

**ZAŁĄCZNIK 3**

**AUTOREFERAT**

Dr inż. Izabela Barbara ZGŁOBICKA  
Autoreferat

*Budowa i właściwości okrzemek w kontekście zastosowań w innowacyjnych materiałach  
funkcjonalnych*

Politechnika Białostocka  
Wydział Mechaniczny  
Instytut Inżynierii Mechanicznej

Białystok, 2022

## Spis treści

<b>1. IMIĘ I NAZWISKO .....</b>	<b>4</b>
<b>2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE LUB ARTYSTYCZNE .....</b>	<b>4</b>
<b>3. INFORMACJA O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH LUB ARTYSTYCZNYCH .....</b>	<b>5</b>
<b>4. OMÓWIENIE OSIĄGNIĘĆ, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1 PKT. 2 USTAWY .....</b>	<b>5</b>
4.1. SPIS PRAC STANOWIĄCYCH JEDNOTEMATYCZNY CYKL ARTYKUŁÓW NAUKOWYCH .....	5
4.2. OMÓWIENIE OSIĄGNIĘCIE NAUKOWEGO ORAZ OSIĄGNIĘTYCH CELÓW PRAC BADAWCZYCH .....	9
<b>5. INFORMACJA O WYKAZYWANIU SIĘ ISTOTNĄ AKTYWNOŚCIĄ NAUKOWĄ ALBO ARTYSTYCZNĄ REALIZOWANĄ W WIĘCEJ NIŻ JEDNEJ UCZELNI, INSTYTUCJI NAUKOWEJ LUB INSTYTUCJI KULTURY, W SZCZEGÓLNOŚCI ZAGRANICZNEJ .....</b>	<b>20</b>
5.1. POLITECHNIKA WARSZAWSKA, WARSZAWA, POLSKA .....	20
5.2. FRAUNHOFER INSTITUTE FOR CERAMIC TECHNOLOGIES AND SYSTEMS (IKTS), DREZNO, NIEMCY ....	20
5.3. UNIwersytet SZCZECIŃSKI, SZCZECIN, POLSKA .....	21
<b>6. INFORMACJA O OSIĄGNIĘCIACH DYDAKTYCZNYCH, ORGANIZACYJNYCH ORAZ POPULARYZUJĄCYCH NAUKĘ LUB SZTUKĘ.....</b>	<b>24</b>
6.1. OSIĄGNIĘCIA DYDAKTYCZNE .....	24
6.2. OSIĄGNIĘCIA ORGANIZACYJNE.....	26
<b>7. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH .....</b>	<b>26</b>
7.1. TEMATYKA POZOSTAŁYCH PRAC NAUKOWO-BADAWCZYCH .....	26
7.2. PRZEBIEG PRACY NAUKOWEJ.....	31
7.3. WSKAŹNIKI BIBLIOGRAFICZNE .....	35
7.4. NAGRODY I WYRÓŻNIENIA ZA REALIZOWANE PRACE NAUKOWE I BADAWCZO-ROZWOJOWE.....	36
7.5. KONFERENCJE NAUKOWE .....	36
7.6. REALIZACJA PROJEKTÓW BADAWCZYCH.....	38
7.7. DZIAŁALNOŚĆ RECENZENCKA .....	41
7.8. STAŻE W OŚRODKACH NAUKOWYCH .....	42
7.9. WSPÓLPRACA Z PRZEMYSŁEM .....	42

## 1. Imię i nazwisko

IZABELA BARBARA ZGŁOBICKA

## 2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne

**16.10.2015**

### **Doktor nauk technicznych**

Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej

Dziedzina: nauki techniczne

Dyscyplina: inżynieria materiałowa

Tytuł rozprawy: *Exploratory study of the use of Didymosphenia geminata stalks as a functional biomaterial*

Promotor: prof. dr hab. inż. Krzysztof J. Kurzydłowski,

Promotor: prof. dr rer. nat. habil. Hermann Ehrlich

Recenzent: prof. dr hab. Andrzej Witkowski,

Recenzent: prof. dr hab. inż. Jan R. Dąbrowski

**29.06.2011**

### **Magister**

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica  
w Krakowie, Międzywydziałowa Szkoła Inżynierii  
Biomedycznej

Kierunek: Inżynieria Biomedyczna

Specjalność: Inżynieria Biomateriałów

Tytuł pracy dyplomowej: *Nanokompozyty polimerowe dla zastosowań medycznych*

Promotor: prof. dr hab. inż. Marta Błażewicz

**25.01.2010**

### **Inżynier**

Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica  
w Krakowie, Międzywydziałowa Szkoła Inżynierii  
Biomedycznej

Kierunek: Inżynieria Biomedyczna

Tytuł pracy dyplomowej: *Badania nad degradacją mechanicznych zastawek serca*

Promotor: prof. dr hab. inż. Marta Błażewicz

### 3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych

<b>01/10/2018 – obecnie</b>	<b>Politechnika Białostocka</b> Wydział Mechaniczny Stanowisko: Adiunkt
<b>01/02/2016 – 31/10/2018</b>	<b>Politechnika Warszawska</b> Wydział Inżynierii Materiałowej Stanowisko: Technolog
<b>01/10/2011 – 31/01/2018</b>	<b>Politechnika Warszawska</b> Wydział Inżynierii Materiałowej Stanowisko: Wykonawca w projektach
<b>04/2012</b>	<b>Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Warszawa</b> Stanowisko: Asystent
<b>03/2009 – 07/2010</b>	<b>Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk im. Henryka Niewodniczańskiego w Krakowie</b> Stanowisko: Asystent

### 4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy

#### 4.1. Spis prac stanowiących jednotematyczny cykl artykułów naukowych

Jednotematyczny cykl 7 publikacji (w porządku chronologicznym ukazywania się prac).

*Artykuły opublikowane w czasopismach posiadających IF i znajdujących się w bazie JCR (część A wykazu czasopism naukowych wg listy MNiSW).*

**A.1.** Zglobicka I., Li Q., Gluch J., Plocinska 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. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-08960-5>.

IF = 4.122; 40 pkt MNiSW, **autor korespondencyjny**

Mój wkład w powstanie publikacji polegał na opracowaniu koncepcji artykułu, przygotowaniu przeglądu literaturowego, zaplanowaniu eksperymentu, pobraniu ze

środowiska naturalnego i przygotowaniu (oczyszczeniu) materiału badawczego (pancerzyków okrzemek), przeprowadzeniu obserwacji z wykorzystaniem skaningowej mikroskopii elektronowej, udział w obserwacjach z wykorzystaniem mikroskopii jonowej, analizie obrazów mikroskopowych, przygotowaniu pierwszej wersji tekstu manuskryptu, interpretacji uzyskanych wyników badań, opracowaniu graficznemu, przygotowaniu odpowiedzi dla recenzentów, recenzji i edytowaniu manuskryptu, przygotowaniu ostatecznej wersji artykułu.

---

**A.2.** Zglobicka I., Chmielewska A., Topal E., Kutukova K., Gluch J., Krüger P., Kilroy C., Swieszkowski W., Kurzydłowski K.J., Zschech E. (2019): 3D diatom-designed and selective laser melting (SLM) manufactured metallic structures. *Scientific Reports*, 9, 19777. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56434-7>.

IF = 3.998; 140 pkt MNiSW, **autor korespondencyjny**

Mój wkład w powstanie publikacji polegał na opracowaniu koncepcji artykułu, przygotowaniu przeglądu literaturowego, zaplanowaniu eksperymentu, przygotowaniu materiału badawczego (oczyszczenie pancrzyków okrzemek), udziale w obserwacjach z wykorzystaniem nano- i mikrotomografii komputerowej (pancerzyków okrzemek oraz wydrukowanych analogów), analizie danych tomograficznych, przygotowaniu pierwszej wersji tekstu manuskryptu, interpretacji uzyskanych wyników badań, opracowaniu graficznemu, przygotowaniu odpowiedzi dla recenzentów, recenzji i edytowaniu manuskryptu, przygotowanie ostatecznej wersji artykułu, nadzorce nad realizacją projektu DAAD.

Praca została przygotowana w ramach realizowanego przeze mnie projektu finansowanego przez German Academic Exchange Service (DAAD): Research Grants – Short-Term Grants 2017 (ID 57314023).

---

**A.3.** Dubicki A., Zglobicka I., Kurzydłowski K.J. (2021): Investigation of energy-absorbing properties of a bio-inspired structure. *Metals*, 11(6): 881. <https://doi.org/10.3390/met11060881>.

IF = 2.117; 70 pkt MNiSW, **autor korespondencyjny**

Mój wkład w powstanie publikacji polegał na opracowaniu koncepcji artykułu, przygotowaniu przeglądu literaturowego, zaplanowaniu eksperymentu, przeprowadzeniu badań eksperymentalnych (próba ściskania oraz obserwacje z wykorzystaniem skaningowej mikroskopii elektronowej), analizie obrazów mikroskopowych, przygotowaniu pierwszej wersji tekstu manuskryptu, interpretacji uzyskanych wyników badań, opracowaniu graficznemu, przygotowaniu odpowiedzi dla recenzentów, recenzji i edytowaniu

manuskryptu, przygotowaniu ostatecznej wersji artykułu, nadzorowaniu prac, realizacji projektu i zapewnieniu finansowania badań.

Praca została przygotowana w ramach realizowanego przeze mnie projektu SONATA pt. *Materiały kompozytowe o osnowie metalicznej z naturalnym wypełniaczem* (UMO 2018/31/D/ST8/00890) finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

---

**A.4.** Zglobicka I., Gluch J., Liao Z., Werner S., Guttman P., Li Q., Bazarnik P., Plocinski T., Witkowski A., Kurzydłowski K.J. (2021): Insight into diatom frustule structures using various imaging techniques. *Scientific Reports*, 11, 14555. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94069-9>.

IF = 4.996; 140 pkt MNiSW, **autor korespondencyjny**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji artykułu, zaplanowaniu eksperymentu i nadzorowaniu prac eksperymentalnych oraz projektów, przeglądzie literatury, pobraniu ze środowiska naturalnego i przygotowaniu (oczyszczeniu) materiału badawczego (pancerzyków okrzemek), przeprowadzeniu obserwacji z wykorzystaniem mikroskopii elektronowej, jonowej, tomografii rentgenowskiej oraz promieniowania synchrotronowego, analizie i opracowaniu uzyskanych wyników, przygotowaniu pierwszej wersji tekstu manuskryptu, interpretacji uzyskanych wyników badań i opracowaniu graficznemu, przygotowaniu odpowiedzi dla recenzentów, a także ostatecznej wersji artykułu, sfinansowaniu przeprowadzonych badań.

Praca została przygotowana w ramach realizowanych przeze mnie projektów: German Academic Exchange Service (DAAD): Research Grants – Short-Term Grants 2017 (ID 57314023), Helmholtz-Zentrum Berlin w ramach przyznanego czasu badawczego (no. 191-08267) oraz SONATA pt. *Materiały kompozytowe o osnowie metalicznej z naturalnym wypełniaczem* (UMO 2018/31/D/ST8/00890) finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

---

**A.5.** Zglobicka I., Zybala R., Kaszyca K., Molak R., Wieczorek M., Recko K., Fiedoruk B., Kurzydłowski K.J. (2022): Titanium matrix composites reinforced with biogenic filler. *Scientific Reports*, 12, 8700. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-12855-5>.

IF = 4.996; 140 pkt MNiSW, **autor korespondencyjny**

Mój wkład w powstanie publikacji polegał na opracowaniu koncepcji artykułu, przygotowaniu przeglądu literaturowego, zaplanowaniu eksperymentu, nadzorowaniu prac eksperymentalnych, przygotowaniu materiału badawczego i przeprowadzeniu obserwacji z wykorzystaniem skaningowego mikroskopu elektronowego wraz z analizą składu

chemicznego metodą EDS, udziale w przygotowaniu materiałów kompozytowych, analizie i opracowaniu uzyskanych wyników, opracowaniu graficznemu, przygotowaniu pierwszej wersji manuskryptu, opracowaniu odpowiedzi dla recenzentów, recenzji i pracach edytorskich, przygotowaniu ostatecznej wersji artykułu, nadzorowaniu realizowanego projektu, sfinansowaniu przeprowadzonych badań, nadzór nad realizacją projektu SONATA. Praca została przygotowana w ramach realizowanego przeze mnie projektu SONATA pt. *Materiały kompozytowe o osnowie metalicznej z naturalnym wypełniaczem* (UMO 2018/31/D/ST8/00890) finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

---

**A.6.** Zglobicka I., Joka-Yildiz M., Molak R., Kawalec M., Dubicki A., Wroblewski J., Dydek K., Boczkowska A., Kurzydłowski K.J. (2022): Poly(lactic acid) matrix reinforced with diatomaceous earth. *Materials*, 15, 6210. <https://doi.org/10.3390/ma15186210>

IF = 3.748; 140 pkt MNiSW, **autor korespondencyjny**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji artykułu, przeglądzie literaturowym, zaplanowaniu eksperymentu, nadzorowaniu prac eksperymentalnych, przygotowaniu materiału badawczego, udziale w wytworzeniu materiału kompozytowego i przygotowaniu do dalszych badań, przeprowadzeniu obserwacji z wykorzystaniem mikroskopii elektronowej, przeprowadzeniu badań gęstości metodą Archimedesesa, analizie i interpretacji uzyskanych wyników, przygotowaniu pierwszej wersji manuskryptu, opracowaniu graficznemu, opracowaniu odpowiedzi dla recenzentów, recenzji i pracach edytorskich, przygotowaniu ostatecznej wersji artykułu.

