b>

#### DONIESIENIA KONFERENCYJNE

konferencje międzynarodowe	2	31	33
konferencje krajowe	-	8	8
<b>RAZEM</b>	<b>2</b>	<b>39</b>	<b>41</b>

Od 2012 roku jestem członkiem Rady Naukowej zeszytu *Nauki Przyrodnicze* w czasopiśmie *Rocznik Przemyski* (Załącznik 4III G). Jestem członkiem w trzech towarzystwach naukowych (Federation of European Phycological Societies, Polskie Towarzystwo Fykologiczne oraz Polskie Towarzystwo Inżynierii Ekologicznej Oddział Południowo-Wschodni) (Załącznik 4III H).

Zrecenzowałam 13 publikacji w czasopismach zagranicznych i krajowych (Załącznik 4III P).

#### 5.3.2 Osiągnięcia dydaktyczne

Od 2005 roku (tj. rozpoczęcia pracy na Uniwersytecie Rzeszowskim) przygotowałam i opracowałam programy zajęć wraz z sylabusami z 9 przedmiotów (Botanika, Flora Polski, Szata Roślinna i Fauna, Algologia, Zastosowanie okrzemek w ocenie jakości wód, Glony w przyrodzie i gospodarce człowieka, Zastosowanie alg w przemyśle spożywczym, Biologiczne



znaczenie mikroorganizmów, Ekologia), które prowadzone są przeze mnie na 6 kierunkach studiów (Ochrona Środowiska, Biologia, Rolnictwo, Architektura Krajobrazu, Technologia Żywności i Żywnienie Człowieka, Logistyka w sektorze rolno-spożywczym; Załącznik 4III I). Ponadto od roku 2016 jestem członkiem Rady Programowej na kierunku Ochrona Środowiska.

Byłam lub jestem promotorem pomocniczym w trzech rozprawach doktorskich: dr Łukasza Peszka (termin obrony: 30.10.2018), mgr Natalii Kochman-Kędziora (planowany termin obrony marzec 2019) oraz mgr Mateusza Rybaka (planowany termin obrony – 2020 rok) – Załącznik 4III K.

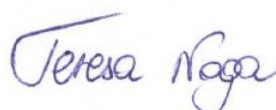
W latach 2007–2018 wypromowałam 42 prace dyplomowe – byłam promotorem 25 prac magisterskich, 14 prac inżynierskich oraz 3 prac licencjackich (Załącznik 4III J).

### **5.3.3 Inne osiągnięcia popularyzujące naukę**

Pracując na Uniwersytecie Rzeszowskim zorganizowałam zespół badawczy, w którym prowadzimy badania nad okrzemkami w różnych typach siedlisk, głównie w Polsce południowej ale także w innych częściach świata (m.in. w Antarktyce). Zorganizowałam pracownię mikroskopową, której jestem opiekunem. Od kilku lat aktywnie uczestniczę w pracach komisji ds. promocji wydziału, prowadzę liczne warsztaty edukacyjne i promujące wydział, dla uczniów szkół średnich, gimnazjalnych i podstawowych (Załącznik 4III Q).

W latach 2006–2013 pracowałam w komisji rekrutacyjnej (5-krotnie pełniłam funkcję sekretarza) oraz w zespole przygotowującym harmonogram zajęć dla studentów (Załącznik 4III Q).

W latach 2006–2015 byłam członkiem komitetu okręgowego olimpiady biologicznej w województwie podkarpackim, członkiem zespołu sprawdzającego uczniowskie prace badawcze oraz przeprowadzającego olimpiadę biologiczną i sprawdzającego testy (Załącznik 4III N).