Praca została przygotowana w ramach realizowanego projektu pt. *Zaawansowane biokompozyty dla gospodarki jutra BIOGNET* (nr umowy POIR.04.04-00-00-1789/18-00) finansowanego ze środków Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej (program TEAM NET).

---

**A.7.** Zglobicka I., Kurzydłowski K.J. (2022): Multi-length scale characterization of frustule showing highly hierarchical structure in the context of understanding their mechanical properties. *Materials Today Communications*, no. 104741.

<https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.104741>

IF = 3.662; 70 pkt MNiSW, **autor korespondencyjny**

Mój wkład w powstanie publikacji polegał na opracowaniu koncepcji artykułu, przygotowaniu przeglądu literaturowego, zaplanowaniu eksperymentów, nadzorowaniu i przeprowadzeniu prac eksperymentalnych, pobraniu ze środowiska naturalnego oraz przygotowaniu materiału badawczego (pancerzyków okrzemek), przeprowadzeniu obserwacji z wykorzystaniem mikroskopii elektronowej, jonowej i rentgenowskiej, nadzorowaniu



symulacji komputerowych, analizie i opracowaniu uzyskanych wyników, opracowaniu graficznemu, przygotowaniu pierwszej wersji manuskryptu, opracowaniu odpowiedzi dla recenzentów, recenzji i pracach edytorskich, przygotowaniu ostatecznej wersji artykułu.

Praca powstała w oparciu o wyniki wieloletnich badań przeprowadzonych we współpracy z krajowymi i zagranicznymi ośrodkami naukowo-badawczymi.

---

Objaśnienia symboli w numeracji powyższych prac:

A – artykuł opublikowany w czasopiśmie posiadającym IF i znajdującym się w bazie JCR

Sumaryczny Impact Factor artykułów ujętych w jednotematycznym cyklu publikacji: 27,639.  
Sumaryczna liczba punktów MNiSW artykułów ujętych w jednotematycznym cyklu publikacji: 740.

Wartość Impact Factor (IF) i punktacja Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (pkt MNiSW) zostały podane zgodnie z rokiem ukazania się artykułów. Z kolei dla publikacji z lat 2021-2022 podano liczbę punktów MNiSW ujętych w ujednoliconym wykazie czasopism

z 1 grudnia 2021 r. Oświadczenia wszystkich współautorów publikacji potwierdzające ich indywidualny wkład w powstanie dorobku stanowiącego osiągnięcie i wymienionych w punkcie 4.1., zamieszczone zostały w Załączniku nr 6.

#### **4.2. Omówienie osiągnięcie naukowego oraz osiągniętych celów prac badawczych**

Osiągnięcie naukowe będące uzasadnieniem dla niniejszego wniosku dotyczy podstaw teoretycznych oraz implikacji praktycznych wykorzystania struktur pochodzenia naturalnego do wytwarzania zaawansowanych materiałów inżynierskich, w tym wzorowanych na Naturze. Bardziej szczegółowo osiągnięcia dotyczą wykorzystania pancerzyków okrzemek do wytwarzania kompozytów o osnowie metalicznej i polimerowej oraz jako inspiracji do projektowania materiałów o złożonych/hierarchicznych strukturach i właściwościach.

W tym kontekście warto zauważyć, że materiały pochodzenia naturalnego, między innymi drewno, włókna naturalne, są od wielu lat przedmiotem badań ukierunkowanych na ich szersze wykorzystanie. Główną inspiracją jest dążenie do zmniejszania obciążeń dla środowiska naturalnego powstających przy wytwarzaniu metali, ceramik i polimerów. Materiały pochodzenia naturalnego dobrze wpisują się także w paradygmat gospodarki obiegu zamkniętego. Spośród biomateriałów naturalnych, szczególne zainteresowanie skupiono na materiałach pochodzenia biologicznego, a to ze względu na fakt, że zostały

ukształtowane w procesie ewolucji owocującej uzyskaniem unikatowych cech budowy i właściwości.

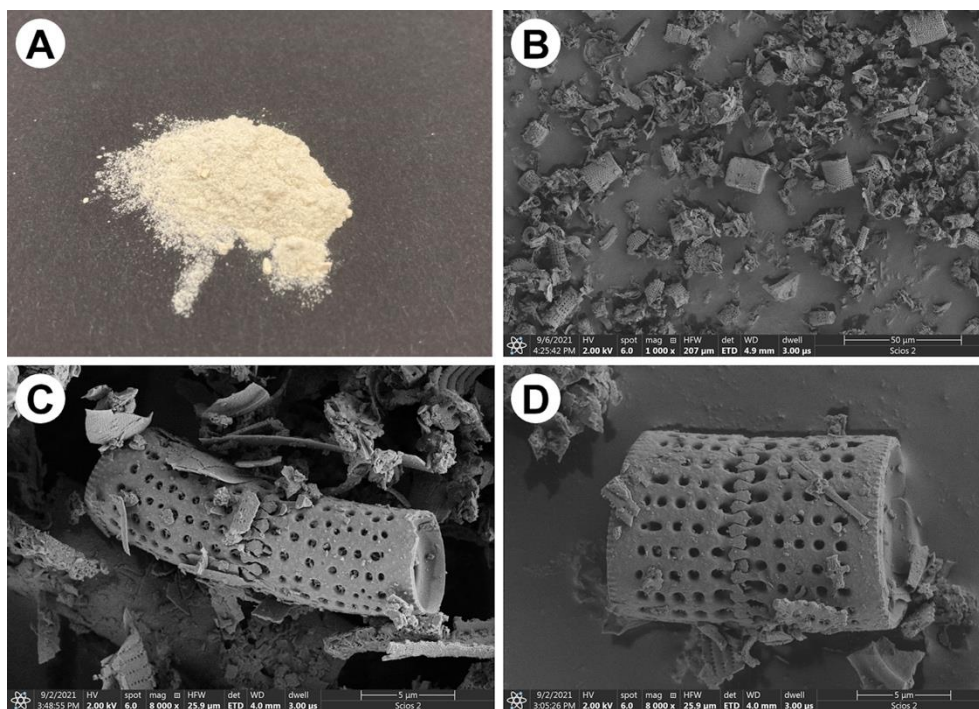
Materiały naturalne pochodzenia biologicznego, w tradycyjnym podejściu, wykorzystywane są w technologiach materiałowych przy dość ograniczonym rozpoznaniu ich budowy. Wyjątkiem w tym zakresie jest drewno, które wykorzystywane jest jako materiał konstrukcyjny od setek lat i jako składnik kompozytów od dziesiątek lat. Budowę różnych gatunków drewna opisano z dużą dokładnością w skali makro- i mikroskopowej. Inne materiały naturalne, w tym używane jako składniki materiałów kompozytowych opisywane są głównie poprzez podanie ich gęstości, wymiarów, podstawowych właściwości materiałowych. Przykładem są włókna naturalne, m.in. konopie, juta, sizal, kenaf, pozwalające na uzyskanie lżejszego kompozytu. Gęstość włókien naturalnych ( $1,2 - 1,6 \text{ g/cm}^3$ ) jest niższa niż włókna szklanego ( $2,4 \text{ g/cm}^3$ ). Poza tym występująca w nich hydrofilowa celuloza wpływa na międzyfazowe połączenie z hydrofobową osnową. Optymalizacja połączenia osnowa – włókna jest przeprowadzana poprzez zastosowanie obróbki chemicznej, która redukuje grupy -OH występujące na powierzchni włókien i tym samym zwiększa ich chropowatość.

U podstaw wyboru tematyki badawczej, której owoce prezentowane są w niniejszym wniosku leżało zainteresowanie innym, powszechnie dostępnym potencjalnym surowcem materiałowym, jakim są panczerzyki okrzemek.

Okrzemki są jednokomórkowymi, fotosyntetyzującymi mikroorganizmami stanowiącymi najliczniejszą grupę alg. Szacuje się, że liczba gatunków okrzemek mieści się w zakresie 100 000 – 200 000. Szczególną uwagę poświęcono panczerzykom okrzemek, które mają wielkość od 0,001 do ponad 5 mm (zakres 3 wielkości wymiarowych). Krzemionkowe panczerzyki są zbudowane z dwóch nachodzących na siebie okryw, charakteryzujących się specyficzną architekturą, będącą podstawą klasyfikacji stosowanej przez biologów, a w szczególności diatomologów.

Pancerzyki w postaci osadów geologicznych dostępne są komercyjnie jako ziemia okrzemkowa, pod nazwą diatomit. Ta krzemionkowa skała osadowa może zostać pokruszona na drobny proszek (Rysunek 1A), w którym wielkość cząstek zazwyczaj mieści się w zakresie 10 – 200  $\mu\text{m}$ . Obserwacje mikroskopowe (Rysunek 1B-D) pozwalają stwierdzić występowanie całych panczerzyków okrzemek, a także ich pokruszonych fragmentów. Pod względem składu chemicznego, diatomit zbudowany jest z krzemionki (80 – 90%), a także tlenku aluminium (2 – 4%) oraz tlenku żelaza (0,5 – 2%). W tej formie (ziemi okrzemkowej),

pancerzyki stosowane są w wielu dziedzinach techniki, medycyny i biologii, jako m.in.: środek filtracyjny, łagodny środek ścierny (w pastach do metalu, w pastach do zębów), wypełniacz w tworzywach sztucznych, porowaty nośnik dla katalizatorów chemicznych, stabilizujący składnik dynamitu, izolator termiczny, gleba dla roślin doniczkowych i drzew, a także nośnik leków.



**Rysunek 1: (A) Zdjęcie makroskopowe oraz (B-D) obrazy SEM komercyjnie dostępnej ziemi okrzemkowej DIATOMIT (PermaGuard, USA)**

W ostatnich latach panczerzyki stały się przedmiotem zainteresowania naukowców z wielu dyscyplin inżynierskich ze względu na ich szczególne właściwości mechaniczne i fizyczne (w tym foniczne), ściśle powiązane z ich hierarchiczną budową w wielu skalach wymiarowych, od nanometrów do mikro/milimetrów.

### **Cel naukowy**

Celem naukowym przeprowadzonych badań było poszerzenie wiedzy dotyczącej panczerzyków okrzemek, w szczególności wiedzy mającej istotne znaczenie dla ich wykorzystania przy projektowaniu i wytwarzaniu zaawansowanych lekkich materiałów kompozytowych.

Tak sformułowany cel naukowy zrealizowano w szczególności opracowując oryginalne autorskie procedury badawcze pozwalające na uzyskanie pogłębionych i bardziej

szczegółowych charakterystyk pancerzyków, co było możliwe dzięki wykorzystaniu najnowocześniejszych metod badawczych inżynierii materiałowej.

W dalszym etapie, wyznaczono niedostępne wcześniej charakterystyki budowy pancerzyków i wykorzystano je do budowy modeli mających na celu wyjaśnienie ich unikatowych właściwości. Rozpatrywano przy tym właściwości istotne dla zaprojektowania na ich bazie kompozytów o osnowie metalicznej i polimerowej, w których pancerzyki okrzemek posłużyły jako naturalny napełniacz o unikalnych właściwościach mechanicznych i funkcjonalnych kompozytów, a także bio-inspiracji. Uzyskane wyniki przyczyniły się także do zrozumienia relacji między architekturą pancerzyków a zdolnością okrzemek do fotosyntezy w różnych środowiskach wodnych.

W wątku badawczym o charakterze technologicznym wytworzono analogi pancerzyków z wykorzystaniem metod przyrostowych – druku 3D. Uzyskane w ten sposób analogi, zbadano pod kątem możliwości absorbowania energii, co pozwoliło rozszerzyć możliwości wykorzystania zdobytej wiedzy na temat ich szczególnych właściwości.

### **Material badawczy**

W przeprowadzonych badaniach wykorzystano dwa źródła pancerzyków okrzemek:

- (1) pancerzyki okrzemek dostępne komercyjnie w formie ziemi okrzemkowej;
- (2) pancerzyki pozyskane z żywych kultur okrzemek, występujących w środowisku naturalnym i hodowanych w bio-reaktorach.

W przypadku pancerzyków z żywych okrzemek stosowano autorski (opracowany na podstawie dostępnych procedur) proces oczyszczania z zawartości organicznej. Charakter pancerzyków okrzemek pozyskanych ze środowiska naturalnego, *D. geminata*, wymagał oddzielenia pancerzyków i stylików na drodze sonikacji. Dodatkowo proces oczyszczania wymagał zastosowania odczynników chemicznych takich jak: nadtlenuk wodoru i kwas solny, przy zastosowaniu procesu mieszania w podwyższonej temperaturze.

### **Omówienie prac**

Przedstawione przeze mnie w autoreferacie wyniki prac doświadczalnych można podzielić na trzy działania badawcze obejmujące:

**D.1** Wielo-skalową charakterystykę budowy i właściwości pancerzyków okrzemek z uwzględnieniem modelowania;

**D.2** Zastosowanie pancerzyków okrzemek jako napełniacza w nowoczesnych materiałach kompozytowych;

**D.3** Wykorzystanie pancerzyków jako wzorca do druku ich analogów.

Działalność naukowa w zakresie charakteryzowania materiałów inżynierskich oraz biologicznych [D.1], zaowocowała opracowaniem oryginalnych, autorskich procedur pozwalających na uzyskanie pogłębionych charakterystyk okrzemek istotnych w kontekście takich dyscyplin jak inżynieria materiałowa, biomedyczna, mechaniczna, a także biologia i chemia. Po raz pierwszy, w skali nauki światowej uzyskałam wysokorozdzielcze obrazy pancerzyków z wykorzystaniem m.in. nano-tomografii rentgenowskiej, a także z wykorzystaniem skojarzonej techniki elektrono-mikroskopowych oraz z użyciem zogniskowanej wiązki jonów. Było to możliwe dzięki przyznanemu przez Niemiecką Centralę Wymiany Akademickiej finansowaniu w ramach programu Research Grants – Short-Term Grants (proposal ID 57314023), a także dostępowi do aparatury badawczej w Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie Elektronenspeicherring BESSY II w Berlinie (proposal no. 191008267) oraz w Narodowym Centrum Promieniowania Synchronowego SOLARIS w Krakowie (proposal no. 211029). W wymienionych projektach/pracach naukowo-badawczych pełniłam rolę kierownika [A1, A4, A7].

Zastosowanie pancerzyków okrzemek w nowoczesnych materiałach kompozytowych będące przedmiotem działania [D.2] to także zakres przygotowanego i realizowanego przeze mnie projektu finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (SONATA) oraz Fundację na Rzecz Nauki Polskiej (BIOGNET, program TEAM NET). W projekcie SONATA pełnię rolę kierownika, podczas gdy w projekcie BIOGNET jestem wykonawcą na stanowisku Młodego Doktora. W badaniach nad wykorzystaniem okrzemek do wytworzenia innowacyjnych materiałów kompozytowych, zastosowałam nowoczesne metody wytwarzania oraz charakteryzacji materiałów kompozytowych o osnowie metalicznej oraz polimerowej [A5, A6].

Dane tomograficzne uzyskane podczas realizacji działania [D.1] wykorzystałam do przygotowania modelu pancerzyka okrzemki, który posłużył do wydruku analogów o skali wymiarowej od 100:1 do 5:1 oraz badaniu ich właściwością w ramach działania [D.3]. Proces drukowania został zrealizowany we współpracy z naukowcami z Politechniki Warszawskiej, a także ze wsparciem działającego przy Politechnice Warszawskiej spin off'u – firmą Materials Care [A2, A3].

### **Szczegółowe omówienie prowadzonych badań i osiągniętych rezultatów**

Prace w ramach działania [D.1] dotyczyły uzyskania pogłębionej charakterystyki pancerzyków okrzemek, obejmującej obrazowanie z jednoczesnym wykorzystaniem kilku

współcześnie dostępnych metod badawczych [A1, A4, A7] oraz symulacji komputerowych [A7].

W pracy [A1] przedstawiono wyniki uzyskane z nowatorskim wykorzystaniem szeregu technik wysokorozdzielczego obrazowania budowy pancerzyków okrzemek, technik rozwiniętych w ostatnich latach do badania inżynierskich materiałów „syntetycznych”, w szczególności wytwarzanych na rzecz przemysłu elektronicznego. Szczególnie nowatorskie było wykorzystanie nano-tomografii rentgenowskiej wzbogaconej o obrazy ze skaningowego mikroskopu elektronowego. Możliwości skojarzonego wykorzystania tych dwóch technik badawczych zostały zademonstrowane na przykładzie pancerzyków okrzemki z gatunku *Didymosphenia geminata*.

Oryginalnym osiągnięciem było także opracowanie procedur obrazowania budowy okrzemek z wykorzystaniem elektronowej mikroskopii skaningowej oraz mikroskopii jonowej w celu zobrazowania szczegółów budowy różnego typu dwuwymiarowych przekrojów pancerzyków. Procedury te można potraktować jako alternatywne i/lub komplementarne dla nano-tomografii rentgenowskiej, która kosztem czasu badania pozwala uzyskać informację o trójwymiarowej budowie pancerzyków. Zaproponowane nowatorskie podejście pozwoliło pozyskać nowe informacje o budowie pancerzyków okrzemek, istotne w kontekście wyjaśnienia ich szczególnych właściwości mechanicznych i fizycznych.

Korzyści wynikające z kompleksowego, wielowymiarowego obrazowania budowy okrzemek, o różnej rozdzielczości oraz przy różnych sposobach przygotowywania preparatów, były przedmiotem prac [A4, A7]. Do momentu podjęcia usystematyzowanych działań mających na celu przeniesienie technik obrazowania struktury materiałów inżynierskich do badań nad budową pancerzyków okrzemek, najbardziej powszechną metodą obrazowania okrzemek była mikroskopia świetlna. Obrazy uzyskane z wykorzystaniem mikroskopii świetlnej pozwalają określić wielkość, kształt pancerzyka, a także dokonać wstępnej klasyfikacji gatunku. Niemniej jednak, rozdzielczość tej techniki badawczej jest niewystarczająca do zobrazowania subtelných, ażurowych struktur pancerzyków. Więcej szczegółów przy większej głębi ostrości daje skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM).

#### *Skojarzone techniki obrazowania*

SEM w połączeniu z mikroskopem jonowym, FIB-SEM, daje możliwość zobrazowania szczegółów budowy, które są „niewidoczne z zewnątrz”. W szczególności możliwe było zobrazowanie:

(a) przekroju, a dokładniej połączenia między wytworami obserwowanymi od zewnętrznej i wewnętrznej strony pancerzyka;

(b) geometrii otworków w pancerzykach.

Dodatkowym zastosowaniem techniki SEM+FIB jest przygotowanie cienkich próbek (*lamelli*) ze ściśle określonych części pancerzyków, które to próbki mogą być następnie przedmiotem badań z wykorzystaniem transmisyjnego mikroskopu elektronowego – SEM+FIB+TEM.

Uzyskano na tej drodze nową wiedzę w zakresie szczegółów budowy ścianek pancerzyków, w których stwierdzono obecność nanometrycznych porów. Opis geometrii tych porów zawarty w pracy [A4] jest pierwszym doniesieniem literaturowym na ten temat.

Zastosowanie procedur obrazowania wykorzystujących skojarzone współcześnie dostępne techniki wizualizacji, takie jak mikroskopia elektronowa i tomografia komputerowa, ma specjalne znaczenie w kontekście skalowania pancerzyków okrzemek z wykorzystaniem metod addytywnego wytwarzania.

Ukoronowaniem badań z wykorzystaniem współcześnie dostępnych technik badania materiałów było nowatorskie wykorzystanie linii badawczych dostępnych w centrach synchrotronowych BESSY II (Berlin, Niemcy) i Narodowego Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS (Kraków, Polska), których wyniki zostały udokumentowane odpowiednio w [A4] i [A7].

Wykorzystanie skaningowego transmisyjnego mikroskopu rentgenowskiego (STXM) w NCPS SOLARIS umożliwiło poza uzyskaniem wysokorozdzielczych obrazów struktury pancerzyka *Didymosphenia geminata*, po raz pierwszy udokumentować różnice w rozkładzie krzemionki. Dotychczas wszelkie doniesienia literaturowe wskazywały na możliwą różnicę w rozkładzie krzemionki w oparciu o procesy morfogenezy, czyli powstawania pancerzyka okrzemki. Uzyskane wyniki badań wstępnych wskazują na złożoność problemu badawczego jakim są właściwości mechaniczne naturalnie wytworzonego pancerzyka okrzemki w połączeniu z hierarchiczną strukturą i materiałem budulcowym.

Działania badawcze, zarówno prace eksperymentalne, jak i symulacje numeryczne wskazują na optymalizację właściwości mechanicznych pancerzyków okrzemek. Złożona struktura krzemionkowego pancerzyka sprawia, że badanie ich właściwości mechanicznych wymaga wykorzystania komplementarnych metod. Problem naukowy może być rozpatrywany globalnie – cały pancerzyk lub lokalnie uzyskując mapy sprężystości i/lub twardości w określonym miejscu krzemionkowej skorupki. Pogłębienie wiedzy o właściwościach mechanicznych pancerzyków jest niezbędne do zrozumienia atrybutu tych mikroorganizmów. Rozważania teoretyczne, obejmujące wypracowanie modelu numerycznego pancerzyka okrzemki były przedmiotem prac [A7]. Badania rozpoczęto od

przygotowania dwóch uproszczonych modeli, na których przeprowadzono symulacje komputerowe [A7]. Uzyskane wyniki wyraźnie wskazały, że ugięcie panczerzyka po przyłożeniu ciśnienia, występuje w środkowej części – wzdłuż rafy; podczas gdy przyłożenie obciążenia w centralnej części prowadzi do ugięcia wzdłuż rafy.

Kolejny obszar moich zainteresowań [D.2] ukierunkowany był na rozszerzenie zakresu stosowania panczerzyków okrzemek jako napełniacza naturalnego w innowacyjnych materiałach kompozytowych o osnowie metalicznej i polimerowej [A5, A6].

Oryginalne materiały kompozytowe o osnowie Ti6Al4V jako reprezentatywnej dla osnów metalicznych (MMC), z napełniaczem w postaci ziemi okrzemkowej (DE) zostały wytworzone i scharakteryzowane w ramach pracy [A5]. Prace nad kompozytami o osnowie metalicznej są prowadzone w ramach projektu naukowo-badawczego SONATA, którego jestem kierownikiem, finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

Mieszanki proszków osnowy i napełniacza konsolidowano metodą iskrowego spiekania plazmowego (SPS). Taka technologia wytwarzania pozwoliła na zachowanie integralności panczerzyków okrzemek. Jednocześnie nie zaobserwowano wnikania osnowy do wnętrza napełniacza i dobrą adhezję z osnową. W porównaniu ze stopem tytanu, wytworzone na jego osnowie kompozyty wykazywały większą wytrzymałość przy spadku plastyczności. W przypadku kompozytu Ti6Al4V-5% obj. DE, granica plastyczności przy ściskaniu była o 60% wyższa uzyskana dla próbki odniesienia (Ti6Al4V). Przy takim dodatku DE, kompozyty wykazały dobrą plastyczność. Z kolei, najwyższe wartości granicy plastyczności w próbie rozciągania uzyskano dla kompozytu z 1% obj. zawartością DE. Wartość ta jest ok. 26% wyższa niż dla stopu tytanu stanowiącego osnowę, przy akceptowalnym odkształceniu do zerwania.

Jeśli chodzi o właściwości fizyczne to stwierdzono, że dodatek DE zwiększa hydrofobowość kompozytów i obniża przewodność cieplną. Jednocześnie nie stwierdzono istotnych zmian wartości współczynnika rozszerzalności cieplnej (CTE). Zastosowana technika wytwarzania MMC, iskrowego spiekania plazmowego (SPS) umożliwiła uzyskanie próbek o gęstości wynoszącej 100%. Wyniki badania składu fazowego metodą dyfrakcji rentgenowskiej, a dokładniej pozycje (przesunięcie) pików Bragga pozwalają stwierdzić występowanie naprężeń resztkowych w osnowie kompozytowej.

Uzyskane wyniki wskazują, że kompozyty z wypełniaczem w postaci DE wykazują obiecującą kombinację właściwości mechanicznych i fizycznych, co potwierdziło tezę, że panczerzyki okrzemek mogą stanowić efektywne wzmocnienie kompozytów do zastosowań m.in. w przemyśle lotniczym, motoryzacyjnym i sprzętu sportowego.



Druga realizowana linia badawcza w zakresie materiałów kompozytowych dotyczy zastosowania osnów polimerowych. Najnowsze trendy w pracach badawczo-rozwojowych są ściśle związane z ideą gospodarki o obiegu zamkniętym. Wynikają one z troski o środowisko, chęci zagospodarowania materiałów dotychczas traktowanych jako materiały odpadowe, a także ze względu na ograniczone zasoby surowców takich jak np. ropa naftowa. Skutkiem tych działań jest rosnące zainteresowanie biodegradowalnymi materiałami polimerowymi. Działania realizowane są w ramach projektu naukowo-badawczego *Zaawansowane kompozyty dla gospodarki jutra (BIOGNET)* finansowanego przez Fundację na Rzecz Nauki Polskiej (FNP), w którym pełnię funkcję wykonawcy. Jednym z najbardziej obiecujących i najintensywniej badanych w ciągu ostatniej dekady jest polilaktyd (PLA).

W pracy [A6] przedstawiono wpływ zastosowania naturalnego napełniacza w formie ziemi okrzemkowej na mikrostrukturę, właściwości termiczne, procesy krystalizacji oraz właściwości mechaniczne kompozytów o osnowie polimerowej. W ramach eksperymentu wykorzystano cztery rodzaje komercyjnie dostępnego PLA: 2003D, 3001D, 3251D oraz 4043D różniące się współczynnikiem płynięcia. Dla każdej z osnów zastosowano 4 zawartości wagowe wypełniacza, wynoszące odpowiednio: 0%, 5%, 10% i 15%. Celem przeprowadzonych prac było opracowanie wydajnej metody wytwarzania kompozytów PLA/DE poszerzającej ekologiczne zastosowanie biodegradowalnych tworzyw sztucznych.

Proces wytworzenia materiałów kompozytowych obejmował wykorzystanie prasy hydraulicznej w celu wytworzenia wstępnych wyprasek, które po rozdrobieniu stanowiły materiał wsadowy w procesie wytłaczania. W rezultacie uzyskano 16 rodzajów materiałów, w tym 12 kompozytów i 4 polimery bez dodatku napełniacza, w formie filamentów.

Przeprowadzona analiza termiczna wytworzonych materiałów pozwoliła potwierdzić założone na początku kompozycje. Wraz ze wzrostem zawartości napełniacza odnotowano wzrost gęstości wytworzonych filamentów kompozytowych. Porównanie do wyznaczonej gęstości teoretycznej (przyjęto gęstość osnowy uzyskaną eksperymentalnie oraz wyznaczoną metodą piknometryczną gęstość ziemi okrzemkowej) pozwoliło stwierdzić, że wytworzone kompozyty charakteryzują się niższą gęstością. Świadczy to o niecałkowitym wypełnieniu pancerzyków okrzemek polimerową osnową. Obrazy uzyskane z wykorzystaniem mikroskopii elektronowej potwierdziły pustki wewnątrz pancerzyków okrzemek.