## Literatura

- Andrzejewski R., Weigle A. (red.) 2003. Różnorodność biologiczna Polski. Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa, 284 ss.
- Barragán C., Wetzel C.E., Ector L. 2017. A standard method for the routine sampling of terrestrial diatom communities for soil quality assessment. *Journal of Applied Phycology* 30(2): 1095–1113.
- Bhatt J.P., Bhaskar A., Pandit M.K. 2008. Biology, distribution and ecology of *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) Schmidt an abundant diatom from the Indian Himalayan rivers. *Aquatic Ecology* 42: 347–353.
- Bernat P., Noga T. 2012. Różnorodność zbiorowisk okrzemek potoku Trzcianka. *Rocznik Przemyski* 48(3): 29–44.
- Blanco S., Ector L. 2009. Distribution, ecology and nuisance effects of the freshwater invasive diatom *Didymosphenia geminata* (Lyngbye) M. Schmidt: a literature review. *Nova Hedwigia* 88(3-4): 347–422.
- Bogaczewicz-Adamczak B. 1990. Paleolimnologia jezior Borów Tucholskich w swietle badań kopalnych okrzemek. *Zeszyty Naukowe Uniw. Gdańsk*, 150: 1–133.
- Buczko 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., Lange-Bertalot H. 2009. *Geissleria gereckeii* sp. nov. (Bacillariophyta) from leaf-litter covered stones of very shaded carbonate mountain springs with extremely low discharge. *Phycological Research* 57(3): 171–177.
- Cavalier-Smith T. 2004. Only six kingdoms of life. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 271: 1251–1262.
- CEMAGREF 1982. Etude des méthodes biologiques quantitative d'appréciation de la qualité des eaux – Rapport Division Qualité des Eaux Lyon. Agence financière de Bassin Rhone – Méditerranée – Corse, Pierre-Bénite, 218 ss.
- Coste M., Ayphassorho H. 1991. Étude de la qualité des eaux du Bassin Artois–Picardie a l'aide des communautés de diatomées benthiques (Application des indices diatomiques) – Rapport Cemagref. Bordeaux – Agence de l'Eau Artois–Picardie, Douai, 277 ss.
- Ehrlich H., Motylenko M., Sundareshwar P.V., Ereskovsky A., Zgłobicka I., Noga T., Płociński T., Tsurkan M.V., Wyroba, E., Suski S., Bilski H., Wysokowski M., Stöcker H., Makarova A., Vyalikh D., Walter J., Molodtsov S.L., Bazhenov V.V., Petrenko I., Langer E., Richter A., Niederschlag E., Pisarek M., Springer A., Gelinsky M., Rafaja D., Witkowski A., Meyer D.C., Jesionowski T., Kurzydłowski K.J. 2016. Multiphase Biomineralization: Enigmatic Invasive Siliceous Diatoms Produce Crystalline Calcite. *Advanced Functional Materials*, 17 February 2016, DOI:10.1002/adfm.201504891.5.

Gondek K., Mierzwa-Hersztek M., Baran A., Szostek M., Pieniążek R., Pieniążek M., Stanek-Tarkowska J., **Noga T.** 2017. The effect of Low-Temperature Conversion of Plant Materials on the Chemical Composition and Ecotoxicity of Biochars. *Waste Biomass Valor.* 8: 599–609.

Górecki A., Zemanek B. (red.) 2009. Magurski Park Narodowy – monografia przyrodnicza. Krempna – Kraków, 269 ss.

Górecki A., Zemanek B. (red.) 2016. Bieszczadzki Park Narodowy – 40 lat ochrony. Ustrzyki Górne, 414 ss.

Grabowski T., Harasimiuk M., Kaszewski B.M., Kravchuk Y., Lorens B., Michalczyk Z., Shabliy O. 2015. Roztocze – przyroda i człowiek. *Zwierzyniec*, 527 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.), ARG Gantner Verlag KG, Ruggell. s. 1–908.

Kawecka B. 1965. Communities of benthic algae in the River Białka and its Tatra tributaries The Rybi Potok and Roztoka. *Komitet Zagosp. Ziem Górskich PAN* 11: 113–129.