Z kolei, wyniki ze skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC) wykazały wzrost krystaliczności wytworzonych materiałów kompozytowych wraz ze wzrostem zawartości napełniacza. Pancerzyki okrzemek były zatem zarodkami krystalizacji wewnątrz wytworzonego materiału kompozytowego. Kompozyty poddano także badaniu właściwości

mechanicznych podczas statycznej próby rozciągania, w pełnym zakresie odkształcenia (sprężystym i plastycznym) oraz tylko w zakresie sprężystym. Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić wzrost modułu sprężystości, spadek wytrzymałości na rozciąganie oraz spadek wydłużenia przy zniszczeniu, wraz ze wzrostem zawartości ziemi okrzemkowej.

Badania próbek obciążonych w zakresie sprężystym wykazały, że puste przestrzenie pomiędzy panczykami i osnową, obserwowane na przełomach, powstają podczas plastycznego odkształcenia kompozytu. Wynikają one bezpośrednio z różnicy współczynników Poissona dla polimerowej osnowy i ceramicznego wypełniacza.

Uzyskane wyniki stanowią bazę do dalszych działań obejmujących wytwarzanie biodegradowalnych materiałów kompozytowych z naturalnym wypełniaczem realizowanych w ramach projektów naukowo-badawczych i prac własnych.

Wątek badawczy [D.3] związany jest z moimi zainteresowaniami rozwiązaniami inspirowanymi Naturą. Istotnym elementem podjętych badań było wytworzenie analogu pojedynczego panczyka z wykorzystaniem technik przyrostowych, a także przeprowadzenie badań właściwości tychże wyrobów [A2, A3] w ramach działania [D.3].

Procedura obejmująca obrazowanie struktury panczyka okrzemki *Didymosphenia geminata* z wykorzystaniem wysokorozdzielczej nanotomografii rentgenowskiej, wygenerowanie modelu CAD, a następnie odwzorowanie naturalnej struktury metodą addytywnego wytwarzania była przedmiotem pracy [A2]. Zastosowana wysoka rozdzielczość przestrzenna umożliwiła dokładną parametryzację wymiarów panczyków. Bezpośrednim rezultatem było precyzyjne odtworzenie ich kształtu przy powiększeniu 300 razy, co zrealizowano techniką selektywnego stapiania laserowego (ang. *Selective Laser Melting*, SLM).

Wydrukowany powiększony analog panczyka zbadano pod kątem walidacji dokładności druku metodą tomografii rentgenowskiej. Na tej podstawie stwierdzono wysoką zgodność proporcji wymiarów panczyka i jego analogu. Wyzwaniem planowanym do podjęcia jest optymalizacja właściwości trójwymiarowych obiektów o makroskopowych wielkościach z wykorzystaniem geometrycznych wzorów naturalnych (biologicznych) archetypów w mikro- i/lub nanoskali.

Wykorzystując wydrukowane analogi panczyków przygotowane w ramach realizacji badań opisanych w pracy [A2] przeprowadzono badania zdolności do absorbowania energii mechanicznej w próbie ściskania [A3]. Praca [A3] obejmowała badania eksperymentalne, a także symulacje komputerowe właściwości na pojedynczym analogu panczyka okrzemki *D. geminata* wytworzonym w technologii SLM z proszku Ti6Al4V. Uzyskane wyniki,

zarówno eksperymentalne, jak i teoretyczne nie pozwoliły na zaobserwowanie obszaru plateau na krzywej naprężenie-odkształcenie; a liniowo zmniejszającą się siłę oporu. Konsekwencją takiego zachowania wydrukowanych analogów jest pochłonięcie mniejszej energii, w porównaniu do rozwiązań przedstawianych w literaturze. Należy jednak mieć na uwadze niezwykle niską gęstość badanych próbek wynikającą z dużej wewnętrznej pustki. W porównaniu do dotychczas opisywanych w literaturze rozwiązań, wydruki można przyrównać do porowatych materiałów metalicznych. Charakteryzują się one wyższą wytrzymałością właściwą niż pianki metalowe. Uzyskane wyniki skłaniają do podjęcia rozszerzonych badań nad właściwościami drukowanych analogów uwzględniając różną ich konfigurację ułożenia.

### **Podsumowanie**

W odniesieniu do aktualnego stanu wiedzy oraz techniki przedstawione przeze mnie oryginalne wyniki prac naukowo – badawczych w zakresie *Budowy i właściwości okrzemek w kontekście zastosowań w innowacyjnych materiałach funkcjonalnych* są rezultatem nowatorskiego podejścia do problemu związanego z projektowaniem i wytwarzaniem zarówno inżynierskich materiałów konstrukcyjnych, jak i materiałów funkcjonalnych o określonych cechach uzależnionych od zakresu zastosowania i mogą być istotnym źródłem informacji zarówno teoretycznych, jak i praktycznych.

Istotny wkład w rozwój Inżynierii Materiałowej polegał na:

- (1) rozpoznaniu znaczenia zintegrowanego wielo-skalowego opisu budowy okrzemek w kontekście ich wykorzystania do wytwarzania zaawansowanych materiałów funkcjonalnych;
- (2) opracowaniu procedur pozwalających na wielo-skalowe zobrazowanie budowy wybranych okrzemek z wykorzystaniem nowoczesnych techniki mikroskopii;
- (3) zademonstrowaniu użyteczności wielkoskalowego opisu struktury przy wytwarzaniu kompozytów modyfikowanych pancerzykami okrzemek;
- (4) wykazaniu możliwości odtworzenia naturalnych struktur poprzez zastosowanie dostępnych technik wytwarzania przyrostowego.

Podczas przeprowadzania prac badawczych i przygotowywania publikacji współpracowałam z interdyscyplinarnym zespołem naukowców z innych jednostek badawczych (wymienionych w pkt 5 Autoreferatu). Wśród współautorów publikacji tworzących jednotematyczny cykl publikacji znajdują się studenci z Politechniki Białostockiej, a także Politechniki Warszawskiej, którzy wzięli aktywny udział w pracach naukowo-badawczych realizowanych

w Katedrze Inżynierii Materiałowej i Produkcji Politechniki Białostockiej. Prowadzone prace spełniły również funkcję edukacyjną, umożliwiając studentom pogłębienie wiedzy na temat obrazowania materiałów pochodzenia naturalnego, a także wytwarzania i charakterystyki materiałów kompozytowych, co wpisuje się w zakres tematyczny zagadnień opisujących dyscyplinę Inżynierii Materiałowej.

## 5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

Interdyscyplinarny charakter realizowanych przez mnie prac badawczych, w dotychczasowym przebiegu kariery naukowej pozwolił mi nawiązać współpracę potwierdzoną opublikowanymi artykułami naukowymi, a także wspólnymi projektami naukowo-badawczymi, z pracownikami zatrudnionymi w zewnętrznych ośrodkach naukowych.

### 5.1. Politechnika Warszawska, Warszawa, Polska

Okres współpracy	Nazwa uczelni lub instytucji
od 2011	<b>Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, Warszawa, Polska</b>

Moja współpraca z **Wydziałem Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej** rozpoczęła się wraz z podjęciem w październiku 2011 r. studiów doktoranckich. Rozprawa doktorska obejmowała badania rozpoznawcze dot. zastosowania stylików okrzemki *D. geminata* jako materiału funkcjonalnego. W trakcie studiów doktoranckich, a także po ich zakończeniu (do października 2018 r.) byłam wykonawcą w projektach naukowo – badawczych (punkt 7.6. Autoreferatu). Nowoczesna aparatura badawcza dostępna na Wydziale Inżynierii Materiałowej pozwoliła na rozwój mojego warsztatu naukowego z zakresu obrazowania materiałów inżynierskich z wykorzystaniem mikroskopii oraz tomografii elektronowej. Efektem współpracy są m.in. prezentowane na międzynarodowych konferencjach referaty, liczne publikacje naukowe w wysoko punktowanych czasopismach naukowych, a także realizowane projekty naukowo-badawcze.

### 5.2. Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems (IKTS), Drezno, Niemcy

Okres współpracy	Nazwa uczelni lub instytucji
od 2016	<b>Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems (IKTS), Drezno, Niemcy</b>

Współpraca z **Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems, Drezno, Niemcy** obejmuje charakterystykę pancrzyków okrzemek z wykorzystaniem

wysokorozdzielczej nanotomografii komputerowej. Uzyskany w ramach programu Niemieckiej Centrali Wymiany Akademickiej (DAAD) krótki staż pozwolił na przeprowadzenie dokładnej wizualizacji krzemionkowego panczyka, a także wydrukowanego analogu okrzemki. W trakcie stażu miałam możliwość przeprowadzenia badań *in-situ* właściwości mechanicznych panczyka okrzemki w **Dresden Center for Nanoanalysis, Technische Universität Dresden, Drezno, Niemcy**. Efektem współpracy jest wymiana doświadczeń w zakresie obrazowania materiałów pochodzenia biologicznego, publikacje naukowe w renomowanych czasopismach, takich jak np. *Scientific Reports*, *Nanomaterials*, a także referaty na międzynarodowych konferencjach naukowych (poster podczas MRS Fall Meeting & Exhibit w Bostonie oraz zaproszony wykład podczas MRS Spring Meeting & Exhibit w Seattle). Uzyskane wyniki wpłynęły na mój rozwój naukowy, a także były podstawą do przygotowania wniosku projektowego w ramach konkursu SONATA Narodowego Centrum Nauki, który uzyskał finansowanie.

Kontynuacją współpracy z Zespołem z **Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems, Drezno, Niemcy** są podejmowane nowe wątki naukowo-badawcze z zakresu projektowania, wytwarzania i charakteryzacji innowacyjnych materiałów inżynierskich i funkcjonalnych. Wynikiem podejmowanych działań jest realizowany we współpracy polsko-niemieckiej projekt naukowo-badawczy *Advanced Glass Interposer with Carbon Copper Composite Metallization* (GINCO), który uzyskał finansowanie w ramach Inicjatywy CORNET (NCBR). Projekt jest realizowany w konsorcjum polskich i niemieckich instytucji naukowych i przemysłu. Jestem autorem projektu, a także pełnię rolę kierownika po stronie Wykonawcy – Politechniki Białostockiej.

### 5.3. Uniwersytet Szczeciński, Szczecin, Polska

Okres współpracy	Nazwa uczelni lub instytucji
od 2011	<b>Uniwersytet Szczeciński, Szczecin, Polska</b>

W ramach nawiązanej w 2011 r. współpracy z **Uniwersytetem Szczecińskim (Szczecin, Polska)** podejmuję działania w zakresie charakterystyki panczyków okrzemek z wykorzystaniem nowoczesnej aparatury naukowo badawczej (mikroskopia elektronowa – FIB-SEM). Efektem współpracy są publikacje naukowe w wysoko punktowanych czasopismach naukowych, a także wspólne projekty.

Obecnie, Politechnika Białostocka wspólnie z Uniwersytetem Szczecińskim, a także Politechniką Warszawską, Uniwersytetem Mikołaja Kopernika w Toruniu, Uniwersytetem Adama Mickiewicza w Poznaniu oraz Uniwersytetem Warmińsko Mazurskim w Olsztynie

realizuje projekt naukowo-badawczy *Zaawansowane biokompozyty dla gospodarki jutra* (BIOG-NET). Celem projektu jest synteza, analiza oraz zastosowanie nowej generacji biomateriałów kompozytowych na bazie biokrzemionki pozyskanej z okrzemek oraz nanocząstek srebra i tlenku cynku. Jestem współautorem projektu, a także wykonawcą zadania realizowanego na Politechnice Białostockiej (WP6: *Zastosowanie materiałów funkcjonalnych i konstrukcyjnych*).

Wyniki prowadzonych przeze mnie badań, a także rozwój możliwości przeprowadzania obserwacji okrzemek *in-situ* zaowocowały wspólnym projektem naukowo-badawczym realizowanym w ramach konsorcjum polsko-tajwańskiego w ramach IX polsko-tajwańskiego konkursu na dwustronne projekty badawcze, którego jestem współautorem i kierownikiem. Celem projektu *Crossing boundaries on snooping after biogenic materials based on diatoms* (CRODIA) jest pozyskanie nowej wiedzy dotyczącej wybranych taksonów okrzemek poprzez przeprowadzenie badań okrzemek *in-situ* oraz *in-vivo* w zmiennych warunkach środowiskowych z wykorzystaniem mikroskopii elektronowej. W ramach planowanych prac wykorzystanie zostanie opracowany przez partnera tajwańskiego system umożliwiający obserwacje SEM próbek w stanie ciekłym, a także w przepływie.