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., Olech M.A. 1993. Diatom communities in the Vanishing and Ornithologist Creek, King George Island, South Shetlands, Antarctica. *Hydrobiologia* 269/270: 327–333.

Kawecka B., Sanecki J. 2003. *Didymosphenia geminata* in running waters of southern Poland – symptoms of change in water quality? *Hydrobiologia* 495: 193–201.

Kawecka B., Kwandrans J., Szykowski A. 1999. Use of algae for monitoring rivers in Poland – Situation and development. [W:] J. Prygiel i in. (red.), Use of algae for monitoring rivers III, Agence de l'Eau Artois-Picardie, s. 57–65.

Kawecka B., Olech M.A., Nowogrodzka-Zagórska M., Wojtuń B. 1998. Diatom communities in small water bodies at H. Arctowski Polish Antarctic Station, King George Island, South Shetland Islands, Antarctica. *Polar Biology* 19: 183–192.

Kelly M.G. 2013. Data rich, information poor? Phytobenthos assessment and the Water Framework Directive. *European Journal of Phycology* 48(4): 437–450.

Kelly M.G., Whitton B.A. 1995. The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *J. Appl. Phycol.* 7: 433–444.

Kelly M., Bennett C., Coste M., Delgado C., Delmas F., Denys L., Ector L., Fauville C., Ferréol M., Golub M., Jarlman A., Kahlert M., Lucey J., Ní Chatháin B., Pardo I., Pfister P., Picinska-Faltnowicz J., Rosebery J., Schranz C. Schaumburg J., Van Dam H., Vilbaste S. 2009. A comparison of national approaches to setting ecological status boundaries in

phytobenthos assessment for the European Water Framework Directive: results of an intercalibration exercise. *Hydrobiologia* 621(1): 169–182.

Kepel A., Heise W., Pawlaczyk P., Urbański P., Górski P. 2013. Aktualizacja listy gatunków roślin objętych ochroną gatunkową oraz wskazania dla ich ochrony. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Poznań, 78 ss.

Kochman-Kędziora N., **Noga T.**, Zidarova R., Kopalová K., Van de Vijver B. 2016a. *Humidophila komarekiana* sp. nov. (Bacillariophyta), a new limnoterrestrial diatom species from King George Island (Maritime Antarctica). *Phytotaxa* 272(3): 184–190.

Kochman-Kędziora N., Pajączek A., Peszek Ł., Domszy P., **Noga T.**, Stanek-Tarkowska J. 2016b. Różnorodność zbiorowisk okrzemek rozwijających się w rzece San w okolicach Jarosławia. *Rocznik Przemyski* 52(3): 3–26.

Kochman-Kędziora N., **Noga T.**, Van de Vijver B., Stanek-Tarkowska J. 2017. A new *Muelleria* species (Bacillariophyta) from the Maritime Antarctic Region. *Fottea* 17(2): 264–268.

Kochman-Kędziora N., Pinseel E., Rybak M., **Noga T.**, Olech M., Van de Vijver B. 2018a. *Pinnularia subcatenaborealis* sp. nov. (Bacillariophyta) a new chain-forming diatom species from King George Island (Maritime Antarctica). *Phytotaxa* 364 (3): 259–266.

Kochman-Kędziora N., **Noga T.**, Olech M., Van de Vijver B. 2018b. Freshwater diatoms of the Ecology Glacier foreland, King George Island, South Shetland Islands. *Polish Polar Research* 39(3): 393–412.

Kocielska-Streb M., Pajączek A., Peszek Ł., Kochman N., **Noga T.**, Stanek-Tarkowska J. 2014. Okrzemki (Bacillariophyceae) Zalewu Rzeszowskiego. *Rocznik Przemyski* 50(4): 21–40.

Kostecka J., Jasińska T., **Noga T.**, Pączka G. 2007. Monitoring różnorodności flory i fauny miasta z udziałem olimpijczyków. *Zeszyty naukowe PTIE i PTG* 9: 61–70.