#### Krajowe i zagraniczne staże po uzyskaniu stopnia doktora

<b>01.02.2018 – 31.07.2018</b>	<b>Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems (IKTS), Drezno, Niemcy (6 miesięcy)</b> w ramach programu Research Grants – Short-Term Grants, finansowanego przez Niemiecką Centralę Wymiany Akademickiej (DAAD), realizacja projektu <i>Determination of the mechanical properties of the diatoms' frustules</i> (ID 57314023)
------------------------------------	---

#### Krajowe i zagraniczne staże przed uzyskaniem stopnia doktora

<b>20.04.2015 – 20.05.2015</b>	<b>Norwegian Institute for Water Research, Oslo, Norwegia (1 miesiąc)</b> , w ramach Projektu Stypendium naukowe dla doktorantów Politechniki Warszawskiej (Program CAS/37/POKL), przeprowadzenie badań dotyczących optymalizacji usuwania jonów Arsenu z roztworów wodnych z wykorzystaniem modyfikowanych włókien polipropylenowych
<b>03.03.2014 – 28.03.2014</b>	<b>Technische Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg, Niemcy (1 miesiąc)</b> , staż naukowo-badawczy obejmujący przeprowadzenie eksperymentów niezbędnych do realizacji rozprawy doktorskiej
<b>14.04.2013 – 25.05.2013</b>	<b>Technische Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg, Niemcy (1 miesiąc)</b> , staż naukowo-badawczy obejmujący przeprowadzenie eksperymentów niezbędnych do realizacji rozprawy doktorskiej

#### Krajowe i zagraniczne pobyty naukowe (wizyty studyjne) po uzyskaniu stopnia doktora

<b>26.04.2022 – 29.04.2022</b>	<b>Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems (IKTS), Drezno, Niemcy</b> w ramach projektu <i>Podwyższenie jakości i umiędzynarodowienie badań naukowych na Wydziale Mechanicznym</i>
------------------------------------	--

	<i>Politechniki Białostockiej</i> w ramach programu Regionalna Inicjatywa Doskonałości (RID) w celu nawiązania międzynarodowej współpracy z naukowcami z renomowanego ośrodka naukowego, zapoznanie z dostępną aparaturą naukowo-badawczą, a także przeprowadzenie wstępnych badań umożliwiających przygotowanie wspólnego projektu naukowo-badawczego (przedmiot badań: mikro- oraz nano-cząstki i materiały kompozytowe)
<b>13.01.2022 – 20.01.2022</b>	<b>Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS w Krakowie</b> , wizyta studyjna/pobyt naukowy umożliwiający przeprowadzenie badań z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego na linii badawczej DEMETER (STXM) w ramach finansowanego przez NCPS SOLARIS <b>wniosku projektowego nr 211029</b>
<b>02.07.2019 – 05.07.2019</b>	<b>Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie Elektronenspeicherring BESSY II (BESSY II), Berlin, Niemcy</b> , wizyta studyjna/pobyt naukowy umożliwiający przeprowadzenie badań z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego w ramach finansowanego przez BESSY II <b>proposалу no. 191-08267</b>
<b>23.04.2019 – 26.04.2019</b>	<b>Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie Elektronenspeicherring BESSY II (BESSY II), Berlin, Niemcy</b> , wizyta studyjna/pobyt naukowy umożliwiający przeprowadzenie badań z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego w ramach finansowanego przez BESSY II <b>proposалу no. 191-08267</b>

### Realizacja badań we współpracy z jednostkami zewnętrznymi

Wysoka interdyscyplinarność podejmowanej przeze mnie tematyki naukowo-badawczej obejmującej charakteryzowanie budowy i właściwości panczyków okrzemek pozwoliła, a wręcz wymagała współpracy z ekspertami z innych dyscyplin naukowych (biologii, chemii, nauk o Ziemi i środowisku). Podjęte działania zaowocowały wspólnymi publikacjami naukowymi, a także projektami naukowo-badawczymi z przedstawicielami następujących jednostek naukowo-badawczych (innych niż wyżej wymienione):

1. Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego Polskiej Akademii Nauk w Warszawie
2. Centrum Zaawansowanych Technologii, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
3. Uniwersytet Rzeszowski
4. Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie
5. Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
6. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
7. Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych
8. Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie

9. National Institute of Water and Atmospheric Research Ltd., Christchurch, Nowa Zelandia
10. University of Maine at Presque Isle, Presque Isle, USA
11. Institute for Marine and Coastal Research, University of Dubrovnik, Dubrovnik, Chorwacja

## 6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę

### 6.1. Osiągnięcia dydaktyczne

Realizacja procesu dydaktycznego realizowanego na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej w okresie od 10/2018 r., pełna lista przedmiotów prowadzonych przeze mnie została przedstawiona poniżej.

#### 1. Wykłady

<i>Medical Materials Orientations</i>	wykłady prowadzone dla studentów zagranicznych, w języku angielskim, w ramach programu Erasmus+
<i>Materiały inspirowane biologią</i>	wykład w ramach przedmiotu fakultatywnego realizowanego dla studentów Szkoły Doktorskiej Politechniki Białostockiej

#### 2. Ćwiczenia laboratoryjne

<i>Materiały konstrukcyjne</i>	kierunek: Mechanika i Budowa Maszyn, I stopień (studia stacjonarne)
<i>Materiały konstrukcyjne</i>	kierunek: Automatyka i Robotyka, I stopień (studia stacjonarne)
<i>Materiały konstrukcyjne</i>	kierunek: Mechatronika, I stopień (studia stacjonarne)
<i>Materiały konstrukcyjne</i>	kierunek: Inżynieria Biomedyczna, I stopień (studia stacjonarne)
<i>Nowoczesne materiały inżynierskie</i>	kierunek: Inżynieria Materiałowa i Wytwarzania, I stopień (studia stacjonarne)
<i>Medical Materials Orientations</i>	zajęcia laboratoryjne prowadzone dla studentów zagranicznych, w języku angielskim, w ramach programu Erasmus+
<i>Materials Science</i>	zajęcia laboratoryjne prowadzone dla studentów zagranicznych, w języku angielskim, w ramach programu Erasmus+

#### 3. Zajęcia projektowe

<i>Projektowanie Materiałów Medycznych</i>	kierunek: Inżynieria Biomedyczna, I stopień (studia stacjonarne)
<i>Współczesne materiały inżynierskie</i>	kierunek: Mechanika i Budowa Maszyn, II stopień (studia niestacjonarne)
<i>Materiały inspirowane biologią</i>	zajęcia projektowe w ramach przedmiotu



	fakultatywnego realizowanego dla studentów Szkoły Doktorskiej Politechniki Białostockiej
--	--

#### 4. Promotorstwo prac dyplomowych

##### *Prace dyplomowe magisterskie*

<b>30.11.2021</b>	Fiedoruk B.: <i>Wpływ zawartości ceramicznego dodatku na właściwości kompozytu o osnowie metalicznej</i> Praca dyplomowa zrealizowana w ramach projektu finansowanego w ramach konkursu SONATA Narodowego Centrum Nauki: <i>Materiały kompozytowe o osnowie metalicznej z naturalnym wypełniaczem</i> (nr umowy UMO 2018/31/D/ST8/00890)
-------------------	---

##### *Prace dyplomowe inżynierskie*

<b>11.02.2022</b>	Wróblewski J.: <i>Wpływ zawartości biogenicznego dodatku na wybrane właściwości użytkowe kompozytu o osnowie polimerowej</i> Praca dyplomowa zrealizowana w ramach projektu finansowanego w ramach konkursu TEAM NET Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej: <i>Zaawansowane biokompozyty dla gospodarki jutra (BIOG-NET)</i> (nr rej. POIR.04.04-00-00-1789/18-00)
<b>10.02.2020</b>	Fiedoruk B.: <i>Wpływ środowiska na właściwości kompozytów PLA/pancerzyki okrzemek</i>
<b>10.02.2020</b>	Bernacka M.: <i>Otrzymywanie i właściwości kompozytów polietylen/pancerzyki okrzemek</i>
<b>11.02.2019</b>	Jasińska A.: <i>Projekt ćwiczenia laboratoryjnego dotyczącego badań wstępnych do badań biogodności biomateriałów metalicznych</i>

##### *Prace dyplomowe planowane do realizacji w roku akademickim 2022/2023*

Praca dyplomowa magisterska	<i>Modyfikacja funkcjonalna powierzchni wyrobów drukowanych metodą SLS</i> Praca dyplomowa realizowana we współpracy z firmą Technology Applied Sp. z o.o.
Praca dyplomowa inżynierska	<i>Wpływ dodatku ceramicznego na właściwości użytkowe kompozytu o osnowie z Mg</i> Praca dyplomowa zrealizowana w ramach projektu finansowanego w ramach konkursu SONATA Narodowego Centrum Nauki: <i>Materiały kompozytowe o osnowie metalicznej z naturalnym wypełniaczem</i> (nr umowy UMO 2018/31/D/ST8/00890)
Praca dyplomowa inżynierska	<i>Wpływ naturalnego napelniacza pochodzenia roślinnego na właściwości kompozytu o osnowie polimerowej</i>
Praca dyplomowa inżynierska	<i>Wpływ rodzaju i stopnia modyfikacji biogenicznego napelniacza na jego kompatybilność z osnową polimerową</i> Praca dyplomowa zrealizowana w ramach projektu finansowanego w ramach konkursu TEAM NET Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej: <i>Zaawansowane biokompozyty dla gospodarki jutra (BIOG-NET)</i> (nr rej. POIR.04.04-00-00-1789/18-00)
Praca dyplomowa inżynierska	<i>Wytworzenie materiałów kompozytowych o osnowie polimerowej z naturalnym reaktywnym napelniaczem</i>

	Praca dyplomowa zrealizowana w ramach projektu finansowanego w ramach konkursu TEAM NET Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej: <i>Zaawansowane biokompozyty dla gospodarki jutra (BIOG-NET)</i> (nr rej. POIR.04.04-00-00-1789/18-00)
--	--

## 6.2. Osiągnięcia organizacyjne

2022 r.	Promocja projektu BIOGNET oraz Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej na targach KOMPOZYT EXPO w Krakowie, 28-29.09.2022 r.
2022 r.	Członek Komitetu Naukowego XI International Scientific Conference Environmental Engineering Through a Young Eye Innovations – Sustainability – Modernity – Openness (ISMO 2022), Białystok, Polska
2022 r.	Promocja Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej podczas Dni Otwartych Politechniki Białostockiej
2022 r.	Promocja Wydziału Mechanicznego Politechniki Białostockiej w VI LO w Białymstoku
2021 r.	Członek Komisji ds. Strategii Rozwoju Politechniki Białostockiej na lata 2021-2024
od 2019 r.	Członek Wydziałowej Komisji ds. Jakości Kształcenia, Wydział Mechaniczny, Politechnika Białostocka

## 7. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

### 7.1. Tematyka pozostałych prac naukowo-badawczych

W ramach swojej działalności naukowej w latach 2011 – 2022 oprócz omówionych w pkt. 4 Autoreferatu zagadnień związanych z *Budową i właściwościami okrzemek w kontekście zastosowań w innowacyjnych materiałach funkcjonalnych*, przeprowadziłam również prace doświadczalne w zakresie obszarów badawczych dotyczących wykorzystania nowoczesnych metod obrazowania, głównie mikroskopii elektronowej, do scharakteryzowania innowacyjnych materiałów inżynierskich i funkcjonalnych.

#### A. Badania eksperymentalne dotyczące stylików *Didymosphenia geminata*

Prace badawcze realizowane w ramach rozprawy doktorskiej dotyczyły badań nad możliwościami zastosowania stylików *D. gemianta* jako materiału funkcjonalnego. Wyniki przeprowadzonych prac zostały opublikowane w 2 publikacjach JCR po uzyskaniu stopnia doktora.

- 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., (...) Kurzydłowski K.J. (2016): Multiphase Biomineralization: Enigmatic Invasive Siliceous Diatoms Produce Crystalline Calcite. *Advanced Functional Materials*, 26(15), 2503–2510. <https://doi.org/10.1002/adfm.201504891>

- Zgłobicka I., Chlanda A., Woźniak M., Łojkowski M., Szoszkiewicz R., Mazurkiewicz-Pawlicka M., Świąszkowski W., Wyroba E., Kurzydłowski K.J. (2017): Microstructure and nanomechanical properties of single stalks from diatom *Didymosphenia geminata* and their change due to adsorption of selected metal ions. *Journal of Phycology*, 53(4), 880–888. <https://doi.org/10.1111/jpy.1254>

### **B. Badania eksperymentalne uwzględniające symulacje numeryczne właściwości mechanicznych oraz możliwości wykorzystania pancerzyków okrzemek**

Prace badawcze dotyczące symulacji numerycznych właściwości mechanicznych pancerzyka okrzemki, a także możliwości ich wykorzystania jako napełniacza w materiałach kompozytowych. Działania podejmowane ze współpracownikami z zewnętrznych jednostek naukowo-badawczych (polskich i zagranicznych) zaowocowały 3 publikacjami po uzyskaniu stopnia doktora, z czego 2 publikacje JCR.

- Topal E., Rajendran H., Zgłobicka I., Gluch J., Liao Z., Clausner A., Kurzydłowski K.J., Zschech E. (2020): Numerical and experimental study of the mechanical response of diatom frustules. *Nanomaterials*, 10(5), 1–14. <https://doi.org/10.3390/nano10050959>
- Dobrosielska M., Przekop R., Sztorch B., Brząkański D., Zgłobicka I., Łępicka M., Dobosz R., Kurzydłowski K.J. (2020): Biogenic Composite Filaments Based on Polylactide and Diatomaceous Earth for 3D Printing. *Materials*, 13(20), 4632. <https://doi.org/10.3390/ma13204632>
- Zgłobicka I., Jabłonska J., Suchecki P., Mazurkiewicz-Pawlicka M., Jaroszewicz J., Jastrzebska A., Pakielka Z., Lewandowska M., Świąszkowski W., Witkowski A., Kurzydłowski K.J. (2018): Frustules of *Didymosphenia geminata* as a modifier of resins. *Inżynieria Materiałowa*, 1(5), 10–16. <https://doi.org/10.15199/28.2018.5.2>

### **C. Zastosowanie nowoczesnych metod badawczych, głównie mikroskopii elektronowej, do obserwacji materiału badawczego pochodzenia biologicznego, m.in. okrzemek.**

Mój wkład w prace badawcze prowadzone przez Zespół Prof. A. Witkowskiego z Uniwersytetu Szczecińskiego oraz współpracowników ze świata (USA, Chiny, Martynika, Turcja) dotyczył przeprowadzenia obserwacji mikroskopowych materiału pochodzenia biologicznego z wykorzystaniem mikroskopii elektronowej (skaningowej - SEM, transmisyjnej - TEM). Uczestniczyłam także w badaniach mających na celu zobrazowanie

wnętrza pancerzyków okrzemek z wykorzystaniem mikroskopu jonowego (FIB-SEM). Wynikiem podjętych działań są publikacje naukowe: 5 publikacji JCR przed uzyskaniem stopnia doktora oraz 11 publikacji JCR i monografia po uzyskaniu stopnia doktora:

- Kaleli A., Car A., Witkowski A., Krzywda M., Riaux-Gobin C., Solak C.N., Kaska Y., Zgłobicka I., Płociński T., Wróbel R., Kurzydłowski K.J. (2020): Biodiversity of carapace epibiont diatoms in loggerhead sea turtles (*Caretta caretta* Linnaeus 1758) in the Aegean Sea Turkish coast. *PeerJ*, 7, 1–22. <https://doi.org/10.7717/peerj.9406>
- Zhang J., Witkowski A., Tomczak M., McCartney K., He G., Zgłobicka I. (2019). Diatomaceous ooze in a sedimentary core from Mariana Trench: Implications for paleoceanography. *Acta Geologica Polonica*, 69(4), 627–643. <https://doi.org/10.24425/agp.2019.126448>
- McCartney K., Witkowski J., Nowakowski R., Szaruga A., Wróbel R., Zgłobicka I. (2019): Evolution of the silicoflagellate naviculopsid skeletal morphology in the Cenozoic. *Marine Micropaleontology*, 156, 101820. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2019.101820>
- Kaleli A., Krzywda M., Witkowski A., Riaux-Gobin C., Solak C.N., Zgłobicka I., Płociński T., Grzonka J., Kurzydłowski K.J., Car A., Desrosiers C., Kaska Y., McCartney K. (2018): A new sediment dwelling and epizoic species of olifantiella (Bacillariophyceae), with an account on the genus ultrastructure based on focused ion beam nanocuts. *Fottea*, 18(2), 212–226. <https://doi.org/10.5507/FOT.2018.007>
- Li C.L., Witkowski A., Ashworth M.P., Dąbek P., Sato S., Zgłobicka I., Witak M., Khim J.S., Kwon C.-J. (2018): The morphology and molecular phylogenetics of some marine diatom taxa within the Fragilariaceae, including twenty undescribed species and their relationship to Nanofrustulum, Opephora and Pseudostaurosira. *Phytotaxa*, 355(1), 1. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.355.1.1> (*monografia*)
- Bąk M., Kociolek J.P., Lange-Bertalot H., Łopato D., Witkowski A., Zgłobicka I., Seddon A.W.R. (2017): Novel diatom species (Bacillariophyta) from the freshwater discharge site of laguna diablás (Island Isabela = Albemarle) from the Galapagos. *Phytotaxa*, 311(3), 201–224. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.311.3.1>
- Davidovich N.A., Davidovich O.I., Witkowski A., Li C., Dąbek P., Mann D.G., Zgłobicka I., Kurzydłowski K.J., Gusev E., Górecka E., Krzywda M. (2017): Sexual reproduction in *Schizostauron* (Bacillariophyta) and a preliminary phylogeny of the genus. *Phycologia*, 56(1), 77–93. <https://doi.org/10.2216/16-29.1>
- Witkowski A., Li C., 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., Płocinski 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*, 74, 166–195. <https://doi.org/10.2112/SI74-016.1>
- Li C.L., Ashworth M.P., Witkowski A., Lobban C.S., Zgłobicka I., Kurzydłowski K.J., Qin S. (2016): Ultrastructural and molecular characterization of diversity among small araphid diatoms all lacking rimoportulae. I. Five new genera, eight new species. *Journal of Phycology*, 52(6), 1018–1036. <https://doi.org/10.1111/jpy.12460>
  - Witkowski A., Gomes A., Mann D.G., Trobajo R., Li C., Barka F., Gusev E., Dąbek P., Grzonka J., Kurzydłowski K.J., Zgłobicka I., Harrison M., Boski T. (2015): *Simonsenia aveniformis* sp. nov. (Bacillariophyceae), molecular phylogeny and systematics of the genus and a new type of canal raphe system. *Scientific Reports*, 5(1), 17115. <https://doi.org/10.1038/srep17115>
  - Li C. L., Ashworth M.P., Witkowski A., Dąbek P., Medlin L.K., Kooistra W.H.C.F., Sato S., Zgłobicka I., Kurzydłowski K.J., Theriot E.C., Sabir J.S.M., Khiyami M.A., Mutwakil M.H.Z., Sabir M.J., Alharbi N.S., Hajarrah N.H., Qing S., Jansen R.K. (2015): New Insights into Plagiogrammaceae (Bacillariophyta) Based on Multigene Phylogenies and Morphological Characteristics with the Description of a New Genus and Three New Species. *PLOS ONE*, 10(10), e0139300. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139300>
  - Desrosiers C., Witkowski A., Riaux-Gobin C., Zgłobicka I., Kurzydłowski K.J., Eulin A., Leflaive J., Ten-Hage L. (2014): *Madinithidium* gen. nov. (Bacillariophyceae), a new monoraphid diatom genus from the tropical marine coastal zone. *Phycologia*, 53(6), 583–592. <https://doi.org/10.2216/14-21R2>
  - Witkowski A., Barka F., Mann D.G., Li C., Weisenborn J.L.F., Ashworth M.P., Kurzydłowski K. J., Zgłobicka I., Dobosz S. (2014): A Description of *Biremis panamae* sp. nov., a New Diatom Species from the Marine Littoral, with an Account of the Phylogenetic Position of *Biremis* D.G. Mann et E.J. Cox (Bacillariophyceae). *PLoS ONE*, 9(12), e114508. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0114508>
  - Car A., Witkowski A., Dobosz S., Jasprica N., Ljubimir S., Zgłobicka I. (2014): Epiphytic diatom assemblages on invasive *Caulerpa taxifolia* and autochthonous *Halimeda tuna* and *Padina* sp. seaweeds in the Adriatic Sea – summer/autumn aspect. *International Journal of*

*Oceanography and Hydrobiology*, 48(3). <https://doi.org/10.1515/ohs-2019-0000>

- Dabek P., Sabbe K., Witkowski A., Archibald C., Kurzydłowski K.J., Zgłobicka I. (2013): *Cymatosirella* Dąbek, Witkowski & Sabbe gen. nov., a new marine benthic diatom genus (Bacillariophyta) belonging to the family Cymatosiraceae. *Phytotaxa*, 121(1), 42–56. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.121.1.2>

#### **D. Prace przeglądowe dotyczące możliwości wykorzystania wysokorozdzielczych technik mikroskopowych – mikroskopii jonowej (FIB-SEM) oraz tomografii rentgenowskiej (CT)**

Działalność naukowa prowadzona w zakresie charakteryzowania materiałów inżynierskich oraz biologicznych zaowocowała uzyskaniem pogłębionych, ujawniających wcześniej nieznaną charakterystykę okrzemek. W szczególności, w zakresie obrazowania struktur/materiałów biologicznych istotnym osiągnięciem było zbadanie subtelnego elementu struktury dzięki nowatorskiemu zastosowaniu techniki mikroskopii jonowej (FIB), oraz tomografii rentgenowskiej (CT). Zdobyte doświadczenie i uzyskane wyniki pozwoliły we współpracy z naukowcami z jednostek zewnętrznych przygotowanie: rozdziału w monografii oraz 1 publikacji JCR po uzyskaniu stopnia doktora:

- Witkowski A., Płociński T., Grzonka J., Zgłobicka I., Bąk M., Dąbek P., Gomes A.I., Kurzydłowski K.J. (2019): Application of Focused Ion Beam Technique in Taxonomy-Oriented Research on Ultrastructure of Diatoms. In *Diatoms: Fundamentals and Applications* (pp. 115–127). <https://doi.org/10.1002/9781119370741.ch6>
- Zschech E., Löffler M., Krüger P., Gluch J., Kutukova K., Zgłobicka I., Silomon J., Rosenkranz R., Standke Y., Topal E. (2018). Laboratory computed x-ray tomography - A nondestructive technique for 3d microstructure analysis of materials. *Praktische Metallographie/Practical Metallography*, 55(8), 539–555. <https://doi.org/10.3139/147.110537>

#### **E. Charakterystyka innowacyjnych materiałów inżynierskich i/lub funkcjonalnych z wykorzystaniem technik mikroskopowych**

Podjęte przeze mnie prace badawcze, we współpracy z pracownikami Politechniki Białostockiej, obejmowały charakterystykę morfologii oraz analizę składu pierwiastkowego materiałów takich jak:

- nanopłynny, a dokładniej ślady po wyschnięciu kropeł cieczy z nanoproszkami;
- materiały hamulcowe do zastosowań w transporcie kolejowym o różnej zawartości włókien stalowych i miedzianych – badania prowadzono w ramach projektu OPUS: *Nieliniowe modele matematyczne i badania doświadczalne nagrzewania tarcowego kolejowego układu hamulcowego*;
- węgla aktywowanego – badania prowadzono w ramach realizowanej rozprawy doktorskiej o tematyce dotyczącej produkcji węgla aktywnych granulowanych o zwiększonej porowatości;
- bioaktywnych szkieł domieszkowanych Samarem ( $\text{Sm}^{3+}$ ) - badania prowadzono w ramach projektu PRELUDIUM: *Włókna szklane domieszkowane lantanowcami o hybrydowych właściwościach bioaktywnych i sensorycznych oraz obronionej w 2021 r. rozprawy doktorskiej: Opracowanie włókien domieszkowanych lantanowcami do zastosowań w kompozytach biodegradowalnych*.

Wynikiem przeprowadzonych obserwacji były 4 publikacje JCR po uzyskaniu stopnia doktora:

- Augustyniak J., Zglobicka I., Kurzydłowski K.J., Misiak P., Wilczewska A.Z., Gluch J., Liao Z., Perkowski D.M. (2022): Characterization of nanofluids using multifractal analysis of a liquid droplet trace. *Scientific Reports*, 12, 11111. doi.org/10.1038/s41598-022-15402-4
- Tsybrii Y., Zglobicka I., Kuciej M., Nosko O., Golak K. (2022): Airbone wear particle emission from train brake friction materials with different contents of steel and copper fibres. *Wear*, 504-505, 204424. https://doi.org/10.1016/j.wear.2022.204424
- Skoczko I., Guminski R., Bos E., Zglobicka I. (2021): Impact of chemical activation on selected adsorption features of powdered activated carbon. *Desalination and Water Treatment*, 243:165-179. https://doi.org/10.5004/dwt/2021.27859
- Baranowska A., Kochanowicz M., Wajda A., Leśniak M., Żmojda J.M., Miluski P., Zglobicka I., Kurzydłowski, K.J., Dorosz D. (2021): Luminescence sensing method for degradation analysis of bioactive glass fibers. *Sensors*, 21(6), 1–13. https://doi.org/10.3390/s21062054

## 7.2. Przebieg pracy naukowej

W październiku 2006 roku rozpoczęłam studia inżynierskie na kierunku Inżynieria Biomedyczna w Międzywydziałowej Szkole Inżynierii Biomedycznej Akademii Górniczo – Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Studia inżynierskie ukończyłam w 2009 roku

i z wynikiem bardzo dobrym obroniłam pracę inżynierską pt. „Badanie nad degradacją mechanicznych zastawek serca” pod opieką prof. dr hab. inż. Marty Błażewicz.

W marcu 2009 roku rozpoczęłam studia magisterskie na kierunku Inżynieria Biomedyczna, specjalność: Inżynieria Biomateriałów w Międzywydziałowej Szkole Inżynierii Biomedycznej Akademii Górniczo – Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie. Studia magisterskie ukończyłam w 2011 roku. Z wyróżnieniem obroniłam pracę magisterską pt. „Polimerowe nanokompozyty do zastosowań medycznych” pod opieką prof. dr hab. inż. Marty Błażewicz.

W ramach studiów odbyłam praktyki studenckie w Instytucie Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk im. Henryka Niewodniczańskiego w Krakowie, w Laboratorium Dozymetrii Indywidualnej i Środowiskowej (LADIS).

Będąc na studiach magisterskich w Krakowie, w marcu 2011 roku rozpoczęłam studia podyplomowe na kierunku Prawo dowodowe, kryminalistyka oraz nauki pokrewne w Centrum Nauk Sądowych Uniwersytetu Warszawskiego. Studia podyplomowe ukończyłam w marcu 2011 roku i z wynikiem bardzo dobrym obroniłam pracę pt. „Heroina – charakterystyka, działanie biologiczne i metody wykrywania” pod opieką dr hab. Katarzyny Winiarskiej.

W październiku 2011 roku rozpoczęłam studia doktoranckie na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej w Zakładzie Projektowania Materiałów. W trakcie studiów doktoranckich brałam udział w realizacji projektów naukowo – badawczych jako wykonawca (punkt 7.6 Autoreferatu). Brałam udział w pracach dydaktycznych (praktyki dydaktyczne prowadzenie laboratorium z przedmiotu Podstawy Nauki o Materiałach 2; opieka nad studentami podczas badań do prac dyplomowych; obserwacje mikroskopowe dla naukowców z kraju i zagranicy – Turcja, Martynika, Chorwacja, Chiny, Stany Zjednoczone Ameryki Północnej). W roku akademickim 2013/2014 byłam członkiem Wydziałowej Rady Doktorantów, a w latach 2014-2015 członkiem The Royal Microscopical Society.