Kozicki Z. 2011. Zespół Elektrowni Wodnych Solina-Myczkowce. Wydawca Agencja Paweł Janik, Zielonczyn.

Kożuchowski K. 2011. Klimat Polski. Nowe spojrzenie. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Krammer K. 2000. The genus *Pinnularia*. [W:] H. Lange-Bertalot (red.), *Diatoms of Europe*. Vol. 1. A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell, 703 ss.

Kwandrans J., Eloranta P., Kawecka B., Wojtan K. 1998. Use of benthic diatom communities to evaluate water quality in rivers of southern Poland. *Journal of Applied Phycology* 10(2): 193–201.

Lamczyk M., Kawelski L., **Noga T.**, Stanek-Tarkowska J., Berezovska I., Berchenko N., Parlinska-Wojtan M., Cebulski J. 2014. Quantitative imaging of diatoms by PeakForce atomic force microscopy. *Surface and Interface Analysis* 46(10/11): 851–855.

- Lange-Bertalot H. 2001. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. *Navicula* sensu stricto, 10 Genera Separated from *Navicula* sensu lato, *Frustulia*. [W:] H. Lange-Bertalot (red.), Diatoms of Europe. Vol. 2. A.R.G. Gartner Verlag. K.G., Vaduz, 526 ss.
- Lange-Bertalot H., Metzeltin D. 1996. Ecology – Diversity – Taxonomy. Indicators of oligotrophy. *Iconografia Diatomologica* 2: 1–390.
- Lange-Bertalot H., Bąk M., Witkowski A. 2011. *Eunotia* and some related genera. [W:] Diatoms of Europe. Diatoms of the European inland water and comparable habitats. Volume 6 H. Lange-Bertalot (red.), A.R.G. Gartner Verlag K.G., Ruggell, 747 ss.
- Lange-Bertalot H., Hofmann, 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. [W:] M. Cantonati i in. (red.), Koeltz Botanical Books, Schmittner-Oberreifenberg, 942 ss.
- Lecointe C., Coste M., Prygiel J. 1993. OMNIDIA, a software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventory management. *Hydrobiologia* 269/270: <http://dx.doi.org/509-513>. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00028048>.
- Levkov Z., Metzeltin D., Pavlov A. 2013. *Luticola* and *Luticolopsis*. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. *Diatoms of Europe* 7: 1–698.
- Levkov Z., Mitić-Kopanja D., Reichardt E. 2016. The diatom genus *Gomphonema* in the Republic of Macedonia. [W:] H. Lange-Bertalot (red.), Diatoms of Europe. Vol. 8. Diatoms of the European inland waters and comparable habitats. Koeltz Botanical Books, Oberreifenberg, 552 ss.
- Levkov Z., Tofilovska S., Wetzel C.E., Mitić-Kopanja D., Ector L. 2017. Diversity of *Luticola* D.G. Mann (Bacillariophyceae) species on halomorphic soils from Gladno Pole, Central Macedonia. *Nova Hedwigia, Beiheft* 146: 175–196.
- Mann D.G. 1999. The species concept in diatoms. *Phycologia* 38(6): 437–495.
- Mann D.G., Crawford R.M., Round F.R. 2016. Bacillariophyta. [W:] J.M. Archibald i in. (red.), *Handbook of the Protists*. Springer International Publishing AG, DOI 10.1007/978-3-319-32669-6\_29-1.
- Matuszkiewicz J.M. 2008. Bogactwo inwentarza zespołów roślinnych w krainach geobotanicznych Polski, [W:] S. Kaczmarek (red.), *Krajobraz i bioróżnorodność*. Wydawnictwo Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz, s. 82–105.
- Monnier O., Ector L., Rimet F., Ferréol M., Hoffmann L. 2012. *Adlafia langebertalotii* sp. nov. (Bacillariophyceae), a new diatom from the Grand-Duchy of Luxembourg morphologically similar to *A. suchlandtii* comb. nov. *Nova Hedwigia, Beiheft* 141: 131–140.

- Noga T.** 2003. Dispersion of *Didymosphenia geminata* in the flowing waters of Southern Poland – new sites of species occurrence in the Orawska Watershed and the Orawska Basin. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 32(4): 159–170.
- Noga T.** 2006. Różnorodność sinic i glonów słodkowodnych Polski, wskazówki dla uczestników olimpiady biologicznej. *Zeszyty naukowe PTIE i PTG* 7: 69–80.
- 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*. (s. 109–128). Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Krakow.
- Noga T.** 2019. Valuable habitats of protected areas in south Poland – a source of rare and poorly known diatom species. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 1(88): DOI: 10.5586/asbp.3595.
- Noga T., Olech M.A.** 2004. Diatom communities in Moss Creek (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica) in two summer seasons: 1995/96 and 2001/02. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 33: 103–120.
- Noga T., Siry K.** 2010. Diversity of diatom flora in the Łubienka stream (The Dynów Foothills, south-eastern Poland). *Zeszyty naukowe PTIE i PTG* 12: 75–86.
- Noga T., Rybak M.** 2017. First record of *Pinnularia subinterrupta* Krammer & Schroeter in Poland – a rare species in Europe. *Biodiv. Res. Conserv.* 45: 17–21.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Irlík E., Soliwoda K., Peszek Ł.** 2012a. Nowe stanowiska *Didymosphenia geminata* w Ropie i Białej Tarnowskiej (Polska Południowa). *Inżynieria Ekologiczna* 30: 257–265.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Kocielska-Streb M., Ligęzka R., Kloc U., Peszek Ł.** 2012b. Endangered and rare species of diatoms in running and standing waters on the territory of Rzeszów and the surrounding area [W:] *Practical Applications of Environmental Research. Nauka dla Gospodarki*. nr 3/2012, J. Kostecka, J. Kaniuczak (red.), 331–340.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Pajączek A., Peszek Ł.** 2013a. New records of *Geissleria declivis* (Hust.) Lange-Bert. (Bacillariophyceae) in Europe, the first in Poland. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 42(4): 480–485.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Peszek Ł., Pajączek A., Kowalska S.** 2013b. Use of diatoms to assess water quality of anthropogenically modified Matysówka stream. *Journal of Ecological Engineering* 14(2): 1–11.
- Noga T., Stanek-Tarkowska, Pajączek A., Peszek Ł., Kochman N.** 2013c. Ecological characteristics the diatoms of river Wisłok using their role of indicators for assessing water quality. *Journal of Ecological Engineering* 14(3): 18–27.