Pierwsze doświadczenia zawodowe zdobyłam w Instytucie Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk im. Henryka Niewodniczańskiego w Krakowie, gdzie w latach 2009 – 2010 byłam odpowiedzialna za m.in., przygotowanie dozymetrów termoluminescencyjnych do pomiarów i do wysyłki, zostałam zaznajomiona z techniką wydawania świadectw przydatności i świadectw pomiarowych. W kwietniu 2012 roku zdobyłam kolejne doświadczenie w Narodowym Centrum Badań i Rozwoju pracując przy realizacji Programu Badań Stosowanych (PBS).



Podczas studiów doktoranckich odbyłam trzy jednomiesięczne staże zagraniczne: w Laboratorium Biomineralogii i Ekstremalnej Biomimetyki TU Bergakademie Freiberg (Niemcy) u prof. dr rer. nat. habil. Hermanna Ehrlicha (dwa miesięczne staże) i w Norweskim Instytucie Badania Wody w Oslo (Norwegia) u dr Carlosa Escudero – Oñate (miesięczny staż).

W ramach samokształcenia odbyłam serię warsztatów i szkoleń potwierdzonych odpowiednimi certyfikatami. W 2005 roku uzyskałam Cambridge First Certificate in English, w 2009 r. ukończyłam kurs komputerowy AutoCAD I stopnia, a w 2013 r. byłam uczestnikiem warsztatów dla pracowników B+R Naukowiec w Biznesie.

Dnia 16 października 2015 r. uzyskałam stopień doktora nauk technicznych na Wydziale Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej w dyscyplinie inżynieria materiałowa, za pracę pt. „*Exploratory study of the use of Didymosphenia geminata stalks as a functional biomaterial*”, której promotorami byli prof. dr hab. inż. Krzysztof J. Kurzydłowski oraz prof. dr rer. nat. habil. Hermann Ehrlich, a recenzentami prof. dr hab. Andrzej Witkowski i prof. dr hab. inż. Jan R. Dąbrowski.

Po uzyskaniu stopnia doktora Niemiecka Centrala Wymiany Akademickiej (DAAD) przyznała mi 6-miesięczny staż w ramach programu krótkich staży naukowo – badawczych. Staż zrealizowałam we Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS w Dreźnie (Niemcy) w zespole prof. dr rer. nat. habil. Ehrenfrieda Zschecha. Badania obejmowały wizualizację oraz badania właściwości mechanicznych pancerzyków okrzemek z wykorzystaniem najnowocześniejszych metod badawczych inżynierii materiałowej i inżynierii mechanicznej.

W październiku 2018 r. zostałam zatrudniona na stanowisku adiunkta na Wydziale Mechanicznym Politechniki Białostockiej, stanowisko to obejmuję do chwili obecnej. Za wybitne osiągnięcia naukowe w roku akademickim 2018/2019, 2019/2020 oraz 2020/2021 otrzymałam Zespołowe Nagrody Rektora Politechniki Białostockiej.

Podczas swojej pracy naukowej brałam udział jako wykonawca w 15 projektach naukowych i badawczo-rozwojowych finansowanych ze środków NCN, NCBR oraz funduszy europejskich w ramach programów POIG, POIR, POWER, funduszy Polsko - Norweskich. Obecnie jestem kierownikiem 3 projektów finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki (projekt uzyskany w ramach konkursu SONATA) oraz Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (projekt polsko-tajwański, Inicjatywa CORNET). Lista projektów przedstawiona została w pkt. 7.6 Autoreferatu. Pełniąc rolę kierownika projektów naukowo-badawczych i mając na uwadze podniesienie swoich kwalifikacji zarządczych, odbyłam szkolenia z zarządzania

projektami potwierdzone certyfikatami. W grudniu 2021 r. zdałam egzamin ze zwinnego zarządzania projektami Agile<sup>PM</sup> Foundation (identyfikator: 2001074024), a w lipcu 2022 r. Prince2® Foundation (identyfikator: GR656255353IZ).

Wyniki moich prac badawczych, zaprezentowane zostały na 9 konferencjach krajowych i międzynarodowych odbywających się w Polsce, Niemczech, Stanach Zjednoczonych, Kanadzie, Szwajcarii. W 2021 roku zostałam zaproszona do wygłoszenia prezentacji (wykład zaproszony) podczas największej, międzynarodowej konferencji MRS Spring Meetings & Exhibits w Seattle (USA). Szczegółowe zestawienie wygłoszonych referatów oraz prezentacji posterowych przedstawiono w pkt. 7.5 Autoreferatu.

Doświadczenie i wiedza z zakresu metod analizy właściwości materiałów inżynierskich była podstawą do nawiązania współpracy w formie ekspertyz, badań naukowych z przedsiębiorstwami zarówno z Podlasia, jak i innych województw. Zrealizowane prace badawcze dotyczyły w głównej mierze badań materiałowych, jak i mechanicznych, w tym: przygotowania zglądów metalograficznych, obserwacji mikroskopowych z wykorzystaniem skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM), analizy składu chemicznego metodą EDS. Ponadto przygotowywałam raporty i opracowywałam procedury wytwarzania innowacyjnych materiałów kompozytowych z naturalnym napełniaczem. Prace wykonywane były m.in. dla przedsiębiorstw takich jak: THREERE Sp. z o.o., Technology Partners, TMBK Partners Sp. z o.o., PKN Orlen S.A., Technology Applied Sp. z o.o., Instytut Innowacji i Technologii Politechniki Białostockiej. Zestawienie firm, z którymi współpracuję zostało przedstawione w pkt. 7.9 Autoreferatu.

Podczas mojej pracy i działalności naukowej brałam czynny udział w procesie dydaktycznym realizowanym na Politechnice Białostockiej, prowadząc zajęcia w formie laboratoriów, zajęć projektowych oraz wykładów, na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych pierwszego, drugiego i trzeciego stopnia; a także dla studentów zagranicznych w ramach programu Erasmus+. Zajęcia z materiałów konstrukcyjnych prowadziłam na kierunkach studiów realizowanych na Wydziale Mechanicznym, takich jak: Mechanika i Budowa Maszyn, Inżynieria Biomedyczna, Automatyka i Robotyka, Mechatronika. Z kolei, przedmioty dot. najnowszych doniesień inżynierii materiałowej, w ramach przedmiotów Nowoczesne Materiały Inżynierskie oraz Współczesne Materiały Inżynierskie przeprowadziłam dla studentów kierunków studiów realizowanych na WM: Inżynieria Materiałowa i Wytwarzania oraz Mechanika i Budowa Maszyn. Zagadnienia związane z Projektowaniem Materiałów Medycznych były omawiane podczas zajęć realizowanych dla studentów kierunku Inżynieria Biomedyczna. W ramach programu

Erazmus+ dla studentów zagranicznych prowadziłam zajęcia Medical Materials Orientations oraz Materiały inspirowane biologią dla studentów Szkoły Doktorskiej Politechniki Białostockiej. Dotychczas byłam promotorem 1 pracy magisterskiej i 4 prac inżynierskich.

Od 2020 roku w ramach swojej działalności naukowej przygotowałam 18 recenzji publikacji w czasopismach wyszczególnionych w pkt. 7.7 Autoreferatu. Ponadto od 2020 r. jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej.

Podczas mojej pracy naukowej stałam się autorką i współautorką 33 publikacji naukowych (6 przed i 27 po uzyskaniu stopnia doktora), w tym 31 w czasopismach indeksowanych na liście JCR, zestawionych w zał. 4, pt. Wykaz osiągnięć naukowych albo artystycznych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria materiałowa. Wyniki swoich prac badawczych zaprezentowałam w ramach licznych konferencji (3 referaty i 7 prezentacji posterowych).

### 7.3. Wskaźniki bibliograficzne

Mój ilościowy dorobek naukowy i techniczny na 26/10/2022 r. przedstawiony został w Tabeli 1.

**Tabela 1. Ilościowe zestawienie dorobku naukowego i technicznego na 26/10/2022**

Rodzaj wskaźnika	Liczba		
	Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem
Liczba publikacji punktowanych (części A + B listy MNiSW)	6	27	<b>33</b>
Publikacje w czasopismach wyszczególnionych w bazie JCR (część A listy MNiSW)	5	26	<b>31</b>
Publikacje w czasopismach nie wyszczególnionych w bazie JCR (część B listy MNiSW)	1	1	<b>2</b>
Publikacje w pracach zbiorowych i monografiach	0	2	<b>2</b>
Patenty	0	0	<b>0</b>
Zgłoszenia patentowe	0	0	<b>0</b>
Wygłoszone referaty	1	2	<b>3</b>
Prezentacje posterowe	5	2	<b>7</b>
Σ IF	14,810	83,918	<b>98,728</b>
Punkty wg list MNiSW	480	2480	<b>2960</b>
Cytowania wg bazy Web of Science (bez autocytowań)	<b>335 (295)</b>		
Cytowania wg bazy Scopus (bez autocytowań)	<b>326 (291)</b>		
Cytowania wg bazy Google Scholar (bez autocytowań)	<b>434 (381)</b>		
Indeks Hirscha h (WoS / Scopus /	<b>13 / 13 / 14</b>		

#### 7.4. Nagrody i wyróżnienia za realizowane prace naukowe i badawczo-rozwojowe

##### *Po uzyskaniu stopnia doktora*

1. Nagroda zespołowa III stopnia Rektora Politechniki Białostockiej za osiągnięcia naukowe w roku akademickim 2020/2021
2. Nagroda zespołowa III stopnia Rektora Politechniki Białostockiej za osiągnięcia naukowe w roku akademickim 2019/2020
3. Nagroda zespołowa III stopnia Rektora Politechniki Białostockiej za osiągnięcia naukowe w roku akademickim 2018/2019
4. Staż naukowy przyznany przez Niemiecką Centralę Wymiany Akademickiej (DAAD), w ramach krótkich staży naukowych (6 miesięcy), 2017

##### *Przed uzyskaniem stopnia doktora*

1. Stypendium wyjazdowe dla doktorantów Politechniki Warszawskiej CAS/37/POKL, 1 miesiąc, Centrum Studiów Zaawansowanych Politechniki Warszawskiej, 2015
2. Stypendium naukowe dla najlepszych doktorantów w roku akademickim 2013/2014, Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska
3. Stypendium projakościowe dla wybitnych doktorantów w roku akademickim 2013/2014, Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska
4. Stypendium naukowe dla najlepszych doktorantów w roku akademickim 2012/2013, Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska
5. Stypendium projakościowe dla wybitnych doktorantów w roku akademickim 2012/2013 Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska
6. Stypendium naukowe dla najlepszych doktorantów w roku akademickim 2011/2012, Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska

#### 7.5. Konferencje naukowe

##### **Wygłoszone referaty**

##### *Po uzyskaniu stopnia doktora*

1. Zgłobicka I., Noga T., Płocińska M., Płociński T., Zdunek J., Pisarek M., Suski S., Bilski H., Wyroba E., Witkowski A., Kurzydłowski K.J., *Structure of the*

*Didymosphenia geminata stalks as a biomaterial*, 24<sup>th</sup> International Diatom Symposium, 2016, Quebec, Kanada

***na zaproszenie***

2. Zglobicka I., Gluch J., Li Q., Liao Z., Werner S., Guttman P., Płociński T., Witkowski A., Zschech E., Kurzydłowski K.J., *Insight into biological structures using 3D imaging techniques*, MRS Spring Meeting & Exhibit, 2021, Seattle, USA

***Przed uzyskaniem stopnia doktora***

1. Zglobicka I., Kulikovskiy M.S., Gusev E., Dobosz S., Witkowski A., Kurzydłowski K.J., *Exploring the potential of the frustules of diatoms in nanotechnology*, Junior EUROMAT, 2012, Lozanna, Szwajcaria

**Prezentacje posterowe**

***Po uzyskaniu stopnia doktora***

1. Zglobicka I., Gluch J., Zschech E., Kurzydłowski K.J., *Exploratory study of composite materials with diatoms fillers*, MRS Fall Meeting & Exhibit, 2019, Boston, USA
2. Zglobicka I., Gluch J., Kilroy K., Kutukova K., Zschech E., Kurzydłowski K.J., *Diatoms' frustules as a possible natural filler in composite materials*, 8<sup>th</sup> European Nanoanalysis Symposium, 2020, Drezno, Niemcy

***Przed uzyskaniem stopnia doktora***

1. Zglobicka I., Tomaszewska J., Escudero-Oñate C., Krzeminski P., Smektala P., Michalski J., Kurzydłowski K.J., *Optimization of Arsenic removal from aqueous effluents using modified polypropylene nonwovens*, FEMS EUROMAT2015 – European Congress and Exhibition on Advanced Materials and Processes, 2015, Warszawa, Polska
2. Zglobicka I., Bilski H., Suski S., *A first approach and ultrastructural analysis of stalks of the diatom Didymosphenia geminata*, 1<sup>st</sup> Congress of the Polish Biochemistry, Cell Biology, Biophysics and Bioinformatics BIO2014, 2014, Warszawa, Polska
3. Zglobicka I., Wysokowski M., Kaiser S., Bazhenov V.V., Makarova A., Vyalikh D., Zawadzak E., Zdunek J., Plocinska M., Plocinski T., Motylenko M., Noga T., Sundareshwar P.V., Witkowski A., Kurzydłowski K.J., *First investigations into*

*biominerals formation within stalks of fouling diatom Didymosphenia geminata*,  
12<sup>th</sup> International Symposium on Biomineralization (BIOMIN12), 2013, Freiberg,  
Niemcy

4. Zgłobicka I., Kulikovskiy M.S., Gusev E., Dobosz S., Witkowski A., Kurzydłowski K.J., *Exploring the potential of the frustules of diatoms in nanotechnology*, Junior EUROMAT, 2012, Lozanna, Szwajcaria
5. Zgłobicka I., Nowicka K., Plicner D., Rudziński P., Błażewicz M., *Physicochemical assessment of surgically excised mechanical heart valves*, XX Ogólnopolska konferencja naukowa: Biomaterials in Medicine and Veterinary Medicine, 2010, Rytro, Polska

## 7.6. Realizacja projektów badawczych

*Projekty badawcze realizowane po uzyskaniu stopnia doktora*

**Pełniona funkcja: kierownik i autorka projektu, w trakcie realizacji**

1. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR), Inicjatywa CORNET: *Advanced Glass Interposer with Carbon Copper Composite Metallization*, akronim: **GINCO** (umowa nr: CORNET/32/94/GINCO/2022)

Projekt realizowany w międzynarodowym konsorcjum naukowo-przemysłowym: Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V. / Centrum Promocji Innowacji i Rozwoju (Koordynator Klastra Obróbki Metali) / Politechnika Białostocka / Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems IKTS.