- Noga T.**, Stanek-Tarkowska J., Kochman N., Peszek Ł., Pajączek A., Woźniak K. 2013d. 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 J., Pajączek A., Peszek Ł., Kochman N., Kozak E., Kędziora Ł., Wąsacz P. 2013e. Wstępne rozpoznanie okrzemek Bacillariophyceae Jeziorek Duszatyńskich (Bieszczady Zachodnie). *Roczniki Bieszczadzkie* 21: 127–146.
- Noga T.**, Peszek Ł., Stanek-Tarkowska J., Pajączek A. 2014a. 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.**, Kochman N., Peszek Ł., Stanek-Tarkowska J., Pajączek A. 2014b. 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.**, Stanek-Tarkowska, Pajączek A., Kochman N., Peszek Ł. 2014c. 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, Pajączek A., Peszek Ł., Kochman N. 2014d. Expansion of *Didymosphenia geminata* (Lyngbe) M. Schmidt (Bacillariophyceae) in running waters in S-E Poland: new records in the Podkarpacie Region. *Journal of Ecological Engineering* 15(2): 31–39.
- Noga T.**, Stanek-Tarkowska, Peszek Ł., Pajączek A., Kochman N. 2014e. The new localities of rare species *Neidium hercynicum* Mayer on the peatland areas of southern and south-eastern Poland. *Journal of Ecological Engineering* 15(3): 64–69.
- Noga T.**, Stanek-Tarkowska, Peszek Ł., Pajączek A., Kochman N., Zubel R. 2014f. 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.**, Stanek-Tarkowska J., Pajączek A., Peszek Ł., Kochman-Kędziora N., Irlík E. 2015. Wykorzystanie okrzemek (Bacillariophyta) do oceny jakości wód rzeki Białej Tarnowskiej. *Inżynieria Ekologiczna* 42: 17–27.
- Noga T.**, Stanek-Tarkowska J., Kochman-Kędziora N., Pajączek A., Peszek Ł. 2016a. The inside of a dam as an unusual habitat for two rare species of *Gomphosphenia* – *G. fontinalis* and *G. holmquistii*. *Diatom Research* 31(4): 379–387.
- Noga T.**, Rybak M., Stanek-Tarkowska J., Pajączek A., Kochman-Kędziora N., Peszek Ł. 2016b. Nowe stanowiska występowania okrzemki *Didymosphenia geminata* (Lyngbe) M. Schmidt w potoku Wołosatym i dopływach. *Roczniki Bieszczadzkie* 24: 305–311.
- Noga T.**, Stanek-Tarkowska J., Peszek Ł., Pajączek A., Kochman-Kędziora N., Ligęzka R. 2016c. The use of diatoms to assess the water quality of the Wisłoka River in the Dębica City and surrounding area. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 45(2): 191–201.

- Noga T.**, Stanek-Tarkowska J., Rybak M., Kochman-Kędziora N., Peszek Ł., Pajączek A. 2016d. Diversity of diatoms in the natural, mid-forest Terebowiec stream – Bieszczady National Park. *Journal of Ecological Engineering* 17(4): 232–247.
- Noga T.**, Stanek-Tarkowska J., Kloc U., Kochman-Kędziora N., Rybak M., Peszek Ł., Pajączek A. 2016e. Diatom diversity and water quality of a suburban stream: a case study of the Rzeszów city in SE Poland. *Biodiversity Research and Conservation* 41: 19–34.
- Noga T.**, Rybak M., Ector L. 2017a. Description of *Stauroneis saprophila* sp. nov. (Bacillariophyta), a new diatom species from anthropogenic environment. *Phytotaxa* 327 (3): 269–275.
- Noga T.**, Stanek-Tarkowska J., Rybak M., Kochman-Kędziora N. 2017b. Morphology of *Reimeria ovata* (Hust.) Levkov & Ector in comparison with similar *Reimeria* species. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 46(1): 123–131.
- Noga T.**, Stanek-Tarkowska J., Kochman-Kędziora N., Rybak M., Peszek Ł., Pajączek A. 2017c. *Luticola frequentissima* Levkov, Metzeltin & Pavlov – morphological and ecological characteristic of population from Southern Poland. *Oceanological and Hydrobiological Studies* 46(2): 237–243.
- 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. Kaczmarska, J.M. Ehrman & A. Z. Wojtal, (red.): *Phycological Reports: Current advances in algal taxonomy and its applications: phylogenetic, ecological and applied perspective*. (s. 129–152). Institute of Botany Polish Academy of Sciences, Krakow.
- Pajączek A., Peszek Ł., Kochman N., **Noga T.**, Stanek-Tarkowska J. 2014a. Różnorodność zbiorowisk okrzemek w wodach Mleczki Wschodniej. *Rocznik Przemyski* 50(4): 7–20.
- Pajączek A., Stanek-Tarkowska J., **Noga T.**, Peszek Ł., Kochman-Kędziora N. 2014b. Unikalna flora torfowisk na przykładzie rezerwatu Bagno Przeclawskie. [W:] J. Gąsior i in. (red.), *Acta Carpathica* 19: 145–148.
- Pajączek A., Peszek Ł., Kochman-Kędziora N., Rybak M., Noga T., Stanek-Tarkowska J. 2015. Występowanie okrzemki *Pinnularia schoenfelderi* Krammer na terenie Polski południowo-wschodniej. [W:] J. Gąsior i in. (red.), *Acta Carpathica* 23: 67–72.
- Peszek Ł., **Noga T.**, Stanek-Tarkowska J., Pajączek A., Kochman N. 2014a. Rola bioindykacyjna i biologia okrzemek (Bacillariophyceae). [W:] J. Gąsior i in. (red.), *Acta Carpathica* 12: 41–46.



- Peszek Ł., Pajączek A., Kochman N., **Noga T.**, Stanek-Tarkowska J. 2014b. Dominujące gatunki okrzemek w wodach płynących na terenie Podkarpacia. [In:] J. Gąsior et al. (eds), *Acta Carpathica* 16: 97–102.
- 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 Żołyńianka and Jagielnia streams. *Journal of Ecological Engineering* 16(2): 33–51.
- Pliński M., Witkowski A. 2009. Okrzemki – Bacillariophyta. Część pierwsza: Okrzemki centryczne (Coscinodiscophyceae). [W:] M. Pliński (red.), *Flora Zatoki Gdańskiej i wód przyległych (Bałtyk Południowy)* 4/1. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk, 223 ss.
- Podgórski L. 2003. Warunki ekologiczne Zalewu Rzeszowskiego w 2003 roku. Wojewódki Inspektorat Ochrony Środowiska, Rzeszów, s. 1–75.
- 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.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. 1990. *The diatoms Biology and morphology of the genera*. Cambridge: Cambridge University Press. s. 1–747.
- Rogała D., Marcela A. (red.) 2012. *Obszary Natura 2000 na Podkarpaciu*. Regionalna Dyrekcja Ochrony Środowiska w Rzeszowie, Rzeszów, 351 ss.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin. Dz.U. 2014 poz. 1409.
- 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.
- Rybak M., **Noga T.**, Zubel R. 2018a. The aerophytic diatom assemblages developed on mosses covering the bark of *Populus alba* L. *Journal of Ecological Engineering* 19(6): 113–123.
- Rybak M., Poradowska A., Kochman-Kędziora N., Peszek Ł., **Noga T.**, Stanek-Tarkowska J. 2018b. Okrzemki (Bacillariophyta) torfowiska Wołosate (Bieszczadzki Park Narodowy). *Roczniki Bieszczadzkie* 26: 169–183.
- Siemińska J. 1964. Bacillariophyceae – Okrzemki. [W:] K. Starmach (red.) *Flora Słodkowodna Polski*. Tom 6. PWN, Warszawa.
- 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. [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, s. 35–52.