Funkcja kierownika dotyczy Wykonawcy badań po stronie polskiej – Politechniki Białostockiej

Okres realizacji: 01/05/2022 – 30/04/2024

Budżet projektu: strona polska: 1 274 225,00 zł, w tym PB: 873 725,00 zł

2. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR), IX polsko-tajwański konkurs na dwustronne projekty badawcze, *Przekraczanie granic poprzez badanie materiałów biogenicznych na bazie okrzemek*, akronim **CRODIA** (umowa nr: PL-TW/IX/41/CRODIA/2022)

Projekt realizowany w konsorcjum polsko-tajwańskim: Politechnika Białostocka / Uniwersytet Szczeciński / Tamkang University

Funkcja kierownika dotyczy polskiego konsorcjum: Politechniki Białostockiej i Uniwersytetu Szczecińskiego

Okres realizacji: okres realizacji: 01/05/2022 – 30/04/2025

Budżet projektu: strona polska: 413 764,01 zł w tym PB: 207 400,50 zł

**3. Narodowe Centrum Nauki, SONATA 31, *Materiały kompozytowe o osnowie metalicznej z naturalnym wypełniaczem* (umowa nr: UMO 2018/31/D/ST8/00890)**

Okres realizacji: 24/07/2019 – 23/01/2023

Budżet projektu: 417 300,00 zł

**Pełniona funkcja: wykonawca (Młody Doktor) i autorka projektu, w trakcie realizacji**

**1. Fundacja na Rzecz Nauki Polskiej, Program TEAM NET, *Zaawansowane biokompozyty dla gospodarki jutra*, akronim: *BIOGNET* (umowa nr: POIR.04.04-00-00-1789/18-00)**

Projekt realizowany w konsorcjum sześciu jednostek naukowo-badawczych: Uniwersytet Szczeciński, Uniwersytet im. Mikołaja Kopernika w Toruniu, Uniwersytet Adama Mickiewicza w Poznaniu, Politechnika Warszawska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Politechnika Białostocka.

Okres realizacji: 15/04/2020 – 31/12/2022

Budżet projektu: 20 898 921,93 zł; w tym PB: 3 498 748,90 zł

**Pełniona funkcja: wykonawca, w trakcie realizacji**

**1. Narodowe Centrum Nauki, Program M.ERA-NET, *Funkcjonalizowane biomateriały z pokryciem i mikrostrukturyzacją powierzchni do zastosowań w stomatologii*, akronim: *SMILE* (umowa nr UMO-2021/03/Y/ST8/00234)**

Projekt realizowany w międzynarodowym konsorcjum naukowym: TU Dresden (Medical Faculty Carl Gustav Carus, Department of Orthodontics) / Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology IWS / Politechnika Białostocka (Wydział Mechaniczny) / Politehnica of Bucharest (Department of Applied Mathematic)

Okres realizacji: 01.07.2022 – 30.06.2025

Budżet projektu: 1 216 000 euro, w tym PB: 898 572,00 zł

**2. Europejski Fundusz Społeczny, Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój, *Zintegrowany Program Politechniki Białostockiej na rzecz Rozwoju Regionalnego*, akronim: *ZIREG* (umowa nr POWR.03.05.00-00-ZR22/18)**

Moduł VI: TEACHSKILLS 3 – panel rozwoju kompetencji dydaktycznych kadry Politechniki Białostockiej – szkolenia + staż zagraniczny

#### **Pełniona funkcja: wykonawca, zrealizowane**

1. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Program STRATEGMED, *Nowatorskie metody inżynierii tkankowej wspomagające gojenie i regenerację ścięgien i więzadeł* (umowa nr STRATEGMED1/233224/10/NCBR/2014)

Okres realizacji: 02/2015 – 10/2018

2. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Program STRATEGMED, *Zintegrowany system narzędzi do diagnostyki i telerehabilitacji schorzeń narządów zmysłów (słuchu, wzroku, mowy, równowagi, powonienia, akronim: INNOSENSE* (umowa nr: STRATEGMED1/248664/7/NCBR/14)

Okres realizacji: 02/2016 – 12/2016

3. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Program STRATEGMED, *Metody leczenia dużych ubytków tkanki kostnej u chorych onkologicznych z wykorzystaniem inżynierii tkankowej in vivo* (umowa nr: STRATEGMED3/306888/3/NCBR/2017)

Okres realizacji: 05/2017 – 01/2018

4. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Polsko-Norweski Program Badawczy (w ramach Funduszy Norweskich), *Tissue engineering of osteochondral implants for joint repair*, akronim: *NewJoint* (umowa nr: Pol-Nor/202132/68/2013)

Okres realizacji: 01/2017 – 04/2017

#### *Projekty badawcze realizowane przed uzyskaniem stopnia doktora*

#### **Pełniona funkcja: wykonawca, zrealizowane**

1. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka, *Bioimplanty dla potrzeb leczenia ubytków tkanki kostnej u chorych onkologicznych*, akronim: *BIO-IMPLANT* (umowa nr: POIG 01.01.02-00-022/09)

Okres realizacji: 11/2011 – 12/2012

2. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Program INNOTECH, *Modelowanie procesu udostępniania gazu ziemnego zalegającego w łupkach na wybranych obszarach objętych koncesjami PGNiG S.A.* (umowa nr: INNOTECH-K1/IN1/48/152754/NCBR/12)

Okres realizacji: 11/2012

3. Narodowe Centrum Nauki, OPUS1, *Trójwymiarowe rusztowania kompozytowe na bazie polimerów degradowalnych oraz bioceramiki z wprowadzonymi*



*czynnikami wzrostu dla potrzeb inżynierii tkanki kostnej. Badania nad procesem wytwarzania oraz wpływu na żywe komórki (umowa nr: 2011/01/B/ST8/07559)*

Okres realizacji 05/2012 oraz 01/2013 – 03/2013

**4. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, *Metodyka charakteryzowania w czasie rzeczywistym stanu degradacji materiału konstrukcyjnego reaktorów instalacji petrochemicznych pod kątem monitorowania ich zdolności eksploatacyjnej i prognozowania zagrożeń bezpieczeństwa technicznego* (umowa nr: 1076/R/T02/2010/10)**

Okres realizacji: 05/2013

**5. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Polsko-Norweski Program Badawczy (w ramach Funduszy Norweskich), *Tissue engineering of osteochondral implants for joint repair*, akronim: *NewJoint* (umowa nr: Pol-Nor/202132/68/2013)**

Okres realizacji: 08/2014 – 10/2014

**6. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Program STRATEGMED, *Opracowanie polskiego komplementarnego systemu molekularnej nawigacji chirurgicznej dla potrzeb leczenia nowotworów*, akronim: *MentorEye* (STRATEGMED1/233624/4/NCBR/2014)**

Okres realizacji: 11/2014 – 01/2015

**7. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, Program STRATEGMED, *Nowatorskie metody inżynierii tkankowej wspomagające gojenie i regenerację ścięgien i więzadeł* (umowa nr: STRATEGMED1/233224/10/NCBR/2014)**

Okres realizacji: 02/2015 – 10/2018

#### **7.7. Działalność recenzencka**

Lista zrecenzowanych, w ramach dotychczasowej pracy naukowej, artykułów w czasopismach (w tym indeksowanych na liście JCR) została przedstawiona poniżej.

<b>L.p.</b>	<b>Czasopismo</b>	<b>Rok</b>	<b>Liczba recenzji</b>
1.	Scientific Reports (ISSN 2045-2322)	2020	1
2.	Recycling (ISSN 2072-4292)	2021	1
3.	Micromachines (ISSN 2072-666X)	2021	1
4.	Fibers (ISSN 2079-6439)	2021	1
5.	Molecules (ISSN 1420-3049)	2021	1
6.	Nanoscale Advances (ISSN 2516-0230)	2021	1
7.	Acta Mechanica et Automatica (druk: ISSN 1898-4088, elektroniczna: ISSN 2300-5319)	2022	2
8.	Applied Sciences (ISSN 2076-3417)	2022	1
9.	ISME Communications (EISSN 2730-6151)	2022	1
10.	Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical	2022	1

	Sciences, (ISSN 2300-1917)		
11.	Crystals (ISSN 2073-4352)	2022	1
12.	Journal of Composites Science (ISSN 2504-477X)	2022	1
13.	Fibres (ISSN 2079-6439)	2022	1
14.	Nanomaterials (ISSN 2079-4991)	2022	1
15.	Proceedings (ISSN 2504-3900)	2022	1
16.	Ceramics (ISSN 2571-6131)	2022	1
17.	Acta Biomaterialia (ISSN 1742-7061)	2022	1

## 7.8. Staże w ośrodkach naukowych

### Krajowe i zagraniczne staże po uzyskaniu stopnia doktora

<b>01.02.2018 – 31.07.2018</b>	<b>Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems (IKTS), Drezno, Niemcy (6 miesięcy)</b> w ramach programu Research Grants – Short-Term Grants, finansowanego przez Niemiecką Centralę Wymiany Akademickiej (DAAD), realizacja projektu <i>Determination of the mechanical properties of the diatoms' frustules</i> (ID 57314023)
--------------------------------	---

### Krajowe i zagraniczne staże przed uzyskaniem stopnia doktora

<b>20.04.2015 – 20.05.2015</b>	<b>Norwegian Institute for Water Research, Oslo, Norwegia (1 miesiąc)</b> , w ramach Projektu Stypendium naukowe dla doktorantów Politechniki Warszawskiej (Program CAS/37/POKL), przeprowadzenie badań dotyczących optymalizacji usuwania jonów Arseniu z roztworów wodnych z wykorzystaniem modyfikowanych włókien polipropylenowych
<b>03.03.2014 – 28.03.2014</b>	<b>Technische Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg, Niemcy (1 miesiąc)</b> , staż naukowo-badawczy obejmujący przeprowadzenie eksperymentów niezbędnych do realizacji rozprawy doktorskiej
<b>14.04.2013 – 25.05.2013</b>	<b>Technische Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg, Niemcy (1 miesiąc)</b> , staż naukowo-badawczy obejmujący przeprowadzenie eksperymentów niezbędnych do realizacji rozprawy doktorskiej

## 7.9. Współpraca z przemysłem

Doświadczenie i wiedza z zakresu metod analizy właściwości materiałów inżynierskich była podstawą do nawiązania współpracy w formie ekspertyz, badań naukowych z następującymi przedsiębiorstwami:

1. **THREERE Sp. z o.o.**, *Usługa szkoleniowa w formie warsztatów praktycznych dla startupu THREERE Sp. z o.o.\_60592 w ramach realizacji zadania projektu „Platforma startowa dla nowych pomysłów – Hub of Talents 2”;* POPW.01.01.01-20-0001/18, **usługa szkoleniowa**
2. **TMBK Partners Sp. z o.o.**, Warszawa, *Przeprowadzenie analizy dot. występowania ognisk korozji na przewodach paliwowych ze stali niskowęglowej, ekspertyza*

3. **TMBK Partners Sp. z o.o.**, Warszawa, *Przeprowadzenie analiz, prac badawczych oraz doradztwa z zakresu inżynierii materiałowej, ekspertyzy*
4. **Uniwersytet Szczeciński / PKN ORLEN S.A.**, *Analiza możliwości wykorzystania odpadowej biokrzemionki powstałej po ekstrakcji oleju do produkcji materiałów biokompozytowych na potrzeby pracy zleconej pt. Opracowanie technologii produkcji biokomponentów z glonów olejowych z wykorzystaniem CO<sub>2</sub> i wód poprodukcyjnych w warunkach pracy rafinerii PKN ORLEN S.A. (umowa nr ZNB/5600005667/2015 z dn. 10.11.2015), **umowa o dzieło***
5. **Instytut Innowacji i Technologii Politechniki Białostockiej Sp. z o.o.**, Kleosin, *Wykonanie opinii w sprawie sygn. akt PO I Ds. 15.2021, ekspertyza*
6. **Technology Applied Sp. z o.o.**, Sobolewo, *Zaprojektowanie modeli 3D elementów do celów prezentacyjnych, **umowa o dzieło***
7. **Centrum Promocji Innowacji i Rozwoju, Klaster Obróbki Metali**, Białystok, *współpraca obejmująca wspólne przygotowanie wniosków projektów naukowo-badawczych, głównie w ramach Inicjatywy CORNET finansowanej ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju*

.....  
(podpis wnioskodawcy)