- Smol J.P., Stoermer E.F. 2010. The diatoms: applications for the environmental and earth sciences. Wyd. 2, Cambridge University Press, New York, 570–573.
- Stanek-Tarkowska J., **Noga T.** 2012a. Diversity of diatoms (Bacillariophyceae) in the soil under traditional tillage and reduced tillage. *Inżynieria Ekologiczna* 30: 287–296.
- Stanek-Tarkowska J., **Noga T.** 2012b. 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.**, Pajączek A., Peszek Ł. 2013. The occurrence of *Sellaphora nana* (Hust.) Lange-Bert. Cavacini, Tagliaventi & Alfinito, *Stauroneis borrichii* (J.B. Petersen) J.W.G. Lund, *S. parathermicola* Lange-Bert. and *S. thermicola* (J.B. Petersen) J.W.G. Lund on agricultural soils. *Algological Studies* 142: 109–120.
- Stanek-Tarkowska J., **Noga T.**, Kochman-Kędzióra N., Peszek Ł., Pajączek A., Kozak E. 2015. The diversity of diatom assemblages developed on fallow soil in Pogórska Wola near Tarnów (southern Poland). *Acta Agrobot.* 68(1): 33–42.
- Stanek-Tarkowska J., **Noga T.**, Kochman-Kędzióra N., Rybak M. 2016a. Zbiorowiska okrzemek rozwijające się na glebie uprawnej w pogórskiej woli koło Tarnowa. *Inżynieria Ekologiczna* 46: 128–134.
- Stanek-Tarkowska J., Wetzel C.E., **Noga T.**, Ector L. 2016b. Study of the type material of *Navicula egregia* Hustedt and descriptions of two new aerial *Microcostatus* (Bacillariophyta) species from Central Europe. *Phytotaxa* 280(2): 163–172.
- Symonides E. 2014. Różnorodność biologiczna Polski – jej stan zagrożenia i prawno-organizacyjne aspekty ochrony. *Przyszłość: Świat-Europa-Polska. Problemy i Poglądy, Zagrożenia Środowiska* 2(30): 12–35.
- Szczepocka E., Nowicka-Krawczyk P., Knysak P., Żelazna-Wieczorek J. 2016. Long term urban impacts on the ecological status of a lowland river as determined by diatom indices. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 19(1): 19–28.
- Tambor A., **Noga T.** 2011. Diversity of diatoms flora in the Lubcza River (left-side tributary of the Wisłok River). *Rocznik Przemyski* 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 J. Aquatic Ecol.* 28: 117–133.
- Van den Hoek C., Mann D.G., Jahns H.M. 1995. *Algae: An Introduction to Phycology*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Vasselon V., Rimet F., Tapolczai K., Bouchez A. 2017. Assessing ecological status with diatoms DNA metabarcoding: Scaling-up on a WFD monitoring network (Mayotte island, France). *Ecological Indicators* 82: 1–12.

Veen A., Hof C.H.J., Kouwets F.A.C., Berkhout T. 2015. Taxa Watermanagement the Netherlands (TWN) [Rijkswaterstaat Waterdienst, Informatiehuis Water] <http://ipt.nlbif.nl/ipt/resource?r=checklist-twn>.

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: 1–417.

Whitton B.A., Ellwood N.T., Kawecka B. 2009. Biology of the freshwater diatom *Didymosphenia*: a review. *Hydrobiologia* 630: 1–37.

Witkowski A., Li C.L., Zgłobicka I., Yu S.X., Ashworth M., Dąbek P., Qin S., Tang C., Krzywda M., Ruppel M., Theriot E.C., Jansen R.K., Car A., Płociński T., Wang Y.C., Sabir J.S.M., Daniszewska-Kowalczyk G., Kierzek A., Hajrah N.H. 2016. Multigene assessment of biodiversity of diatom (Bacillariophyceae) assemblages from the littoral zone of the Bohai and Yellow Seas in Yantai region of Northeast China with some remarks on ubiquitous taxa. *Journal of Coastal Research SI* 74: 166–195.

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.

Wołowski K. 2003. Różnorodność gatunkowa – glony. [W:] R. Andrzejewski, A. Weigle (red.), *Różnorodność biologiczna Polski*. Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa, s. 37–48.

Wysokowski M., Bartczak P., Żółtowska-Aksamitowska S.Z., Chudzińska A., Piasecki A., Langer E., Bazhenov V.V., Petrenko I., **Noga T.**, Stelling A.L., Ehrlich H., Jesionowski T. 2017. Adhesive stalks of diatom *Didymosphenia geminata* as a novel biological adsorbent for hazardous metals removal. *Clean – Soil, Air, Water*, 2017, 1600678 (1-11), DOI: 10.1002/clen.201600678.

Zgłobicka I., Li O., Gluch J., Płocińska M., **Noga T.**, Dobosz R., Szoszkiewicz R., Witkowski A., Zschech E., Kurzydłowski K.J. 2017. Visualization of the internal structure of *Didymosphenia geminata* frustules using nano X-ray tomography. *Scientific Reports* | 7: 9086 | DOI:10.1038/s41598-017-08960-5.

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.

